STATISTIK DAN ANALITIKA DATA

UNTUK MANAJEMEN

Dr. Ahmad Syukron, M.Pd.



STATISTIK DAN ANALITIKA DATA UNTUK MANAJEMEN

© 2026 — Dr. Ahmad Syukron, M.Pd.

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

Penulis: Dr. Ahmad Syukron, M.Pd.

Penyunting: Tim Editor Internal

Layout & Desain Sampul: Tim Produksi

Cetakan pertama, 2026

Penerbit: [NAMA PENERBIT]

Editor: [NAMA EDITOR]

Penata Letak: [NAMA PENATA LETAK]

Desainer Sampul: [NAMA DESAINER]

Diset dengan huruf Calibri 11 pt, ukuran buku 15,5 × 23 cm (UNESCO).

ISBN: [DIISI OLEH PENERBIT]

KATA PENGANTAR

Perkembangan teknologi digital telah memperluas ketersediaan data sekaligus meningkatkan tuntutan terhadap kemampuan mengolah dan menafsirkannya secara bertanggung jawab. Dalam kajian Manajemen, keputusan mengenai pasar, operasi, sumber daya manusia, dan keuangan semakin memerlukan dukungan bukti yang dapat diuji, bukan semata-mata intuisi atau kebiasaan. Di tengah kebutuhan tersebut, buku *Statistik dan Analitika Data untuk Manajemen* hadir sebagai kontribusi yang relevan bagi pembelajaran dan praktik pengambilan keputusan. Buku ini mengangkat statistik dan analitika data bukan sebagai keterampilan teknis yang berdiri sendiri, melainkan sebagai bagian dari cara berpikir manajerial yang sistematis, kritis, dan peka terhadap konteks.

Salah satu sumbangan buku ini bagi khazanah literatur Manajemen terletak pada upayanya mempertemukan dasar-dasar statistik dengan kebutuhan analisis dalam organisasi. Susunan pembahasannya memberi ruang bagi pembaca untuk memahami konsep dan metode secara bertahap, kemudian menghubungkannya dengan persoalan pengelolaan yang nyata. Pendekatan semacam ini membantu menjembatani jarak yang kerap dirasakan antara rumus, keluaran analisis, dan keputusan yang harus diambil. Keunggulan buku ini bukan pada janji bahwa data dapat menjawab setiap persoalan, melainkan pada dorongannya agar pembaca memahami apa yang dapat disimpulkan, batas kesimpulan tersebut, serta kondisi yang perlu dipertimbangkan sebelum hasil analisis digunakan.

Pembahasan disajikan dengan orientasi yang aplikatif, tetapi tetap memberi tempat bagi ketelitian konseptual. Pembaca diajak melihat bahwa pemilihan metode harus berangkat dari pertanyaan penelitian dan karakter data, sementara penafsiran hasil perlu mempertimbangkan asumsi serta konteks organisasi. Sikap ini penting untuk mencegah penggunaan teknik secara mekanis atau pembacaan angka yang melampaui bukti. Dengan demikian, buku ini berpotensi memperkaya diskursus akademik tentang hubungan antara pengukuran, penalaran berbasis bukti, dan tindakan

manajerial. Nilai keilmuannya juga terletak pada penguatan literasi data: kemampuan untuk bukan hanya menghasilkan analisis, tetapi juga menilai mutu dan relevansi informasi yang mendasarinya.

Buku ini layak dimanfaatkan oleh peneliti yang merancang kajian kuantitatif maupun analitika terapan, serta dosen pascasarjana yang mengembangkan pembelajaran berbasis data dalam bidang Manajemen. Mahasiswa S2 dan S3 dapat menggunakannya untuk menata pemahaman metodologis, mempertajam pertanyaan penelitian, dan membaca hasil analisis dengan lebih cermat. Bagi praktisi senior, buku ini menawarkan landasan untuk berdialog secara lebih produktif dengan tim analis, mengevaluasi rekomendasi berbasis data, dan menghubungkan temuan kuantitatif dengan pengetahuan organisasi. Manfaatnya akan semakin terasa apabila pembaca melengkapi pemahaman dari buku ini dengan latihan, diskusi, dan refleksi atas kasus yang sesuai dengan bidang masing-masing.

Pada akhirnya, mutu keputusan manajerial tidak hanya ditentukan oleh banyaknya data atau kecanggihan perangkat analisis, tetapi juga oleh kejernihan pertanyaan dan kebijaksanaan dalam menafsirkan bukti. Buku ini diharapkan dapat menjadi teman belajar dan rujukan yang memperkuat kedua hal tersebut. Semoga kehadirannya mendorong penelitian Manajemen yang lebih terukur, pengajaran yang lebih kontekstual, serta praktik organisasi yang semakin bertanggung jawab dalam memanfaatkan data. Semoga pula buku ini terus memberi manfaat bagi pembaca dan turut menumbuhkan tradisi akademik yang terbuka terhadap bukti, kritis terhadap keterbatasan, dan berorientasi pada kemaslahatan.

Kota, Bulan 2026

[Nama Pemberi Kata Pengantar]

PRAKATA

Perubahan dalam dunia usaha berlangsung melalui keputusan-keputusan yang dibuat setiap hari: menentukan harga, mengelola persediaan, memahami perilaku pelanggan, menilai kinerja, hingga memilih strategi pertumbuhan. Keputusan tersebut semakin sering bertumpu pada data yang beragam, bergerak cepat, dan tersedia dalam jumlah besar. Namun, banyaknya data tidak dengan sendirinya menghasilkan pemahaman yang tepat. Data perlu dikumpulkan secara cermat, diolah dengan metode yang sesuai, ditafsirkan dalam konteks, lalu disampaikan secara jelas kepada pihak yang mengambil keputusan. Kebutuhan untuk menjembatani konsep statistik dengan persoalan nyata manajemen inilah yang melatarbelakangi penyusunan buku *Statistik dan Analitika Data untuk Manajemen*. Buku ini ditujukan bagi mahasiswa, dosen, peneliti, dan pembaca yang ingin menggunakan data secara kritis sebagai dasar analisis dan tindakan manajerial.

Pembahasan disusun bertahap, dari landasan statistik, karakteristik dan skala data bisnis, hingga proses pengumpulan, pembersihan, eksplorasi, dan visualisasi data. Pembaca kemudian diajak memahami statistik deskriptif, probabilitas, distribusi, sampling, estimasi, serta pengujian hipotesis sebelum beralih ke analisis hubungan, regresi, dan peramalan time series. Bagian akhir mengaitkan metode-metode tersebut dengan business analytics, business intelligence, perangkat lunak seperti Excel, SPSS, R, dan Python, serta perkembangan kecerdasan artifisial dan pembelajaran mesin. Keunggulan pendekatan buku ini terletak pada upaya menghubungkan konsep dan teknik dengan konteks pengelolaan organisasi. Statistik tidak disajikan semata-mata sebagai kumpulan rumus, melainkan sebagai cara berpikir untuk menilai bukti, mengenali keterbatasan analisis, dan mempertimbangkan konsekuensi keputusan. Perhatian terhadap kualitas data, bias, privasi, dan etika juga menjadi bagian dari pembahasan, sebab ketepatan metode perlu berjalan seiring dengan tanggung jawab dalam menggunakan informasi.

Penyusunan buku ini mendapat dukungan dari banyak pihak. Saya menyampaikan terima kasih kepada kolega, peneliti, dosen,

dan praktisi yang telah berbagi gagasan serta pengalaman mengenai penggunaan data dalam penelitian dan pengelolaan bisnis. Penghargaan yang tulus juga saya sampaikan kepada keluarga atas pengertian dan dukungan selama proses penulisan, serta kepada penerbit yang telah membantu mewujudkan naskah ini menjadi buku. Kontribusi dan percakapan dengan berbagai pihak tersebut memperkaya pandangan yang mendasari penyusunan materi.

Buku ini tentu masih memiliki ruang untuk disempurnakan, terutama karena metode, teknologi, dan kebutuhan analisis terus berkembang. Masukan yang berbasis kajian maupun pengalaman praktik akan diterima dengan terbuka sebagai bahan perbaikan pada masa mendatang. Saya berharap buku ini dapat menjadi rujukan yang berguna bagi pembaca dalam mempelajari statistik, mengembangkan kecakapan analitika, dan mengambil keputusan manajerial yang lebih terukur, kritis, serta bertanggung jawab.

2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ii
PRAKATA iv
DAFTAR ISI vi
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xv
BAB 1 STATISTIK, DATA, DAN PENGAMBILAN KEPUTUSAN MANAJERIAL 1
A. Pendahuluan 1
B. Konsep, Ruang Lingkup, dan Perkembangan Statistik 2
C. Statistik Deskriptif, Inferensial, dan Analitika Data 6
D. Peran Data dalam Pengambilan Keputusan Manajemen 11
E. Populasi, Sampel, Parameter, Variabel, dan Statistik 15
F. Statistik dalam Era Big Data dan Transformasi Digital 20
BAB 2 DATA BISNIS DAN SKALA PENGUKURAN 25
A. Pendahuluan 25
B. Jenis dan Karakteristik Data Bisnis 26
C. Data Primer, Sekunder, Internal, dan Eksternal 30
D. Data Cross-Section, Time Series, dan Panel 34
E. Skala Nominal, Ordinal, Interval, dan Rasio 38
F. Kualitas Data, Validitas, Bias, dan Data Governance 42
BAB 3 PENGUMPULAN, PENGOLAHAN, DAN PERSIAPAN DATA 47
A. Pendahuluan 47
B. Teknik Pengumpulan Data untuk Riset Manajemen 48
C. Desain Kuesioner dan Instrumen Pengukuran 52
D. Sampling Probabilitas dan Nonprobabilitas 56
E. Data Cleaning, Coding, dan Transformasi Data 60

F. Penanganan Missing Value, Outlier, dan Inkonsistensi Data .. 64
BAB 4 EKSPLORASI DAN VISUALISASI DATA 69
A. Pendahuluan 69
B. Konsep Exploratory Data Analysis 70
EDA sebagai penyelidikan awal 70
Dimensi pemeriksaan dan pembentukan pertanyaan 71
Batas interpretasi dan kegunaan manajerial 73
C. Distribusi Frekuensi dan Tabulasi Data 74
Merangkum data tanpa menghilangkan konteks 74
Konstruksi kelas dan tabulasi silang 75
Interpretasi dan risiko penyederhanaan 76
Tabulasi sebagai dasar komunikasi 77
D. Grafik, Diagram, Histogram, Boxplot, dan Scatterplot 78
Representasi visual sebagai argumen analitis 78
Memilih grafik sesuai struktur data 79
Contoh penerapan pada operasi bisnis Indonesia 80
Desain visual, ketidakpastian, dan batas pembacaan 81
E. Dashboard dan Visualisasi Data Bisnis 81
Dashboard sebagai antarmuka pemantauan 81
Indikator, audiens, dan tingkat agregasi 82
Tata kelola visualisasi dan risiko kesimpulan terburu-buru 83
Dari pemantauan menuju tindakan 84
F. Prinsip Data Storytelling untuk Pengambilan Keputusan 85
Dari temuan menuju argumen 85
Struktur cerita dan pemilihan bukti 86
Ketidakpastian, konteks, dan pilihan tindakan 87
Akuntabilitas narasi analitis 88
BAB 5 UKURAN PEMUSATAN, LETAK, DAN PENYEBARAN 89

A. Pendahuluan 89
B. Mean, Median, Modus, dan Weighted Mean 90
C. Kuartil, Desil, Persentil, dan Posisi Relatif Data 94
D. Range, Varians, dan Simpangan Baku 98
E. Koefisien Variasi, Skewness, dan Kurtosis 102
F. Interpretasi Statistik Deskriptif pada Data Manajerial 106
BAB 6 PROBABILITAS DAN PENGAMBILAN KEPUTUSAN DALAM KONDISI RISIKO 111
A. Pendahuluan 111
B. Konsep Dasar Probabilitas dan Ruang Sampel 112
C. Aturan Penjumlahan dan Perkalian Probabilitas 116
D. Probabilitas Bersyarat dan Teorema Bayes 120
E. Expected Value dan Risiko dalam Keputusan Bisnis 123
F. Penerapan Probabilitas pada Risiko dan Ketidakpastian Manajerial 127
BAB 7 DISTRIBUSI PROBABILITAS DALAM BISNIS 131
A. Pendahuluan 131
B. Variabel Acak dan Distribusi Probabilitas 132
1. Representasi ketidakpastian 132
2. Distribusi dan ringkasan probabilistik 133
3. Keterkaitan dengan keputusan manajerial 135
C. Distribusi Binomial dan Aplikasinya 136
1. Struktur percobaan binomial 136
2. Ilustrasi pengendalian mutu 137
3. Aplikasi pada keputusan bisnis 138
D. Distribusi Poisson dan Aplikasinya 140
1. Hitungan kejadian dalam interval 140
2. Ilustrasi kedatangan penumpang 141

3. Implikasi untuk kapasitas layanan 143
E. Distribusi Normal dan Standardisasi Z 144
1. Pola variasi kontinu 144
2. Standardisasi dan posisi relatif 145
3. Contoh operasional di Indonesia 146
4. Batas penggunaan model 147
F. Pemilihan Distribusi Probabilitas untuk Permasalahan Bisnis 148
1. Pemilihan berangkat dari mekanisme 148
2. Kriteria diagnostik dan konsekuensi 149
3. Penerapan dalam keputusan Indonesia 150
4. Menjaga batas inferensi 151
BAB 8 SAMPLING DAN DISTRIBUSI SAMPLING 153
A. Pendahuluan 153
B. Populasi, Sampel, dan Kerangka Sampling 154
C. Teknik Penentuan Sampel dalam Penelitian Manajemen 158
D. Sampling Error dan Non-Sampling Error 163
E. Distribusi Sampling dan Standard Error 167
F. Teorema Limit Pusat dan Implikasinya dalam Analisis Data 171
BAB 9 ESTIMASI DAN INTERVAL KEPERCAYAAN 177
A. Pendahuluan 177
B. Konsep Estimator dan Estimasi Parameter 178
1. Parameter, estimator, dan hasil estimasi 178
2. Estimasi sebagai inferensi yang bersyarat 179
3. Sasaran estimasi dan implikasi manajerial 181
C. Estimasi Titik dan Sifat-Sifat Estimator 182
1. Makna estimasi titik 182
2. Ketakbiasan, konsistensi, dan efisiensi 183

3. Trade-off dan penilaian substantif 184
D. Interval Kepercayaan Rata-Rata 186
1. Makna interval kepercayaan 186
2. Ilustrasi pada layanan di Indonesia 187
3. Asumsi dan batas interpretasi 189
E. Interval Kepercayaan Proporsi dan Selisih Parameter 190
1. Interval untuk proporsi 190
2. Selisih dua proporsi 191
3. Selisih dua rata-rata 192
4. Interpretasi dan keputusan 193
F. Penentuan Ukuran Sampel dan Margin of Error 195
1. Hubungan ukuran sampel dengan presisi 195
2. Perencanaan untuk proporsi 196
3. Penyesuaian terhadap populasi dan desain 197
4. Margin of error sebagai kompromi keputusan 198
BAB 10 PENGUJIAN HIPOTESIS UNTUK KEPUTUSAN MANAJERIAL 201
A. Pendahuluan 201
B. Konsep Hipotesis Statistik dan Prosedur Pengujian 202
C. Kesalahan Tipe I, Kesalahan Tipe II, dan Statistical Power 206
D. Uji Satu Sampel dan Dua Sampel 210
E. Uji Rata-Rata, Proporsi, dan Perbedaan Kelompok 214
F. P-Value, Effect Size, dan Interpretasi Hasil Pengujian 218
BAB 11 ANALISIS HUBUNGAN ANTARVARIABEL 223
A. Pendahuluan 223
B. Konsep Hubungan, Asosiasi, dan Kausalitas 224
C. Analisis Korelasi Pearson 228
D. Korelasi Spearman dan Korelasi Nonparametrik 234

E. Uji Chi-Square dan Hubungan Data Kategorik 238
F. Interpretasi Hubungan Antarvariabel dalam Konteks Manajemen..... 243
BAB 12 ANALISIS REGRESI DAN PREDIKSI BISNIS..... 249
A. Pendahuluan..... 249
B. Konsep dan Asumsi Analisis Regresi 250
C. Regresi Linear Sederhana 254
D. Regresi Linear Berganda..... 257
E. Koefisien Determinasi, Uji Model, dan Diagnostik Regresi ... 261
F. Prediksi Penjualan, Permintaan, dan Kinerja Bisnis 265
BAB 13 ANALISIS DATA TIME SERIES DAN PERAMALAN 271
A. Pendahuluan..... 271
B. Konsep dan Komponen Data Time Series..... 272
C. Tren, Musiman, Siklus, dan Fluktuasi Acak 276
D. Moving Average dan Exponential Smoothing 280
E. Evaluasi Akurasi Model Peramalan 284
F. Forecasting untuk Penjualan, Persediaan, dan Perencanaan Bisnis..... 288
BAB 14 STATISTIK MODERN, ANALITIKA BISNIS, DAN KECERDASAN ARTIFISIAL 295
A. Pendahuluan..... 295
B. Integrasi Statistik dengan Business Analytics dan Business Intelligence 296
C. Analisis Statistik Menggunakan Excel, SPSS, R, dan Python . 300
D. Dashboard, Data-Driven Decision Making, dan Decision Support System..... 304
E. Artificial Intelligence, Machine Learning, dan Statistik Prediktif dalam Manajemen..... 307
F. Etika Data, Privasi, Bias Algoritma, dan Masa Depan Analitika Manajemen..... 310

DAFTAR PUSTAKA 315
GLOSARIUM 323
INDEKS 340
TENTANG PENULIS 345
SINOPSIS BUKU 346

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Pendekatan Analisis berdasarkan Pertanyaan Manajerial dan Batas Interpretasi 8
Tabel 1.2 Ilustrasi Penjualan dan Stok Produk Batik..... 12
Tabel 2.1 Contoh Jenis dan Karakteristik Data Bisnis 29
Tabel 2.2 Sumber Data dalam Keputusan Bisnis 32
Tabel 2.3 Struktur Data Menurut Unit dan Waktu 36
Tabel 2.4 Risiko Kualitas Data dan Respons Pengelolaan 44
Tabel 3.1 Teknik Pengumpulan Data, Bukti, Contoh, dan Risiko 51
Tabel 3.2 Konstruk, Indikator, Butir, dan Pilihan Respons Instrumen 55
Tabel 3.3 Desain Sampling berdasarkan Situasi Riset dan Batas Inferensi 58
Tabel 3.4 Masalah Data dan Tindakan Pembersihan yang Terdokumentasi..... 61
Tabel 3.5 Pemeriksaan dan Penanganan Missing Value, Outlier, dan Inkonsistensi Data..... 66
Tabel 4.1 Distribusi Transaksi Ilustratif Menurut Kanal Pembayaran..... 76
Tabel 5.1 Penjualan Harian Ilustratif Lima Gerai 93
Tabel 5.2 Persentil Waktu Pemrosesan Pesanan..... 96
Tabel 5.3 Perbandingan Penyebaran Penjualan Harian..... 100
Tabel 5.4 Ringkasan Variasi dan Bentuk Distribusi 104
Tabel 5.5 Kerangka Interpretasi Indikator Manajerial 108
Tabel 6.1 Ruang Sampel Status Pengiriman Bahan Baku..... 114
Tabel 6.2 Ilustrasi Aturan Penjumlahan pada Pemeriksaan Kredit 118
Tabel 6.3 Ilustrasi Nilai Harapan Dua Alternatif Produksi..... 125
Tabel 6.4 Ilustrasi Risiko Rantai Pasok dan Respons Manajerial..... 128
Tabel 7.1 Distribusi Ilustratif Pesanan yang Memerlukan Penanganan Ulang..... 135
Tabel 7.2 Peluang Kedatangan dengan Rata-Rata Tiga Penumpang..... 142
Tabel 8.1 Batas Populasi dan Kerangka Sampling dalam Survei Pelanggan 156

Tabel 8.2 Pemilihan Teknik Pengambilan Sampel dalam Riset Manajemen..... 160
Tabel 8.3 Sumber Kesalahan dalam Survei Manajemen..... 164
Tabel 9.1 Statistik Sampel, Parameter Sasaran, dan Validitas Estimasi..... 185
Tabel 9.2 Parameter dan Estimator untuk Perbandingan Proporsi dan Rata-Rata..... 193
Tabel 9.3 Margin Galat, Ukuran Sampel, dan Risiko Keputusan..... 198
Tabel 10.1 Tahapan Pengujian Hipotesis untuk Keputusan Manajerial..... 205
Tabel 10.2 Pemilihan Uji Berdasarkan Struktur Sampel 212
Tabel 10.3 Contoh Parameter dan Pertanyaan Pengujian..... 216
Tabel 10.4 Pembacaan Hasil Uji dalam Konteks Keputusan 220
Tabel 11.1 Hubungan, Asosiasi, dan Kausalitas 227
Tabel 11.2 Data Ilustratif Promosi dan Transaksi 230
Tabel 11.3 Pemilihan Ukuran Hubungan 237
Tabel 11.4 Frekuensi Ilustratif Kelompok Usia dan Kanal..... 241
Tabel 11.5 Dari Temuan Hubungan ke Pertimbangan Keputusan..... 246
Tabel 12.1 Komponen Model dan Implikasi Analitis..... 253
Tabel 12.2 Data Ilustratif Promosi dan Penjualan 255
Tabel 12.3 Contoh Spesifikasi Model Penjualan Ritel..... 259
Tabel 12.4 Ringkasan Evaluasi dan Diagnostik Regresi..... 262
Tabel 12.5 Contoh Penggunaan Prediksi pada Operasi Bisnis..... 266
Tabel 13.1 Ilustrasi Penjualan Bulanan Toko di Bandung 275
Tabel 13.2 Ilustrasi Galat Ramalan Penjualan..... 287
Tabel 13.3 Ilustrasi Proyeksi Permintaan dan Tindakan 291
Tabel 14.1 Lapisan Analitika Bisnis, Keluaran, dan Risiko Interpretasi 299
Tabel 14.2 Perangkat Analisis Statistik, Penggunaan, Kekuatan, dan Pertimbangan 302
Tabel 14.3 Indikator dan Konsekuensi Keputusan Operasional ... 306
Tabel 14.4 Keluaran Model Prediktif dan Pemeriksaan untuk Keputusan Manajerial..... 309

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Data untuk Keputusan Persediaan 14
Gambar 2.1 Empat Skala Pengukuran Produk 40
Gambar 3.1 Membersihkan Data Survei 63
Gambar 4.1 Membaca Pola dalam Data 73
Gambar 5.1 Sebaran Ukuran Mangga Dagang 101
Gambar 6.1 Pembaruan Risiko dengan Bayes 122
Gambar 7.1 Kedatangan Penumpang di Stasiun 142
Gambar 8.1 Sampel Berstrata di Sleman (peta ilustratif skematis) 162
Gambar 9.1 Interval Kepercayaan Rata-Rata 188
Gambar 10.1 Pemeriksaan Mutu Air Minum 208
Gambar 11.1 Mengamati Hubungan di Trotoar 233
Gambar 12.1 Prediksi Pesanan Gudang 268
Gambar 13.1 Komponen Pola Data Berkala 279
Gambar 14.1 Menjaga Etika Analitika Data 313

BAB 1
STATISTIK, DATA, DAN PENGAMBILAN KEPUTUSAN MANAJERIAL

A. Pendahuluan

Keputusan manajerial semakin dibentuk oleh arus data yang beragam, cepat, dan terus bertambah, tetapi ketersediaan informasi tidak dengan sendirinya menghasilkan keputusan yang tepat. Organisasi perlu membedakan pola yang bermakna dari variasi kebetulan, menilai ketidakpastian, serta menghubungkan temuan analitis dengan konteks dan tujuan strategis. Pergeseran dari pengelolaan berbasis intuisi menuju praktik yang lebih bertumpu pada bukti juga mengubah kedudukan statistik: bukan sekadar perangkat perhitungan, melainkan kerangka untuk merumuskan pertanyaan, mengolah bukti, dan menimbang konsekuensi tindakan. Namun, dalam praktik maupun literatur manajemen, penggunaan data kerap lebih cepat berkembang daripada pemahaman mengenai kualitas pengukuran, keterwakilan sampel, dan batas inferensi. Kesenjangan tersebut berisiko mendorong kesimpulan yang meyakinkan secara teknis, tetapi keliru secara substantif.

Kajian dalam bab ini menelusuri konsep, ruang lingkup, dan perkembangan statistik sebagai landasan bagi pembahasan tentang statistik deskriptif, inferensial, dan analitika data. Tinjauan ini mengungkap bagaimana data mendukung pengambilan keputusan manajemen, sekaligus mengapa penafsiran bukti bergantung pada pembedaan populasi, sampel, parameter, variabel, dan statistik. Kerangka tersebut menempatkan statistik sebagai penghubung antara pengamatan empiris dan pertimbangan manajerial, bukan

sebagai pengganti pengetahuan kontekstual atau tanggung jawab pengambil keputusan. Bab ini juga membahas tantangan statistik dalam big data dan transformasi digital, termasuk kebutuhan untuk menilai mutu, relevansi, dan keterbatasan data ketika organisasi mengandalkan sistem digital. Urgensinya terletak pada tuntutan agar akademisi, praktisi, dan perumus kebijakan menggunakan bukti secara cermat, transparan, dan proporsional terhadap ketidakpastian, terutama ketika keputusan berdampak pada kinerja organisasi dan pemangku kepentingan. Sebagai pijakan bagi pembahasan berikutnya, uraian diawali dengan menelaah konsep, ruang lingkup, dan perkembangan statistik.

B. Konsep, Ruang Lingkup, dan Perkembangan Statistik

Statistika menyediakan kerangka untuk mengubah pengamatan menjadi bukti yang dapat dipertimbangkan dalam pengambilan keputusan. Kerangka ini mencakup perumusan pertanyaan, pengumpulan dan pengorganisasian data, analisis pola, penilaian ketidakpastian, serta interpretasi hasil. Dalam konteks manajemen, fungsi tersebut menjadikan statistika lebih luas daripada kumpulan rumus: ia membantu organisasi menilai apakah perubahan penjualan mencerminkan kecenderungan yang relatif stabil atau sekadar variasi sementara, serta apakah bukti yang tersedia cukup kuat untuk mendasari tindakan. Dengan demikian, nilai statistika terletak bukan hanya pada ketepatan hitung, tetapi juga pada kesesuaian antara pertanyaan, data, metode, dan keputusan yang hendak diambil.

Pembedaan antara statistika dan statistik memperjelas ruang lingkup tersebut. Statistika merujuk pada disiplin dan metode untuk mengumpulkan, mengolah, menganalisis, serta menafsirkan data; statistik merupakan nilai ringkasan yang dihasilkan dari data, seperti rata-rata penjualan sampel atau proporsi pelanggan yang melakukan pembelian ulang. Pembedaan ini berimplikasi langsung

pada praktik manajerial. Angka ringkasan tidak berdiri sendiri sebagai bukti yang lengkap: maknanya bergantung pada cara pengukuran, unit analisis, cakupan data, dan tujuan analisis. Sebuah rata-rata transaksi, misalnya, dapat menutupi perbedaan antara pelanggan dengan frekuensi pembelian tinggi dan pelanggan yang hanya bertransaksi satu kali. Karena itu, interpretasi perlu memeriksa proses yang menghasilkan angka tersebut, bukan hanya besarannya.

Ruang lingkup statistika dapat ditelaah melalui dua orientasi yang saling berkaitan. Statistika deskriptif merangkum karakteristik data yang diamati, sedangkan statistika inferensial menilai sejauh mana informasi dari sampel dapat digunakan untuk menyimpulkan karakteristik populasi. Keduanya tidak dapat dipertukarkan. Ringkasan yang akurat atas data transaksi yang tersedia belum tentu mewakili seluruh pasar apabila sebagian kanal penjualan tidak tercatat. Sebaliknya, inferensi yang menggunakan prosedur matematis tidak otomatis sah apabila sampel atau pengukurannya bermasalah. Kajian mengenai pengolahan data statistik menempatkan pemilihan prosedur analisis dalam hubungan dengan karakteristik data dan pertanyaan penelitian, sehingga ketepatan metodologis harus dinilai bersama konteks penerapannya (Setiawan, 2025).

Pada organisasi, ruang lingkup statistika juga melampaui pelaporan kinerja. Data dapat digunakan untuk mengidentifikasi variasi proses, membandingkan hasil antarcabang, mengevaluasi perubahan kebijakan, mengestimasi permintaan, dan menilai kemungkinan hasil yang akan datang. Namun, keluasan penerapan itu tidak berarti seluruh persoalan manajerial dapat direduksi menjadi angka. Keputusan mengenai penutupan cabang, alokasi anggaran, atau perubahan standar layanan melibatkan tujuan, nilai, konsekuensi distributif, dan batas sumber daya. Statistika memberi cara untuk merumuskan dan menimbang bukti, tetapi keputusan

akhir tetap membutuhkan pertimbangan substantif. Dengan kata lain, analisis statistik dapat mempersempit ketidakpastian tanpa menghapus tanggung jawab pengambil keputusan.

Perkembangan statistika berhubungan erat dengan meningkatnya kebutuhan organisasi untuk merekam kegiatan dan membandingkan hasil secara sistematis. Pada fase ketika data bisnis terutama dihimpun untuk administrasi, laporan berkala berfungsi sebagai dasar pencatatan dan pengawasan. Pemanfaatannya kemudian bergerak menuju analisis yang lebih berorientasi pada penjelasan hubungan dan perkiraan hasil. Kini, transaksi digital, sensor, aplikasi, serta sistem informasi terintegrasi memperluas volume dan kecepatan pengumpulan data. Pergeseran ini tidak mengubah prinsip dasar statistika: hasil tetap bergantung pada pengukuran yang bermakna, cakupan data yang sesuai, dan penalaran yang transparan. Perubahan utama terletak pada skala, kecepatan, dan keragaman bukti yang harus dikelola organisasi.

Perubahan tersebut tampak pada usaha yang mengintegrasikan pencatatan operasional dengan pelaporan manajerial. Pengembangan sistem informasi manajemen berbasis web untuk UMKM, misalnya, memperlihatkan bahwa data operasional yang terkumpul secara terstruktur dapat mendukung pemantauan dan pertimbangan strategis. Namun, digitalisasi pencatatan bukan sinonim bagi kualitas informasi. Jika kategori produk tidak konsisten atau transaksi tertentu luput dicatat, sistem yang cepat tetap dapat menghasilkan gambaran yang bias. Temuan mengenai pengembangan sistem terintegrasi untuk UMKM menegaskan hubungan antara pengelolaan informasi, efisiensi operasional, dan pengambilan keputusan, sekaligus mengarahkan perhatian pada kualitas proses yang membentuk data (Nurhidayati, 2026).

Dalam perkembangannya, statistika juga berinteraksi dengan komputasi dan metode prediktif. Analisis yang sebelumnya

memerlukan penghitungan manual kini dapat dijalankan dengan perangkat lunak untuk mengolah kumpulan data lebih besar, membandingkan sejumlah model, dan menghasilkan visualisasi. Kajian prediksi harga bahan pokok di Jawa Timur yang membandingkan metode statistik dan machine learning menunjukkan bahwa pilihan metode dapat memengaruhi kemampuan menangkap pola data. Perbandingan tersebut relevan bukan karena metode yang lebih baru selalu lebih unggul, melainkan karena kecocokan model perlu dinilai terhadap karakteristik data dan tujuan penggunaan prediksi (Dzulfiqar, 2025). Perkembangan komputasi memperluas perangkat analisis, tetapi tidak menghilangkan kebutuhan untuk merumuskan masalah dan menilai asumsi.

Implikasi pentingnya ialah pergeseran kompetensi organisasi dari sekadar mengumpulkan data menuju membangun penalaran berbasis bukti. Data yang melimpah tidak selalu menambah pengetahuan apabila organisasi tidak membedakan korelasi dari sebab-akibat, tidak mencatat definisi indikator, atau memilih ukuran kinerja yang tidak selaras dengan tujuan strategis. Sebaliknya, kumpulan data yang lebih terbatas dapat menghasilkan informasi yang berguna jika pengukuran dirancang dengan baik dan pertanyaan analisis dirumuskan secara jelas. Statistika karena itu perlu dipahami sebagai disiplin yang menautkan representasi numerik dengan konteks empiris. Perspektif ini menelaah bukan hanya hasil analisis, tetapi juga bagaimana hasil tersebut dibangun dan batas apa yang melekat padanya.

Perkembangan statistika dalam organisasi Indonesia tampak pula pada penggunaan data untuk keputusan yang bersifat lintas fungsi. Pengelolaan persediaan, misalnya, menuntut integrasi informasi penjualan, ketersediaan barang, dan pola permintaan; sementara evaluasi layanan memerlukan ukuran yang konsisten dan dapat ditafsirkan. Studi tentang pemantauan logistik

menunjukkan bahwa penyajian informasi melalui dashboard dapat memperbaiki akses terhadap data inventaris dan transaksi dibandingkan tampilan tabel yang terbatas (Faried, 2025). Namun, kemudahan melihat indikator tidak dengan sendirinya menjamin keputusan yang tepat. Indikator perlu ditempatkan dalam konteks proses operasional dan disertai pemahaman tentang apa yang tidak tercakup dalam data.

Secara konseptual, ruang lingkup statistika dapat diringkas sebagai rangkaian hubungan antara persoalan, data, metode, hasil, dan tindakan. Hubungan ini bersifat iteratif, bukan linear secara kaku. Temuan analisis dapat mengungkap bahwa variabel awal kurang memadai, sehingga organisasi perlu memperbaiki pencatatan atau menyusun ulang pertanyaan. Pada tahap berikutnya, pembahasan mengenai statistik deskriptif, inferensial, dan analitika data menjelaskan perbedaan fungsi pendekatan tersebut. Pemahaman tentang populasi, sampel, parameter, variabel, dan statistik kemudian menentukan bagaimana bukti ditafsirkan. Karena itu, pengenalan konsep dan perkembangan statistika merupakan landasan untuk menilai bagaimana metode kuantitatif berkontribusi pada keputusan manajerial, tanpa menganggap bahwa teknologi atau angka dapat menggantikan pertimbangan kritis.

C. Statistik Deskriptif, Inferensial, dan Analitika Data

Statistik deskriptif, statistika inferensial, dan analitika data menggambarkan lapisan kerja yang berbeda, tetapi saling terkait. Statistik deskriptif menyajikan karakteristik data yang telah diamati; statistika inferensial menggunakan data sampel untuk menilai klaim mengenai populasi; sedangkan analitika data menggabungkan metode kuantitatif, komputasi, dan pengetahuan domain untuk menghasilkan pemahaman atau rekomendasi yang relevan bagi keputusan. Perbedaan tersebut penting karena organisasi kerap

menyebut semua keluaran perangkat lunak sebagai “analisis”, meskipun sebagian hanya berupa ringkasan data. Buku pengolahan dan analisis statistik menekankan perlunya mencocokkan teknik dengan struktur data dan tujuan analisis, sehingga penggunaan prosedur tidak semestinya dipisahkan dari pertanyaan yang hendak dijawab (Setiawan, 2025).

Statistik deskriptif menjawab pertanyaan tentang apa yang tampak pada data yang tersedia. Ukuran pemusatan, penyebaran, proporsi, tabulasi, dan visualisasi dapat memperlihatkan pola umum, variasi, atau nilai yang tidak lazim. Dalam pengelolaan cabang ritel, misalnya, rata-rata transaksi bulanan dapat membantu membandingkan aktivitas, tetapi ringkasan itu belum menjelaskan penyebab perbedaan antarcabang. Cabang dengan rata-rata tinggi mungkin melayani wilayah berpenduduk lebih besar, memiliki jam operasi lebih panjang, atau menerima promosi yang berbeda. Statistik deskriptif karena itu berguna untuk memetakan keadaan dan mengajukan pertanyaan lanjutan, bukan untuk menetapkan sebab tanpa bukti tambahan.

Statistika inferensial menangani pertanyaan yang melampaui data yang secara langsung diamati. Jika manajer meneliti sampel pelanggan untuk memperkirakan proporsi seluruh pelanggan yang puas, hasilnya mengandung ketidakpastian akibat pemilihan sampel dan variasi pengukuran. Inferensi yang dapat dipertanggungjawabkan membutuhkan definisi populasi, prosedur pengambilan sampel, serta pertimbangan terhadap asumsi metode. Jumlah data yang besar tidak mengatasi secara otomatis masalah keterwakilan. Seratus ribu respons dari pengguna aktif aplikasi, misalnya, dapat memberikan gambaran yang sangat rinci tentang pengguna tersebut, tetapi belum tentu mewakili pelanggan yang tidak menggunakan aplikasi. Pembahasan khusus mengenai pengambilan sampel, distribusi sampling, estimasi, dan pengujian hipotesis akan dikembangkan dalam bab-bab berikutnya.

Analitika data memperluas pertanyaan dari “apa yang terjadi?” menuju “mengapa hal itu mungkin terjadi?”, “apa yang mungkin berlangsung berikutnya?”, dan “tindakan apa yang layak dipertimbangkan?”. Orientasi ini kerap dibedakan menjadi analitika deskriptif, diagnostik, prediktif, dan preskriptif. Kategori tersebut berguna sebagai peta kerja, tetapi bukan hierarki yang menjamin bahwa analitika preskriptif selalu lebih bernilai. Prediksi yang akurat tetapi tidak dapat ditindaklanjuti mungkin kurang berguna dibandingkan deskripsi sederhana yang membantu organisasi mengidentifikasi kemacetan proses. Selain itu, rekomendasi preskriptif tetap bergantung pada tujuan yang ditetapkan, kendala operasional, dan konsekuensi tindakan bagi pihak terdampak.

Perbedaan itu dapat diperjelas melalui contoh usaha pangan di Surabaya. Ringkasan penjualan menunjukkan bahwa permintaan minuman tertentu meningkat pada akhir pekan; analisis diagnostik kemudian membandingkan hari, lokasi, promosi, dan cuaca yang tercatat; model prediktif memperkirakan kebutuhan stok untuk periode mendatang; sementara rekomendasi operasional mengaitkan perkiraan tersebut dengan biaya penyimpanan dan risiko kehabisan barang. Setiap tahap membutuhkan bukti yang berbeda. Hubungan antara promosi dan kenaikan penjualan, misalnya, belum membuktikan bahwa promosi menjadi penyebab tunggal apabila perubahan harga, lokasi, atau tren musiman tidak diperhitungkan. Kajian prediksi harga bahan pokok di Jawa Timur yang membandingkan metode statistik dengan machine learning memperlihatkan bahwa perbandingan model merupakan bagian dari evaluasi analitis, bukan sekadar pemilihan algoritma yang tampak paling canggih (Dzulfiqar, 2025).

Tabel 1.1 Pendekatan Analisis berdasarkan Pertanyaan Manajerial dan Batas Interpretasi

Pertanyaan manajerial	Pendekatan	Keluaran	Batas interpretasi
Berapa penjualan	Deskriptif	Total dan rata-	Tidak

bulan ini?		rata	menjelaskan penyebab
Apakah kepuasan berubah?	Inferensial	Estimasi dan ketidakpastian	Bergantung pada sampel
Produk apa yang berisiko habis?	Prediktif	Perkiraan permintaan	Bergantung pada pola terdahulu
Kapan stok dipesan?	Preskriptif	Rekomendasi pemesanan	Bergantung pada biaya dan kendala
Cabang mana yang perlu ditelaah?	Eksploratif	Pola dan anomali	Pola belum tentu bermakna

Tabel tersebut memperlihatkan bahwa jenis keluaran analisis harus dibaca bersama batas inferensinya. Rekomendasi pemesanan, misalnya, tidak hanya memerlukan perkiraan permintaan, tetapi juga informasi tentang waktu pengadaan dan konsekuensi kelebihan stok; karena itu, kompleksitas metode tidak menggantikan kualitas masukan maupun penilaian operasional.

Praktik analitika yang bertanggung jawab dimulai dengan menerjemahkan persoalan manajemen menjadi pertanyaan empiris. “Bagaimana meningkatkan loyalitas pelanggan?” terlalu luas jika tidak ditautkan pada indikator yang dapat diamati dan mekanisme yang mungkin diuji. Organisasi dapat membedakan frekuensi transaksi, nilai pembelian, keluhan, dan niat menggunakan kembali, tetapi indikator-indikator itu tidak identik. Studi mengenai faktor penggunaan dompet digital OVO untuk transaksi di Tokopedia mengaitkan keputusan penggunaan dengan persepsi kemudahan, kepercayaan, dan promosi (Sanusi dkk., 2025). Temuan semacam ini memberi contoh bahwa analisis keputusan konsumen perlu merumuskan konstruk dan indikator secara terpisah; hubungan yang ditemukan pada konteks penelitian tertentu tetap perlu ditafsirkan sesuai populasi dan situasi yang dikaji.

Kualitas analitika juga bergantung pada cara data dikomunikasikan. Visualisasi yang menonjolkan perubahan

penjualan tanpa menunjukkan skala sumbu atau periode pembanding dapat membuat variasi biasa tampak dramatis. Sebaliknya, penyajian konteks, rentang waktu, dan keterbatasan data memungkinkan pembaca menilai makna pola secara lebih proporsional. Pengembangan dashboard logistik yang memperkaya tampilan dari tabel menjadi visualisasi interaktif menunjukkan fungsi penyajian data dalam pemantauan inventaris dan transaksi (Faried, 2025). Namun, dashboard sebaiknya diperlakukan sebagai antarmuka untuk pemeriksaan bukti, bukan sebagai keputusan otomatis. Indikator yang mudah dipantau belum tentu indikator yang paling relevan bagi tujuan organisasi.

Hubungan antara tiga pendekatan tersebut dapat dilihat sebagai proses yang berulang. Deskripsi awal mengungkap pola; inferensi menilai ketidakpastian ketika kesimpulan hendak digeneralisasi; analitika menggabungkan hasil itu dengan tujuan, kendala, dan pilihan tindakan. Hasil prediksi yang meleset dapat mendorong pemeriksaan ulang terhadap data atau model, sedangkan perubahan proses bisnis dapat membuat pola lama tidak lagi relevan. Peramalan data runtun waktu dalam konteks pengangguran Indonesia, misalnya, menunjukkan penerapan model untuk membaca kecenderungan indikator ekonomi, tetapi ketepatan penggunaan model tetap terkait dengan karakteristik data dan periode yang dianalisis (Sulaiman & Juarna, 2021). Dengan demikian, tidak ada satu keluaran yang berdiri sendiri sebagai dasar final bagi tindakan.

Pembedaan deskriptif, inferensial, dan analitika data pada akhirnya merupakan pembedaan fungsi, bukan pemisahan mutlak. Statistik deskriptif dapat menjadi tahap awal inferensi; inferensi dapat menguji dugaan yang muncul dari eksplorasi; dan analitika menghubungkan hasil kuantitatif dengan tindakan yang dapat dievaluasi. Ketiganya berkontribusi pada keputusan apabila pertanyaan dirumuskan dengan jelas, mutu pengukuran diperiksa,

serta ketidakpastian dilaporkan secara jujur. Pembahasan selanjutnya menempatkan proses tersebut dalam arena keputusan manajemen, tempat bukti statistik berhadapan dengan tujuan strategis, keterbatasan sumber daya, dan kepentingan pemangku kepentingan.

D. Peran Data dalam Pengambilan Keputusan Manajemen

Data berperan dalam pengambilan keputusan manajemen dengan menyediakan bukti yang membantu mengidentifikasi masalah, membandingkan alternatif, memantau pelaksanaan, dan mengevaluasi hasil. Peran itu tidak bersifat mekanis. Keputusan manajerial melibatkan tujuan yang mungkin saling bersaing—misalnya efisiensi biaya, mutu layanan, dan pemerataan akses—sehingga angka tidak dapat menentukan prioritas tanpa kerangka nilai dan batas operasional. Perspektif ini menelaah data sebagai masukan bagi penalaran, bukan sebagai pengganti penilaian. Penelitian mengenai pengambilan keputusan berbasis data dalam perumusan kebijakan publik di pemerintah daerah Buton Tengah menyoroti relevansi data bagi tata kelola yang transparan dan akuntabel, sekaligus mengangkat tantangan kualitas data dalam penerapannya (W. & Gunawan, 2026).

Siklus keputusan berbasis data umumnya dimulai dari perumusan masalah, bukan dari pencarian angka yang tersedia. Jika sebuah UMKM di Yogyakarta menghadapi kehabisan stok kain batik pada masa ramai, pertanyaan manajerial yang relevan bukan sekadar “berapa produk terjual?”, melainkan “produk apa yang perlu dipesan, kapan, dan dengan risiko kelebihan persediaan seperti apa?”. Pertanyaan itu menentukan data yang dibutuhkan, seperti penjualan menurut jenis produk, waktu transaksi, persediaan tersisa, dan waktu pemasok memenuhi pesanan. Setelah data diperiksa dan dianalisis, alternatif tindakan dapat

dibandingkan; hasil pelaksanaan lalu dipantau untuk mengetahui apakah keputusan awal perlu disesuaikan.

Sebagai ilustrasi, toko batik dapat menggabungkan catatan penjualan mingguan dan jumlah stok untuk mempertimbangkan pemesanan ulang. Angka dalam tabel berikut bersifat hipotetis dan digunakan untuk memperlihatkan bagaimana informasi deskriptif dapat mendukung diskusi operasional, bukan sebagai data empiris dari usaha tertentu.

Tabel 1.2 Ilustrasi Penjualan dan Stok Produk Batik

Produk	Terjual (unit)	Stok (unit)	Waktu pasok (hari)	Catatan
Kain motif parang	42	8	10	Penjualan stabil
Kain motif kawung	31	18	7	Stok relatif cukup
Selendang batik	26	5	6	Penjualan akhir pekan naik
Kemeja batik	19	12	8	Ukuran tertentu terbatas
Tas kain batik	14	20	5	Stok lebih tinggi

Tabel ini membantu menandai produk yang patut ditelaah, tetapi belum cukup untuk menetapkan jumlah pesanan. Keputusan masih perlu memperhitungkan pola musiman, biaya penyimpanan, ketidakpastian pasokan, dan kemungkinan perubahan selera pelanggan; karena itu, data ringkas berfungsi sebagai dasar diskusi, bukan instruksi otomatis.

Contoh tersebut memperlihatkan perbedaan antara indikator dan keputusan. Stok delapan unit untuk kain motif parang mungkin berisiko jika permintaan sedang meningkat, tetapi mungkin memadai apabila pemasok dapat memenuhi pesanan dengan cepat. Catatan “penjualan stabil” juga perlu didukung rentang pengamatan yang cukup dan ukuran yang konsisten. Kesalahan

umum dalam praktik manajemen ialah memperlakukan satu periode data sebagai gambaran permanen, padahal permintaan dipengaruhi promosi, musim, daya beli, dan perubahan saluran penjualan. Untuk itu, analisis sebaiknya membandingkan beberapa periode dan melaporkan ketidakpastian yang relevan sebelum menetapkan jumlah pesanan.

Data juga memungkinkan organisasi menguji apakah intervensi menghasilkan perubahan yang diharapkan. Sebuah perusahaan dapat menerapkan program layanan baru dan membandingkan keluhan sebelum serta sesudah penerapan. Namun, penurunan keluhan tidak otomatis membuktikan bahwa program menjadi penyebabnya; perubahan volume pelanggan, kebijakan pencatatan, atau faktor lain mungkin turut berpengaruh. Penelitian tentang kepuasan pelanggan Go-Ride mengkaji hubungan kualitas pelayanan dan kepercayaan dengan kepuasan dalam konteks kelompok responden tertentu (Natasya & Yudhira, 2023). Relevansinya bagi keputusan manajemen terletak pada penekanan bahwa konstruk seperti kualitas pelayanan dan kepercayaan perlu diukur dengan indikator yang sesuai. Temuan pada kelompok tertentu tidak dapat langsung digeneralisasi ke seluruh pengguna tanpa menimbang desain dan cakupan penelitian.

Bukti kuantitatif dapat pula dipadukan dengan pengetahuan kualitatif. Angka pembatalan pesanan mungkin menunjukkan kenaikan, tetapi wawancara dengan pelanggan atau petugas operasional dapat menjelaskan bahwa penyebabnya adalah keterlambatan, kesalahan informasi stok, atau perubahan kebijakan. Perpaduan tersebut tidak membuat salah satu jenis bukti menjadi lebih tinggi secara otomatis. Data kuantitatif dapat menunjukkan seberapa luas pola terjadi, sedangkan bukti kualitatif dapat mengungkap mekanisme atau pengalaman yang tidak tertangkap dalam indikator rutin. Kajian mengenai metode penelitian dan teknik pengumpulan data menekankan perlunya

keselarasan antara tujuan penelitian, subjek, dan cara memperoleh informasi (Nashrullah dkk., 2023).

Pengambilan keputusan berbasis data juga mengandung dimensi organisasi. Data harus dapat dipahami oleh pihak yang bertanggung jawab, definisi indikator perlu digunakan secara konsisten, dan kewenangan atas keputusan mesti jelas. Jika unit pemasaran dan operasi menggunakan definisi “pelanggan aktif” yang berbeda, laporan lintas fungsi dapat menghasilkan kesimpulan yang bertentangan. Sistem informasi terintegrasi untuk UMKM menunjukkan bagaimana pencatatan yang mendukung koordinasi operasional dapat berhubungan dengan pertimbangan strategis (Nurhidayati, 2026). Namun, integrasi teknologi perlu disertai tata kelola mengenai pencatatan, akses, dan penanggung jawab, sebab satu sistem tidak otomatis menyelesaikan perbedaan definisi maupun kepentingan antarunit.



Gambar 1.1 Data untuk Keputusan Persediaan. Sumber: Ilustrasi, diolah penulis

Ilustrasi tersebut menempatkan data penjualan dalam situasi kerja nyata: pemilik dan staf mempertimbangkan stok sambil merujuk pada produk dan pola penjualan. Kehadiran grafik pada tablet tidak menghapus perlunya pengetahuan tentang pemasok,

ruang penyimpanan, dan preferensi pelanggan yang dimiliki pelaku usaha.

Keputusan yang bertanggung jawab perlu membedakan bukti, asumsi, dan pertimbangan normatif. Bukti menerangkan apa yang dicatat atau ditemukan; asumsi menjelaskan kondisi yang dianggap berlaku, seperti kestabilan waktu pasok; sedangkan pertimbangan normatif menunjukkan prioritas yang dipilih, seperti mengutamakan ketersediaan produk atau membatasi modal tertahan. Ketiganya perlu dinyatakan secara transparan karena keputusan yang tampak "objektif" dapat tetap memuat pilihan mengenai tujuan dan pihak yang diuntungkan. Analisis prioritas berbasis AHP untuk rehabilitasi irigasi rawa, misalnya, menunjukkan bahwa keputusan alokasi sumber daya terbatas membutuhkan kriteria dan prioritas yang dinyatakan secara eksplisit (Bardo dkk., 2026).

Evaluasi pascakeputusan menutup satu putaran pembelajaran organisasi. Manajer dapat menilai apakah tindakan menghasilkan perubahan yang diharapkan, apakah indikator yang dipakai benar-benar mencerminkan tujuan, dan apakah konsekuensi tak terduga muncul. Jika toko batik memesan lebih banyak produk tetapi stok tetap menumpuk, kegagalan tidak serta-merta terletak pada metode statistik; perkiraan mungkin mengabaikan ukuran produk, perubahan tren, atau keterbatasan kapasitas penjualan. Oleh sebab itu, analisis perlu dilanjutkan dengan peninjauan asumsi dan proses. Peran data menjadi produktif ketika organisasi menjadikannya dasar dialog kritis dan perbaikan, bukan sekadar pembenaran atas keputusan yang telah dibuat.

E. Populasi, Sampel, Parameter, Variabel, dan Statistik

Penafsiran hasil statistik bergantung pada pembedaan antara populasi, sampel, parameter, variabel, dan statistik. Populasi

adalah keseluruhan unit yang menjadi sasaran kajian; sampel merupakan bagian dari populasi yang diamati; parameter menggambarkan karakteristik populasi; variabel menyatakan karakteristik yang nilainya dapat berbeda antarunit; sedangkan statistik adalah ukuran yang dihitung dari data sampel. Pembedaan ini bukan terminologi formal belaka. Klaim mengenai “pelanggan perusahaan” dapat keliru jika data sebenarnya hanya mencakup pengguna aplikasi, sementara ringkasan sampel dapat disalahartikan sebagai parameter populasi. Pengolahan data statistik menempatkan pemilihan prosedur dalam kaitan dengan data dan tujuan analisis, sehingga definisi unit serta cakupan kajian merupakan prasyarat interpretasi (Setiawan, 2025).

Penentuan populasi dimulai dari pertanyaan manajerial. Jika sebuah perusahaan ritel ingin mengukur kepuasan pelanggan di Bandung, populasi dapat mencakup seluruh pelanggan yang bertransaksi dalam periode tertentu, pelanggan aktif, atau pengguna layanan tertentu. Ketiganya menghasilkan batas populasi yang berlainan. Definisi harus menyatakan unit analisis, lokasi, dan periode pengamatan agar kesimpulan dapat dievaluasi. Dalam konteks Indonesia, perusahaan yang hendak menilai respons pelanggan terhadap layanan digital perlu membedakan pengguna aplikasi dari pelanggan yang bertransaksi melalui gerai fisik. Perbedaan kanal itu dapat berkaitan dengan pengalaman layanan dan karakteristik pengguna, sehingga pencampuran kelompok tanpa penjelasan berisiko mengaburkan makna hasil.

Sampel dipilih karena pengamatan terhadap seluruh populasi sering kali tidak praktis, tetapi penggunaannya membawa pertanyaan tentang keterwakilan. Sampel yang besar belum tentu memberikan gambaran yang baik jika cara memilihnya secara sistematis mengecualikan kelompok tertentu. Sebaliknya, sampel lebih kecil dapat berguna untuk tujuan tertentu apabila prosedur pemilihan dan batas generalisasinya dinyatakan dengan jelas.

Pembedaan ini menjelaskan mengapa banyaknya respons tidak cukup untuk menilai mutu bukti. Pembahasan teknik pengambilan sampel dan sumber kesalahan akan diberikan lebih lanjut pada Bab 8; pada tahap pengenalan ini, perhatian utama tertuju pada hubungan logis antara populasi yang hendak diketahui dan unit yang benar-benar diamati.

Parameter dan statistik berbeda menurut sumber perhitungannya. Rata-rata pengeluaran seluruh pelanggan dalam populasi merupakan parameter, sedangkan rata-rata pengeluaran responden yang diwawancarai merupakan statistik sampel. Karena parameter populasi kerap tidak diketahui, statistik sampel digunakan untuk mengestimasi atau menilai parameter tersebut. Akan tetapi, kesesuaian satu statistik dengan parameter yang dituju bergantung pada cakupan dan kualitas data. Rata-rata transaksi dari pelanggan yang berpartisipasi dalam program loyalitas, misalnya, belum tentu mewakili rata-rata seluruh pelanggan karena anggota program mungkin memiliki frekuensi transaksi berbeda. Dengan demikian, angka yang dihitung benar secara aritmetis masih dapat menjawab pertanyaan yang salah.

Variabel menghubungkan konsep manajerial dengan data yang dapat diamati. “Kepuasan pelanggan” merupakan konsep yang perlu diterjemahkan ke dalam indikator, seperti penilaian terhadap waktu layanan atau kesediaan menggunakan kembali layanan. Satu indikator tidak selalu mencakup keseluruhan konsep. Penelitian tentang penggunaan dompet digital OVO untuk bertransaksi di Tokopedia, misalnya, mengkaji persepsi kemudahan, kepercayaan, dan promosi dalam hubungannya dengan keputusan penggunaan (Sanusi dkk., 2025). Contoh ini memperlihatkan bahwa konstruk yang berbeda perlu dibedakan sebagai variabel, lalu diukur sesuai definisi operasional. Jika seluruhnya diringkas sebagai “pengalaman pengguna”, hubungan yang ditemukan menjadi sulit ditafsirkan secara spesifik.

Hubungan antarkomponen tersebut dapat dirangkum melalui ilustrasi hipotetis perusahaan ritel di Surabaya. Tujuannya adalah mengestimasi rata-rata waktu tunggu pelanggan pada jam sibuk. Populasi ditetapkan sebagai seluruh transaksi layanan di gerai yang diteliti selama periode tertentu; sampel adalah transaksi yang waktu tunggunya tercatat; variabelnya berupa durasi waktu tunggu; parameter yang ingin diketahui adalah rata-rata populasi; dan statistik sampel adalah rata-rata durasi dari transaksi yang tercatat. Apabila pencatatan hanya dilakukan saat antrean panjang, sampel akan condong menggambarkan situasi padat dan tidak mewakili semua transaksi. Contoh ini menunjukkan bahwa kualitas kesimpulan dimulai dari definisi dan proses observasi, bukan dari rumus yang digunakan sesudahnya.

Kejelasan definisi variabel berpengaruh pada konsistensi data. Dua cabang dapat sama-sama melaporkan “waktu layanan”, tetapi satu cabang menghitung sejak pelanggan mengambil nomor antrean, sedangkan cabang lain menghitung sejak petugas mulai melayani. Perbandingan cabang menjadi tidak sahih jika perbedaan operasionalisasi tersebut tidak diketahui. Demikian pula, indikator “pelanggan kembali” dapat merujuk pada pembelian ulang dalam tujuh hari atau dalam tiga bulan. Penggunaan definisi yang konsisten memungkinkan ringkasan dan perbandingan memiliki makna yang lebih stabil. Kajian metode penelitian menempatkan penetapan subjek dan teknik pengumpulan informasi sebagai bagian yang terkait dengan tujuan penelitian, sehingga operasionalisasi variabel perlu sejalan dengan rancangan pengamatan (Nashrullah dkk., 2023).

Sifat variabel juga menentukan cara menyusun dan membaca data. Variabel dapat menggambarkan kategori, urutan, atau besaran numerik; pilihan representasi menentukan jenis ringkasan yang masuk akal. Kategori wilayah pelanggan dapat dihitung frekuensinya, sementara durasi layanan dapat diringkas melalui

ukuran numerik. Namun, angka kode untuk kategori—misalnya kode cabang 1, 2, dan 3—tidak mengubah kategori itu menjadi besaran yang dapat dijumlahkan secara bermakna. Pembahasan skala pengukuran dan jenis data bisnis pada Bab 2 akan menguraikan konsekuensi pemilihan skala terhadap analisis. Dalam bab ini, prinsip utamanya adalah membedakan label yang sekadar mengidentifikasi kelompok dari nilai yang menyatakan kuantitas.

Keterkaitan antarkonsep tersebut dapat dirumuskan secara ringkas: variabel menentukan karakteristik yang dicatat; populasi menetapkan himpunan unit yang menjadi sasaran; sampel menunjukkan unit yang benar-benar diamati; statistik merangkum pengamatan sampel; dan parameter merupakan karakteristik populasi yang hendak diketahui. Urutan ini tidak selalu berjalan secara linear dalam praktik. Ketika data yang tersedia tidak sesuai dengan populasi sasaran, organisasi mungkin harus mengubah pertanyaan atau memperbaiki proses pencatatan. Penelitian mengenai kualitas layanan dan kepuasan pelanggan Go-Ride, misalnya, menempatkan pengguna dari kelompok dan lingkungan penelitian tertentu sebagai unit kajian, sehingga hasilnya perlu dibaca dalam cakupan tersebut, bukan dilepaskan dari batas populasi penelitian (Natasya & Yudhira, 2023).

Pembedaan konseptual ini juga membatasi klaim manajerial. Jika survei dilakukan terhadap sebagian pelanggan di satu kota, kesimpulan yang paling kuat berkaitan dengan responden atau populasi yang dicakup oleh desain penelitian, bukan otomatis seluruh pasar Indonesia. Generalisasi memerlukan alasan metodologis, bukan hanya kemiripan intuitif. Ketika perusahaan memakai statistik sampel untuk mengambil keputusan lintas wilayah, perbedaan demografi, akses layanan, dan perilaku pembelian perlu dipertimbangkan. Karena itu, pelaporan yang baik menjelaskan siapa yang diamati, variabel apa yang diukur, statistik apa yang dihitung, dan populasi mana yang menjadi sasaran

inferensi. Kejelasan tersebut menjadi landasan bagi pembahasan teknik pengambilan sampel dan inferensi yang lebih terperinci pada bab-bab selanjutnya.

F. Statistik dalam Era Big Data dan Transformasi Digital

Big data dan transformasi digital memperluas skala serta ragam data yang tersedia bagi organisasi, tetapi tidak mengubah kebutuhan dasar akan pengukuran dan penalaran yang valid. Data transaksi, klik, lokasi, sensor, dan interaksi layanan dapat direkam dengan cepat serta dalam jumlah besar. Kelimpahan itu membuka peluang untuk memantau operasi secara lebih terperinci, tetapi juga meningkatkan risiko bahwa organisasi menganggap semua data yang mudah diakses sebagai data yang relevan. Statistik tetap diperlukan untuk mengidentifikasi pola, menilai variasi, dan menguji apakah kesimpulan yang ditarik sejalan dengan cakupan data. Oleh karena itu, persoalan utama bukan hanya kapasitas komputasi, melainkan mutu representasi dan kelayakan inferensi.

Salah satu perubahan penting ialah pergeseran dari data yang dikumpulkan secara berkala menuju jejak digital yang terbentuk terus-menerus. Platform perdagangan dapat merekam produk yang dilihat, transaksi yang diselesaikan, metode pembayaran, dan waktu aktivitas. Namun, jejak tersebut menggambarkan perilaku dalam lingkungan platform, bukan keseluruhan preferensi atau pengalaman konsumen. Pelanggan yang tidak menggunakan aplikasi mungkin tidak tercakup, sedangkan tindakan mengeklik produk tidak selalu menunjukkan niat membeli. Penggunaan data perilaku digital karena itu memerlukan pembedaan antara kejadian yang tercatat dan konsep yang hendak disimpulkan. Kelimpahan observasi tidak menghapus kemungkinan bias seleksi maupun kesalahan pengukuran.

Transformasi digital juga mengubah hubungan antara sistem informasi dan keputusan manajerial. Sistem terintegrasi dapat menghubungkan pencatatan operasional dengan laporan yang membantu pengelola memantau aktivitas. Pengembangan sistem informasi manajemen berbasis web untuk UMKM menunjukkan relevansi integrasi informasi bagi efisiensi operasional dan keputusan strategis (Nurhidayati, 2026). Namun, integrasi teknis bukan jaminan bahwa data memiliki definisi yang seragam atau bebas dari kekeliruan. Jika stok tercatat dengan jeda, satuan produk berbeda antarcabang, atau transaksi pembatalan tidak ditandai konsisten, sistem dapat mempercepat penyebaran informasi yang keliru. Keandalan analisis tetap bertumpu pada tata kelola proses pencatatan.

Dalam konteks Indonesia, perkembangan platform digital pariwisata menunjukkan bahwa data dan teknologi dapat memengaruhi cara pelaku usaha menjangkau pengunjung serta mengelola layanan. Kajian tentang kecerdasan artifisial dan platform digital dalam transformasi ekonomi pariwisata di Kabupaten Bondowoso menempatkan perubahan digital dalam konteks mobilitas sosial dan kegiatan ekonomi setempat (Wahyuni & Noor Aini, 2026). Perspektif tersebut mengingatkan bahwa penerapan analitika tidak berlangsung di ruang hampa. Infrastruktur, kemampuan organisasi, pola akses masyarakat, dan struktur ekonomi lokal membentuk siapa yang menghasilkan data dan siapa yang memperoleh manfaat dari penggunaannya.

Analitika prediktif menjadi salah satu wujud penggunaan statistik dalam lingkungan digital. Perusahaan dapat menggunakan riwayat transaksi untuk memperkirakan permintaan, mengantisipasi gangguan pasokan, atau memetakan risiko pelanggan. Akan tetapi, model mempelajari pola dari data terdahulu; ketika kondisi berubah, pola tersebut dapat melemah. Perbandingan metode statistik dan machine learning dalam

prediksi harga bahan pokok di Jawa Timur memperlihatkan bahwa pendekatan yang berbeda dapat digunakan untuk menangkap karakteristik data dan menghasilkan prediksi (Dzulfiqar, 2025). Kajian perbandingan hybrid ARIMA-NNAR dan ARIMA-SVR untuk peramalan nilai impor migas dan nonmigas juga menunjukkan upaya menggabungkan komponen model guna menangani pola yang berbeda (Mukhtiar & Andayani, 2025). Kedua contoh ini mendukung prinsip bahwa pemilihan metode harus mengikuti kebutuhan prediksi dan evaluasi kinerja, bukan tren teknologi semata.

Penerapan machine learning juga menuntut kehati-hatian dalam menafsirkan prediksi. Model dapat memiliki kinerja baik pada data evaluasi, tetapi kinerjanya mungkin menurun ketika perilaku pelanggan, kondisi pasar, atau kebijakan berubah. Prediksi bukan penjelasan kausal: kemampuan model mengidentifikasi pelanggan yang kemungkinan berhenti bertransaksi tidak serta-merta menjelaskan penyebab perilaku tersebut. Selain itu, penggunaan prediksi untuk menentukan penawaran atau akses layanan dapat menghasilkan konsekuensi yang tidak merata jika kelompok tertentu kurang terwakili dalam data. Integrasi kecerdasan artifisial dalam akuntansi bisnis, sebagaimana dibahas melalui kaitan budaya organisasi, manajemen risiko, dan transformasi digital, menegaskan bahwa penerapan teknologi perlu ditempatkan dalam kerangka pengelolaan risiko dan pertimbangan etis (Hajatina & Hasanah, 2025).

Visualisasi dan dashboard sering menjadi antarmuka utama antara data digital dan keputusan sehari-hari. Pemantauan logistik berbasis dashboard dapat membantu pengguna mengamati inventaris dan transaksi secara lebih interaktif dibandingkan tampilan tabel yang terbatas (Faried, 2025). Meskipun demikian, dashboard merupakan pilihan representasi: indikator yang ditampilkan, frekuensi pembaruan, skala grafik, dan kategori yang

digunakan ikut membentuk perhatian pengambil keputusan. Jika satu ukuran mendominasi layar, organisasi dapat mengabaikan faktor yang tidak ditampilkan. Karena itu, desain visual perlu menyeimbangkan keterbacaan dengan konteks dan keterbatasan; penyajian yang ringkas tidak seharusnya menyamarkan ketidakpastian.

Perubahan digital juga menuntut organisasi membedakan volume data dari kualitas informasi. Data yang tidak lengkap, ganda, terlambat, atau tidak konsisten dapat menghasilkan model yang tampak presisi tetapi tidak dapat diandalkan. Selain kualitas teknis, relevansi data perlu dinilai terhadap keputusan yang hendak diambil. Data lokasi yang rinci, misalnya, mungkin berguna untuk perencanaan distribusi, tetapi tidak otomatis dibutuhkan untuk seluruh keputusan pemasaran. Penggunaan informasi tanpa batas tujuan yang jelas dapat meningkatkan risiko privasi dan keamanan. Kajian manajemen risiko keamanan informasi melalui FMEA dan kontrol ISO/IEC 27001:2022 memberi contoh bahwa risiko informasi perlu dianalisis secara sistematis, bukan hanya diperlakukan sebagai persoalan teknis setelah insiden terjadi (Harjian dkk., 2025).

Tantangan lain muncul ketika organisasi membandingkan hasil dari sistem atau periode yang berbeda. Perubahan definisi indikator, pembaruan perangkat lunak, atau perubahan cara pengguna berinteraksi dapat menggeser data yang dihasilkan. Akibatnya, peningkatan angka tidak selalu berarti perbaikan kinerja; bisa jadi prosedur pengukuran berubah. Dalam sistem yang menggunakan model prediktif, pemantauan berkala diperlukan untuk mengenali ketika hubungan dalam data tidak lagi stabil. Prinsip ini dekat dengan evaluasi peramalan: model harus dinilai terhadap hasil yang benar-benar terjadi, dan hasil evaluasi perlu ditafsirkan sesuai tujuan operasional. Kajian peramalan pengangguran Indonesia menggunakan model ARIMA dan Holt-

Winters menunjukkan penerapan metode runtun waktu pada indikator ekonomi, sementara pemanfaatannya tetap bergantung pada karakteristik data yang dianalisis (Sulaiman & Juarna, 2021).

Big data tidak meniadakan kebutuhan akan sampel, bahkan ketika organisasi memiliki catatan hampir seluruh transaksi dalam suatu sistem. Data transaksi lengkap untuk satu platform tetap dapat menjadi cakupan parsial dari pasar yang lebih luas. Persoalan representasi muncul ketika hasil tersebut digunakan untuk mengklaim perilaku semua konsumen atau memperkirakan dampak di luar konteks pengamatan. Demikian pula, data berskala besar dapat mengandung bias historis yang diwarisi dari keputusan sebelumnya. Oleh karena itu, pemeriksaan populasi sasaran, mekanisme pembentukan data, dan tujuan inferensi tetap mendasar. Pembahasan kualitas, validitas, bias, dan tata kelola data pada Bab 2 akan mengembangkan persoalan tersebut secara lebih khusus.

Penggunaan statistik dalam transformasi digital pada akhirnya perlu dinilai melalui manfaat keputusan dan pertanggungjawabannya. Model yang rumit tidak selalu memberi nilai lebih apabila rekomendasinya tidak dapat dijelaskan atau tidak sejalan dengan kebutuhan organisasi. Sebaliknya, ringkasan sederhana dapat menjadi dasar yang kuat jika indikatornya relevan, data terpelihara, dan batas kesimpulan dinyatakan. Perkembangan digital memperbesar kapasitas untuk menghimpun dan menganalisis bukti, tetapi kapasitas itu harus diimbangi dengan tata kelola, evaluasi, serta pertimbangan dampak terhadap pihak yang datanya digunakan. Dengan kerangka tersebut, statistik tetap berfungsi sebagai penghubung kritis antara data yang terus berkembang dan keputusan manajemen yang bertanggung jawab.

BAB 2
DATA BISNIS DAN SKALA PENGUKURAN

A. Pendahuluan

Keputusan manajerial semakin bertumpu pada jejak transaksi, interaksi pelanggan, proses operasional, dan perubahan lingkungan bisnis yang direkam dalam beragam bentuk data. Pergeseran dari intuisi individual menuju pengambilan keputusan berbasis bukti memperluas kapasitas organisasi untuk mengenali pola, mengevaluasi kinerja, dan mengantisipasi risiko. Namun, melimpahnya data tidak dengan sendirinya menghasilkan pengetahuan yang andal. Data yang berbeda sumber, waktu pencatatan, cakupan, dan cara pengukurannya dapat menghasilkan gambaran yang tidak sebanding; bahkan, ketepatan analisis statistik bergantung pada apakah karakteristik data sesuai dengan pertanyaan manajerial yang diajukan. Karena itu, data perlu diperlakukan bukan sekadar sebagai bahan teknis, melainkan sebagai representasi fenomena bisnis yang dibentuk oleh pilihan pengumpulan, definisi, pengukuran, dan tata kelola. Tinjauan ini mengungkap bahwa kecermatan pada tahap tersebut merupakan prasyarat bagi interpretasi yang sahih dan penggunaan analitika yang bertanggung jawab.

Kajian dalam bab ini menelusuri landasan tersebut secara bertahap: dimulai dari jenis dan karakteristik data bisnis, dilanjutkan dengan pembedaan data primer dan sekunder serta data internal dan eksternal, kemudian bentuk pengamatan cross-section, time series, dan panel. Pembahasan skala nominal, ordinal, interval, dan rasio mengaitkan sifat pengukuran dengan operasi statistik yang dapat diterapkan, sementara telaah kualitas data, validitas, bias, dan data governance menempatkan keandalan serta

akuntabilitas sebagai bagian dari proses analitika. Dalam keseluruhan argumentasi buku, bab ini menyediakan pijakan konseptual bagi pembahasan metode statistik dan penerapannya dalam manajemen: pemilihan teknik analisis perlu didahului penilaian atas apa yang direpresentasikan data dan batas inferensi yang dimungkinkannya. Urgensi pijakan ini meningkat ketika keputusan organisasi semakin dipengaruhi oleh sistem digital, integrasi data lintas fungsi, dan tuntutan transparansi dalam penggunaan informasi. Tanpa pemahaman tersebut, ketelitian komputasi dapat menyamarkan ketidakcocokan pengukuran atau bias yang tertanam dalam data. Oleh sebab itu, pembahasan selanjutnya diawali dengan menelaah jenis dan karakteristik data bisnis sebagai dasar untuk menilai bentuk informasi yang tersedia.

B. Jenis dan Karakteristik Data Bisnis

Peralihan dari pembahasan umum tentang peran data dalam pengambilan keputusan menuju klasifikasi data bisnis menegaskan satu prinsip: data tidak dapat ditafsirkan terlepas dari fenomena yang direkam dan cara perekamannya. Data bisnis mencakup representasi numerik maupun nonnumerik atas transaksi, sumber daya, proses, pelanggan, dan lingkungan organisasi. Klasifikasi yang tepat bukan sekadar urusan pengarsipan; klasifikasi menentukan apakah ringkasan, perbandingan, atau inferensi statistik yang dihasilkan relevan bagi persoalan manajerial. Pengolahan data pegawai dan penggajian, misalnya, memperlihatkan bahwa informasi operasional baru bernilai ketika definisi dan pencatatannya konsisten dengan kebutuhan organisasi (Wibowo, 2021).

Pembedaan awal yang berguna adalah antara data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif dinyatakan dalam angka yang merepresentasikan hitungan atau besaran, seperti jumlah unit terjual, nilai transaksi, waktu tunggu, dan tingkat kehadiran. Data kualitatif menggambarkan kategori atau atribut, seperti jenis

produk, saluran pemasaran, wilayah layanan, maupun alasan pelanggan membatalkan pesanan. Namun, bentuk angka tidak otomatis menjadikan suatu variabel kuantitatif dalam pengertian substantif. Kode cabang “01”, “02”, dan “03”, misalnya, tetap berfungsi sebagai label kategori jika tidak menyatakan besaran atau urutan. Kesalahan menganggap kode sebagai nilai numerik dapat mengarahkan organisasi pada perhitungan yang tidak bermakna.

Data kuantitatif dapat dibedakan lebih lanjut menjadi diskret dan kontinu. Data diskret umumnya berasal dari penghitungan kejadian atau unit, seperti jumlah pesanan harian. Data kontinu merepresentasikan besaran yang secara konseptual dapat mengambil rentang nilai, seperti lama pelayanan atau berat bahan baku. Dalam praktik, keputusan tentang bentuk data juga dipengaruhi ketelitian alat ukur dan aturan pembulatan. Lama pelayanan yang dicatat sebagai menit penuh tampak diskret dalam sistem, meskipun proses yang mendasarinya bersifat kontinu. Perbedaan ini relevan saat organisasi menetapkan indikator kinerja: pelaporan dalam satuan bulat dapat menyembunyikan variasi yang berarti, sementara presisi berlebihan dapat memberi kesan akurasi yang tidak ditopang proses pengukuran.

Karakteristik lain terletak pada keterstrukturan. Data terstruktur disimpan dalam format yang relatif seragam, misalnya tabel transaksi dengan kolom tanggal, kode barang, kuantitas, dan nilai. Data semiterstruktur memiliki penanda tertentu tetapi tidak selalu mengikuti skema tabel yang kaku, seperti catatan log aplikasi. Data tidak terstruktur dapat berupa ulasan pelanggan, rekaman percakapan layanan, atau dokumen naratif. Batas ketiga kategori tersebut dalam organisasi digital tidak selalu tegas: satu transaksi dapat tersimpan sebagai baris terstruktur, disertai teks ulasan dan log interaksi. Karena itu, kemampuan menggabungkan bentuk data tidak dengan sendirinya menjamin keterbandingan. Definisi

variabel, unit analisis, dan mekanisme pencatatan tetap harus selaras.

Data bisnis juga berbeda menurut unit analisis dan tingkat agregasinya. Unit analisis dapat berupa pelanggan, transaksi, produk, cabang, karyawan, atau perusahaan. Data pada tingkat transaksi tidak dapat begitu saja diperlakukan sebagai data pelanggan: seorang pelanggan mungkin memiliki banyak transaksi, sehingga penghitungan transaksi sebagai individu akan menggandakan kontribusi pelanggan yang aktif. Demikian pula, rata-rata penjualan cabang tidak menjelaskan variasi antarproduk atau antarwaktu. Laporan pendapatan perusahaan perlu mengikuti dasar pengakuan dan pengukuran yang konsisten agar informasi yang disampaikan kepada pihak internal maupun eksternal dapat ditafsirkan secara wajar (Anggraini, 2025). Dengan demikian, pemilihan unit analisis mendahului pemilihan statistik ringkasan.

Dimensi lain adalah frekuensi dan latensi pencatatan. Data dapat direkam saat transaksi terjadi, dihimpun harian, atau disajikan secara berkala setelah proses rekonsiliasi. Informasi waktu nyata berguna untuk merespons gangguan operasional, tetapi data yang belum tervalidasi dapat menimbulkan alarm keliru. Sebaliknya, laporan yang lebih lambat mungkin telah melalui pemeriksaan, tetapi terlambat untuk keputusan yang sensitif terhadap waktu. Dalam analisis pasar, data indikator yang berbeda juga memiliki sifat distribusi dan rentang yang berbeda; pemodelan indeks persepsi korupsi lintas negara, misalnya, menuntut perhatian terhadap karakteristik variabel yang dianalisis, bukan sekadar penerapan prosedur numerik secara mekanis (Fatimah, 2025).

Tabel berikut menyajikan contoh klasifikasi data dalam kegiatan usaha ritel Indonesia. Contoh tersebut memperlihatkan bahwa

jenis data ditentukan oleh makna pengukuran dan unit analisis, bukan semata-mata oleh format penyimpanannya.

Tabel 2.1 Contoh Jenis dan Karakteristik Data Bisnis

Variabel	Contoh nilai	Bentuk data	Unit analisis
Kode produk	KOP-17	Kategorik	Produk
Jumlah terjual	24 unit	Kuantitatif diskret	Produk-hari
Nilai transaksi	Rp 680.000	Kuantitatif	Transaksi
Lama pelayanan	4,6 menit	Kuantitatif kontinu	Pesanan
Ulasan pelanggan	“Pengiriman terlambat”	Teks tidak terstruktur	Ulasan
Wilayah cabang	Bandung	Kategorik	Cabang

Tabel menunjukkan bahwa nilai numerik dapat melekat pada unit yang berbeda, sementara informasi tekstual tetap dapat menjadi bukti operasional yang relevan. Penggabungan data itu memerlukan pengenal yang konsisten, misalnya kode transaksi atau kode cabang, agar hubungan antarcatatan tidak dibangun berdasarkan kemiripan nama semata.

Kegunaan klasifikasi tersebut tampak pada UMKM makanan di Bandung yang menggabungkan data penjualan, persediaan, dan ulasan pelanggan. Penjualan harian dapat menunjukkan produk yang bergerak cepat, sedangkan ulasan membantu menjelaskan apakah perubahan permintaan berkaitan dengan rasa, harga, atau keterlambatan layanan. Namun, bila ulasan hanya tersedia bagi pelanggan yang bersedia mengirimkan komentar, suara kelompok tersebut belum tentu mewakili seluruh pembeli. Data dari sistem penjualan pun dapat tidak lengkap apabila transaksi tunai tertentu tidak dimasukkan. Karena itu, analisis harus mengidentifikasi cakupan yang terwakili dan pihak yang berpotensi tidak tercatat.

Dalam konteks manajemen, klasifikasi data berfungsi sebagai batas awal bagi pemilihan metode. Data kategorik mendukung pengelompokan, data numerik mendukung ringkasan besaran, dan data teks dapat memerlukan pengodean atau analisis tersendiri.

Batas ini tidak berarti teknik statistik tertentu otomatis tepat hanya karena format data tampak sesuai. Kecocokan tetap bergantung pada pertanyaan, desain pengamatan, dan kualitas pengukuran. Pengolahan statistik dengan perangkat lunak dapat memudahkan transformasi dan ringkasan, tetapi keputusan analitis tetap memerlukan penilaian atas arti variabel yang dimasukkan (Setiawan, 2025). Uraian tentang cara memperoleh data tersebut dibahas pada Bab 3, sedangkan eksplorasi dan visualisasinya menjadi fokus Bab 4.

C. Data Primer, Sekunder, Internal, dan Eksternal

Sumber data menentukan kedekatan informasi dengan pertanyaan manajerial sekaligus batas penggunaannya. Data primer diperoleh secara khusus untuk menjawab kebutuhan analisis yang sedang dirumuskan, sedangkan data sekunder telah dikumpulkan sebelumnya untuk tujuan lain atau oleh pihak lain. Pembedaan ini tidak menunjukkan bahwa data primer selalu lebih unggul. Data primer dapat dirancang sesuai kebutuhan tetapi mahal dan rentan terhadap kelemahan instrumen; data sekunder dapat mencakup rentang waktu atau populasi yang luas, tetapi definisi dan cakupannya mungkin tidak sesuai dengan keputusan yang dihadapi. Kajian metodologi pengumpulan data menempatkan kesesuaian antara tujuan, subjek, dan teknik pengumpulan sebagai pertimbangan mendasar dalam menilai bahan penelitian (Nashrullah, 2023).

Data primer dalam bisnis dapat berasal dari survei, wawancara, observasi proses, eksperimen, atau pencatatan langsung atas kegiatan operasional yang sengaja dirancang. Perusahaan ritel, misalnya, dapat menguji dua bentuk tampilan promosi pada cabang tertentu dan mencatat respons pelanggan. Rancangan tersebut berpotensi menghasilkan informasi yang terarah pada keputusan pemasaran, tetapi ketepatannya bergantung pada definisi hasil yang diukur, pemilihan cabang, periode pengamatan, serta

perlakuan terhadap faktor lain seperti perbedaan lokasi. Survei kepuasan juga termasuk data primer ketika tanggapan dikumpulkan langsung dari responden untuk tujuan tertentu; penelitian kepuasan pelanggan Go-Ride, misalnya, mengumpulkan tanggapan responden untuk menguji keterkaitan kualitas layanan dan kepercayaan dengan kepuasan (Natasya, 2023).

Data sekunder meliputi catatan administrasi yang telah tersedia, laporan keuangan, data penjualan historis, hasil penelitian terdahulu, serta statistik yang diterbitkan lembaga. Keunggulannya terletak pada penghematan biaya pengumpulan dan kemungkinan memperoleh cakupan yang sulit dihimpun sendiri. Namun, pemakaiannya mengharuskan pemeriksaan atas definisi indikator, periode, metode pencatatan, dan perubahan sistem. Nilai penjualan yang dicatat berdasarkan transaksi bruto tidak sebanding begitu saja dengan nilai yang telah dikurangi retur atau diskon. Demikian pula, data pegawai historis dari sistem penggajian dapat mencerminkan perubahan kebijakan dan struktur jabatan, bukan semata-mata perubahan kinerja. Sistem pengolahan data pegawai dan penggajian menunjukkan bahwa administrasi internal merupakan sumber informasi penting, tetapi konsistensi prosedur pencatatan menentukan nilai analitisnya (Wibowo, 2021).

Sumbu klasifikasi lain membedakan sumber internal dan eksternal. Data internal dihasilkan atau dihimpun dalam organisasi, seperti data penjualan, persediaan, kehadiran, pengaduan, dan laporan keuangan. Data eksternal berasal dari luar organisasi, misalnya informasi pasar, data pemasok, statistik wilayah, atau indikator makroekonomi. Data internal memberi pandangan langsung terhadap proses yang dapat dikelola organisasi, tetapi cenderung terbatas pada batas sistem dan definisi internal. Data eksternal memperluas konteks, tetapi organisasi mungkin tidak dapat mengaudit proses pembentukannya. Penelitian UMKM Warung Tegal yang menelaah faktor internal dan eksternal dalam

menghadapi inflasi menunjukkan bagaimana dua jenis konteks tersebut digunakan bersama dalam analisis strategi usaha (Irhamni, 2023).

Keempat kategori itu membentuk dua sumbu, bukan empat kelompok yang saling meniadakan. Survei yang diselenggarakan perusahaan kepada pelanggannya merupakan data primer sekaligus internal dari sudut organisasi yang mengumpulkannya. Statistik publik yang digunakan perusahaan merupakan data sekunder dan eksternal. Sebaliknya, log transaksi yang telah tersimpan merupakan data sekunder bagi analisis baru, sekalipun pada awalnya dikumpulkan secara internal untuk menjalankan bisnis. Klasifikasi bergantung pada tujuan penggunaan dan posisi pengguna terhadap proses pengumpulan. Karena itu, label “primer” atau “sekunder” tidak melekat pada data secara mutlak; statusnya dapat berubah ketika tujuan analisis berubah.

Matriks berikut merangkum kombinasi sumber dan kegunaannya dalam konteks perusahaan makanan di Indonesia. Contoh-contoh ini menggambarkan bahwa penilaian sumber perlu disertai pemeriksaan atas kesesuaian isi dan proses pencatatan.

Tabel 2.2 Sumber Data dalam Keputusan Bisnis

Sumber	Primer/sekunder	Internal/eksternal	Contoh penggunaan
Survei pelanggan	Primer	Internal	Mengukur respons menu baru
Log transaksi	Sekunder	Internal	Menganalisis penjualan historis
Wawancara pemasok	Primer	Eksternal	Menilai risiko pasokan
Statistik wilayah	Sekunder	Eksternal	Memilih lokasi gerai
Catatan pengaduan	Sekunder	Internal	Mengidentifikasi masalah layanan

Matriks memperlihatkan bahwa nilai analitis sumber tidak dapat disimpulkan hanya dari satu label. Survei pelanggan dapat dirancang khusus untuk keputusan produk, sedangkan statistik wilayah dapat memberi konteks pasar yang tidak tersedia di dalam sistem perusahaan. Penggabungan sumber membutuhkan kecocokan definisi, periode, dan cakupan.

Kasus sederhana dapat ditemukan pada UMKM kopi di Yogyakarta yang merencanakan pembukaan gerai. Pemilik dapat menggunakan data primer berupa wawancara calon konsumen, data sekunder internal berupa transaksi gerai yang telah beroperasi, serta data sekunder eksternal berupa informasi kepadatan wilayah atau aktivitas ekonomi yang tersedia. Wawancara memberi penjelasan tentang preferensi, tetapi responden yang diwawancarai mungkin tidak mewakili seluruh pasar. Catatan transaksi mencerminkan pembeli aktual, tetapi tidak menerangkan permintaan yang hilang karena gerai tutup atau produk habis. Data eksternal dapat membantu membandingkan lokasi, tetapi definisi wilayah dan waktu penerbitannya perlu dicermati.

Penggunaan lebih dari satu sumber dapat memperkuat penilaian apabila kesesuaian hasil diperiksa secara kritis. Catatan internal tentang keterlambatan pengiriman, misalnya, dapat dibandingkan dengan wawancara pelanggan dan informasi kinerja mitra logistik. Ketidakselarasan antarsumber tidak selalu menandakan salah satu data keliru; perbedaan tersebut dapat timbul karena setiap sumber mengukur aspek atau periode yang berlainan. Namun, triangulasi juga tidak otomatis menghilangkan bias. Jika seluruh sumber bergantung pada pelanggan yang sama atau sistem pencatatan yang sama, kelemahan bersama tetap dapat terbawa.

Pertimbangan akses, kerahasiaan, dan tanggung jawab turut menentukan pemanfaatan data. Data karyawan atau pelanggan yang dihimpun untuk satu tujuan tidak semestinya dialihkan tanpa menilai tujuan baru, kebutuhan, dan dampaknya. Kajian mengenai pengendalian internal atas piutang menunjukkan hubungan antara ketertiban pencatatan, pengawasan, dan pengelolaan risiko operasional (Renaldo, 2021). Dengan demikian, organisasi perlu menilai bukan hanya apakah data tersedia, melainkan juga siapa yang mengumpulkan, bagaimana data dibentuk, siapa yang boleh mengakses, dan apakah penggunaannya sejalan dengan tujuan yang dapat dipertanggungjawabkan. Teknik pengumpulan dan perancangan instrumen diuraikan lebih lanjut pada Bab 3.

D. Data Cross-Section, Time Series, dan Panel

Selain sumber, struktur waktu dan unit pengamatan menentukan jenis pertanyaan yang dapat dijawab. Data cross-section merekam banyak unit pada satu waktu atau periode yang relatif sama, seperti penjualan 50 gerai selama satu bulan tertentu. Data runtun waktu merekam satu unit atau agregat yang sama secara berurutan sepanjang waktu, seperti penjualan bulanan satu perusahaan. Data panel menggabungkan dimensi unit dan waktu dengan mengamati beberapa unit berulang kali. Pembedaan ini penting karena pola lintas-unit tidak identik dengan perubahan dari waktu ke waktu. Penggunaan metode peramalan pada data pengangguran Indonesia, misalnya, bertumpu pada urutan observasi waktu yang membawa informasi temporal (Sulaiman, 2021).

Pada data cross-section, fokus analisis umumnya terletak pada variasi antarpengamatan dalam suatu periode. Perbandingan kinerja cabang bank di berbagai kota pada kuartal tertentu dapat membantu mengidentifikasi perbedaan wilayah, ukuran cabang, atau karakteristik pasar. Namun, perbedaan tersebut tidak langsung menjelaskan bagaimana kinerja setiap cabang berubah.

Data satu periode juga rentan mencampurkan kondisi yang sifatnya sementara dengan perbedaan yang lebih menetap. Bila cabang Jakarta memiliki penjualan lebih tinggi daripada cabang kota lain, hasil itu dapat mencerminkan ukuran pasar, kapasitas cabang, periode promosi, atau kombinasi beberapa faktor. Klaim mengenai sebab memerlukan rancangan dan bukti yang lebih kuat daripada perbandingan deskriptif.

Data runtun waktu mengurutkan observasi berdasarkan waktu, sehingga pola seperti tren, musiman, atau perubahan mendadak dapat menjadi objek analisis. Urutan ini bukan sekadar kolom tanggal: penataan waktu dapat membawa ketergantungan antara satu pengamatan dan pengamatan berikutnya. Peramalan tingkat pengangguran menggunakan ARIMA dan Holt-Winters menunjukkan penerapan pendekatan runtun waktu terhadap data yang berfluktuasi (Sulaiman, 2021). Penelitian lain menggabungkan regresi dengan ARIMA dalam model hibrida untuk peramalan, yang menegaskan bahwa pemilihan pendekatan berhubungan dengan karakter data dan tujuan estimasi (Arumsari, 2021). Contoh tersebut relevan bagi bisnis ketika organisasi meramalkan penjualan, permintaan, arus kas, atau tingkat persediaan.

Data runtun waktu bisnis menuntut konsistensi interval dan definisi. Penjualan harian tidak sebanding langsung dengan penjualan bulanan tanpa aturan agregasi, sementara perubahan mata uang, wilayah operasi, atau sistem pencatatan dapat menciptakan patahan yang menyerupai perubahan fenomena. Data permintaan air pada bendungan Selangor, misalnya, diperlakukan sebagai runtun waktu untuk mendukung prediksi ketersediaan sumber daya (Zakaria, 2021). Walaupun konteksnya bukan bisnis, kajian tersebut menegaskan bahwa urutan dan kondisi pengamatan menjadi bagian dari informasi yang dianalisis. Dalam perusahaan Indonesia, perbandingan penjualan sebelum dan sesudah

perubahan sistem kasir hanya layak jika definisi transaksi dan cakupan gerai tetap dapat ditelusuri.

Data panel memungkinkan pengamatan terhadap unit yang sama atau serangkaian unit lintas periode. Sebagai contoh, perusahaan dapat merekam omzet 20 cabang setiap bulan selama tiga tahun. Struktur tersebut dapat memperlihatkan perbedaan antarcabang sekaligus perubahan dari waktu ke waktu. Akan tetapi, istilah panel mengandaikan adanya identitas unit yang dapat ditautkan secara konsisten antarperiode. Jika kode cabang berubah tanpa tabel penghubung atau batas wilayahnya direvisi, rangkaian data yang tampak sebagai panel dapat kehilangan kesinambungan. Panel tidak otomatis mengatasi masalah sebab-akibat; variabel yang tidak terukur, perubahan kebijakan, dan seleksi unit tetap dapat memengaruhi interpretasi.

Perbandingan berikut menggunakan contoh perusahaan ritel Indonesia yang mengamati cabang di beberapa provinsi. Tabel tersebut memusatkan perhatian pada unit, dimensi waktu, dan jenis pertanyaan yang dapat dijawab oleh masing-masing struktur.

Tabel 2.3 Struktur Data Menurut Unit dan Waktu

Struktur	Unit pengamatan	Dimensi waktu	Contoh pertanyaan
Cross-section	30 cabang	Maret 2025	Cabang mana beromzet tertinggi?
Runtun waktu	Satu gerai	Jan–Des 2025	Bagaimana pola omzet bulanan?
Panel	30 cabang	Jan–Des 2025	Bagaimana omzet cabang berubah?
Cross-section	200 pelanggan	Survei Mei 2025	Apa perbedaan kepuasan pelanggan?
Panel	200 pelanggan	Tiga survei tahunan	Bagaimana kepuasan individu berubah?

Dua baris pertama menunjukkan bahwa jumlah pengamatan saja tidak menentukan struktur data: identitas unit dan urutan waktunya yang membedakan desain. Data panel memberi ruang untuk menelaah perubahan, tetapi pemaknaan perubahan tetap bergantung pada mutu pencatatan dan rancangan analisis.

Contoh nasional yang mudah dikenali adalah data inflasi bulanan Indonesia. Jika yang diamati hanya angka inflasi nasional dari bulan ke bulan, strukturnya merupakan data runtun waktu. Jika yang dibandingkan adalah inflasi antarkota pada bulan tertentu, strukturnya cross-section. Jika inflasi sejumlah kota dicatat terus-menerus selama beberapa tahun, susunannya menyerupai panel. Pembedaan ini membantu mencegah kekeliruan ketika organisasi menyusun analisis harga, mengingat data antarkota dan data bulanan menjawab pertanyaan yang berbeda. Penerapan model deret waktu untuk inflasi Jawa Barat menunjukkan penggunaan urutan waktu sebagai landasan peramalan (Sari, 2025).

Data multivariat runtun waktu menambah dimensi variabel, misalnya harga, volume penjualan, dan promosi yang dicatat bersama pada setiap bulan. Keberadaan banyak variabel tidak mengubah kebutuhan untuk memeriksa keseragaman frekuensi, jeda pencatatan, serta kemungkinan perubahan definisi. Perbandingan model transformer pada data multivariat runtun waktu juga memperlihatkan bahwa pemilihan model merupakan persoalan yang bergantung pada karakter data dan sumber daya komputasi (Raja, 2025). Temuan semacam ini tidak menghapus kebutuhan akan penilaian substantif: kinerja model yang baik pada satu kumpulan data belum menjamin kesesuaian pada organisasi lain.

Dalam manajemen, struktur data sebaiknya dipilih atau diidentifikasi sebelum analisis. Keputusan menyusun panel cabang,

misalnya, bergantung pada tersedianya pengenal cabang yang stabil dan pencatatan berulang dengan definisi konsisten. Jika data yang tersedia hanya satu potret waktu, klaim tentang pertumbuhan atau dampak kebijakan tidak dapat dibangun seolah-olah perubahan telah diamati. Bab 13 akan membahas komponen dan peramalan data runtun waktu secara lebih khusus; di sini, perhatian diarahkan pada implikasi bentuk pengamatan bagi batas kesimpulan.

E. Skala Nominal, Ordinal, Interval, dan Rasio

Skala pengukuran menentukan makna operasi yang dapat dilakukan terhadap nilai dan membatasi interpretasi hasil. Empat skala yang lazim dibedakan adalah nominal, ordinal, interval, dan rasio. Perbedaan itu bukan urutan mutu data, melainkan perbedaan sifat informasi yang direpresentasikan. Kode angka pada cabang, peringkat layanan, suhu, dan jumlah transaksi tidak dapat diperlakukan secara seragam hanya karena semuanya tersimpan dalam kolom numerik. Pembahasan pengukuran menekankan bahwa nilai harus ditafsirkan berdasarkan hubungan antara simbol, atribut, dan aturan pemberian nilai, bukan berdasarkan penampilan angka semata (Rizal, 2020).

Skala nominal mengelompokkan objek ke dalam kategori tanpa urutan. Kode jenis produk, metode pembayaran, atau provinsi asal pelanggan dapat digunakan untuk membedakan kelompok, tetapi angka kode tidak menunjukkan kuantitas atau peringkat. Jika metode pembayaran dikodekan 1 untuk tunai, 2 untuk kartu, dan 3 untuk dompet digital, nilai 3 tidak lebih tinggi daripada nilai 1. Analisis nominal dapat menghitung frekuensi, proporsi, dan modus, serta menguji pola hubungan antarvariabel kategorik dengan metode yang sesuai. Menghitung rata-rata kode kategori justru menghasilkan besaran yang tidak memiliki makna substantif.

Skala ordinal mempertahankan pengelompokan sekaligus urutan. Peringkat kepuasan “sangat tidak puas”, “tidak puas”, “netral”, “puas”, dan “sangat puas” menyatakan bahwa satu kategori berada di atas kategori lain, tetapi jarak antarkategori belum tentu setara. Perubahan dari “tidak puas” ke “netral” tidak dapat diasumsikan sama besarnya dengan perubahan dari “puas” ke “sangat puas”. Karena itu, statistik yang mengandalkan jarak numerik perlu dipilih dengan kehati-hatian. Penelitian kualitas pelayanan dan kepuasan pelanggan menggunakan konstruk yang diukur melalui tanggapan responden; interpretasi skor perlu mempertimbangkan bagaimana butir dan kategori jawaban dibentuk (Dadin, 2025).

Skala interval memiliki urutan dan jarak yang dapat ditafsirkan setara, tetapi titik nolnya tidak menyatakan ketiadaan atribut. Suhu dalam derajat Celsius merupakan ilustrasi umum: selisih antara 20 dan 30 derajat setara dengan selisih antara 30 dan 40 derajat, tetapi 40 derajat tidak dapat dinyatakan dua kali lebih panas daripada 20 derajat. Dalam konteks manajemen, indeks atau skor komposit dapat diperlakukan mendekati skala interval hanya jika aturan pembentukan dan asumsi interpretasinya dapat dipertanggungjawabkan. Skor persepsi atau indeks kinerja yang dibentuk dari beberapa komponen tidak otomatis mempunyai jarak bermakna hanya karena hasilnya berupa angka.

Skala rasio memiliki urutan, jarak setara, dan titik nol yang menunjukkan ketiadaan besaran yang diukur. Jumlah produk terjual, lama proses, berat bahan baku, dan nilai transaksi merupakan contoh variabel yang dapat memiliki sifat rasio, dengan catatan definisi dan satuannya konsisten. Pada skala ini, pernyataan rasio seperti “20 pesanan dua kali 10 pesanan” bermakna. Namun, operasi aritmetika yang sah tetap tidak menjamin interpretasi manajerial yang memadai: total transaksi yang tinggi bisa berasal

dari banyak pesanan bernilai rendah, sementara rata-rata dapat menyembunyikan variasi pelanggan atau waktu.

Empat skala tersebut dapat dijumpai dalam kegiatan sebuah kedai kopi di Indonesia. Nama varietas biji kopi menunjukkan kategori nominal; peringkat tingkat sangrai dapat disusun secara ordinal; suhu penyimpanan dalam Celsius bersifat interval; dan berat biji dalam kilogram bersifat rasio. Ilustrasi ini memperlihatkan bahwa satu operasi bisnis dapat menghasilkan beberapa bentuk pengukuran sekaligus. Alat dan prosedur yang digunakan juga membentuk data: jika timbangan tidak terkalibrasi atau satuan pencatatan tidak seragam, karakter rasio variabel tidak menghapus masalah ketepatan pengukuran.

Visual berikut menempatkan empat contoh pengukuran pada satu konteks produk. Fungsinya adalah memperlihatkan bahwa kategori, urutan, jarak, dan titik nol menyatakan informasi yang berbeda meskipun semuanya hadir dalam kegiatan usaha yang sama.



Gambar 2.1 Empat Skala Pengukuran Produk. Sumber: Ilustrasi, diolah penulis

Susunan benda menautkan konsep abstrak dengan praktik pencatatan produk. Ragam biji menegaskan pengelompokan tanpa

peringkat, sampel sangrai menunjukkan urutan, termometer merepresentasikan jarak berskala, dan timbangan mengaitkan kuantitas dengan titik nol.

Penentuan skala perlu mempertimbangkan variabel yang benar-benar dianalisis, bukan sekadar instrumen yang digunakan. Sebuah kuesioner dapat menggunakan angka 1 sampai 5 untuk pilihan respons ordinal, sedangkan rata-rata skor gabungan kadang diperlakukan sebagai ringkasan numerik berdasarkan asumsi tertentu. Keputusan tersebut tidak netral; ia membawa asumsi tentang jarak antarkategori dan dapat memengaruhi metode statistik serta kesimpulan. Kajian tentang pengukuran menempatkan definisi operasional sebagai penghubung antara konsep dan hasil pencatatan (Rizal, 2020). Oleh sebab itu, laporan analisis sebaiknya menjelaskan arti skor, pengodean, dan batas interpretasi, terutama ketika skor digunakan untuk membandingkan cabang atau menentukan insentif.

Perbedaan skala juga berimplikasi pada kualitas kesimpulan. Jika kepuasan pelanggan diukur secara ordinal, median atau distribusi kategori dapat lebih transparan daripada menyajikan rata-rata tanpa penjelasan asumsi. Jika durasi pelayanan diukur sebagai rasio, rata-rata dan variasi dapat digunakan, tetapi pencilan serta definisi awal dan akhir durasi perlu diperiksa. Penelitian pada konteks layanan dan organisasi menunjukkan bahwa konstruk seperti kualitas, kepercayaan, serta beban kerja dioperasionalkan melalui indikator yang harus mewakili konsep yang ditelaah (Natasya, 2023; Injavira, 2022). Keputusan pengukuran semacam itu akan menentukan apakah hasil dapat ditafsirkan sebagai perbedaan kategori, urutan, selisih, atau rasio.

Dengan demikian, skala pengukuran berfungsi sebagai kontrak interpretatif antara proses pencatatan dan analisis. Mengubah kategori menjadi kode numerik tidak menaikkan tingkat skala,

sementara menyebut suatu indeks sebagai interval tidak membuat jarak antarnilainya setara. Konsistensi pada tahap ini menjadi prasyarat bagi pemilihan ringkasan deskriptif, uji statistik, dan model yang dibahas pada bab-bab berikutnya. Perhatian terhadap skala juga menghubungkan pengukuran dengan mutu data: ukuran yang secara konseptual tepat masih dapat menghasilkan bukti yang lemah apabila instrumen, pencatatan, atau tata kelolanya bermasalah.

F. Kualitas Data, Validitas, Bias, dan Data Governance

Kualitas data merujuk pada kelayakan data untuk digunakan bagi tujuan tertentu, bukan pada sifat abstrak bahwa data selalu "baik" atau "buruk". Data yang cukup akurat untuk laporan transaksi harian belum tentu memadai untuk mengevaluasi loyalitas pelanggan atau dampak kebijakan harga. Karena itu, penilaian kualitas harus menghubungkan karakteristik data dengan keputusan yang akan ditopangnya. Dimensi yang lazim diperiksa mencakup kelengkapan, konsistensi, ketepatan, ketepatan waktu, keunikan, dan kesesuaian definisi. Pengolahan statistik tidak dapat memperbaiki secara otomatis data yang sejak awal merekam konstruk yang keliru; perangkat lunak hanya mengolah representasi yang diberikan kepadanya (Setiawan, 2025).

Validitas menyangkut sejauh mana pengukuran atau rancangan benar-benar mendukung interpretasi yang dimaksud. Jika perusahaan menyatakan ingin mengukur produktivitas karyawan tetapi hanya menggunakan jumlah jam hadir, indikator tersebut mungkin merepresentasikan kehadiran, bukan produktivitas. Demikian pula, survei kepuasan yang hanya menanyakan kecepatan layanan dapat mengabaikan mutu produk atau penyelesaian keluhan. Validitas konstruk memerlukan kesesuaian antara konsep, indikator, dan kesimpulan; validitas data operasional juga dipengaruhi kejelasan definisi serta stabilitas prosedur pencatatan.

Pengukuran beban kerja melalui pendekatan full time equivalent, misalnya, bergantung pada pemetaan waktu kerja dan tugas terhadap tujuan analisis (Injavira, 2022).

Bias merupakan penyimpangan sistematis yang mengarahkan data atau hasil analisis menjauh dari fenomena yang ingin dinilai. Bias seleksi terjadi ketika unit yang masuk dalam data berbeda secara sistematis dari unit yang tidak tercakup. Bias respons dapat muncul apabila kelompok tertentu lebih mungkin menjawab survei. Bias pengukuran timbul saat instrumen atau prosedur secara konsisten merekam nilai yang menyimpang. Pada perusahaan ritel di Indonesia, survei kepuasan yang hanya dikirim melalui aplikasi dapat kurang mewakili pelanggan yang jarang menggunakan aplikasi, sementara keluhan yang dihimpun melalui pusat layanan hanya menangkap pelanggan yang bersedia menghubungi perusahaan. Hasil yang diperoleh tetap dapat berguna, tetapi cakupan inferensinya harus dijelaskan.

Kesalahan sistematis berbeda dari variasi acak. Penambahan jumlah observasi dapat mengurangi pengaruh variasi acak dalam kondisi tertentu, tetapi tidak menghilangkan bias yang berasal dari definisi atau proses seleksi. Jika cabang yang berkinerja rendah tidak mengirim laporan, memperbanyak data dari cabang yang patuh tidak menyelesaikan masalah keterwakilan. Demikian juga, pencatatan ganda pada sistem tidak menjadi kurang berbahaya hanya karena jumlah transaksi besar. Sistem pengendalian internal atas piutang menunjukkan pentingnya pemantauan dan kontrol terhadap catatan yang digunakan dalam proses bisnis (Renaldo, 2021). Temuan tersebut menegaskan bahwa ketertiban data tidak hanya merupakan persoalan teknis, tetapi juga berhubungan dengan prosedur, tanggung jawab, dan pengawasan.

Data governance atau tata kelola data mencakup pengaturan hak keputusan, tanggung jawab, standar, akses, penggunaan,

perlindungan, dan pemeliharaan data sepanjang siklus hidupnya. Tata kelola menjawab persoalan praktis: siapa yang berwenang menetapkan definisi pelanggan aktif; unit mana yang memelihara kode produk; siapa yang dapat mengakses data karyawan; serta prosedur apa yang digunakan ketika catatan keliru ditemukan. Tanpa pembagian tanggung jawab, dua divisi dapat menghitung indikator yang sama dengan definisi berbeda dan menghasilkan laporan yang tampak konsisten secara teknis tetapi bertentangan secara substantif. Pengendalian dan efektivitas komite audit dalam pelaporan perusahaan menunjukkan keterkaitan mekanisme pengawasan dengan praktik pengelolaan informasi dan pelaporan (Suhardjo, 2022).

Tabel berikut merangkum masalah kualitas yang dapat muncul pada data perusahaan ritel Indonesia beserta implikasi dan respons pengelolaannya. Tujuannya bukan menetapkan satu prosedur universal, melainkan menghubungkan gejala dengan pemeriksaan yang relevan.

Tabel 2.4 Risiko Kualitas Data dan Respons Pengelolaan

Masalah	Gejala	Risiko analitis	Respons
Data tidak lengkap	Cabang tidak melapor	Cakupan tidak mewakili	Telusuri unit yang hilang
Duplikasi	Transaksi tercatat dua kali	Omzet berlebih	Periksa pengenal transaksi
Definisi berubah	“Pelanggan aktif” berganti arti	Tren tidak sebanding	Dokumentasikan definisi
Bias respons	Hanya pengguna aplikasi menjawab	Kepuasan terlalu selektif	Bandingkan kanal respons
Data terlambat	Persediaan belum diperbarui	Keputusan stok keliru	Catat waktu pembaruan

Tabel memperlihatkan bahwa gejala yang tampak sederhana dapat mengubah makna indikator. Respons yang tepat dimulai dengan menelusuri proses pembentukan data, bukan dengan menghapus nilai yang dianggap mengganggu tanpa pemeriksaan.

Penerapannya dapat dilihat pada jaringan ritel di Surabaya yang menggunakan data penjualan untuk menentukan persediaan. Apabila data transaksi salah mengklasifikasikan retur sebagai penjualan, model kebutuhan akan mengestimasi permintaan terlalu tinggi. Jika beberapa cabang terlambat mengirim data, ketidaksamaan waktu pembaruan dapat membuat perbandingan stok menyesatkan. Prosedur yang bertanggung jawab perlu memeriksa definisi transaksi, waktu pembaruan, rekonsiliasi retur, dan mekanisme koreksi. Perubahan definisi indikator harus didokumentasikan agar laporan lintasperiode tidak membandingkan ukuran yang berbeda seolah-olah setara.

Tata kelola juga membawa dimensi etika dan akuntabilitas. Informasi pelanggan dan karyawan dapat memengaruhi hak, akses layanan, atau keputusan kerja; penggunaan data semestinya dibatasi pada kebutuhan yang dapat dipertanggungjawabkan. Praktik etika bisnis menempatkan tanggung jawab dan kepatuhan sebagai bagian dari kegiatan organisasi (Rustandi, 2023). Dalam analitika, tanggung jawab itu meliputi transparansi tentang asal data, pembatasan akses berdasarkan kebutuhan, perlindungan dari penggunaan yang tidak semestinya, serta mekanisme penanganan kesalahan. Data Governance bukan semata-mata kebijakan teknologi informasi, sebab keputusan mengenai definisi indikator dan tujuan penggunaan mengandung konsekuensi manajerial.

Penilaian kualitas, validitas, bias, dan tata kelola saling berkaitan tetapi tidak dapat saling menggantikan. Data yang lengkap masih dapat mengukur konstruk yang salah; indikator yang valid masih dapat bias karena seleksi; proses yang rapi masih memerlukan pengaturan akses dan pertanggungjawaban. Oleh karena itu, organisasi perlu menghubungkan pemeriksaan teknis dengan peninjauan substantif atas tujuan analisis dan kelompok yang terwakili. Kualitas data merupakan kondisi yang dinamis: perubahan sistem, insentif, proses kerja, atau definisi bisnis dapat

mengubah sifat data sekalipun formatnya tidak berubah. Kerangka ini menyiapkan landasan bagi pengumpulan dan persiapan data pada Bab 3, sekaligus menegaskan bahwa ketepatan analisis statistik berawal dari bukti yang layak, dapat ditelusuri, dan digunakan secara bertanggung jawab.

BAB 3
PENGUMPULAN, PENGOLAHAN, DAN PERSIAPAN DATA

A. Pendahuluan

Keputusan manajerial semakin banyak ditopang oleh data yang berasal dari survei, transaksi, catatan administratif, sensor, dan interaksi pada platform digital. Melimpahnya sumber tersebut tidak dengan sendirinya menghasilkan bukti yang dapat dipercaya: cara data dikumpulkan, siapa yang tercakup, bagaimana konsep diterjemahkan menjadi ukuran, serta keputusan apa yang diambil saat data tidak lengkap turut menentukan kesimpulan analitis. Dalam riset manajemen, kekeliruan pada tahap awal dapat menghasilkan estimasi yang tampak meyakinkan, tetapi tidak merepresentasikan kondisi organisasi atau pemangku kepentingan yang diteliti. Karena itu, kualitas analisis tidak hanya bergantung pada kecanggihan teknik statistik, melainkan juga pada ketepatan rancangan pengumpulan dan kesiapan data sebelum analisis dilakukan. Tinjauan ini mengungkap bahwa pengelolaan data merupakan bagian dari penalaran metodologis, bukan sekadar pekerjaan teknis setelah penelitian selesai.

Kajian dalam bab ini menelusuri rangkaian keputusan yang membentuk mutu data, mulai dari pemilihan teknik pengumpulan data dan penyusunan kuesioner atau instrumen pengukuran, hingga penetapan strategi sampling probabilitas maupun nonprobabilitas. Pembahasan kemudian beralih pada pembersihan, pengodean, dan transformasi data, termasuk penanganan nilai yang hilang, pencilan, serta inkonsistensi. Rangkaian tersebut dipandang sebagai proses yang saling berkaitan: pilihan metode memengaruhi cakupan dan bentuk data, sementara pengolahan menentukan bagaimana informasi mentah dapat digunakan secara

sahih dalam analisis. Dalam susunan buku ini, bab tersebut menjembatani perumusan persoalan manajerial dan penerapan analitika dengan memastikan bahwa bukti yang dianalisis memiliki dasar pengukuran serta dokumentasi yang memadai. Urgensinya kian nyata ketika organisasi menggunakan data beragam untuk menetapkan kebijakan, mengalokasikan sumber daya, dan mengevaluasi kinerja, sementara tuntutan atas transparansi, perlindungan privasi, keterulangan analisis, dan keadilan representasi semakin kuat. Oleh sebab itu, pembahasan berikutnya diawali dengan menelaah teknik pengumpulan data yang sesuai dengan pertanyaan dan konteks riset manajemen.

B. Teknik Pengumpulan Data untuk Riset Manajemen

Pilihan teknik pengumpulan data menentukan jenis bukti yang tersedia untuk menjawab persoalan manajerial. Karena itu, metode tidak semestinya ditetapkan hanya berdasarkan kemudahan akses atau kebiasaan peneliti, melainkan diturunkan dari pertanyaan riset, unit analisis, konsep yang hendak diukur, dan konteks organisasi. Bab 2 telah membedakan sumber serta karakteristik data; pembahasan ini beralih pada keputusan praktis untuk memperoleh data tersebut secara terencana. Kajian metodologis tentang pengumpulan data menempatkan kesesuaian teknik dengan tujuan penelitian sebagai landasan bagi kualitas informasi yang dihasilkan (Nashrullah, 2023).

Survei, wawancara, observasi, dokumentasi, dan ekstraksi data digital merupakan teknik yang dapat digunakan secara tunggal atau dikombinasikan. Survei sesuai ketika penelitian memerlukan jawaban terstandardisasi dari banyak responden, misalnya mengukur persepsi karyawan terhadap iklim organisasi. Wawancara memberi ruang bagi penjelasan mendalam tentang pengalaman dan alasan di balik suatu keputusan, sedangkan observasi memungkinkan peneliti mencatat praktik yang

berlangsung, bukan hanya laporan responden mengenai praktik itu. Dokumentasi menyediakan bukti yang telah dihasilkan dalam kegiatan organisasi, seperti catatan penjualan, absensi, pengaduan pelanggan, atau laporan persediaan. Teknik kualitatif seperti wawancara dan observasi menuntut perhatian pada konteks, proses interaksi, serta pencatatan yang sistematis; pengalaman pelatihan pengumpulan data kualitatif memperlihatkan bahwa teknik tersebut mencakup lebih dari sekadar mengajukan pertanyaan (Thalib, 2022).

Klaim bahwa satu teknik selalu lebih unggul daripada teknik lain tidak dapat dipertahankan tanpa mempertimbangkan sasaran inferensi. Survei dapat memperluas cakupan responden, tetapi jawaban rentan terhadap ingatan yang tidak akurat, kecenderungan memberikan jawaban yang dianggap pantas, atau tingkat respons yang rendah. Wawancara mampu mengungkap alasan dan ambiguitas, tetapi hasilnya dipengaruhi keterampilan pewawancara serta hubungan kuasa dengan narasumber. Observasi mencatat perilaku dalam konteks, namun keberadaan pengamat dapat mengubah perilaku yang diamati. Data administratif relatif dekat dengan proses operasional, tetapi kategori yang digunakan organisasi mungkin dibentuk untuk kebutuhan pencatatan, bukan untuk mengukur konstruk penelitian. Dengan demikian, kekuatan suatu teknik harus dinilai bersama dengan mekanisme bias yang mungkin menyertainya.

Dalam riset manajemen, unit pengumpulan data juga harus dibedakan dari unit analisis. Survei kepada karyawan dapat menghasilkan data pada tingkat individu, sedangkan keputusan yang hendak dijelaskan mungkin berada pada tingkat cabang atau perusahaan. Penggabungan jawaban individu menjadi skor organisasi memerlukan alasan substantif dan prosedur analitis yang sesuai; tanpa itu, kesimpulan pada tingkat organisasi berisiko melampaui bukti yang terkumpul. Sebaliknya, data kinerja

perusahaan tidak otomatis menjelaskan sikap setiap karyawan. Penelitian tentang kesejahteraan psikologis pegawai di lingkungan instansi pemerintah, misalnya, menempatkan pegawai sebagai unit responden untuk menguji faktor yang terkait dengan kesejahteraan mereka (Kewas, 2025). Contoh tersebut menegaskan bahwa penetapan responden harus mengikuti konstruk dan tingkat analisis, bukan semata-mata daftar orang yang mudah dijangkau.

Pengumpulan data dapat pula menggabungkan sumber untuk menguji konsistensi bukti. Dalam studi kepuasan pelanggan, kuesioner dapat dilengkapi catatan transaksi atau pengaduan; dalam kajian produktivitas, laporan operasional dapat dibandingkan dengan wawancara pengelola. Penggabungan bukan jaminan otomatis bagi kebenaran, sebab sumber yang berbeda mungkin mengukur aspek berlainan atau memiliki cakupan waktu yang tidak sepadan. Nilai tambahnya terletak pada kemampuan membandingkan pola serta mengenali perbedaan yang memerlukan penjelasan. Penelitian tentang citra merek, harga, kepuasan, dan loyalitas menunjukkan penggunaan pendekatan kuantitatif untuk menguji hubungan antarkonstruk pada konsumen produk mi instan (Santoso, 2022). Dalam konteks tersebut, data persepsi konsumen relevan untuk konstruk sikap, tetapi klaim mengenai perilaku pembelian aktual akan memerlukan bukti tambahan dari transaksi atau catatan penjualan.

Sebelum pengumpulan dimulai, protokol perlu menetapkan siapa yang mengumpulkan data, periode pengumpulan, instruksi yang disampaikan, cara merekam jawaban, serta prosedur menghadapi penolakan atau jawaban tidak lengkap. Standarisasi prosedur mengurangi variasi yang timbul dari perbedaan pelaksana, sementara dokumentasi perubahan lapangan membantu peneliti menilai apakah data tetap dapat dibandingkan. Pada perusahaan dengan banyak cabang, misalnya, instruksi survei kepada pegawai perlu seragam agar makna pertanyaan tidak

berubah dari satu lokasi ke lokasi lain. Di sisi lain, konsistensi prosedur tidak berarti mengabaikan kondisi lokal; istilah yang tidak dikenal responden dapat memerlukan penyesuaian yang dicatat dan diuji terlebih dahulu. Pembahasan instrumen pengukuran pada sub-bab berikutnya memperinci bagaimana konsistensi itu dibangun pada tingkat pertanyaan dan indikator.

Tabel 3.1 Teknik Pengumpulan Data, Bukti, Contoh, dan Risiko

Teknik	Bukti yang diperoleh	Contoh manajemen	Risiko yang perlu dikendalikan
Survei	Jawaban terstruktur	Persepsi pegawai cabang	Nonrespons dan jawaban sosial
Wawancara	Penjelasan pengalaman	Alasan karyawan keluar	Pengaruh pewawancara
Observasi	Praktik yang tampak	Alur layanan pelanggan	Perubahan perilaku saat diamati
Dokumentasi	Catatan organisasi	Absensi dan penjualan	Definisi kategori yang tidak sesuai
Data digital	Jejak interaksi	Klik pada aplikasi	Cakupan dan privasi pengguna

Tabel 3.1 merangkum hubungan antara teknik, jenis bukti, dan risiko yang dapat memengaruhi interpretasi. Pemilihan metode yang tepat tetap membutuhkan penilaian atas kesesuaian bukti dengan pertanyaan riset, bukan sekadar pencocokan mekanis antara teknik dan topik.

Riset di Indonesia dapat menggabungkan survei pegawai, wawancara manajer, dan catatan operasional ketika menilai produktivitas pada perusahaan manufaktur atau penyedia jasa. Penelitian pada perusahaan lokal mengenai lingkungan kerja dan disiplin kerja, misalnya, menggunakan kuesioner kepada pegawai sebagai sumber data untuk mengkaji produktivitas (Putra, 2025). Temuan berbasis kuesioner memberi informasi tentang persepsi responden, tetapi tidak dengan sendirinya menggantikan ukuran produktivitas objektif seperti jumlah keluaran atau waktu penyelesaian. Pembedaan ini penting agar kesimpulan tidak

memperlakukan persepsi dan kinerja aktual sebagai konstruk yang identik.

Pengumpulan data juga mencakup tanggung jawab terhadap persetujuan, kerahasiaan, pembatasan akses, dan penggunaan sesuai tujuan yang dijelaskan kepada partisipan. Dalam praktik organisasi, relasi atasan-bawahan dapat membuat partisipasi tampak wajib meskipun survei dinyatakan sukarela. Peneliti perlu memisahkan identitas dari jawaban jika identifikasi tidak dibutuhkan, membatasi akses pada data sensitif, serta menerangkan bagaimana hasil akan dilaporkan. Untuk data pelanggan dari platform digital, penggabungan rekaman aktivitas dengan informasi demografis dapat meningkatkan risiko identifikasi, sehingga prinsip minimisasi data dan pengamanan akses menjadi bagian dari rancangan, bukan urusan setelah analisis. Kualitas data yang dapat dipertanggungjawabkan dengan demikian mencakup bukan hanya akurasi pencatatan, melainkan juga legitimasi proses memperolehnya.

C. Desain Kuesioner dan Instrumen Pengukuran

Instrumen pengukuran menjembatani konsep manajerial yang abstrak dengan jawaban atau observasi yang dapat dianalisis. Kepuasan kerja, kepercayaan pelanggan, disiplin, dan kualitas layanan tidak hadir sebagai angka yang dapat dicatat secara langsung; peneliti harus menetapkan indikator yang merepresentasikan dimensi konsep tersebut. Ketepatan pengukuran karenanya bergantung pada hubungan yang dapat dijelaskan antara definisi konseptual, indikator, dan butir instrumen. Literatur metodologi menempatkan penyusunan instrumen sebagai bagian dari rancangan penelitian yang perlu diselaraskan dengan tujuan dan subjek penelitian (Nashrullah, 2023), sedangkan pembahasan teknik pengukuran menggarisbawahi kebutuhan untuk merumuskan apa yang diamati dan bagaimana hasilnya dicatat (Rizal, 2020).

Kuesioner yang dirancang baik tidak hanya memuat pertanyaan yang tampak relevan. Setiap butir perlu memiliki fungsi analitis yang jelas: mengukur indikator tertentu, mengidentifikasi karakteristik responden, atau membantu menilai konteks jawaban. Jika butir tidak terkait dengan konstruk atau keputusan analitis, penambahannya dapat membebani responden tanpa meningkatkan kualitas bukti. Sebaliknya, konstruk yang diwakili hanya oleh satu pertanyaan mungkin terlalu sempit untuk menangkap dimensinya, terutama bila konsep tersebut mencakup pengalaman yang beragam. Peneliti perlu menghindari penyamaan antara banyaknya butir dan mutu pengukuran; kecukupan cakupan isi lebih menentukan daripada panjang kuesioner itu sendiri.

Perumusan pertanyaan memerlukan perhatian pada kejelasan bahasa dan netralitas. Pertanyaan ganda, seperti meminta responden menilai “kecepatan dan keramahan layanan” sekaligus, menghasilkan jawaban yang sulit ditafsirkan ketika responden menilai kedua aspek secara berbeda. Pertanyaan yang memuat asumsi, misalnya “seberapa puas Anda terhadap sistem baru yang lebih efisien,” mengarahkan jawaban dengan menganggap sistem telah terbukti efisien. Istilah teknis internal organisasi juga dapat menghasilkan pemahaman yang berbeda antara pegawai kantor pusat dan pegawai cabang. Dalam konteks Indonesia yang memiliki keragaman latar bahasa dan pengalaman kerja, pengujian pemahaman butir pada kelompok sasaran dapat menemukan istilah yang ambigu sebelum instrumen digunakan secara luas.

Skala respons harus sesuai dengan bentuk konstruk dan tingkat ketelitian yang diperlukan. Kategori nominal dapat membedakan kelompok tanpa menyatakan urutan; kategori ordinal menyatakan tingkatan, sedangkan skala numerik berjarak sama memerlukan asumsi dan dasar pengukuran yang lebih kuat. Keputusan menggunakan skala persetujuan, frekuensi, atau tingkat kepuasan seharusnya mengikuti makna pertanyaan. Pada survei pelanggan

layanan transportasi daring, misalnya, frekuensi penggunaan dan penilaian kepuasan merupakan dua informasi berbeda dan tidak seharusnya ditempatkan pada satu skala respons yang sama. Penggunaan kategori “tidak tahu” atau “tidak berlaku” juga perlu dirancang agar tidak diperlakukan sebagai titik tengah atau jawaban substantif saat analisis.

Kualitas instrumen sering dibahas melalui validitas dan reliabilitas, tetapi keduanya bukan label yang diperoleh hanya dengan menjalankan satu uji statistik. Validitas berkaitan dengan dukungan bukti bagi interpretasi skor untuk tujuan tertentu, sedangkan reliabilitas menyangkut konsistensi pengukuran dalam kondisi yang relevan. Kajian teknik pengukuran mengingatkan bahwa definisi operasional dan prosedur pencatatan harus jelas agar hasil dapat ditafsirkan secara konsisten (Rizal, 2020). Uji konsistensi internal, jika digunakan, tidak membuktikan bahwa seluruh butir mengukur konstruk yang tepat; butir yang sangat mirip dapat berkorelasi tinggi tetapi mengabaikan dimensi penting. Karena itu, pemeriksaan isi oleh ahli, uji coba pada responden yang serupa dengan sasaran, dan telaah hasil pengukuran perlu dipadukan.

Pengembangan instrumen yang bertahap dapat dimulai dengan menyusun peta konstruk dan indikator, menulis butir, meninjau bahasa, menguji coba, lalu merevisi berdasarkan bukti. Uji coba tidak hanya mengevaluasi statistik jawaban, melainkan juga waktu pengisian, pertanyaan yang sering dilewati, dan komentar responden mengenai istilah yang membingungkan. Jika survei dilakukan melalui telepon genggam, tampilan layar dan urutan pertanyaan perlu diperiksa karena format yang terbaca baik pada komputer belum tentu nyaman pada perangkat kecil. Adaptasi instrumen untuk konteks perusahaan di Indonesia juga tidak sepatutnya dilakukan dengan menerjemahkan kata demi kata;

makna butir dan relevansinya terhadap praktik kerja lokal harus tetap terjaga.

Tabel 3.2 Konstruk, Indikator, Butir, dan Pilihan Respons Instrumen

Konstruk	Indikator	Contoh butir	Pilihan respons
Keandalan layanan	Ketepatan waktu	Pesanan tiba pada waktu yang dijanjikan	Sangat tidak setuju–sangat setuju
Kejelasan informasi	Kelengkapan informasi	Informasi biaya ditampilkan sebelum transaksi	Sangat tidak setuju–sangat setuju
Disiplin kerja	Ketepatan hadir	Dalam sepekan terakhir, seberapa sering hadir sesuai jadwal?	Tidak pernah–selalu
Kepuasan pelanggan	Evaluasi pengalaman	Secara keseluruhan, bagaimana penilaian atas layanan?	Sangat tidak puas–sangat puas
Penggunaan aplikasi	Intensitas penggunaan	Berapa kali menggunakan aplikasi dalam tujuh hari terakhir?	Jumlah kejadian

Tabel 3.2 memperlihatkan bahwa konstruk yang berlainan menuntut bentuk pertanyaan dan respons yang berlainan pula. Contoh tersebut bersifat ilustratif; butir final tetap perlu ditinjau agar sesuai dengan definisi operasional serta karakteristik responden.

Penerapan pada perusahaan Indonesia dapat terlihat dalam survei pengguna dompet digital. Penelitian tentang penggunaan OVO untuk transaksi di Tokopedia mengkaji persepsi kemudahan, kepercayaan, promosi, dan keputusan penggunaan (Sanusi, 2025). Konstruk-konstruk tersebut memerlukan butir terpisah: kemudahan penggunaan tidak dapat diwakili oleh pertanyaan mengenai tingkat kepercayaan, meskipun keduanya mungkin

berkaitan dalam model penelitian. Contoh ini menunjukkan bahwa desain kuesioner harus menjaga pemisahan konseptual sebelum hubungan antarvariabel dianalisis.

Urutan pertanyaan dapat memengaruhi cara responden memaknai butir berikutnya. Pertanyaan penyaring yang menentukan kelayakan responden sebaiknya muncul sebelum pertanyaan terperinci, sedangkan pertanyaan sensitif perlu ditempatkan dengan pertimbangan privasi dan beban psikologis. Identitas pribadi tidak perlu dikumpulkan hanya karena tersedia pada sistem organisasi; setiap elemen harus memiliki alasan analitis dan perlindungan yang proporsional. Dalam survei pegawai, persepsi mengenai atasan atau iklim kerja dapat berubah apabila responden meragukan kerahasiaan jawabannya. Oleh sebab itu, penjelasan tentang penggunaan data dan cara pelaporan merupakan bagian substantif dari desain instrumen, bukan sekadar teks pembuka.

D. Sampling Probabilitas dan Nonprobabilitas

Strategi pengambilan sampel menentukan kelompok mana yang berpeluang tercakup dalam penelitian dan batas klaim yang dapat dibuat dari hasilnya. Sampel bukan sekadar sejumlah responden yang berhasil diperoleh; hubungannya dengan populasi bergantung pada definisi populasi sasaran, kerangka yang digunakan, dan mekanisme pemilihan unit. Bab 8 membahas lebih lanjut galat pengambilan sampel dan distribusi sampling, sedangkan fokus di sini adalah konsekuensi desain probabilitas dan nonprobabilitas bagi riset manajemen. Kajian metodologi penelitian menempatkan penentuan subjek dan teknik pengambilan data sebagai keputusan yang perlu sejalan dengan tujuan penelitian (Nashrullah, 2023).

Dalam pengambilan sampel probabilitas, setiap unit dalam kerangka memiliki peluang terpilih yang diketahui dan lebih besar dari nol. Pemilihan acak sederhana memberikan peluang yang

setara ketika kerangka memadai; pengambilan sampel sistematis memilih unit dengan interval tertentu setelah titik awal ditetapkan secara acak. Pengambilan sampel berstrata membagi populasi ke dalam kelompok yang relevan, seperti wilayah atau jenis cabang, lalu memilih unit dari setiap strata. Pengambilan sampel klaster memilih kelompok terlebih dahulu, misalnya cabang atau gerai, kemudian dapat mengamati unit di dalamnya. Keunggulan utamanya adalah dasar yang lebih transparan untuk menilai keterwakilan dan ketidakpastian berbasis desain. Keunggulan itu tidak menghapus risiko kerangka yang tidak lengkap, penolakan responden, atau pelaksanaan prosedur yang menyimpang.

Pengambilan sampel nonprobabilitas tidak menetapkan peluang pemilihan yang diketahui untuk setiap anggota populasi. Sampel kemudahan merekrut unit yang mudah dijangkau, sampel purposif memilih kasus yang memenuhi kriteria substantif, dan sampel kuota berusaha memenuhi komposisi kelompok tertentu tanpa pemilihan acak di dalam kelompok. Teknik tersebut dapat sesuai bagi studi eksploratif, penelitian kualitatif, atau situasi ketika populasi sasaran sulit diidentifikasi. Wawancara dengan manajer berpengalaman untuk memetakan risiko implementasi sistem baru, misalnya, dapat menggunakan pemilihan purposif karena informasi yang dibutuhkan berasal dari pengalaman khusus. Namun, kuota yang menyerupai komposisi populasi tidak dengan sendirinya menghasilkan sampel probabilitas, sebab mekanisme pemilihan di dalam tiap kategori tetap tidak acak.

Klaim generalisasi perlu mengikuti mekanisme pemilihan, bukan sekadar ukuran sampel. Sampel nonprobabilitas yang besar tetap dapat mengecualikan kelompok tertentu secara sistematis; sampel probabilitas yang kecil pun tidak otomatis menghasilkan estimasi presisi. Selain ukuran, peneliti perlu mempertimbangkan cakupan kerangka, tingkat respons, variasi populasi, dan tujuan analisis. Studi mengenai kepercayaan dan niat menggunakan produk bank

syariah, misalnya, menghadapi populasi yang tidak diketahui dan menggunakan pendekatan representatif untuk menjangkau calon responden (Jasin, 2021). Kondisi populasi yang tidak diketahui menuntut keterbukaan mengenai cara perekrutan dan batas inferensi; istilah “representatif” tidak menggantikan uraian tentang prosedur yang benar-benar diterapkan.

Tabel 3.3 Desain Sampling berdasarkan Situasi Riset dan Batas Inferensi

Situasi riset	Pilihan desain	Dasar pemilihan	Batas inferensi
Survei seluruh cabang	Berstrata	Cabang menjadi kelompok penting	Dipengaruhi respons tiap strata
Audit layanan beberapa gerai	Klaster	Gerai dipilih sebagai kelompok	Tidak semua gerai tercakup
Wawancara pakar logistik	Purposif	Pengalaman khusus diperlukan	Tidak untuk estimasi populasi
Survei pelanggan yang mudah dijangkau	Kemudahan	Akses cepat dan terbatas	Risiko bias seleksi tinggi
Studi populasi kecil terdaftar	Acak sederhana	Kerangka anggota tersedia	Bergantung kelengkapan daftar

Tabel 3.3 menautkan konteks penelitian dengan desain yang mungkin dipilih serta batas inferensinya. Pilihan pada kolom desain bukan resep universal; peneliti perlu memastikan bahwa strategi tersebut sesuai dengan tujuan estimasi atau eksplorasi.

Pada perusahaan dengan cabang di berbagai provinsi, pengambilan sampel berstrata dapat memastikan keterwakilan wilayah atau tipe cabang dalam rancangan, asalkan daftar unit dan prosedur pemilihan tersedia. Sebaliknya, survei tautan terbuka yang disebarkan melalui media sosial mungkin menjangkau banyak pelanggan, tetapi responden yang memilih berpartisipasi dapat berbeda dari pelanggan yang tidak merespons. Penelitian tentang kepuasan pelanggan layanan Go-Ride pada kelompok mahasiswa di satu fakultas, misalnya, memberikan bukti mengenai kelompok

yang diteliti, tetapi tidak otomatis menggambarkan seluruh pengguna layanan di Indonesia (Natasya, 2023). Konteks tersebut menunjukkan mengapa deskripsi populasi sasaran harus spesifik: “pelanggan” terlalu luas apabila kerangka dan responden hanya berasal dari kelompok lokal tertentu.

Pemilihan probabilitas juga membutuhkan kerangka yang memadai dan prosedur pelaksanaan yang tertib. Daftar pegawai yang tidak diperbarui dapat menghilangkan karyawan kontrak atau pegawai yang baru masuk; daftar pelanggan yang hanya mencakup pengguna aktif dapat mengabaikan pelanggan yang telah berhenti. Pengambilan sampel sistematis berisiko menghasilkan pola jika urutan daftar berkaitan dengan karakteristik yang diteliti. Pada pengambilan sampel berklaster, biaya lapangan dapat ditekan karena pengumpulan dipusatkan pada sejumlah lokasi, tetapi kemiripan unit dalam klaster perlu dipertimbangkan saat analisis. Dengan demikian, istilah “acak” hanya bermakna apabila prosedur pengacakan, kerangka, dan pelaksanaannya terdokumentasi.

Pengambilan sampel nonprobabilitas dapat memberi akses pada kelompok yang tidak tercakup dalam daftar formal, tetapi transparansi perekrutan menjadi sangat penting. Peneliti perlu menjelaskan kriteria masuk, saluran undangan, jumlah orang yang dihubungi bila diketahui, dan alasan memilih kasus. Dalam riset UMKM di kota tertentu, misalnya, purposive sampling dapat diarahkan kepada pemilik usaha yang telah menggunakan pembiayaan digital selama periode tertentu. Hasilnya berguna untuk memahami mekanisme dan pengalaman dalam kelompok sasaran tersebut; hasil itu tidak seharusnya diperlakukan sebagai estimasi prevalensi bagi seluruh UMKM Indonesia. Pembedaan antara kedalaman pemahaman dan keterwakilan statistik menjaga agar bukti tidak digunakan melampaui jangkauannya.

Terakhir, pemilihan ukuran sampel perlu mengikuti rancangan, bukan formula tunggal yang dilepaskan dari konteks. Tujuan estimasi parameter, perbandingan kelompok, atau pemodelan hubungan membutuhkan pertimbangan berbeda; keragaman populasi, jumlah kelompok, desain berklaster, dan perkiraan nonrespons juga berpengaruh. Perhitungan ukuran tidak memperbaiki kesalahan definisi populasi ataupun bias seleksi yang sudah tertanam pada perekrutan. Karena itu, argumentasi tentang kelayakan sampel harus menyebutkan tujuan analisis, mekanisme pemilihan, dan keterbatasan cakupan secara bersamaan.

E. Data Cleaning, Coding, dan Transformasi Data

Data yang terkumpul belum otomatis siap dianalisis. Respons survei dapat memuat salah ketik, kategori yang tidak konsisten, duplikasi, atau nilai yang tidak mungkin; catatan operasional pun dapat memakai format tanggal dan definisi kode yang berbeda antarunit. Pembersihan, pengodean, dan transformasi merupakan tahapan untuk membuat struktur data dapat diperiksa dan digunakan tanpa menghapus makna yang terkandung di dalamnya. Buku pengolahan data statistik dengan SPSS menempatkan penyiapan data sebagai bagian dari proses analisis, bukan sekadar tahap administratif sebelum perangkat lunak dijalankan (Setiawan, 2025).

Pembersihan data dimulai dengan mempertahankan salinan sumber yang tidak diubah. Data mentah menjadi acuan untuk menelusuri keputusan koreksi, sementara salinan kerja digunakan untuk pemeriksaan dan transformasi. Pemeriksaan awal dapat mencakup jumlah baris dan kolom, tipe variabel, rentang nilai yang diperbolehkan, format tanggal, identitas duplikat, serta konsistensi antarvariabel. Pada basis data pegawai, misalnya, tanggal mulai bekerja yang lebih akhir daripada tanggal berhenti dapat menandakan kesalahan pencatatan atau definisi kolom yang keliru. Nilai tersebut tidak semestinya langsung ditimpa sebelum peneliti

mengetahui apakah masalah bersumber dari entri, aturan bisnis, atau penggabungan data.

Pengodean menerjemahkan jawaban atau kategori menjadi bentuk yang dapat dikelola secara konsisten. Untuk pertanyaan tertutup, label seperti “setuju”, “Setuju”, dan “S” dapat diseragamkan melalui kamus kode yang mencatat kategori dan nilainya. Namun, kode numerik tidak mengubah skala pengukuran: memberi angka 1, 2, dan 3 pada kategori jabatan tidak menjadikan jarak antarjabatan bermakna secara kuantitatif. Untuk jawaban terbuka, pengodean memerlukan kategori yang didefinisikan, aturan memasukkan kutipan ke kategori, dan pencatatan kasus yang tidak cocok. Proses ini mengandung pertimbangan analitis; karena itu, perubahan kategori harus terdokumentasi agar interpretasi tidak bergeser tanpa disadari.

Transformasi data mencakup pengubahan format, pembentukan variabel turunan, penggabungan kategori, atau agregasi pada tingkat tertentu. Jika tanggal transaksi disimpan sebagai teks dengan format berbeda, transformasi menjadi format tanggal terstandar memudahkan penyusunan data runtun waktu. Rasio penjualan per pegawai dapat dibentuk dari total penjualan dan jumlah pegawai, tetapi definisi periode dan populasi pegawai harus konsisten. Agregasi transaksi harian menjadi bulanan dapat menghilangkan variasi harian; perubahan resolusi itu tepat hanya jika sesuai dengan pertanyaan penelitian. Transformasi bukan operasi netral, karena pilihan rumus, batas kategori, dan tingkat agregasi menentukan pola apa yang tampak pada analisis berikutnya.

Tabel 3.4 Masalah Data dan Tindakan Pembersihan yang Terdokumentasi

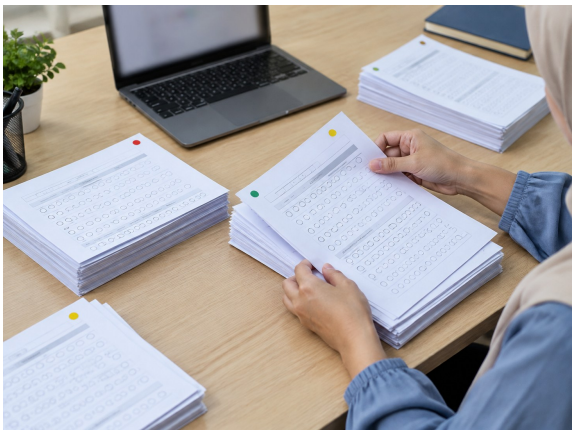
Rekaman	Nilai awal	Masalah	Tindakan terdokumentasi
Pegawai A	“Jakarta”, “JKT”	Label ganda	Samakan ke kode

			wilayah
Transaksi B	31/02/2025	Tanggal tidak valid	Periksa sumber transaksi
Survei C	Skor 7 pada skala 1–5	Di luar rentang	Cocokkan dengan formulir
Pelanggan D	Dua baris, ID sama	Kemungkinan duplikat	Verifikasi waktu dan isi
Cabang E	“Tidak berlaku” = 0	Kode ambigu	Pisahkan dari nilai nol

Tabel 3.4 menunjukkan contoh masalah yang dapat dijumpai dalam data manajemen dan tindakan yang tidak menghapus jejak keputusan. Nilai yang mencurigakan tidak selalu merupakan kesalahan; verifikasi terhadap sumber atau aturan pencatatan diperlukan sebelum koreksi dilakukan.

Penerapan pada survei perusahaan di Indonesia dapat melibatkan penyatuan data dari sejumlah cabang yang memakai singkatan wilayah atau format tanggal berbeda. Jika keseragaman dilakukan tanpa menyimpan tabel pemetaan dan catatan perubahan, peneliti kehilangan kemampuan menelusuri asal kategori. Praktik pencatatan terstruktur relevan pula bagi sistem administrasi pegawai dan penggajian, karena informasi pegawai menopang proses operasional yang memerlukan konsistensi data (Wibowo, 2021). Dalam konteks tersebut, kesalahan kode jabatan atau periode penggajian dapat memengaruhi bukan hanya hasil statistik, melainkan juga keputusan administratif.

Salah satu hasil pembersihan survei adalah pemisahan formulir yang lengkap, tidak lengkap, atau memuat jawaban yang tidak konsisten. Adegan berikut menempatkan kegiatan pemeriksaan sebagai kerja dokumenter yang konkret: formulir diperiksa dan dikelompokkan sebelum data dipindahkan ke tahap analisis.



Gambar 3.1 Membersihkan Data Survei. Sumber: Ilustrasi, diolah penulis

Gambar 3.1 menekankan bahwa pembersihan dimulai dengan pemeriksaan bukti dan pemisahan kasus berdasarkan aturan, bukan dengan menghapus baris yang tampak tidak sesuai. Catatan mengenai alasan formulir dipertahankan atau dikeluarkan membantu menjaga keterlacakan keputusan.

Alur kerja yang dapat dipertanggungjawabkan mencatat aturan sebelum atau selama pelaksanaan, termasuk jumlah rekaman sebelum dan sesudah setiap tahap. Perubahan manual perlu menyimpan nilai awal, nilai hasil koreksi, alasan, tanggal, dan pelaksana. Pemeriksaan silang terhadap ringkasan frekuensi atau sampel acak baris dapat mengungkap kesalahan pengodean yang tidak terlihat pada data mentah. Dalam pengolahan menggunakan perangkat lunak, skrip atau sintaks yang dapat dijalankan ulang membantu memastikan bahwa proses menghasilkan keluaran konsisten; dokumentasi itu juga memudahkan audit ketika definisi variabel berubah (Setiawan, 2025).

Pembersihan harus dibedakan dari penyesuaian data agar hasil tampak sesuai dengan dugaan. Menghapus observasi yang tidak sejalan dengan pola mayoritas tanpa alasan yang telah ditetapkan dapat mengubah kesimpulan. Demikian pula, menggabungkan

kategori kecil mungkin memudahkan penyajian tetapi mengaburkan perbedaan substantif. Keputusan koreksi dan transformasi perlu didasarkan pada aturan yang terkait dengan proses pengukuran atau kebutuhan analisis, dan perubahan yang berdampak pada interpretasi perlu dijelaskan. Penanganan khusus untuk nilai hilang, pencilan, dan inkonsistensi dibahas pada sub-bab berikutnya, karena masing-masing membutuhkan diagnosis sebelum tindakan dipilih.

F. Penanganan Missing Value, Outlier, dan Inkonsistensi Data

Nilai hilang, pencilan, dan inkonsistensi bukan satu jenis masalah yang dapat diselesaikan dengan aturan penghapusan seragam. Nilai hilang menunjukkan bahwa informasi tidak tersedia pada suatu variabel; pencilan merupakan observasi yang jauh dari pola sebagian besar data; inkonsistensi terjadi ketika nilai atau hubungan antarnilai bertentangan dengan aturan pencatatan atau logika konteks. Ketiganya dapat berasal dari proses yang berbeda dan memiliki implikasi berbeda bagi analisis. Buku pengolahan data dan analisis statistik menekankan perlunya menyiapkan data secara terstruktur sebelum analisis, sementara sistem pengolahan data administratif memperlihatkan konsekuensi praktis dari pencatatan yang tidak tertib (Setiawan, 2025; Wibowo, 2021).

Nilai hilang dapat terjadi karena responden melewatkan pertanyaan, pertanyaan tidak relevan bagi kelompok tertentu, sistem gagal merekam jawaban, atau data tidak tersedia pada sumber sekunder. Pola kehilangan perlu diperiksa menurut variabel, responden, waktu, dan kelompok; proporsi yang sama dapat menyembunyikan mekanisme yang berbeda. Jika pelanggan enggan menjawab pertanyaan pendapatan, kehilangan mungkin berkaitan dengan karakteristik responden. Jika satu kolom kosong karena gangguan integrasi sistem pada hari tertentu, mekanismenya lebih dekat pada masalah operasional. Menghapus

semua baris yang mengandung nilai hilang dapat mengurangi ukuran sampel dan mengubah komposisi data, terutama bila kasus yang hilang berbeda secara sistematis dari kasus yang lengkap.

Pilihan penanganan bergantung pada tujuan analisis dan mekanisme kehilangan yang masuk akal. Penghapusan kasus dapat dipertimbangkan ketika jumlah dan pola kehilangan tidak mengancam interpretasi, tetapi keputusan tersebut tetap perlu dilaporkan. Pengisian dengan satu nilai, seperti rata-rata, dapat menekan variasi dan mengubah hubungan antarvariabel; tindakan itu bukan solusi netral. Metode imputasi yang lebih kompleks pun tidak memperbaiki masalah secara otomatis jika asumsi model tidak sesuai dengan proses kehilangan. Sebelum memilih prosedur, peneliti perlu memeriksa apakah nilai kosong berarti “tidak diketahui”, “tidak berlaku”, atau “tidak menjawab”, sebab ketiganya tidak memiliki makna yang sama. Kode “tidak berlaku” yang dimasukkan sebagai nol, misalnya, dapat merusak interpretasi ketika nol merupakan nilai substantif.

Pencilan perlu diperiksa dengan gabungan bukti statistik dan pengetahuan konteks. Nilai transaksi yang jauh lebih besar daripada transaksi lain bisa berasal dari salah penempatan tanda desimal, transaksi grosir yang sah, atau kejadian khusus yang memang penting bagi manajemen. Menghapusnya hanya karena jauh dari pusat distribusi dapat meniadakan informasi mengenai segmen bernilai tinggi atau gangguan operasional. Sebaliknya, mempertahankan salah input juga dapat memengaruhi ukuran pemusatan, penyebaran, dan model yang peka terhadap nilai ekstrem. Pemeriksaan sumber, satuan, periode, dan unit pengamatan membantu membedakan nilai yang valid tetapi ekstrem dari kesalahan pencatatan; analisis sensitivitas dapat memperlihatkan apakah kesimpulan berubah ketika kasus tersebut ditangani secara berbeda.

Inkonsistensi sering tampak sebagai pelanggaran batas atau pertentangan antarkolom. Jumlah barang yang dikirim tidak semestinya melebihi jumlah yang dipesan tanpa penjelasan proses, tanggal pengunduran diri pegawai tidak semestinya mendahului tanggal mulai bekerja, dan kode cabang seharusnya cocok dengan daftar cabang yang berlaku. Namun, aturan bisnis harus dirumuskan berdasarkan definisi dan periode yang tepat. Perubahan status pegawai yang dimasukkan setelah tanggal transaksi, misalnya, mungkin membuat dua kolom tampak bertentangan padahal keduanya merujuk pada tanggal berbeda. Peneliti perlu membedakan inkonsistensi nyata dari perbedaan definisi, keterlambatan pembaruan, atau perubahan proses organisasi.

Tabel 3.5 Pemeriksaan dan Penanganan Missing Value, Outlier, dan Inkonsistensi Data

Masalah	Pemeriksaan awal	Tindakan yang mungkin	Dokumentasi
Skor survei kosong	Pola per responden dan butir	Analisis kasus lengkap atau imputasi	Alasan dan metode
Transaksi ekstrem	Satuan dan bukti sumber	Pertahankan atau koreksi	Nilai sebelum-sesudah
Tanggal tidak logis	Format dan urutan peristiwa	Verifikasi sumber	Aturan validasi
Kode cabang berbeda	Daftar kode resmi	Pemetaan kode	Tabel pemetaan
Nilai nol ambigu	Definisi variabel	Bedakan nol dan tidak berlaku	Kamus data

Tabel 3.5 memperlihatkan bahwa tindakan yang tepat bergantung pada diagnosis awal dan perlu meninggalkan jejak yang dapat ditinjau. Kategori masalah saja tidak cukup untuk memutuskan apakah suatu nilai harus dihapus, diubah, atau dipertahankan.

Dalam organisasi Indonesia, masalah tersebut dapat timbul saat data penjualan dan persediaan dikonsolidasikan dari gerai yang menggunakan sistem atau kebiasaan pencatatan berbeda. Nilai

penjualan harian yang sangat tinggi di satu gerai bisa merefleksikan promosi lokal, transaksi grosir, atau kesalahan input; data tidak layak langsung disingkirkan sebelum konteks transaksi diperiksa. Demikian pula, data pegawai lintas unit dapat memiliki nilai kosong karena definisi kolom yang tidak seragam, bukan karena informasi benar-benar tidak tersedia. Pengembangan sistem informasi pengolahan pegawai dan penggajian menyoroti kebutuhan pengelolaan data yang tepat dalam proses administrasi tersebut (Wibowo, 2021). Contoh ini memperlihatkan bahwa kualitas data tidak hanya ditentukan oleh bentuk angka, melainkan juga oleh proses organisasi yang menghasilkan angka itu.

Keputusan penanganan perlu diselaraskan dengan estimand atau besaran yang hendak dijelaskan. Jika tujuan penelitian adalah menilai rata-rata waktu layanan bagi seluruh transaksi, menghapus pencilan yang merupakan transaksi sah dapat mengubah sasaran estimasi. Jika analisis berfokus pada proses layanan normal, peneliti tetap perlu menetapkan kriteria “normal” secara substantif dan menjelaskan dampak penyaringan. Analisis dengan dan tanpa kasus tertentu dapat membantu menunjukkan ketahanan kesimpulan, tetapi hasilnya harus dibaca sebagai pemeriksaan sensitivitas, bukan sebagai cara memilih hasil yang paling disukai. Ketika imputasi digunakan, hasil analisis sebaiknya dipahami dengan memperhatikan ketidakpastian yang diperkenalkan oleh nilai pengganti.

Penanganan nilai hilang juga perlu membedakan kehilangan pada satu butir dari kehilangan seluruh unit. Respons survei yang terputus di tengah kuesioner dapat memiliki pola berbeda dari responden yang tidak pernah mengirimkan jawaban. Data administrasi yang tidak tersedia karena suatu cabang belum melaporkan periode tertentu pun berbeda dari nilai yang tidak berlaku untuk cabang tersebut. Pengkodean eksplisit atas alasan kehilangan, sejauh dapat diketahui, membantu mencegah berbagai

keadaan itu dilebur menjadi satu kategori kosong. Dalam pelaporan, jumlah kasus yang tersedia pada setiap analisis perlu dijelaskan agar pembaca dapat menilai apakah perubahan hasil mungkin berkaitan dengan perubahan komposisi sampel.

Prosedur operasional yang kuat menetapkan aturan validasi sejak awal, memeriksa masalah sebelum analisis, dan menyimpan rekaman perubahan. Pengelola dapat menyusun daftar pemeriksaan yang mencakup batas nilai, format, duplikasi, konsistensi waktu, dan keterkaitan antarkolom; setiap aturan perlu memiliki penanggung jawab dan cara penanganan pengecualian. Aturan otomatis mempercepat deteksi, tetapi tidak selalu dapat menentukan apakah anomali valid. Karena itu, sistem perlu membedakan penandaan untuk pemeriksaan dari koreksi otomatis yang mengubah data. Keputusan akhir harus mempertimbangkan bukti sumber dan konteks manajerial, lalu dicatat agar hasil analisis dapat ditelusuri kembali.

Kesimpulan analitis menjadi lebih dapat dipertanggungjawabkan ketika peneliti melaporkan jenis masalah yang ditemukan, proporsi kasus terdampak, tindakan yang dipilih, serta alasan metodologisnya. Pengungkapan tersebut memungkinkan pembaca menilai konsekuensi keputusan terhadap cakupan data dan interpretasi hasil. Dengan demikian, penanganan data bermasalah bukan kegiatan kosmetik untuk menghasilkan berkas yang tampak rapi, melainkan bagian dari argumen empiris mengenai bukti mana yang layak digunakan dan batas apa yang harus menyertai keputusan manajerial.

BAB 4
EKSPLORASI DAN VISUALISASI DATA

A. Pendahuluan

Organisasi kini menghasilkan data dari transaksi, interaksi pelanggan, operasi, dan lingkungan eksternal dalam volume serta kecepatan yang terus meningkat. Namun, kelimpahan data tidak dengan sendirinya menghasilkan pengetahuan yang berguna bagi manajemen: catatan mentah dapat menyamarkan pola, anomali, ketimpangan, dan perubahan yang relevan bagi keputusan. Pergeseran dari pelaporan deskriptif menuju pengambilan keputusan berbasis data menuntut kemampuan untuk menelaah struktur dan mutu data sebelum menarik kesimpulan atau membangun model. Dalam praktiknya, kesenjangan kerap muncul antara ketersediaan perangkat analitik dan kecakapan menafsirkan hasilnya secara kritis; grafik yang menarik, misalnya, dapat mengarahkan perhatian pada hubungan yang keliru apabila skala, agregasi, atau konteksnya diabaikan. Karena itu, eksplorasi dan visualisasi bukan sekadar tahap teknis, melainkan landasan penalaran analitis yang menghubungkan bukti empiris dengan pertimbangan manajerial.

Kajian dalam bab ini menelusuri proses tersebut dari pengenalan pola hingga komunikasi temuan. Pembahasan diawali dengan konsep *Exploratory Data Analysis* (EDA) sebagai pendekatan untuk mengungkap karakteristik data dan merumuskan pertanyaan analitis. Selanjutnya, distribusi frekuensi dan tabulasi data dibahas sebagai cara merangkum serta membandingkan informasi; grafik, diagram, histogram, boxplot, dan scatterplot ditinjau menurut kegunaan dan batas interpretasinya. Uraian kemudian beralih ke dashboard dan visualisasi data bisnis, sebelum

mengkaji prinsip *data storytelling* dalam mendukung keputusan. Dalam keseluruhan argumentasi buku, bab ini menjembatani pengolahan data dengan analisis dan penerapan hasilnya dalam konteks manajemen. Tinjauan ini mengungkap bahwa visualisasi yang bertanggung jawab perlu berpijak pada pemeriksaan data, pemilihan representasi yang sesuai, dan penyampaian konteks serta ketidakpastian. Urgensi pendekatan tersebut semakin nyata ketika keputusan organisasi harus dibuat cepat, dapat dipertanggungjawabkan, dan peka terhadap konsekuensi bagi pemangku kepentingan. Untuk membangun landasan bagi tahapan berikutnya, pembahasan terlebih dahulu menelaah konsep EDA dan perannya dalam penyelidikan data.

B. Konsep Exploratory Data Analysis

EDA sebagai penyelidikan awal

Setelah data dikumpulkan, dibersihkan, dan disiapkan sebagaimana dibahas pada Bab 3, analisis perlu dimulai dengan pemeriksaan terhadap bentuk dan perilaku data yang benar-benar tersedia. *Exploratory Data Analysis* (EDA) menempatkan pemeriksaan itu sebagai penyelidikan awal: peneliti menelaah distribusi, variasi, hubungan, dan kemungkinan anomali sebelum menetapkan model atau menarik kesimpulan manajerial. Klaim utamanya bukan bahwa eksplorasi dapat menggantikan analisis formal, melainkan bahwa keputusan tentang analisis lanjutan menjadi lebih beralasan ketika karakter data telah diperiksa terlebih dahulu. Buku pengolahan dan analisis statistik menempatkan pengolahan data sebagai bagian dari rangkaian kerja analitis, bukan semata kegiatan administratif (Setiawan, 2025).

EDA bersifat iteratif. Pertanyaan awal mengarahkan pemeriksaan, tetapi temuan selama pemeriksaan dapat mengubah pertanyaan tersebut. Jika data transaksi menunjukkan lonjakan penjualan pada suatu cabang, misalnya, penyelidikan tidak berhenti

pada pengamatan lonjakan itu. Analisis perlu menelaah apakah perubahan terjadi pada semua produk, hanya pada kategori tertentu, atau berkaitan dengan promosi dan periode tertentu. Urutan ini mencegah satu angka agregat diperlakukan sebagai penjelasan lengkap atas kinerja. Dalam konteks manajemen, EDA karena itu berfungsi sebagai penghubung antara data yang telah disiapkan dan pemilihan analisis berikutnya.

EDA membedakan antara apa yang tampak dalam data dan apa yang dapat disimpulkan tentang proses bisnis. Pola penjualan yang meningkat dapat menjadi petunjuk mengenai efektivitas promosi, tetapi tidak dengan sendirinya membuktikan bahwa promosi menyebabkan kenaikan tersebut. Perubahan komposisi pelanggan, musim belanja, atau gangguan pasokan dapat menghasilkan pola yang serupa. Pembedaan antara pengamatan dan penjelasan kausal perlu dipertahankan agar temuan eksploratif tidak dinyatakan melebihi dukungan data. Hubungan antarvariabel dan persoalan kausalitas akan dibahas secara khusus pada Bab 11.

Dimensi pemeriksaan dan pembentukan pertanyaan

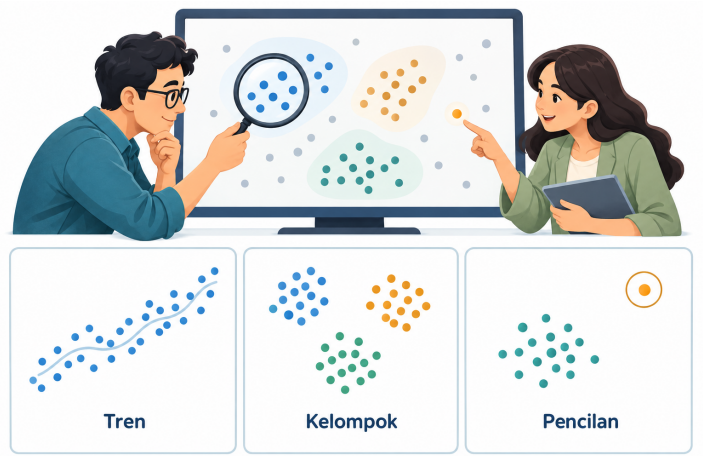
Pemeriksaan awal dapat diarahkan pada tiga dimensi yang saling melengkapi. Pertama, struktur data: jenis variabel, unit observasi, rentang waktu, dan kelompok yang tercakup. Kedua, bentuk distribusi: konsentrasi nilai, rentang, ketimpangan, dan pengamatan yang jauh dari pola umum. Ketiga, hubungan antarkarakteristik, seperti perbedaan penjualan antarcabang atau keterkaitan antara waktu pengiriman dan tingkat keluhan. Setiap dimensi memberikan jenis bukti yang berbeda; ringkasan keseluruhan dapat menyembunyikan variasi kelompok, sedangkan perbandingan kelompok tanpa pemeriksaan rentang waktu dapat mengaburkan perubahan musiman.

Kualitas temuan EDA bergantung pada ketepatan pertanyaan yang diajukan. Pertanyaan seperti “bagaimana kinerja

perusahaan?” terlalu luas untuk mengarahkan pemeriksaan. Pertanyaan yang lebih operasional—misalnya apakah keterlambatan pengiriman terkonsentrasi pada wilayah atau periode tertentu—menentukan variabel, pengelompokan, dan representasi yang relevan. Namun, pertanyaan yang terlalu sempit juga berisiko membuat analisis hanya mencari bukti yang sesuai dengan dugaan awal. Perspektif yang lebih kuat menggabungkan pemeriksaan terarah dengan keterbukaan terhadap pola yang tidak diantisipasi.

Pada perusahaan ritel di Indonesia, pemeriksaan penjualan berdasarkan cabang, kategori produk, dan waktu dapat mengungkap bahwa pertumbuhan total perusahaan berasal dari beberapa gerai saja. Temuan tersebut berbeda implikasinya dari pertumbuhan yang merata. Jika agregat menunjukkan kenaikan sementara sejumlah cabang mengalami penurunan, keputusan ekspansi tidak seharusnya hanya bertumpu pada angka total. Contoh ini menunjukkan bahwa EDA bukan hanya teknik untuk merangkum data, tetapi juga cara menguji apakah ukuran kinerja yang dipakai cukup mewakili kondisi operasional.

Pola visual membantu menajamkan pertanyaan analitis dengan menunjukkan bentuk distribusi, posisi nilai tengah, dan pengamatan yang menyimpang. Gambar berikut memperlihatkan bagaimana histogram dan boxplot dapat memberi pandangan yang saling melengkapi tanpa menetapkan angka yang tidak tersedia.



Gambar 4.1 Membaca Pola dalam Data. Sumber: Diolah penulis

Kedua representasi tersebut menekankan aspek berbeda dari data yang sama: histogram memperlihatkan bentuk sebaran, sedangkan boxplot merangkum posisi relatif dan kemungkinan pencilan. Penggunaan visual seperti ini sejalan dengan kebutuhan sistem bisnis untuk bergerak melampaui tampilan tabel yang hanya menyajikan catatan satu per satu; penelitian pengembangan AIRLOGS, misalnya, mengarahkan perhatian pada pemanfaatan dashboard dan visualisasi untuk pemantauan inventaris serta transaksi (Faried, 2025).

Batas interpretasi dan kegunaan manajerial

Pencilan yang ditemukan dalam EDA tidak otomatis merupakan kesalahan. Nilai penjualan yang jauh lebih tinggi dapat berasal dari transaksi besar yang sah, pencatatan ganda, atau kesalahan input. Setiap kemungkinan mengarah pada tindak lanjut berbeda: transaksi yang sah perlu dipertahankan dan ditafsirkan sebagai bagian dari proses bisnis, sedangkan duplikasi memerlukan koreksi data. Oleh sebab itu, penandaan statistik perlu diikuti verifikasi terhadap sumber dan konteks pencatatan. Bab 3 telah membahas persoalan pembersihan data secara lebih mendalam; dalam EDA,

fokusnya ialah mengenali pola yang layak diperiksa, bukan menetapkan diagnosis secara otomatis.

Tantangan lain muncul ketika data agregat mengaburkan perbedaan antarsegmen. Rata-rata waktu layanan, misalnya, bisa terlihat stabil meskipun sebagian pelanggan menunggu jauh lebih lama. Analisis per cabang, kanal, atau jenis layanan dapat memperlihatkan kondisi yang tertutup oleh nilai keseluruhan. Namun, pemecahan data ke banyak kelompok juga dapat menghasilkan pola yang tampak menonjol hanya karena jumlah observasi kecil. Karena itu, ukuran kelompok dan konteks pengumpulan perlu ikut dipertimbangkan sebelum pola kecil dijadikan dasar kebijakan.

Dalam organisasi, nilai EDA ditentukan pula oleh apakah hasilnya mengubah pemahaman atas persoalan yang sedang dihadapi. Sistem informasi manajemen yang mengintegrasikan data operasional dapat menyediakan landasan bagi keputusan, tetapi keberadaan sistem tidak menjamin bahwa informasi yang ditampilkan telah ditafsirkan secara tepat. Kajian pengembangan sistem informasi terintegrasi untuk UMKM menempatkan integrasi informasi sebagai dukungan terhadap operasi dan keputusan strategis; implikasinya, pemeriksaan analitis perlu memperhatikan bagaimana data operasional dihubungkan dengan kebutuhan keputusan (Nurhidayati, 2026). Dengan demikian, keluaran EDA sebaiknya berupa temuan yang terikat pada konteks, keterbatasan data, dan pertanyaan lanjutan—bukan sekadar kumpulan grafik.

C. Distribusi Frekuensi dan Tabulasi Data

Merangkum data tanpa menghilangkan konteks

Distribusi frekuensi merangkum jumlah kemunculan nilai atau kategori dalam suatu kumpulan data. Tabulasi memperluas fungsi tersebut dengan menyusun kategori dan ukuran secara teratur sehingga pola dapat dibandingkan. Keduanya mengubah catatan

individual menjadi gambaran yang lebih ringkas, tetapi ringkasan hanya informatif jika dasar pengelompokan sesuai dengan pertanyaan analitis. Jika batas kelas terlalu lebar, perbedaan penting dapat tersamarkan; jika terlalu rinci, pola umum sulit dikenali. Oleh sebab itu, tabulasi bukan pekerjaan mekanis yang netral, melainkan keputusan representasi yang memengaruhi apa yang terlihat.

Untuk variabel kategorik, tabel frekuensi biasanya memuat kategori, frekuensi absolut, dan bila relevan proporsi atau persentase. Untuk variabel numerik, nilai dapat ditampilkan satu per satu ketika jumlahnya terbatas atau dikelompokkan ke dalam interval ketika variasinya lebih luas. Frekuensi relatif memungkinkan perbandingan ketika ukuran kelompok berbeda, tetapi tidak menghapus pentingnya jumlah observasi. Persentase yang sama pada dua cabang dapat merepresentasikan jumlah pelanggan yang berbeda jauh jika ukuran basisnya tidak sama. Buku pengolahan data dan analisis statistik memberi landasan bagi penggunaan ringkasan statistik sebagai bagian dari proses kerja analitis (Setiawan, 2025).

Konstruksi kelas dan tabulasi silang

Pengelompokan variabel numerik memerlukan pertimbangan tentang jumlah kelas, lebar interval, serta batas yang saling eksklusif dan mencakup seluruh nilai. Untuk data nilai transaksi, interval seperti Rp0–Rp499.999 dan Rp500.000–Rp999.999 memiliki batas yang jelas. Sebaliknya, interval yang tumpang tindih dapat membuat satu transaksi masuk ke lebih dari satu kelas atau tidak masuk ke kelas mana pun. Pilihan interval yang tepat tidak dapat ditentukan hanya dari kebiasaan; tujuan pembacaan dan rentang data perlu menjadi pertimbangan.

Tabulasi silang menyajikan frekuensi gabungan dua atau lebih variabel kategorik. Tabel semacam ini dapat memperlihatkan,

misalnya, komposisi kanal pembelian menurut wilayah atau status pelanggan menurut jenis produk. Persentase baris menjawab bagaimana kategori kolom tersebar dalam setiap baris, sedangkan persentase kolom menjawab bagaimana kategori baris tersebar dalam setiap kolom. Pemilihan penyebut mengubah interpretasi; angka persentase tanpa kejelasan dasar perhitungan berisiko memberi kesan yang keliru.

Pertimbangan tersebut dapat diterapkan pada contoh ritel di Indonesia. Sebuah jaringan gerai ingin membandingkan hasil transaksi menurut kanal pembayaran. Data ilustratif di bawah menyajikan jumlah transaksi pada satu periode. Angka ini digunakan untuk menunjukkan cara membaca tabel frekuensi, bukan sebagai laporan empiris perusahaan tertentu.

Tabel 4.1 Distribusi Transaksi Ilustratif Menurut Kanal Pembayaran

Kanal pembayaran	Transaksi	Persentase
Tunai	180	30%
Kartu debit	150	25%
Dompet digital	210	35%
Transfer bank	60	10%
Jumlah	**600**	**100%**

Tabel menunjukkan bahwa dompet digital merupakan kategori dengan jumlah transaksi terbesar dalam contoh tersebut, sedangkan transfer bank memiliki jumlah terkecil. Kesimpulan itu terbatas pada transaksi yang tercakup, periode pengamatan, dan definisi kanal yang digunakan; tabel tidak menjelaskan alasan pilihan pelanggan ataupun nilai rupiah transaksinya.

Interpretasi dan risiko penyederhanaan

Distribusi frekuensi dapat membantu manajer mengidentifikasi kategori dominan, kelompok yang kurang terlayani, atau perubahan komposisi dari waktu ke waktu. Namun, frekuensi transaksi tidak sama dengan nilai penjualan. Seratus transaksi kecil dapat menghasilkan pendapatan lebih rendah daripada dua puluh transaksi bernilai besar. Karena itu, ukuran frekuensi perlu

disandingkan dengan ukuran yang relevan bagi keputusan, seperti nilai transaksi, margin, atau tingkat pengembalian, bergantung pada persoalan yang dianalisis.

Persentase juga memerlukan kehati-hatian ketika kelompok pembanding memiliki ukuran berbeda. Membandingkan jumlah keluhan antarcabang tanpa memperhitungkan jumlah pelanggan dapat memberi kesan bahwa cabang terbesar memiliki kualitas terburuk. Perbandingan tingkat keluhan per seribu transaksi mungkin lebih sesuai, tetapi ukuran berbasis rasio tersebut tetap harus ditafsirkan bersama jumlah transaksi yang menjadi penyebutnya. Basis yang kecil dapat membuat persentase berubah tajam akibat sedikit kejadian.

Tabulasi silang memperlihatkan pola gabungan, tetapi tidak membuktikan hubungan sebab-akibat. Jika proporsi transaksi dompet digital lebih tinggi pada kelompok pelanggan tertentu, temuan itu dapat mencerminkan perbedaan usia, wilayah, akses, promosi, atau faktor lain yang belum dicatat. Tabel berfungsi mengarahkan pemeriksaan lanjutan dan merumuskan hipotesis, bukan memastikan mekanisme yang menghasilkan pola. Pengambilan keputusan berbasis data juga mensyaratkan perhatian pada mutu dan konteks informasi yang digunakan, bukan hanya ketersediaan ringkasan numerik (W., 2026).

Tabulasi sebagai dasar komunikasi

Tabel yang efektif memperlihatkan satu tujuan utama, menggunakan label kategori yang konsisten, dan menyatakan unit serta periode observasi. Jika tabel berisi banyak kategori, kategori kecil dapat digabungkan hanya apabila penggabungan itu bermakna dan dijelaskan. Menggabungkan kategori semata-mata agar tabel terlihat rapi dapat menghilangkan perbedaan yang penting bagi kebijakan. Pada laporan bisnis, tabel ringkas sebaiknya

didampingi keterangan tentang cakupan data, sumber, dan aturan pengelompokan.

Dalam pemantauan operasi logistik, misalnya, tabulasi jumlah barang menurut status persediaan dapat mengarahkan perhatian pada kategori yang memerlukan pemeriksaan. Pengembangan sistem AIRLOGS yang mengoptimalkan visualisasi inventaris dan transaksi menunjukkan relevansi penyajian informasi operasional yang lebih mudah dipantau dibanding tampilan tabel semata (Faried, 2025). Hal ini tidak mengurangi fungsi tabel: tabel tetap berguna untuk pemeriksaan rinci, sementara grafik atau dashboard dapat membantu pembaca mengenali pola lebih cepat. Pemilihan di antara keduanya harus mengikuti tujuan analisis dan tingkat detail yang dibutuhkan.

D. Grafik, Diagram, Histogram, Boxplot, dan Scatterplot

Representasi visual sebagai argumen analitis

Grafik menerjemahkan data ke dalam posisi, panjang, bentuk, atau pola visual. Pilihan bentuk tersebut mengarahkan perhatian pembaca dan karena itu ikut membentuk argumen yang disampaikan. Grafik batang cocok untuk membandingkan kategori, grafik garis untuk menelaah perubahan berurutan sepanjang waktu, histogram untuk memperlihatkan bentuk distribusi numerik, boxplot untuk meringkas posisi dan penyebaran, sedangkan scatterplot membantu menelaah pola pasangan nilai numerik. Tidak ada satu bentuk visual yang unggul untuk semua data; kecocokan ditentukan oleh jenis variabel dan pertanyaan yang hendak dijawab.

Diagram dapat menyajikan kategori, komposisi, atau hubungan konseptual, tetapi tidak selalu tepat untuk data kuantitatif. Diagram lingkaran, misalnya, dapat sulit dibaca ketika kategori

banyak atau ukuran segmen berdekatan. Grafik batang umumnya lebih mudah untuk membandingkan panjang nilai antar kategori, asalkan skala sumbu dan urutan kategori tidak menyesatkan. Keputusan visual yang tampak teknis—seperti pemotongan sumbu—dapat memperbesar kesan perbedaan yang sebenarnya kecil. Kajian tentang pengembangan visualisasi dalam sistem logistik memperlihatkan pergeseran dari tabel menuju tampilan interaktif untuk mendukung pemantauan informasi inventaris dan transaksi (Faried, 2025).

Memilih grafik sesuai struktur data

Grafik batang mempertahankan identitas kategori dan memudahkan pembandingan. Pengurutan batang dapat membantu menyoroti kategori terbesar atau pola tertentu, tetapi urutan kronologis lebih tepat ketika kategori merepresentasikan waktu. Grafik garis menekankan kontinuitas dan urutan, sehingga sesuai untuk penjualan bulanan atau tingkat pengiriman harian. Menghubungkan titik yang tidak memiliki urutan bermakna dapat menyiratkan kesinambungan yang sebenarnya tidak ada.

Histogram membagi variabel numerik ke dalam interval, lalu menunjukkan frekuensi setiap interval. Bentuknya dipengaruhi oleh lebar dan titik awal kelas; pilihan berbeda dapat menghasilkan kesan distribusi yang berbeda. Histogram karena itu sebaiknya dibaca bersama ukuran sampel dan konteks pengukuran, bukan dianggap sebagai bentuk alamiah yang tidak dipengaruhi keputusan analitis. Boxplot menyederhanakan distribusi melalui median, kuartil, dan penanda nilai yang jauh dari rentang umum. Ringkasan tersebut efisien untuk membandingkan beberapa kelompok, tetapi tidak menunjukkan rincian bentuk distribusi sedalam histogram.

Scatterplot menempatkan pasangan observasi numerik pada bidang dua dimensi. Pola naik, turun, melengkung, atau mengelompok dapat menjadi petunjuk hubungan yang perlu

ditelaah lebih lanjut. Namun, titik yang berkumpul tidak menunjukkan arah sebab-akibat. Hubungan antara belanja promosi dan penjualan, misalnya, dapat dipengaruhi oleh musim, lokasi, atau keputusan perusahaan untuk meningkatkan promosi justru ketika penjualan melemah. Pembahasan tentang korelasi dan kausalitas akan dilanjutkan pada Bab 11; pada tahap eksplorasi, scatterplot terutama membantu mengidentifikasi pola serta kemungkinan pencilan.

Contoh penerapan pada operasi bisnis Indonesia

Perusahaan distribusi yang melayani sejumlah kota di Indonesia dapat memantau waktu pengiriman, jumlah pesanan, dan keterlambatan. Grafik garis dapat menunjukkan perubahan keterlambatan per minggu, grafik batang membandingkan wilayah, dan boxplot memperlihatkan apakah variasi waktu kirim di satu wilayah lebih besar daripada di wilayah lain. Scatterplot antara jarak tempuh dan waktu pengiriman dapat mengungkap pola awal, tetapi interpretasi perlu mempertimbangkan kepadatan lalu lintas, jenis kendaraan, dan kondisi rute. Rangkaian visual tersebut menghasilkan sudut pandang berbeda atas persoalan yang sama dan tidak sepatutnya dilebur menjadi satu grafik yang terlalu padat.

Perbandingan antarcabang juga dapat keliru jika volume transaksi berbeda. Grafik jumlah keluhan akan cenderung menampilkan angka lebih besar pada cabang dengan pelanggan lebih banyak, meskipun tingkat keluhannya lebih rendah. Penggunaan tingkat keluhan per jumlah transaksi dapat mengatasi sebagian masalah pembandingan, tetapi harus disertai informasi mengenai penyebut agar perbedaan jumlah observasi tetap terlihat. Dengan demikian, penyesuaian ukuran bukan sekadar soal estetika, melainkan bagian dari validitas interpretasi.

Desain visual, ketidakpastian, dan batas pembacaan

Judul grafik, label sumbu, satuan, periode, dan sumber data merupakan unsur substantif. Tanpa satuan, pembaca dapat salah menafsirkan apakah nilai menunjukkan rupiah, jumlah unit, atau persentase. Tanpa periode, perubahan dapat disangka sebagai tren jangka panjang padahal hanya perbandingan dua minggu. Warna perlu digunakan untuk membedakan kategori yang relevan, bukan untuk menambahkan penekanan yang tidak didukung data. Konvensi warna yang berubah-ubah antar grafik juga dapat membuat kategori yang sama tampak berbeda.

Penyajian variasi penting ketika nilai agregat berisiko menyembunyikan penyebaran. Rata-rata waktu pelayanan dapat dilengkapi dengan distribusi atau rentang agar manajer melihat apakah pengalaman pelanggan relatif konsisten. Sebaliknya, penumpukan terlalu banyak ukuran pada satu bidang dapat membebani pembaca dan mengaburkan pesan utama. Satu grafik sebaiknya menjawab satu pertanyaan yang jelas, sedangkan perbandingan tambahan ditempatkan pada panel atau visual terpisah.

Grafik yang baik membuat pola lebih mudah diperiksa, bukan membuat klaim terlihat lebih meyakinkan daripada bukti yang tersedia. Jika data sedikit, kategori tidak sebanding, atau pengukuran berubah sepanjang periode, keterbatasan tersebut perlu dinyatakan. Visualisasi berfungsi sebagai bukti yang dapat ditelaah pembaca; karena itu, pilihan skala dan agregasi harus memungkinkan pembaca menilai bagaimana kesimpulan diperoleh, bukan hanya menerima kesimpulan yang sudah ditentukan.

E. Dashboard dan Visualisasi Data Bisnis

Dashboard sebagai antarmuka pemantauan

Dashboard menyatukan indikator dan tampilan visual untuk mendukung pemantauan kondisi bisnis. Nilainya tidak terletak pada

banyaknya grafik, melainkan pada kemampuan menghubungkan informasi dengan keputusan yang perlu dibuat. Dashboard yang menampilkan penjualan, persediaan, dan keterlambatan pengiriman secara bersamaan dapat membantu manajer menilai apakah penurunan penjualan terjadi bersama kekosongan stok atau gangguan distribusi. Namun, jika indikator tidak memiliki definisi dan periode yang konsisten, kedekatan visual tersebut dapat menghasilkan hubungan yang tampak bermakna tetapi sebenarnya tidak sebanding.

Penelitian pengembangan AIRLOGS berangkat dari keterbatasan sistem pemantauan logistik yang sebelumnya lebih bertumpu pada tampilan tabel, lalu mengarahkan pengembangan pada visualisasi inventaris dan transaksi melalui dashboard interaktif (Faried, 2025). Temuan tersebut mendukung argumen bahwa desain penyajian memengaruhi akses pengguna terhadap informasi operasional. Namun, interaktivitas saja bukan jaminan kualitas analisis. Dashboard tetap memerlukan data yang layak, definisi indikator yang stabil, dan tata kelola akses yang sesuai.

Indikator, audiens, dan tingkat agregasi

Perancangan dashboard sebaiknya dimulai dari keputusan yang hendak didukung. Pimpinan yang memantau kinerja lintas unit memerlukan gambaran ringkas dan indikator strategis, sedangkan pengelola operasi mungkin memerlukan rincian per lokasi atau periode. Menyatukan seluruh kebutuhan dalam satu layar dapat menghasilkan kepadatan informasi yang justru menurunkan keterbacaan. Pemisahan tampilan menurut fungsi keputusan memungkinkan ringkasan eksekutif tetap ringkas tanpa meniadakan akses ke rincian operasional.

Setiap indikator perlu didefinisikan secara operasional: apa yang dihitung, siapa atau apa yang masuk dalam cakupan, periode pengukuran, dan sumber datanya. Istilah “pelanggan aktif”,

misalnya, dapat merujuk pada pelanggan yang bertransaksi dalam 30 hari, 90 hari, atau suatu periode lain. Jika unit bisnis menggunakan definisi berbeda, perbandingan antarunit menjadi tidak sahih meskipun grafiknya tampak seragam. Dashboard karena itu perlu menjelaskan dasar indikator, bukan hanya menampilkan nilai terbaru.

Contoh di Indonesia dapat ditemukan pada usaha ritel atau UMKM yang memantau transaksi harian, stok, dan pesanan melalui sistem informasi manajemen. Kajian mengenai sistem informasi terintegrasi berbasis web untuk UMKM menempatkan integrasi informasi sebagai dukungan bagi efisiensi operasional dan keputusan strategis (Nurhidayati, 2026). Dalam konteks tersebut, dashboard dapat membantu pemilik usaha mengenali barang yang cepat habis atau periode transaksi yang melemah. Akan tetapi, interpretasi tetap harus mempertimbangkan keterlambatan pencatatan, pembatalan transaksi, dan perubahan definisi produk.

Tata kelola visualisasi dan risiko kesimpulan terburu-buru

Visualisasi bisnis sering menyederhanakan kondisi kompleks menjadi indikator berwarna, tanda panah, atau status target. Penyederhanaan dapat mempercepat pemantauan, tetapi berisiko menyamarkan sebab dan kualitas data di balik indikator. Warna merah yang menandai kinerja di bawah target tidak menjelaskan apakah penyimpangan berasal dari perubahan permintaan, masalah pasokan, atau kesalahan pencatatan. Dashboard sebaiknya memungkinkan pengguna menelusuri rincian yang relevan, bukan mendorong tindakan otomatis berdasarkan satu sinyal.

Pembaruan data juga perlu dikomunikasikan. Angka yang tampak terkini mungkin berasal dari pembaruan semalam, sementara indikator lain diperbarui secara langsung. Ketidakselarasan waktu ini dapat menciptakan kesan bahwa seluruh ukuran menggambarkan keadaan pada saat yang sama.

Keterangan waktu pembaruan dan cakupan data membantu pembaca mengetahui sejauh mana indikator layak dibandingkan. Apabila kualitas atau kelengkapan data berubah, perubahan tersebut perlu terlihat agar pergeseran nilai tidak langsung dianggap sebagai perubahan kinerja.

Keputusan berbasis data menuntut pertanggungjawaban atas bagaimana bukti dipilih dan digunakan. Kajian tentang pengambilan keputusan berbasis data di pemerintahan daerah menyoroti hubungan antara pemanfaatan data dan tuntutan transparansi serta akuntabilitas, sekaligus mencatat tantangan kualitas informasi (W., 2026). Dalam organisasi bisnis, implikasi analitisnya serupa: dashboard yang mudah diakses tetap harus disertai mekanisme pemeriksaan sumber, pembatasan akses, dan penelusuran perubahan indikator. Tanpa landasan tersebut, tampilan yang rapi dapat memberi legitimasi berlebihan pada data yang belum memadai.

Dari pemantauan menuju tindakan

Dashboard berguna ketika indikator terhubung dengan tindakan yang berada dalam kewenangan pengguna. Jika tingkat stok turun di bawah batas tertentu, misalnya, informasi itu dapat mengarahkan pemeriksaan terhadap waktu pemesanan dan ketersediaan pemasok. Ambang batas perlu didasarkan pada konteks operasi dan toleransi risiko, bukan sekadar angka yang dipilih karena mudah divisualisasikan. Ambang yang terlalu sensitif dapat memicu alarm berulang; ambang yang terlalu longgar dapat menunda respons.

Dashboard juga tidak menggantikan diskusi manajerial. Ketidaksesuaian antara indikator dan pengetahuan operasional dapat menjadi alasan untuk memeriksa definisi atau sumber data, bukan untuk segera mengabaikan salah satunya. Sistem informasi yang terintegrasi dapat memperluas akses pada informasi, tetapi

penerjemahan informasi menjadi keputusan tetap membutuhkan penilaian, koordinasi, dan pemahaman konsekuensi bagi unit terkait (Nurhidayati, 2026). Dengan kerangka itu, dashboard menjadi perangkat untuk mengajukan pertanyaan dan mengoordinasikan tindak lanjut, bukan mesin yang secara mandiri menentukan tindakan terbaik.

F. Prinsip Data Storytelling untuk Pengambilan Keputusan

Dari temuan menuju argumen

Data storytelling menghubungkan bukti kuantitatif, konteks, dan narasi untuk menyampaikan temuan yang relevan bagi keputusan. Narasi di sini bukan pengganti analisis, melainkan struktur argumentasi yang membantu pembaca memahami persoalan, menilai bukti, serta mempertimbangkan konsekuensi tindakan. Cerita yang kuat tidak memaksakan alur dramatis pada data, tetapi memperlihatkan bagaimana pertanyaan muncul, bukti mendukung atau membatasi jawaban, dan ketidakpastian memengaruhi pilihan. Dalam pengambilan keputusan berbasis data, transparansi tentang dasar klaim sama pentingnya dengan kemampuan menyampaikan pesan secara ringkas (W., 2026).

Narasi yang bertanggung jawab membedakan tiga hal: apa yang diamati, apa yang ditafsirkan, dan apa yang direkomendasikan. Jika tingkat pembatalan pesanan meningkat, pengamatan tersebut perlu dipisahkan dari tafsir bahwa pelanggan tidak puas. Rekomendasi untuk mengubah kebijakan pengiriman membutuhkan dukungan tambahan, seperti pola pembatalan menurut waktu, wilayah, atau status pengiriman. Tanpa pemisahan ini, dugaan dapat tampil seolah-olah merupakan hasil langsung dari data. Pembedaan juga memungkinkan pihak lain menilai apakah tindakan yang diusulkan sepadan dengan bukti.

Struktur cerita dan pemilihan bukti

Cerita analitis biasanya dimulai dari keputusan atau persoalan yang sedang dihadapi, bukan dari daftar seluruh variabel yang tersedia. Pembukaan mengidentifikasi konteks dan konsekuensi praktis, kemudian bukti terpilih menjelaskan pola yang relevan. Penjelasan dilanjutkan dengan batas interpretasi dan pilihan tindakan. Susunan ini menjaga agar komunikasi tidak terseret menjadi katalog grafik yang tidak menunjukkan alasan mengapa temuan perlu diperhatikan.

Pemilihan bukti harus mengikuti kekuatan dan keterbatasan data. Satu grafik tren mungkin menunjukkan bahwa waktu pengiriman meningkat, tetapi tidak menjelaskan apakah penyebabnya berlaku pada seluruh wilayah. Perbandingan per wilayah dapat menguji apakah pola tersebut terkonsentrasi, sementara informasi volume pesanan memberi konteks bagi perubahan. Setiap visual seharusnya memberi kontribusi berbeda terhadap argumen; pengulangan grafik yang sama dengan tampilan berbeda hanya menambah beban kognitif tanpa memperkuat kesimpulan.

Contoh Indonesia dapat dirumuskan pada perusahaan distribusi yang melayani beberapa kota. Jika waktu pengiriman memburuk di kawasan tertentu, narasi untuk manajemen dapat menjelaskan kapan perubahan muncul, wilayah mana yang paling terdampak, dan apakah kenaikan pesanan terjadi pada periode yang sama. Narasi kemudian menyatakan bahwa pola tersebut konsisten dengan tekanan kapasitas, tetapi belum membuktikan bahwa kapasitas adalah satu-satunya penyebab. Rekomendasi pemeriksaan rute atau jadwal dapat disampaikan sebagai tindak lanjut yang dapat diuji, bukan sebagai klaim kausal yang telah dipastikan.

Ketidakpastian, konteks, dan pilihan tindakan

Keputusan manajerial kerap dibuat sebelum seluruh ketidakpastian dapat dihilangkan. Karena itu, data storytelling perlu mengungkap cakupan, kualitas, dan batas data dengan bahasa yang dapat digunakan dalam diskusi keputusan. Jika pencatatan pada beberapa cabang belum lengkap, perbandingan tidak seharusnya disajikan seolah-olah mencakup seluruh organisasi. Jika tren hanya diamati dalam periode pendek, narasi tidak perlu menyebutnya sebagai perubahan jangka panjang. Ketidakpastian yang dijelaskan membantu pengambil keputusan membedakan tindakan yang dapat segera dilakukan dari keputusan yang sebaiknya menunggu bukti tambahan.

Narasi juga perlu menyajikan konsekuensi dari alternatif, bukan hanya satu rekomendasi yang dibuat tampak tak terelakkan. Pemilihan tindakan bergantung pada sasaran, sumber daya, dan risiko yang dapat diterima. Literatur mengenai teori pengambilan keputusan memberikan konteks bagi pengaitan informasi dengan pilihan tindakan, sedangkan kajian keputusan berbasis data menekankan pentingnya pertanggungjawaban atas dasar keputusan tersebut (Febriansah, 2020; W., 2026). Dalam praktik, penyajian beberapa pilihan—beserta manfaat, biaya, dan ketidakpastiannya—lebih mendukung pertimbangan daripada narasi yang menyembunyikan trade-off.

Data storytelling juga harus menghindari penggunaan skala visual atau pemilihan periode yang membuat perubahan tampak lebih besar atau lebih kecil daripada keadaan sebenarnya. Perubahan persentase perlu disertai dasar pembanding, dan nilai agregat perlu diperiksa terhadap variasi kelompok. Rekomendasi harus menunjukkan hubungan logis antara bukti dan tindakan. Bila rekomendasi melampaui jangkauan data, batas tersebut sebaiknya dinyatakan secara eksplisit agar narasi tidak mengubah korelasi atau kecenderungan menjadi kepastian.

Akuntabilitas narasi analitis

Narasi yang meyakinkan belum tentu narasi yang dapat dipertanggungjawabkan. Kekuatan retorika dapat menutupi penghilangan bukti yang berlawanan, perbedaan kelompok, atau dampak terhadap pihak tertentu. Oleh karena itu, penyusunan cerita analitis perlu memberi ruang bagi temuan yang tidak sejalan dengan dugaan awal. Jika peningkatan penjualan hanya terjadi pada sebagian cabang, informasi tersebut merupakan bagian dari argumen, bukan detail yang boleh dihilangkan demi pesan yang lebih sederhana. Pengambilan keputusan berbasis data menuntut bukan hanya komunikasi hasil, tetapi juga keterbukaan terhadap proses dan batas bukti yang digunakan (W., 2026).

Dalam organisasi, narasi yang berbeda mungkin diperlukan bagi pihak yang berbeda, tetapi inti faktualnya tidak boleh berubah. Pimpinan dapat memerlukan ringkasan implikasi strategis, sedangkan tim operasi memerlukan rincian lokasi dan periode. Perbedaan tingkat detail merupakan penyesuaian komunikasi, bukan pembenaran untuk menyembunyikan informasi yang mengubah makna temuan. Keputusan yang dapat ditelusuri membutuhkan hubungan yang jelas antara pertanyaan, data, analisis, dan tindakan.

Pada akhirnya, data storytelling berfungsi sebagai perangkat penalaran kolektif. Ia membuat asumsi dan bukti lebih mudah diperiksa, sekaligus memperlihatkan keputusan apa yang belum dapat ditopang oleh data. Ketika cerita menyajikan observasi, konteks, alternatif, dan ketidakpastian secara seimbang, visualisasi tidak berhenti sebagai tampilan informatif, tetapi menjadi dasar dialog manajerial yang lebih terarah dan dapat dipertanggungjawabkan.

BAB 5
UKURAN PEMUSATAN, LETAK, DAN PENYEBARAN

A. Pendahuluan

Keputusan manajerial kerap bertumpu pada ringkasan data penjualan, biaya, produktivitas, kepuasan pelanggan, atau kinerja pegawai. Namun, angka tunggal seperti nilai rata-rata dapat menutupi perbedaan penting antarkelompok, perubahan pola, dan keberadaan nilai ekstrem. Ketika organisasi semakin mengandalkan dasbor dan analitika untuk mengalokasikan sumber daya serta mengevaluasi kebijakan, kemampuan membaca distribusi data menjadi sama pentingnya dengan kemampuan menghasilkan angka ringkasan. Tantangan ini menandai pergeseran dari pelaporan deskriptif yang berorientasi pada indikator tunggal menuju penafsiran yang mempertimbangkan pemusatan, posisi, dan keragaman secara bersamaan. Tinjauan ini mengungkap bahwa ringkasan statistik bukan sekadar hasil perhitungan, melainkan representasi yang dipengaruhi karakter data dan konteks keputusan. Penggunaan ukuran yang tidak sesuai dapat menghasilkan gambaran kinerja yang menyederhanakan kenyataan dan mengarahkan tindakan organisasi secara keliru.

Kajian dalam bab ini menelusuri tiga dimensi utama statistik deskriptif: pusat distribusi, letak relatif, dan penyebaran. Pembahasan dimulai dengan mean, median, modus, serta weighted mean untuk menelaah cara merangkum kecenderungan pusat dan memilih ukuran yang sesuai dengan sifat data. Berikutnya, kuartil, desil, persentil, dan posisi relatif data memperlihatkan letak suatu pengamatan dalam distribusi. Range, varians, dan simpangan baku kemudian digunakan untuk meninjau keragaman, disusul koefisien variasi, skewness, dan kurtosis yang membantu membandingkan

penyebaran serta mengenali bentuk distribusi. Rangkaian ini berpuncak pada interpretasi statistik deskriptif dalam konteks manajerial. Dengan demikian, bab ini menghubungkan konsep dan ukuran numerik dengan kehati-hatian dalam membaca bukti, sebagai landasan bagi pembahasan analitika data dan pengambilan keputusan pada bab-bab lain.

Urgensi kajian ini terletak pada meningkatnya kebutuhan akan keputusan yang transparan, dapat dipertanggungjawabkan, dan peka terhadap variasi hasil, baik dalam evaluasi kinerja maupun perumusan kebijakan organisasi. Pemahaman statistik deskriptif membantu manajer dan peneliti menghindari kesimpulan yang hanya bertumpu pada nilai rata-rata, membedakan variasi wajar dari sinyal yang perlu ditindaklanjuti, serta mengomunikasikan temuan dengan lebih tepat. Ketelitian tersebut juga memperkuat dialog antara analisis kuantitatif dan pengetahuan substantif tentang organisasi. Untuk membangun landasan interpretasi itu, pembahasan pertama-tama menelaah mean, median, modus, dan weighted mean sebagai ukuran pemusatan data.

B. Mean, Median, Modus, dan Weighted Mean

Ukuran pemusatan merangkum kumpulan observasi menjadi nilai yang mewakili kecenderungan umum, tetapi setiap ukuran membawa asumsi dan konsekuensi interpretatif yang berbeda. Sebagaimana eksplorasi distribusi pada Bab 4 membantu mengidentifikasi bentuk data, ukuran pemusatan menempatkan satu nilai ringkasan ke dalam konteks pola tersebut. Karena itu, pilihan antara mean, median, modus, dan weighted mean bukan persoalan memilih angka yang paling mudah dihitung, melainkan menentukan representasi yang paling sesuai dengan skala pengukuran, sebaran, dan keputusan yang sedang dihadapi. Pengolahan statistik deskriptif melalui perangkat lunak juga tidak menghilangkan kebutuhan untuk menilai kesesuaian ukuran terhadap karakter data (Setiawan, 2025).

Mean aritmetika diperoleh dengan menjumlahkan seluruh nilai observasi dan membaginya dengan banyaknya observasi. Untuk data $x_1, x_2, \dots, x_n$, mean sampel dinyatakan sebagai:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

Keunggulan mean adalah kemampuannya menggunakan setiap nilai dalam perhitungan, sehingga perubahan pada observasi mana pun akan tercermin pada hasilnya. Sifat ini berguna untuk memantau rata-rata transaksi, konsumsi bahan baku, atau waktu penyelesaian layanan dalam periode yang sebanding. Namun, mean sensitif terhadap nilai ekstrem. Satu transaksi korporasi yang sangat besar, misalnya, dapat mengangkat rata-rata nilai transaksi suatu gerai meskipun sebagian besar pelanggan melakukan pembelian jauh di bawah nilai tersebut. Dengan demikian, mean memberi ringkasan yang informatif ketika distribusi relatif seimbang, tetapi dapat menyesatkan bila dibaca sebagai gambaran pengalaman tipikal tanpa pemeriksaan distribusi.

Median adalah nilai tengah setelah seluruh observasi diurutkan. Jika jumlah observasi ganjil, median merupakan nilai pada posisi tengah; jika jumlahnya genap, median adalah rata-rata dari dua nilai tengah. Berbeda dari mean, median tidak bergantung pada besarnya seluruh jarak antarobservasi, sehingga lebih tahan terhadap pencilan. Dalam analisis pendapatan rumah tangga atau harga properti di kawasan metropolitan Indonesia, median sering lebih representatif ketika segelintir nilai sangat tinggi membentuk ekor distribusi. Penggunaan median juga sejalan dengan kebutuhan membedakan nilai tipikal dari total nilai yang terkonsentrasi pada kelompok kecil, persoalan yang penting dalam membaca ketimpangan distribusi (Nazamuddin, 2020; Sukamto, 2023). Akan tetapi, median tidak memanfaatkan besaran semua observasi secara penuh; perubahan nilai yang tidak mengubah urutan dan posisi tengah mungkin tidak mengubah median sama sekali.

Modus adalah nilai atau kategori yang paling sering muncul. Ukuran ini dapat diterapkan pada data kategorik nominal, berbeda dari mean dan median yang menuntut setidaknya struktur numerik atau urutan yang bermakna. Bagi pengelola ritel, modus dapat menunjukkan ukuran pakaian atau varian produk yang paling sering terjual; bagi unit layanan pelanggan, modus dapat mengidentifikasi kanal pengaduan yang paling banyak digunakan. Modus menjawab pertanyaan tentang frekuensi tertinggi, bukan nilai rata-rata ataupun posisi tengah. Distribusi dapat memiliki lebih dari satu modus, sementara data yang seluruh nilainya muncul dengan frekuensi sama tidak memiliki modus yang substantif. Karena itu, menyebut kategori terlaris sebagai "preferensi pelanggan" tanpa mempertimbangkan ketersediaan stok, promosi, dan komposisi pelanggan melampaui informasi yang diberikan oleh modus.

Weighted mean atau mean tertimbang digunakan ketika observasi memiliki bobot berbeda yang mencerminkan ukuran kelompok, tingkat kepentingan, atau kontribusi relatif. Rumusnya adalah:

$$\bar{x}_w = \frac{\sum_{i=1}^{k} w_i \, x_i}{\sum_{i=1}^{k} w_i}$$

Dalam rumus tersebut, x_i adalah nilai kelompok ke-i dan w_i adalah bobotnya. Rata-rata kepuasan cabang, misalnya, seharusnya tidak selalu dihitung sebagai rata-rata sederhana antarcabang. Jika satu cabang melayani jauh lebih banyak pelanggan daripada cabang lain, pembobotan berdasarkan jumlah responden dapat menghasilkan ringkasan yang lebih mencerminkan keseluruhan pelanggan. Penelitian mengenai kepuasan dan loyalitas konsumen menunjukkan bahwa pengukuran konstruk tersebut berlangsung pada unit responden dan konteks produk tertentu, sehingga agregasi lintas kelompok perlu memperhatikan dasar pembobotannya (Santoso & Hartini, 2022; Dadin & Ulfi, 2025).

Bobot yang tidak sesuai sasaran, sebaliknya, dapat mengubah ringkasan menjadi ukuran yang menjawab pertanyaan berbeda.

Tabel berikut menyajikan data ilustratif penjualan harian lima gerai di Indonesia. Nilai penjualan dan jumlah transaksi digunakan untuk membandingkan mean sederhana antargerai dengan rata-rata transaksi gabungan yang memperhitungkan ukuran aktivitas masing-masing gerai.

Tabel 5.1 Penjualan Harian Ilustratif Lima Gerai

Gerai	Penjualan (juta Rp)	Transaksi	Rata-rata/transaksi (ribu Rp)
Bandung	12,0	120	100
Jakarta	24,0	300	80
Surabaya	15,0	150	100
Makassar	9,0	90	100
Medan	10,0	100	100

Rata-rata sederhana dari nilai transaksi per gerai adalah Rp96.000, sedangkan rasio total penjualan terhadap total transaksi adalah sekitar Rp87.500. Perbedaan terjadi karena gerai Jakarta memiliki volume transaksi lebih besar dan nilai rata-rata per transaksi lebih rendah; kedua angka menjawab pertanyaan agregasi yang berbeda.

Dalam praktik manajerial, pemilihan ukuran pemusatan perlu mengikuti tujuan pengukuran. Mean relevan untuk perencanaan kapasitas ketika total beban kerja dan nilai setiap observasi berpengaruh; median lebih berguna untuk menggambarkan kondisi tipikal ketika data menceng atau mengandung nilai ekstrem; modus mendukung keputusan stok atas kategori dengan frekuensi permintaan tertinggi; sedangkan weighted mean diperlukan saat agregasi antarkelompok harus merefleksikan ukuran kontribusi. Penggunaan satu ukuran secara otomatis pada seluruh indikator berisiko menyamarkan pola yang justru menentukan tindakan.

Karena itu, hasil ringkasan sebaiknya disandingkan dengan ukuran letak dan penyebaran yang dibahas pada sub-bab berikutnya.

Pembedaan tersebut juga membatasi apa yang dapat disimpulkan. Rata-rata gaji tidak menerangkan kesenjangan antarkelompok pegawai; median penjualan tidak menunjukkan besaran total pendapatan; dan modus produk tidak membuktikan alasan pelanggan memilih produk tersebut. Pada data kepuasan, misalnya, skor rata-rata dapat menyembunyikan kelompok responden yang memberi penilaian sangat rendah. Kajian tentang kepuasan dan loyalitas konsumen menegaskan bahwa indikator yang diringkas berada dalam hubungan konseptual yang lebih luas, sehingga interpretasi satu statistik harus tetap dibatasi pada informasi yang benar-benar diukurnya (Santoso & Hartini, 2022). Dengan demikian, ukuran pemusatan berfungsi sebagai titik awal penafsiran, bukan pengganti diagnosis distribusi maupun penjelasan kausal.

C. Kuartil, Desil, Persentil, dan Posisi Relatif Data

Ukuran pemusatan menjawab di sekitar nilai mana data terkonsentrasi, sedangkan ukuran letak mengungkap posisi suatu nilai dalam distribusi. Perbedaan ini penting ketika pengelola perlu membandingkan pegawai, pelanggan, produk, atau cabang tanpa mengabaikan urutan relatif dan variasi kelompok. Kuartil, desil, dan persentil membagi data yang telah diurutkan ke dalam bagian-bagian tertentu. Penghitungan ukuran tersebut tersedia dalam perangkat analisis statistik, tetapi hasilnya dipengaruhi definisi posisi dan metode interpolasi yang digunakan; karena itu, laporan analisis perlu konsisten dalam metode yang diterapkan (Setiawan, 2025).

Kuartil membagi data terurut menjadi empat bagian. Kuartil pertama, Q_1, menandai batas sekitar 25% observasi terbawah; kuartil kedua, Q_2, sama dengan median; dan kuartil ketiga, Q_3,

menandai batas sekitar 75% observasi terbawah. Desil membagi data menjadi sepuluh bagian, sementara persentil membaginya menjadi seratus bagian. Persentil ke-90, misalnya, menunjukkan batas nilai di bawah atau sama dengan sekitar 90% pengamatan, bergantung pada konvensi perhitungan yang digunakan. Istilah “sekitar” diperlukan karena pada sampel berukuran terbatas, nilai batas dapat bergantung pada aturan penentuan posisi dan nilai yang berulang.

Untuk data tunggal yang telah diurutkan, salah satu pendekatan menentukan posisi persentil ke-p menggunakan:

$$L_p = \frac{p}{100}(n+1)$$

Jika L_p bukan bilangan bulat, nilai persentil dapat diperoleh melalui interpolasi antara observasi pada posisi yang berdekatan. Namun, perangkat lunak dan metode statistik dapat menggunakan algoritma kuantil yang berbeda, sehingga dua sistem berpotensi menghasilkan persentil yang sedikit berlainan untuk kumpulan data yang sama. Perbedaan tersebut bukan serta-merta kesalahan; yang menentukan adalah dokumentasi metode dan konsistensi saat membandingkan periode atau unit analisis (Setiawan, 2025).

Ukuran posisi relatif juga dapat dinyatakan melalui skor baku, yang menunjukkan jarak suatu observasi dari mean dalam satuan simpangan baku:

$$z = \frac{x - \bar{x}}{s}$$

Nilai z positif berarti observasi berada di atas mean, sedangkan nilai negatif menunjukkan posisinya di bawah mean. Skor baku memungkinkan perbandingan relatif antara variabel dengan satuan berbeda, misalnya nilai penjualan dan waktu layanan, selama distribusi dan statistik pembanding diperlakukan secara tepat. Akan

tetapi, skor baku bukan persentil dan tidak dengan sendirinya menyatakan probabilitas tertentu. Interpretasi probabilistik atas skor tersebut membutuhkan asumsi mengenai distribusi, yang akan dibahas pada bab tentang distribusi probabilitas.

Penerapan ukuran letak dalam manajemen tampak pada segmentasi kinerja. Perusahaan dengan jaringan cabang di Jakarta, Bandung, dan Makassar dapat menggunakan persentil waktu penyelesaian layanan untuk mengidentifikasi cabang yang berada di kelompok keterlambatan tertinggi. Persentil ke-90 waktu layanan dapat berfungsi sebagai indikator pengalaman pada ekor lambat, sedangkan median menggambarkan pengalaman tengah. Pelaporan hanya dengan mean dapat menyamarkan kelompok pelanggan yang menunggu jauh lebih lama. Sebaliknya, membandingkan persentil antarcabang tanpa mempertimbangkan perbedaan jenis layanan atau volume permintaan juga dapat menghasilkan peringkat yang tidak adil. Data perlu dibaca bersama konteks operasional dan definisi unit pengukuran.

Tabel berikut memperlihatkan distribusi ilustratif waktu pemrosesan pesanan daring pada sebuah usaha ritel di Indonesia. Nilai persentil menunjukkan ambang durasi yang tidak dilampaui oleh proporsi observasi tertentu menurut konvensi penghitungan yang ditetapkan organisasi.

Tabel 5.2 Persentil Waktu Pemrosesan Pesanan

Persentil	Waktu (jam)	Interpretasi ringkas
P10	0,8	Ambang 10% tercepat
P25	1,2	Ambang seperempat data
P50	1,8	Median pemrosesan
P75	3,0	Ambang tiga perempat data
P90	5,4	Ambang ekor lambat

Rentang antara P_{50} dan P_{90} lebih lebar daripada antara P_{10} dan P_{50}, yang mengisyaratkan bahwa sebagian pesanan mengalami

proses jauh lebih lama. Dalam keputusan operasional, informasi ini dapat mendorong pemeriksaan terhadap kasus keterlambatan, tetapi belum mengidentifikasi penyebabnya.

Kuartil juga menjadi dasar untuk menghitung rentang antarkuartil, yaitu selisih $Q_3 - Q_1$. Ukuran tersebut merangkum lebar 50% bagian tengah data dan relatif tidak terpengaruh oleh nilai ekstrem dibandingkan rentang penuh. Karena itu, kuartil sering dipakai dalam boxplot untuk menampilkan median, sebaran bagian tengah, dan observasi yang jauh dari pusat. Namun, titik yang ditandai sebagai pencilan menurut aturan grafis bukan otomatis kesalahan pencatatan atau kejadian yang boleh dihapus. Pada data transaksi Indonesia, nilai pembelian besar dapat merupakan pesanan institusional yang sah; penyaringan tanpa verifikasi akan menghilangkan fenomena bisnis yang relevan. Bab 3 telah membahas penanganan pencilan dan inkonsistensi data; ukuran letak di sini menyediakan cara untuk menandai observasi yang perlu ditelaah, bukan dasar tunggal untuk menghapusnya.

Persentil dapat mendukung kebijakan ambang, seperti batas waktu layanan, target kinerja, atau klasifikasi pelanggan berdasarkan nilai transaksi. Meski demikian, ambang yang dipilih memuat konsekuensi distribusional. Menetapkan batas insentif pada persentil tertentu akan menentukan proporsi pegawai atau cabang yang memenuhi kriteria, tetapi tidak menjelaskan apakah target realistis atau apakah kondisi kerja setara. Penelitian mengenai kinerja dan kesejahteraan pegawai mengingatkan bahwa indikator organisasi perlu dibaca dalam konteks variabel dan kelompok yang diteliti, bukan dilepaskan dari karakter responden (Kewas dkk., 2025). Persentil menunjukkan posisi relatif; penilaian tentang keadilan dan kelayakan target memerlukan bukti tambahan.

Analisis posisi relatif karena itu sebaiknya menyebutkan populasi pembanding, periode, metode kuantil, dan unit pengukuran. Persentil seorang pegawai di antara pegawai satu divisi tidak identik dengan posisinya di antara seluruh pegawai perusahaan. Demikian pula, posisi relatif pelanggan pada satu bulan dapat berubah jika komposisi pelanggan musiman berubah. Statistik deskriptif tidak membuat kelompok pembanding menjadi netral; pemilihan kelompok merupakan keputusan analitis yang ikut menentukan arti angka. Ukuran letak paling berguna ketika pembandingnya transparan dan keputusan yang mengikuti angka tersebut mempertimbangkan konsekuensi praktisnya.

D. Range, Varians, dan Simpangan Baku

Ukuran penyebaran menjelaskan sejauh mana observasi bervariasi, melengkapi informasi pusat yang telah dibahas sebelumnya. Dua cabang dapat memiliki mean penjualan yang sama, tetapi kestabilan hariannya berbeda; akibatnya, kebutuhan persediaan, kapasitas staf, dan toleransi risiko operasional juga tidak sama. Range, varians, dan simpangan baku merangkum variasi dengan cara yang berbeda. Pemilihan ukuran harus mempertimbangkan sensitivitas terhadap pencilan, satuan, serta apakah data diperlakukan sebagai keseluruhan populasi yang diamati atau sebagai sampel untuk analisis lebih lanjut (Setiawan, 2025).

Range adalah selisih nilai maksimum dan minimum:

$$R = x_{\max} - x_{\min}$$

Keunggulan range terletak pada kesederhanaan interpretasinya: ukuran ini menunjukkan lebar rentang observasi. Namun, hanya dua nilai yang menentukan hasilnya, sehingga satu pengamatan ekstrem dapat mengubah range secara tajam. Bila waktu pengiriman pesanan dari gudang Surabaya umumnya berkisar dua hingga empat hari, tetapi satu pengiriman tertunda selama tiga

minggu akibat gangguan khusus, range akan membesar meskipun mayoritas pengiriman tetap stabil. Range berguna sebagai pemeriksaan awal, tetapi tidak cukup untuk menggambarkan pola variasi keseluruhan.

Varians menghitung rata-rata kuadrat penyimpangan nilai terhadap mean. Untuk seluruh populasi, varians dinyatakan sebagai:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - \mu)^2}{N}$$

Untuk sampel, varians lazim dihitung dengan pembagi $n - 1$:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Pembagi $n - 1$ digunakan dalam estimasi varians populasi dari sampel, sedangkan varians deskriptif populasi menggunakan N jika seluruh unit yang menjadi sasaran pengukuran telah diamati. Perbedaan ini berkaitan dengan tujuan perhitungan, bukan sekadar pilihan teknis. Dalam pelaporan, status data sebagai populasi pengamatan atau sampel perlu dijelaskan agar angka variasi tidak ditafsirkan tanpa konteks inferensial; pembahasan lebih lanjut tentang estimasi dan distribusi sampling tersedia pada Bab 8 dan Bab 9.

Simpangan baku adalah akar kuadrat varians. Karena menggunakan satuan yang sama dengan data asal, simpangan baku umumnya lebih mudah ditafsirkan dibandingkan varians. Jika data biaya dicatat dalam rupiah, varians memiliki satuan rupiah kuadrat yang kurang intuitif, sedangkan simpangan baku kembali dinyatakan dalam rupiah. Simpangan baku mengukur besarnya penyimpangan tipikal dari mean, tetapi tidak berarti setiap pengamatan berjarak tepat sebesar angka tersebut. Hubungan antara simpangan baku dan proporsi observasi dalam rentang

tertentu bergantung pada bentuk distribusi; aturan praktis untuk distribusi normal tidak boleh diterapkan otomatis ketika data menceng atau multimodal.

Tabel berikut membandingkan dua kumpulan nilai penjualan harian ilustratif dari dua gerai ritel di Indonesia. Kedua kumpulan memiliki mean yang sama, tetapi tingkat variasinya berbeda.

Tabel 5.3 Perbandingan Penyebaran Penjualan Harian

Hari	Gerai A (juta Rp)	Gerai B (juta Rp)
1	8	4
2	9	6
3	10	8
4	11	12
5	12	20

Keduanya memiliki mean Rp10 juta per hari, tetapi Gerai B memiliki nilai minimum lebih rendah dan maksimum lebih tinggi. Artinya, mean yang identik tidak menunjukkan kestabilan yang sama; keputusan stok dan penjadwalan staf perlu mempertimbangkan sebaran tersebut.

Ilustrasi berikut menempatkan variasi ukuran buah dalam konteks perdagangan grosir di Indonesia. Perbedaan ukuran yang terlihat membantu menghubungkan gagasan penyebaran dengan barang yang secara langsung dikelola dalam keputusan pemilahan dan penetapan kelas produk.



Gambar 5.1 Sebaran Ukuran Mangga Dagang. Sumber: Ilustrasi, diolah penulis

Sebaran ukuran mangga mengingatkan bahwa variasi bukan sekadar sifat abstrak angka: ia dapat memengaruhi klasifikasi mutu, harga, dan kesesuaian produk dengan kebutuhan pembeli. Dua kelompok dengan ukuran tengah serupa tetap dapat berbeda dalam konsistensi ukuran yang ditawarkan.

Interpretasi penyebaran perlu memperhatikan dampak praktis variasi dan asal datanya. Penjualan harian yang fluktuatif mungkin menandakan ketidakstabilan permintaan, tetapi dapat pula mencerminkan pola promosi, hari libur, atau perubahan pasokan. Penelitian mengenai fluktuasi harga bahan pokok di Jawa Timur membandingkan pendekatan statistik dan machine learning untuk prediksi, yang memperlihatkan relevansi pemahaman pola data bagi analisis komoditas; namun, ukuran penyebaran deskriptif saja tidak menjelaskan mekanisme penyebab fluktuasi harga (Dzulfiqar, 2025). Demikian pula, studi kebijakan pada industri crumb rubber membahas penurunan harga dan volume bahan baku sebagai persoalan yang beririsan dengan keputusan perdagangan dan keberlanjutan industri, bukan sebagai bukti bahwa satu ukuran variasi tertentu cukup untuk merumuskan kebijakan (Siregar dkk., 2023).

Range, varians, dan simpangan baku sebaiknya dibaca berdampingan dengan mean, median, dan ukuran letak. Simpangan baku besar bersama mean dapat membantu membandingkan besaran variasi pada data yang satuannya sama, tetapi perbandingan lintas skala membutuhkan ukuran relatif seperti koefisien variasi. Range dapat menunjukkan ekstrem, sementara rentang antarkuartil menambahkan perspektif yang lebih tahan terhadap pencilan. Statistik penyebaran juga tidak membedakan variasi yang terencana dari variasi yang tidak diinginkan. Dalam pengelolaan persediaan, misalnya, variasi permintaan merupakan masukan bagi perencanaan, tetapi keputusan penyangga stok memerlukan informasi mengenai waktu tunggu dan konsekuensi kekurangan barang. Karena itu, ukuran penyebaran memberi dasar diagnosis, bukan keputusan operasional yang berdiri sendiri.

E. Koefisien Variasi, Skewness, dan Kurtosis

Range, varians, dan simpangan baku menggambarkan penyebaran, tetapi bentuk distribusi menentukan bagaimana ukuran-ukuran itu perlu dibaca. Koefisien variasi membantu membandingkan penyebaran relatif dua variabel yang memiliki mean positif dan skala berbeda; skewness menguraikan ketidaksimetrian distribusi; sedangkan kurtosis memberi informasi mengenai ekor distribusi relatif terhadap bentuk acuan yang digunakan. Ketiganya memperluas ringkasan deskriptif, tetapi bukan pengganti visualisasi dan pemeriksaan kualitas data. Perangkat statistik dapat menghasilkan indeks tersebut secara cepat, sementara interpretasi substantif tetap bergantung pada definisi variabel serta konteks pengamatan (Setiawan, 2025).

Koefisien variasi adalah rasio simpangan baku terhadap mean, biasanya disajikan sebagai persentase:

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \times 100\%$$

Ukuran ini menyatakan variasi dalam proporsi terhadap tingkat pusat. Sebagai ilustrasi, simpangan baku penjualan Rp2 juta dapat dianggap besar pada gerai dengan mean Rp5 juta, tetapi relatif kecil pada gerai dengan mean Rp100 juta. Koefisien variasi memungkinkan pembandingan semacam itu, dengan syarat kedua variabel memiliki skala rasio yang bermakna, mean tidak mendekati nol, dan konvensi perhitungan konsisten. Pada data dengan mean negatif atau dekat nol, rasio ini dapat menjadi tidak stabil atau kehilangan interpretasi yang wajar. Karena itu, koefisien variasi tidak semestinya diterapkan tanpa memeriksa sifat pengukuran.

Skewness menunjukkan derajat dan arah ketidaksimetrian distribusi. Skewness positif umumnya berkaitan dengan ekor yang memanjang ke arah nilai besar; skewness negatif menunjukkan ekor yang memanjang ke arah nilai kecil. Ketika nilai transaksi pelanggan mayoritas relatif kecil tetapi terdapat beberapa pesanan korporasi bernilai sangat tinggi, distribusi dapat menceng ke kanan. Dalam keadaan seperti itu, mean biasanya tertarik ke arah ekor, sementara median cenderung lebih dekat ke pusat kelompok utama. Data makroekonomi dan indikator sosial juga dapat memperlihatkan ketimpangan distribusi yang tidak tertangkap oleh mean semata; analisis indeks persepsi korupsi lintas negara, misalnya, menggunakan regresi beta karena karakter indikatornya berada pada rentang terbatas, menegaskan bahwa bentuk dan batas distribusi perlu diperhatikan dalam pemilihan analisis (Fatimah & Kudus, 2025).

Kurtosis menggambarkan karakter ekor distribusi dan, dalam sejumlah definisi, konsentrasi nilai di sekitar pusat relatif terhadap distribusi normal. Kurtosis berlebih sering dinyatakan dengan mengurangkan tiga dari kurtosis distribusi sehingga distribusi normal memiliki nilai acuan nol. Nilai positif dapat berkaitan dengan ekor yang lebih berat daripada acuan, sehingga kejadian ekstrem lebih menonjol; nilai negatif menunjukkan ekor relatif

lebih ringan menurut ukuran tersebut. Penyederhanaan kurtosis sebagai “keruncingan puncak” dapat mengaburkan peran ekor, padahal bagi manajemen risiko, pengamatan ekstrem—misalnya kerugian besar atau lonjakan permintaan—dapat jauh lebih relevan daripada bentuk puncak saja. Estimasi kurtosis juga sensitif terhadap sampel berukuran kecil dan nilai ekstrem, sehingga harus diperlakukan sebagai petunjuk, bukan deskripsi final.

Pertimbangan tersebut dapat diterapkan pada jaringan gerai di Indonesia. Misalkan dua kategori produk memiliki koefisien variasi penjualan berbeda: kategori dengan nilai rata-rata lebih rendah dapat menunjukkan variasi relatif lebih tinggi dibandingkan kategori bernilai tinggi. Jika skewness penjualan suatu kategori positif, kemungkinan terdapat sejumlah hari dengan lonjakan permintaan; jika kurtosisnya juga tinggi, kejadian lonjakan besar dapat lebih sering atau lebih ekstrem daripada yang ditunjukkan distribusi berekor ringan. Pola seperti itu relevan dalam pengaturan stok dan kapasitas, tetapi tidak membuktikan adanya promosi, gangguan pasokan, atau perilaku musiman. Analisis data runtun waktu pada Bab 13 diperlukan ketika perubahan urutan waktu dan pola temporal menjadi inti pertanyaan.

Tabel berikut merangkum indikator deskriptif ilustratif untuk dua kategori barang pada sebuah distributor di Surabaya. Angka dimaksudkan untuk menunjukkan bagaimana ukuran relatif dan bentuk distribusi dapat melengkapi nilai pusat, bukan sebagai temuan empiris perusahaan tertentu.

Tabel 5.4 Ringkasan Variasi dan Bentuk Distribusi

Kategori	Mean (juta Rp)	Simpangan baku	CV	Skewness
Produk A	20	4	20%	0,2
Produk B	10	5	50%	1,4
Produk C	40	8	20%	-0,6
Produk D	15	3	20%	0,8

Produk B memiliki variasi relatif paling tinggi dan skewness positif paling besar di antara kategori yang ditampilkan. Hasil itu dapat menjadi dasar untuk menelaah lonjakan penjualan, tetapi perlu diperiksa bersama data harian, pencilan, serta kondisi distribusi.

Koefisien variasi berguna dalam pembandingan risiko relatif, tetapi penyebaran penjualan bukan sinonim risiko kerugian. Makna risiko bergantung pada tujuan, arah dampak, dan kapasitas organisasi menyerap variasi. Studi peramalan impor migas dan nonmigas membandingkan model hibrida untuk menangkap pola data runtun waktu, sementara studi harga bahan pokok membandingkan pendekatan statistik dan machine learning; kedua konteks tersebut menunjukkan bahwa karakter data penting bagi pemodelan, tetapi tidak mendukung penarikan kesimpulan kausal dari skewness atau kurtosis saja (Mukhtiar & Andayani, 2025; Dzulfiqar, 2025). Ukuran deskriptif mengindikasikan bentuk yang perlu diperiksa lebih lanjut, sedangkan pemodelan prediktif dan penjelasan faktor memerlukan pendekatan tersendiri.

Pemeriksaan distribusi sebaiknya menggabungkan statistik dengan visualisasi histogram, boxplot, atau grafik kuantil yang telah diperkenalkan pada Bab 4. Ringkasan numerik dapat menyembunyikan distribusi multimodal, perubahan rezim, atau kelompok pelanggan yang berbeda. Sebagai contoh, nilai transaksi gabungan dari pelanggan ritel dan pembeli grosir mungkin menghasilkan bentuk menceng yang sebenarnya merupakan campuran dua pola permintaan. Menganggap distribusi gabungan sebagai satu kelompok homogen berisiko membuat kebijakan stok kurang tepat untuk keduanya. Segmentasi yang bermakna perlu didasarkan pada pengetahuan proses bisnis, bukan semata-mata pada bentuk grafik.

Dengan demikian, koefisien variasi menjawab persoalan skala relatif, sedangkan skewness dan kurtosis menambahkan informasi tentang bentuk serta ekor. Ketiganya berguna untuk mengajukan pertanyaan lanjutan: apakah variasi relatif berbeda antarkategori, apakah nilai ekstrem terkonsentrasi pada satu arah, dan apakah ekor distribusi cukup berat untuk diperhatikan dalam pengendalian operasional? Jawaban atas pertanyaan tersebut perlu diuji terhadap periode, unit analisis, dan proses pengumpulan data. Statistik deskriptif menunjukkan pola observasi yang tersedia; tanpa rancangan analisis yang sesuai, ia tidak menetapkan penyebab, probabilitas masa depan, ataupun kebijakan optimal.

F. Interpretasi Statistik Deskriptif pada Data Manajerial

Statistik deskriptif memperoleh makna manajerial ketika angka ringkasan dikaitkan dengan unit keputusan, sasaran organisasi, dan batas bukti yang tersedia. Bab 2 telah menempatkan skala pengukuran serta kualitas data sebagai prasyarat analisis, sementara Bab 4 membahas visualisasi distribusi. Pada tahap ini, mean, ukuran letak, penyebaran, dan bentuk distribusi perlu diperlakukan sebagai bukti yang saling melengkapi, bukan sederet indikator yang berdiri sendiri. Sistem informasi penggajian, misalnya, membutuhkan pencatatan pegawai dan kompensasi yang konsisten sebelum statistik biaya tenaga kerja dapat dibandingkan antarkurun waktu atau unit organisasi (Wibowo & Nugroho, 2021).

Klaim pertama yang perlu diuji dalam interpretasi adalah apakah nilai ringkasan mewakili unit yang hendak dikelola. Mean penjualan seluruh cabang dapat relevan untuk perencanaan agregat, tetapi tidak otomatis menggambarkan gerai tipikal ketika volume dan kondisi pasar berbeda. Median dapat mengurangi pengaruh cabang yang sangat besar, tetapi mungkin kurang sesuai apabila keputusan menyangkut total kapasitas yang harus disediakan. Weighted mean berguna ketika ukuran kelompok mencerminkan kontribusi

terhadap sasaran agregat; namun, bobot harus ditentukan berdasarkan pertanyaan analitis, bukan dipilih setelah melihat hasil agar ringkasan tampak menguntungkan. Pemilihan unit analisis dan dasar agregasi merupakan bagian dari argumentasi, bukan sekadar prosedur perhitungan.

Klaim kedua berkaitan dengan variasi. Kinerja rata-rata yang membaik belum tentu berarti semua unit membaik; perubahan mean dapat berdampingan dengan penyebaran yang melebar dan kelompok tertinggal yang bertambah. Pada evaluasi produktivitas cabang, karena itu, median dan persentil dapat menjelaskan posisi distribusi, sedangkan simpangan baku atau rentang antarkuartil memperlihatkan kestabilan capaian. Penelitian tentang supervisi dan peningkatan mutu kelembagaan menempatkan fungsi manajerial dalam konteks kualitas organisasi, sedangkan penelitian mengenai kesejahteraan psikologis pegawai memeriksa beberapa karakteristik responden; keduanya mengingatkan bahwa indikator organisasi berhubungan dengan konteks dan kelompok yang diamati, bukan hanya satu angka rata-rata (Aziz, 2023; Kewas dkk., 2025).

Interpretasi juga perlu membedakan deskripsi dari inferensi dan kausalitas. Jika skor kepuasan meningkat setelah perubahan layanan, statistik deskriptif dapat menunjukkan perbedaan nilai sebelum dan sesudah, tetapi tidak membuktikan bahwa perubahan layanan menjadi penyebab tunggal. Komposisi responden, musim, kanal pengumpulan data, maupun faktor lain mungkin berubah bersamaan. Riset kepuasan pembeli dan loyalitas konsumen, serta studi loyalitas anggota koperasi, menelaah keterkaitan konstruk dalam konteks responden tertentu; temuan dari konteks tersebut tidak boleh digeneralisasi secara mekanis ke seluruh organisasi atau industri (Santoso & Hartini, 2022; Dadin & Ulfi, 2025). Pengujian hubungan dan klaim sebab-akibat memerlukan rancangan analisis yang dibahas pada bab-bab berikutnya.

Dalam praktik, interpretasi dapat disusun melalui rangkaian pertanyaan: apakah pengukuran dan periode konsisten; ukuran pemusatan mana yang paling mewakili; bagaimana posisi dan penyebaran observasi; apakah pencilan merupakan kesalahan atau kejadian bisnis yang sah; serta keputusan apa yang secara proporsional dapat didukung oleh bukti tersebut. Pertanyaan ini berguna pada pengelolaan persediaan. Rata-rata permintaan dapat menjadi dasar awal, sementara persentil tinggi dan variasi permintaan membantu menggambarkan kebutuhan pada periode sibuk. Namun, perencanaan stok juga membutuhkan informasi waktu tunggu pemasok, biaya penyimpanan, serta konsekuensi kekurangan barang. Studi sistem persediaan dan peramalan pada usaha bahan bangunan menunjukkan penggunaan peramalan sebagai instrumen pendukung keputusan, bukan sebagai pengganti pemeriksaan kondisi operasional (Putra dkk., 2026).

Tabel berikut menyajikan kerangka interpretasi ilustratif bagi indikator manajerial. Kerangka ini memperlihatkan bagaimana ringkasan numerik dapat dihubungkan dengan pertanyaan keputusan tanpa menyamakan statistik deskriptif dengan penjelasan sebab.

Tabel 5.5 Kerangka Interpretasi Indikator Manajerial

Indikator	Ringkasan	Pertanyaan kritis	Implikasi awal
Penjualan gerai	Mean dan median	Apakah nilai ekstrem menggeser mean?	Tinjau kebutuhan stok
Waktu layanan	P50 dan P90	Kelompok mana mengalami keterlambatan?	Periksa alur layanan
Biaya tenaga kerja	Mean tertimbang	Apakah bobot sesuai jumlah pegawai?	Bandingkan unit setara
Kepuasan pelanggan	Median dan kuartil	Apakah pengalaman berbeda	Segmentasikan tindak lanjut

		antarkelompok?	
Permintaan produk	Simpangan baku dan CV	Apakah variasi absolut atau relatif tinggi?	Sesuaikan penyangga stok

Kerangka tersebut menghubungkan ringkasan dengan pertanyaan yang dapat ditindaklanjuti, tetapi setiap implikasi tetap memerlukan pemeriksaan data dan konteks. Misalnya, variasi tinggi pada permintaan dapat mencerminkan promosi terencana, bukan ketidakstabilan proses.

Kualitas komunikasi menentukan apakah statistik membantu atau justru mengaburkan keputusan. Laporan yang menyebut “kinerja meningkat” seharusnya menjelaskan indikator yang meningkat, periode pembanding, ukuran ringkasan, serta distribusi kelompok. Dashboard logistik, misalnya, dapat memperlihatkan inventaris dan transaksi secara lebih operasional daripada tabel statis, tetapi visualisasi yang lebih interaktif tetap harus menjaga definisi indikator dan konsistensi data (Faried & Lediwara, 2025). Bila manajemen hanya menerima satu angka tanpa konteks, pengguna dapat menganggap perubahan kecil sebagai perbaikan menyeluruh atau mengabaikan variasi yang penting bagi pelanggan dan pegawai.

Statistik deskriptif juga memiliki batas etis dan organisasional. Pemeringkatan pegawai berdasarkan mean keluaran dapat mengabaikan perbedaan beban kerja, kualitas hasil, atau akses terhadap sumber daya. Ringkasan agregat perlu ditelaah agar tidak menutupi disparitas antarkelompok atau mengubah variasi yang bersifat struktural menjadi label kinerja individu. Kajian tentang kompensasi bonus dan manajemen laba menunjukkan bahwa insentif organisasi dapat berkaitan dengan perilaku pelaporan dan efektivitas pengawasan, sehingga indikator kinerja tidak selalu netral terhadap respons pihak yang dinilai (Suhardjo dkk., 2022). Argumen ini tidak menyatakan bahwa setiap ukuran memicu

manipulasi; ia menegaskan perlunya menilai bagaimana ukuran dipakai dan insentif apa yang mengikutinya.

Pada akhirnya, statistik deskriptif paling kuat ketika digunakan untuk memperjelas pola, mengidentifikasi pertanyaan lanjutan, serta membatasi klaim sesuai bukti. Mean, median, modus, dan weighted mean menjelaskan pusat dengan sudut pandang berbeda; kuartil dan persentil menyusun posisi relatif; range, varians, dan simpangan baku merangkum penyebaran; sedangkan koefisien variasi, skewness, dan kurtosis menelaah variasi relatif serta bentuk distribusi. Dalam pengambilan keputusan manajerial di Indonesia, kesesuaian indikator dengan proses kerja dan kualitas data sama pentingnya dengan ketepatan perhitungan. Statistik deskriptif tidak menetapkan tindakan secara otomatis, tetapi menyediakan dasar transparan untuk menimbang masalah, membandingkan alternatif, dan menentukan kapan analisis inferensial atau prediktif diperlukan.

BAB 6
PROBABILITAS DAN PENGAMBILAN KEPUTUSAN DALAM KONDISI RISIKO

A. Pendahuluan

Keputusan manajerial mengenai persediaan, investasi, harga, dan kapasitas tidak berlangsung dalam keadaan dengan hasil yang sepenuhnya dapat dipastikan. Permintaan dapat berubah, pemasok dapat mengalami gangguan, dan kebijakan baru dapat menggeser biaya maupun peluang pasar. Probabilitas menyediakan cara sistematis untuk merepresentasikan kemungkinan hasil tersebut, tetapi tidak menghapus ketidakpastian atau menjamin keputusan yang benar. Nilai analisisnya bergantung pada kejelasan asumsi, mutu data, dan kesesuaian model dengan konteks bisnis. Dalam praktik, persoalan muncul ketika probabilitas diperlakukan sekadar sebagai rumus, terpisah dari penilaian manajerial dan konsekuensi pilihan. Karena itu, kajian probabilitas perlu menghubungkan pengukuran kemungkinan dengan cara organisasi menimbang manfaat, kerugian, dan toleransi terhadap risiko.

Kajian dalam bab ini menelusuri hubungan tersebut secara bertahap: dari konsep dasar probabilitas dan ruang sampel, menuju aturan penjumlahan dan perkalian, lalu probabilitas bersyarat serta Teorema Bayes sebagai kerangka memperbarui penilaian ketika informasi baru tersedia. Pembahasan kemudian mengaitkan expected value dengan pengukuran risiko dalam keputusan bisnis, sebelum menempatkan perangkat itu pada persoalan risiko dan ketidakpastian manajerial. Tinjauan ini mengungkap bahwa hasil perhitungan tidak berdiri sendiri; interpretasinya harus mempertimbangkan kualitas informasi, konsekuensi setiap hasil,

dan tujuan organisasi. Dalam alur buku tentang statistik dan analitika data untuk manajemen, bab ini menjembatani analisis data dengan pilihan tindakan, yakni menunjukkan bagaimana bukti kuantitatif dapat menyokong keputusan tanpa menggantikan pertimbangan profesional. Urgensi kajian meningkat ketika organisasi menghadapi perubahan pasar, gangguan rantai pasok, transformasi digital, dan tekanan regulasi yang membuat asumsi masa lalu kurang dapat diandalkan. Pemahaman probabilitas membantu pengambil keputusan menyatakan ketidakpastian secara lebih transparan, membandingkan alternatif secara konsisten, dan menilai batas keyakinan atas suatu prediksi. Landasan pembahasan dimulai dengan menelaah konsep dasar probabilitas dan ruang sampel sebagai cara mendefinisikan kemungkinan hasil yang relevan bagi keputusan.

B. Konsep Dasar Probabilitas dan Ruang Sampel

Pembahasan statistik deskriptif pada Bab 5 menjelaskan pola yang teramati dalam data, sedangkan probabilitas memperluas analisis ke hasil yang belum terjadi. Peralihan ini penting bagi keputusan manajerial karena data historis dapat membantu memperkirakan kemungkinan, tetapi tidak menentukan secara pasti hasil masa depan. Probabilitas menyediakan bahasa kuantitatif untuk menyatakan ketidakpastian secara konsisten dan membandingkan skenario yang relevan dengan tujuan organisasi. Kerangka pengambilan keputusan yang dibahas dalam literatur manajemen menempatkan konsekuensi dan alternatif tindakan sebagai bagian dari penilaian, bukan sekadar angka kemungkinan yang terlepas dari konteks (Febriansah, 2020; Z., 1997).

> 📖 **DEFINISI**
> **Probabilitas** adalah ukuran kuantitatif antara 0 dan 1 yang menyatakan tingkat kemungkinan terjadinya suatu peristiwa dalam kondisi atau model tertentu. Nilai 0 menyatakan peristiwa

mustahil, sedangkan nilai 1 menyatakan peristiwa pasti dalam model tersebut.

Fondasi analisis probabilitas adalah eksperimen atau proses acak, yaitu proses yang hasil spesifiknya belum dapat dipastikan sebelum terjadi, meskipun himpunan hasil yang mungkin dapat dirumuskan. Dalam operasi bisnis, jumlah pesanan yang diterima esok hari, waktu kedatangan bahan baku, dan status pembayaran pinjaman dapat diperlakukan sebagai hasil proses acak. Istilah "acak" tidak berarti tanpa sebab; hasil tetap dipengaruhi faktor pasar, perilaku pelanggan, kapasitas, dan kebijakan. Sebutan tersebut menandai keterbatasan kemampuan pengambil keputusan untuk memastikan satu hasil sebelum observasi dilakukan.

Himpunan seluruh hasil yang mungkin disebut ruang sampel dan biasanya dinotasikan dengan S. Setiap hasil elementer dalam S harus dirumuskan pada tingkat rincian yang sesuai dengan persoalan. Bila manajer hanya ingin mengetahui apakah pengiriman datang tepat waktu, ruang sampel dapat terdiri atas "tepat waktu" dan "terlambat". Bila lama keterlambatan menjadi dasar biaya penalti, ruang sampel perlu memuat durasi keterlambatan, bukan sekadar status biner. Pemilihan rincian ini menentukan informasi yang dapat dipertahankan oleh model: ruang sampel yang terlalu kasar dapat menghilangkan perbedaan konsekuensi, sementara ruang yang terlalu rinci dapat menyulitkan estimasi probabilitas.

Peristiwa adalah bagian dari ruang sampel yang berisi satu atau lebih hasil yang memenuhi kondisi tertentu. Misalnya, jika S memuat tiga kategori status pengiriman—tepat waktu, terlambat satu hari, dan terlambat lebih dari satu hari—peristiwa "terlambat" mencakup dua kategori terakhir. Peristiwa yang tidak dapat terjadi bersamaan disebut saling lepas; peristiwa yang bersama-sama

mencakup seluruh hasil dalam S disebut menyeluruh. Perbedaan ini penting karena menentukan apakah probabilitas beberapa hasil dapat dijumlahkan langsung atau perlu dikoreksi terhadap irisan. Kerangka keputusan yang sistematis mensyaratkan batas alternatif dan kondisi hasil ditetapkan secara jelas sebelum konsekuensinya dibandingkan (Febriansah, 2020).

Dalam pendekatan klasik, probabilitas dihitung sebagai perbandingan jumlah hasil yang mendukung peristiwa dengan jumlah seluruh hasil yang dianggap sama mungkin. Pendekatan ini sesuai untuk situasi simetris, seperti pengundian nomor yang setiap hasilnya mempunyai peluang sama. Namun, kesamaan peluang tidak boleh diasumsikan hanya karena suatu proses memiliki beberapa kategori hasil. Peluang keterlambatan pemasok, misalnya, tidak sama dengan peluang pengiriman tepat waktu hanya karena kedua kategori tersebut sama-sama mungkin secara konseptual. Dalam pendekatan frekuentis, probabilitas ditaksir dari frekuensi relatif peristiwa pada pengamatan berulang yang sebanding. Pendekatan subjektif menyatakan penilaian kemungkinan berdasarkan informasi dan pertimbangan yang tersedia, sehingga asumsi dan sumber informasinya perlu dijelaskan.

Untuk memperlihatkan bagaimana definisi hasil memengaruhi keputusan, sebuah perusahaan distribusi di Jawa Barat dapat mengelompokkan status pengiriman bahan baku ke dalam tiga kategori. Angka pada tabel berikut merupakan ilustrasi buatan, bukan data perusahaan tertentu; penggunaannya menunjukkan cara membangun ruang sampel yang dapat ditautkan dengan konsekuensi operasional.

Tabel 6.1 Ruang Sampel Status Pengiriman Bahan Baku

Hasil	Kriteria	Jumlah pengiriman	Proporsi ilustratif
Tepat waktu	Tiba sesuai	72	0,72

	jadwal		
Terlambat ringan	Terlambat 1–2 hari	20	0,20
Terlambat berat	Terlambat lebih dari 2 hari	8	0,08
Total	Seluruh pengiriman	100	1,00

Tabel tersebut memperlihatkan bahwa ruang sampel dapat disusun sebagai kategori yang saling lepas dan mencakup semua hasil yang dicatat. Jika keputusan hanya berkaitan dengan kebutuhan cadangan persediaan, dua kategori keterlambatan mungkin digabung; jika biaya produksi berhenti berbeda menurut lama keterlambatan, pemisahan kategori tetap diperlukan.

Dalam model probabilitas, setiap hasil atau peristiwa diberi nilai yang memenuhi batas dasar: probabilitas tidak negatif, probabilitas seluruh ruang sampel sama dengan 1, dan probabilitas gabungan peristiwa saling lepas sama dengan jumlah probabilitas masing-masing. Untuk peristiwa A, komplemennya—ditulis A^c—mencakup semua hasil dalam S yang bukan anggota A. Karena A dan A^c bersama-sama membentuk seluruh ruang sampel, probabilitasnya memenuhi hubungan berikut:

$$P(A^c) = 1 - P(A)$$

Hubungan ini berguna dalam pelaporan risiko. Bila peluang pembayaran tepat waktu diperkirakan 0,86, peluang tidak tepat waktu dalam klasifikasi biner yang sama adalah 0,14. Namun, penafsiran itu valid hanya jika kedua kategori memang mencakup semua kemungkinan dan definisi “tepat waktu” diterapkan konsisten.

Nilai probabilitas tidak memiliki ketepatan yang terpisah dari cara data dibentuk. Perubahan definisi gagal bayar, penggabungan periode pengamatan yang berbeda, atau catatan transaksi yang tidak lengkap dapat mengubah estimasi sekalipun perilaku dasar pelanggan tidak berubah. Kajian mengenai keputusan dalam

pengelolaan sumber daya menempatkan pilihan organisasi dalam konteks informasi serta kondisi lokal, sehingga angka kemungkinan perlu dibaca bersama ruang lingkup dan proses yang menghasilkan data (Z., 1997). Dengan demikian, probabilitas bukan sifat yang selalu melekat secara tunggal pada suatu peristiwa; nilainya berhubungan dengan model, informasi, dan horizon keputusan yang digunakan.

Untuk konteks Indonesia, perusahaan ritel yang merencanakan persediaan menjelang periode Ramadan dapat mendefinisikan ruang sampel berdasarkan tingkat permintaan: di bawah rencana, sesuai rencana, atau melampaui rencana. Penetapan kategori semacam itu memungkinkan manajer menghubungkan kemungkinan dengan biaya kelebihan persediaan dan kerugian akibat kehabisan stok. Contoh ini tetap memerlukan kehati-hatian: pola penjualan satu wilayah atau satu tahun tidak otomatis mewakili seluruh cabang maupun periode berikutnya. Probabilitas menjadi dasar analisis yang berguna ketika unit pengamatan, definisi peristiwa, horizon waktu, dan asal data dijelaskan secara transparan.

C. Aturan Penjumlahan dan Perkalian Probabilitas

Setelah ruang sampel dan peristiwa dirumuskan, hubungan antarkejadian menentukan cara menghitung probabilitas gabungan. Aturan penjumlahan digunakan ketika perhatian tertuju pada terjadinya salah satu dari beberapa peristiwa, sedangkan aturan perkalian digunakan untuk menilai peluang dua atau lebih peristiwa terjadi bersama. Pemilihan aturan bukan persoalan mekanis: keputusan manajerial harus terlebih dahulu menetapkan apakah kejadian saling lepas, tumpang tindih, independen, atau bergantung. Literatur pengambilan keputusan menekankan bahwa struktur alternatif dan konsekuensi perlu dirumuskan sebelum perbandingan dilakukan; dalam analisis probabilitas, hal itu berarti

mendefinisikan hubungan kejadian sebelum menerapkan rumus (Febriansah, 2020).

Untuk dua peristiwa A dan B, aturan penjumlahan umum dinyatakan sebagai:

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$$

Suku irisan $P(A \cap B)$ dikurangkan karena hasil yang berada pada kedua peristiwa akan terhitung dua kali jika probabilitas A dan B langsung dijumlahkan. Apabila keduanya saling lepas, irisan bernilai nol dan persamaan menyederhana menjadi $P(A \cup B) = P(A) + P(B)$. Sebaliknya, jika peristiwa bertumpang tindih, penjumlahan langsung akan menghasilkan estimasi terlalu besar. Kesalahan ini dapat berdampak pada proyeksi jumlah kasus yang memerlukan tindakan, seperti jumlah pelanggan yang memenuhi lebih dari satu indikator risiko.

Misalkan sebuah perusahaan pembiayaan di Indonesia menelaah pemohon usaha kecil dengan dua indikator: keterlambatan dokumen pendukung (A) dan riwayat tunggakan pada fasilitas sebelumnya (B). Apabila kedua indikator mungkin muncul pada pemohon yang sama, peluang pemohon memiliki setidaknya satu indikator bukanlah jumlah sederhana dari peluang masing-masing. Irisan harus diperhitungkan agar jumlah pemohon yang diperkirakan memerlukan pemeriksaan tambahan tidak dihitung berulang. Ilustrasi ini juga memperlihatkan bahwa kategori analitis perlu dibedakan dari keputusan akhir: keberadaan indikator risiko tidak dengan sendirinya menetapkan penolakan permohonan.

Aturan perkalian menilai probabilitas peristiwa bersama melalui probabilitas bersyarat:

$$P(A \cap B) = P(A)P(B \mid A)$$

Persamaan ini berlaku secara umum selama probabilitas kondisi yang digunakan terdefinisi. Jika A dan B independen, pengetahuan bahwa A terjadi tidak mengubah probabilitas B, sehingga $P(B \mid A) = P(B)$ dan persamaan menjadi $P(A \cap B) = P(A)P(B)$. Independensi adalah asumsi substantif, bukan jalan pintas perhitungan. Dalam rantai pasok, misalnya, keterlambatan dua pemasok dapat berkorelasi karena bergantung pada pelabuhan, cuaca, atau gangguan transportasi yang sama. Menganggapnya independen akan mengecilkan estimasi risiko gangguan serentak.

Aturan perkalian berulang dapat digunakan untuk rangkaian kejadian. Jika sebuah pesanan harus melewati proses persetujuan, pengadaan, dan pengiriman, peluang seluruh tahapan selesai tepat waktu dapat dinyatakan sebagai hasil kali probabilitas setiap tahap bersyarat pada tahap sebelumnya. Cara ini mengungkap titik proses yang paling berpengaruh, tetapi tidak membenarkan asumsi bahwa setiap tahap tidak saling memengaruhi. Untuk ilustrasi sederhana, probabilitas bersyarat dapat berbeda ketika stok pemasok rendah atau kapasitas gudang terbatas. Karena itu, pengukuran proses operasional perlu mempertahankan urutan dan ketergantungan yang relevan.

Tabel berikut memakai angka hipotetis untuk memperjelas perbedaan antara penjumlahan sederhana dan penjumlahan yang memperhitungkan irisan. Nilainya bukan hasil penelitian atau data perusahaan tertentu. Penggunaan tabel membantu menunjukkan bagaimana tumpang tindih mengubah estimasi total kasus yang memerlukan pemeriksaan.

Tabel 6.2 Ilustrasi Aturan Penjumlahan pada Pemeriksaan Kredit

Peristiwa	Probabilitas
Dokumen terlambat, $P(A)$	0,18
Riwayat tunggakan, $P(B)$	0,12
Kedua peristiwa, $P(A \cap B)$	0,05
Dokumen atau tunggakan,	0,25

$P(A \cup B)$	
Penjumlahan tanpa koreksi	0,30

Probabilitas gabungan 0,25 diperoleh dengan mengurangkan irisan 0,05 dari jumlah probabilitas masing-masing. Angka 0,30 pada baris terakhir menunjukkan hasil yang keliru jika tumpang tindih diabaikan; selisihnya merepresentasikan pemohon yang terhitung dua kali.

Dalam praktik, peluang gabungan juga dapat diperkirakan dari tabel silang atau catatan transaksi, asalkan definisi kejadian dan populasi pengamatan sama. Apabila tingkat keterlambatan dokumen dihitung dari seluruh pemohon, tetapi tunggakan dihitung hanya dari pelanggan lama, kedua probabilitas tersebut tidak otomatis dapat digabung. Penyebut yang berbeda menimbulkan perbandingan yang tidak sepadan. Sistem pendukung keputusan yang mengolah beragam kriteria dapat membantu organisasi menata informasi, tetapi hasil sistem tetap bergantung pada kesesuaian data dan aturan yang dimasukkan (Sumadi, 2022). Dengan kata lain, otomatisasi perhitungan tidak menghilangkan kebutuhan untuk memeriksa struktur kejadian.

Penerapan di perusahaan distribusi pangan di Surabaya memberi contoh lain. Manajer dapat menilai peluang sebuah pengiriman terlambat akibat gangguan pelabuhan atau kekurangan armada. Jika kedua penyebab dapat terjadi bersamaan, peluang keterlambatan karena “gangguan pelabuhan atau armada” dihitung dengan aturan penjumlahan yang mengurangi irisan. Jika yang dipertimbangkan adalah kondisi ketika kedua faktor muncul sekaligus, aturan perkalian digunakan, tetapi faktor ketergantungan harus dinilai. Gangguan pelabuhan dapat memicu kekurangan armada, sehingga independensi mungkin tidak masuk akal.

Aturan penjumlahan dan perkalian menyediakan struktur untuk menggabungkan informasi, bukan jaminan bahwa hasilnya akurat. Ketepatan tetap bergantung pada representasi ruang sampel,

kualitas pencatatan, serta penilaian terhadap ketergantungan antarperistiwa. Dalam keputusan bisnis, lebih defensibel melaporkan asumsi dan rentang estimasi daripada menyajikan satu angka tanpa konteks. Kerangka ini menjadi landasan bagi probabilitas bersyarat dan Teorema Bayes, yang secara khusus menelaah bagaimana informasi baru mengubah penilaian awal atas suatu peristiwa.

D. Probabilitas Bersyarat dan Teorema Bayes

Probabilitas bersyarat menyatakan kemungkinan suatu peristiwa dengan mempertimbangkan bahwa peristiwa lain telah diketahui terjadi. Notasi $P(A \mid B)$ dibaca sebagai probabilitas A dengan syarat B. Pembeda ini esensial bagi keputusan karena informasi baru sering mengubah relevansi bukti terdahulu. Dalam penilaian kredit, misalnya, probabilitas gagal bayar untuk seluruh pemohon dapat berbeda dari probabilitas gagal bayar di antara pemohon yang memiliki pola pembayaran tertentu. Keputusan berbasis kriteria perlu menimbang bagaimana bukti dan aturan klasifikasi memengaruhi hasil, bukan hanya mengandalkan satu indikator secara terpisah (Dewi, 2025; Febriansah, 2020).

Definisi probabilitas bersyarat untuk $P(B) > 0$ adalah:

$$P(A \mid B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$$

Penyebut $P(B)$ membatasi ruang analisis pada kasus-kasus yang memenuhi kondisi B. Karena penyebut berubah, nilai probabilitas bersyarat dapat berbeda dari probabilitas tanpa syarat. Perbedaan tersebut bukan kontradiksi, melainkan refleksi informasi tambahan. Namun, perbandingan antara probabilitas bersyarat dan probabilitas awal hanya bermakna jika populasi, periode, dan definisi hasilnya konsisten.

Teorema Bayes membalik arah pengondisian: bukti yang diamati digunakan untuk memperbarui probabilitas hipotesis. Untuk peristiwa A dan bukti B, bentuk dasarnya adalah:

$$P(A \mid B) = \frac{P(B \mid A)P(A)}{P(B)}$$

Dalam penerapan dengan beberapa hipotesis yang saling lepas dan mencakup seluruh kemungkinan, penyebut dapat diuraikan melalui aturan probabilitas total. Secara konseptual, pembaruan menggabungkan probabilitas awal, kecocokan bukti jika hipotesis benar, dan kelangkaan bukti dalam keseluruhan kasus. Probabilitas awal bukan "prasangka" yang harus dipertahankan; ia adalah titik mula yang dapat berasal dari data historis atau penilaian eksplisit. Bukti baru mengubahnya sejauh bukti tersebut lebih mungkin muncul pada satu hipotesis dibanding hipotesis lain.

Dalam konteks Indonesia, petugas lembaga keuangan mikro yang menilai pengajuan pinjaman toko kelontong di Yogyakarta dapat memulai dari estimasi risiko berdasarkan portofolio peminjam yang sebanding. Setelah itu, catatan pembayaran usaha yang dapat diverifikasi menjadi bukti baru. Teorema Bayes membantu menyusun pembaruan penilaian, tetapi tidak menggantikan evaluasi kemampuan usaha, kondisi arus kas, atau kebijakan perlindungan konsumen. Kajian tentang keputusan kredit menyoroti bahwa perilaku dan kerangka penilaian dapat membentuk pilihan; karena itu, bukti kuantitatif sebaiknya dibaca bersama kemungkinan bias dan aturan institusional yang digunakan (Dewi, 2025).

Diagram berikut menampilkan pembaruan secara konseptual, bukan angka estimasi tertentu. Diagram menunjukkan pergerakan dari risiko awal melalui bukti pembayaran menuju risiko yang diperbarui dan keputusan kredit, tanpa menetapkan probabilitas yang tidak didukung data.



Gambar 6.1 Pembaruan Risiko dengan Bayes. Sumber: Diolah penulis

Struktur bercabang menegaskan bahwa bukti pembayaran tidak menentukan keputusan secara otomatis; ia mengubah penilaian risiko yang kemudian dipertimbangkan bersama kriteria kredit. Cabang yang seimbang juga menghindari kesan bahwa satu hasil telah dipastikan sebelum informasi diperiksa.

Pembaruan Bayes dapat dipahami dengan contoh hipotetis. Anggap suatu lembaga mengelompokkan permohonan ke dalam hipotesis “berisiko” dan “tidak berisiko”. Catatan pembayaran lancar dapat lebih sering muncul pada kelompok tidak berisiko, tetapi bukti tersebut tidak membuktikan secara mutlak bahwa pemohon tertentu akan membayar tepat waktu. Probabilitas posterior tetap dipengaruhi prevalensi risiko awal dan kualitas catatan. Jika data historis tidak mewakili usaha mikro pada wilayah, sektor, atau periode yang sedang dinilai, probabilitas awal bisa meleset. Jika pencatatan pembayaran hanya mencakup peminjam yang bertahan dalam portofolio, bias seleksi juga dapat memengaruhi pembaruan.

Salah satu kekeliruan umum adalah menafsirkan $P(B \mid A)$ seolah-olah sama dengan $P(A \mid B)$. Misalnya, probabilitas bahwa peminjam berisiko memiliki catatan tertentu tidak sama dengan probabilitas bahwa pemohon dengan catatan tersebut tergolong berisiko. Pembalikan ini dapat menghasilkan keputusan yang terlalu ketat atau terlalu longgar. Dalam evaluasi model, perhatian juga perlu diberikan pada tingkat salah klasifikasi untuk kelompok pemohon yang berbeda. Metrik agregat yang tampak baik dapat menyembunyikan ketidakadilan atau kinerja buruk pada kelompok tertentu.

Keputusan kredit bukan sekadar penerapan ambang probabilitas. Ambang yang dipilih mengandung pertukaran antara biaya gagal bayar, kehilangan peluang pembiayaan bagi peminjam layak, biaya pemeriksaan lanjutan, dan tujuan lembaga. Karena konsekuensi salah menolak dan salah menerima tidak selalu setara, posterior yang sama dapat mendukung tindakan berbeda pada kebijakan yang berbeda. Kerangka pengambilan keputusan menuntut agar alternatif dan konsekuensinya dinyatakan, sehingga pembaruan probabilitas tidak disalahartikan sebagai keputusan itu sendiri (Febriansah, 2020).

Bayes juga relevan di luar kredit, termasuk deteksi cacat produksi, pemeriksaan transaksi tidak wajar, serta respons atas sinyal gangguan pasokan. Pada setiap penggunaan, organisasi perlu mendokumentasikan asal probabilitas awal, periode data, definisi bukti, dan aturan pembaruan. Dokumentasi ini memungkinkan evaluasi ketika lingkungan berubah. Jika perilaku pelanggan atau kondisi ekonomi bergeser, pola historis yang menjadi dasar prior mungkin tidak lagi memadai. Pembaruan probabilitas kemudian harus mengikuti bukti yang relevan, bukan sekadar memperbarui angka secara rutin tanpa menilai perubahan proses pembentuk data.

E. Expected Value dan Risiko dalam Keputusan Bisnis

Probabilitas mengukur kemungkinan hasil, tetapi keputusan bisnis juga memerlukan penilaian atas konsekuensi. Expected value atau nilai harapan merangkum hasil yang mungkin dengan memberi bobot menurut probabilitasnya. Ukuran ini berguna untuk membandingkan alternatif ketika organisasi menghadapi hasil yang beragam, misalnya investasi kapasitas, pemesanan persediaan, atau pilihan strategi harga. Namun, nilai harapan bukan ramalan tentang hasil yang pasti terjadi dan tidak dengan sendirinya menunjukkan apakah suatu pilihan dapat diterima. Kerangka

keputusan menempatkan nilai hasil, alternatif, dan preferensi organisasi secara bersama, sehingga ukuran rata-rata perlu dibaca dengan mempertimbangkan kerugian potensial (Febriansah, 2020).

Bagi peubah hasil X yang memiliki hasil diskret x_i dengan probabilitas p_i, nilai harapan dihitung sebagai:

$$E(X) = \sum_{i=1}^{n} x_i p_i$$

Jumlah probabilitas seluruh hasil harus sama dengan 1. Jika hasil berupa laba bersih, hasil negatif perlu dimasukkan sebagai kerugian; mengeluarkannya akan membuat nilai harapan terlalu optimistis. Nilai harapan juga memiliki satuan yang sama dengan variabel hasil. Bila X dinyatakan dalam rupiah, $E(X)$ juga dinyatakan dalam rupiah. Penghitungan yang konsisten memerlukan horizon waktu dan komponen biaya yang sebanding antara alternatif.

Pertimbangkan UMKM pengolah makanan di Bandung yang harus menentukan jumlah produksi untuk satu periode penjualan. Permintaan dapat berada pada tingkat rendah, sedang, atau tinggi; tiap kondisi membawa kombinasi penerimaan, biaya produksi, dan potensi produk tidak terjual yang berbeda. Untuk setiap alternatif produksi, manajer dapat menghitung laba pada tiap skenario dan mengalikannya dengan probabilitas skenario tersebut. Perbandingan nilai harapan membantu menata konsekuensi, tetapi estimasi probabilitas dan laba tetap harus berlandaskan catatan yang relevan, bukan semata-mata intuisi.

Contoh numerik berikut sepenuhnya ilustratif. Angka tidak mewakili kinerja perusahaan atau hasil riset tertentu. Penyederhanaan ini mengisolasi perbedaan antara nilai harapan dan risiko hasil aktual.

Tabel 6.3 Ilustrasi Nilai Harapan Dua Alternatif Produksi

Permintaan	Probabilitas	Produksi terbatas	Produksi besar
Rendah	0,30	Rp 12 juta	-Rp 18 juta
Sedang	0,45	Rp 24 juta	Rp 30 juta
Tinggi	0,25	Rp 32 juta	Rp 62 juta
Nilai harapan	1,00	Rp 22,4 juta	Rp 26,8 juta

Dalam contoh tersebut, alternatif produksi besar memiliki nilai harapan lebih tinggi, tetapi menghasilkan kerugian lebih besar ketika permintaan rendah. Pilihan antara keduanya tidak dapat ditentukan hanya dengan membandingkan rata-rata: kapasitas menanggung kerugian, kebutuhan kas, dan dampak produk sisa turut menentukan kelayakan.

Risiko dapat ditelaah melalui penyebaran hasil di sekitar nilai harapan. Untuk hasil diskret, varians mengukur rata-rata kuadrat penyimpangan dari nilai harapan, sedangkan simpangan baku mengembalikan ukuran penyebaran ke satuan yang sama dengan hasil. Kedua ukuran ini memperkaya analisis, tetapi tidak mencakup semua bentuk risiko. Distribusi yang memiliki nilai harapan dan simpangan baku sama dapat mempunyai kemungkinan kerugian ekstrem yang berbeda. Karena itu, pengambil keputusan dapat melengkapi analisis dengan nilai minimum, peluang hasil di bawah ambang tertentu, atau ukuran kerugian pada skenario buruk. Pembahasan lebih lanjut mengenai distribusi dan ukuran penyebaran probabilistik akan ditempatkan pada Bab 7.

Expected value paling informatif jika keputusan berulang atau jika organisasi mampu mengelola variasi hasil lintas banyak kejadian. Untuk keputusan satu kali dengan konsekuensi besar, nilai harapan dapat menyamarkan kemungkinan hasil ekstrem. Perusahaan yang memilih satu proyek investasi, misalnya, tidak mengalami “rata-rata” proyek secara aktual; proyek akan menghasilkan satu jalur hasil tertentu. Selera terhadap risiko, batas likuiditas, dan kemampuan bertahan terhadap kerugian dapat

membuat alternatif dengan nilai harapan lebih rendah tetap dipilih. Ini bukan penyimpangan dari rasionalitas, melainkan refleksi bahwa tujuan keputusan tidak selalu memaksimalkan rata-rata hasil moneter tanpa kendala.

Pembedaan penting lainnya adalah antara risiko terukur dan ketidakpastian yang sulit dikuantifikasi. Risiko lebih mudah dimodelkan ketika hasil dan probabilitasnya dapat diperkirakan secara layak dari data atau proses yang stabil. Ketidakpastian meningkat ketika kondisi baru muncul, struktur pasar berubah, atau data pembanding terbatas. Mengubah ketidakpastian menjadi satu probabilitas yang tampak presisi dapat memberi kesan akurasi yang tidak berdasar. Dalam konteks sistem pendukung keputusan, penggunaan banyak kriteria dapat membantu mengorganisasi penilaian, tetapi bobot dan definisi kriteria tetap memerlukan pertanggungjawaban (Sumadi, 2022).

Dalam keputusan UMKM di Indonesia, perhitungan nilai harapan sebaiknya dipasangkan dengan pemeriksaan asumsi: apakah peluang permintaan berasal dari periode yang sebanding, apakah biaya bahan baku berubah antar-skenario, dan apakah kapasitas produksi benar-benar dapat disesuaikan. Selain itu, nilai harapan moneter tidak selalu mencerminkan tujuan seperti menjaga kontinuitas pekerjaan, mempertahankan hubungan pemasok, atau memenuhi komitmen pelanggan. Keputusan yang bertanggung jawab menghubungkan angka dengan strategi dan batas operasional, serta membedakan perhitungan ilustratif dari estimasi berbasis data.

Peran nilai harapan, dengan demikian, bukan menetapkan satu pilihan universal, melainkan menyediakan dasar pembanding yang eksplisit. Manajer dapat menunjukkan alternatif mana yang memiliki hasil rata-rata lebih tinggi dan sekaligus menjelaskan distribusi konsekuensi yang menyertainya. Ketika toleransi risiko

berbeda antarunit atau pemangku kepentingan, analisis skenario membuat pertukaran tersebut dapat dibahas secara terbuka. Prinsip ini relevan bagi organisasi yang mengembangkan praktik keputusan berbasis data, sebab transparansi asumsi sama pentingnya dengan hasil perhitungan itu sendiri (W., 2026).

F. Penerapan Probabilitas pada Risiko dan Ketidakpastian Manajerial

Penerapan probabilitas dalam manajemen berguna ketika organisasi harus bertindak sebelum seluruh informasi tersedia. Persoalannya dapat berupa pemilihan pemasok, penentuan cadangan persediaan, evaluasi proyek, atau pengaturan kapasitas layanan. Probabilitas membantu menyusun skenario dan membandingkan konsekuensinya, tetapi bukan pengganti pengetahuan operasional maupun pertimbangan etis. Keputusan berbasis data memperoleh legitimasi ketika data, asumsi, dan batas inferensinya dapat ditelusuri, bukan semata-mata karena hasilnya disajikan dalam bentuk angka (W., 2026; Febriansah, 2020).

Risiko manajerial dapat dirumuskan melalui beberapa unsur: peristiwa yang mungkin terjadi, peluang relatifnya, konsekuensi terhadap tujuan organisasi, serta tindakan yang tersedia untuk mengurangi atau menerima paparan. Unsur-unsur ini membedakan penilaian probabilitas dari respons manajemen. Peluang gangguan pasokan dapat tinggi, tetapi dampaknya terbatas bila tersedia pemasok alternatif; sebaliknya, peluang rendah dapat tetap memerlukan perhatian ketika konsekuensinya mengancam keselamatan, kelangsungan operasi, atau kepatuhan. Oleh karena itu, pemeringkatan risiko tidak seharusnya hanya menyusun kejadian menurut probabilitas.

Di Indonesia, perusahaan manufaktur di kawasan Cikarang dapat menilai risiko keterlambatan komponen impor yang memengaruhi jadwal produksi. Analisis dapat menggabungkan

catatan keterlambatan sebelumnya, kondisi pemasok, waktu transit, dan konsekuensi penghentian lini produksi. Probabilitas historis menjadi titik awal, tetapi perubahan rute logistik, kebijakan perdagangan, atau kondisi pelabuhan dapat membuat estimasi masa lalu kurang relevan. Organisasi dapat membandingkan beberapa tindakan, seperti meningkatkan stok pengaman, mengembangkan pemasok lokal, atau menyesuaikan jadwal produksi. Tiap tindakan membawa biaya dan dampak berbeda; angka probabilitas memberi konteks bagi perbandingan, bukan jawaban otomatis.

Penggunaan skenario merupakan cara praktis menghindari ketergantungan pada satu prakiraan. Organisasi dapat menyusun skenario dasar, kondisi yang lebih menguntungkan, dan gangguan berat, kemudian menilai keputusan yang tetap layak pada beragam kondisi. Pendekatan ini tidak harus mengklaim bahwa ketiga skenario sama mungkin atau mencakup seluruh masa depan. Fungsinya adalah menguji ketahanan keputusan terhadap asumsi yang berubah. Dalam sistem informasi manajemen, integrasi data dapat mempercepat pemantauan indikator, tetapi mutu keputusan tetap bergantung pada cakupan data dan tata kelola proses analisis (Nurhidayati, 2026).

Tabel berikut menyajikan ilustrasi risiko rantai pasok dengan skala kemungkinan dan dampak yang bersifat kualitatif. Kategori ini bukan hasil pengukuran empiris dan tidak dapat menggantikan estimasi probabilitas berbasis data. Penyajiannya dimaksudkan untuk menunjukkan bahwa tindakan manajerial dapat berbeda menurut kombinasi kemungkinan, dampak, dan kemampuan mitigasi.

Tabel 6.4 Ilustrasi Risiko Rantai Pasok dan Respons Manajerial

Peristiwa	Kemungkinan	Dampak	Respons yang dipertimbangkan
Keterlambatan	Sedang	Tinggi	Pemasok alternatif

pemasok utama			
Kenaikan biaya angkut	Tinggi	Sedang	Negosiasi kontrak
Gangguan pelabuhan	Rendah	Tinggi	Stok pengaman terpilih
Penurunan mutu bahan	Sedang	Tinggi	Pemeriksaan penerimaan
Perubahan permintaan	Sedang	Sedang	Penyesuaian jadwal

Matriks tersebut membantu mengarahkan pembahasan ke tindakan yang dapat dipertimbangkan, tetapi label “sedang” atau “tinggi” mengandung penilaian yang perlu didefinisikan. Organisasi sebaiknya menjelaskan kriteria kategori, sumber informasi, dan siapa yang bertanggung jawab meninjau penilaian tersebut.

Ketidakpastian dapat meningkat ketika data terbatas atau proses pembentuk hasil mengalami perubahan. Dalam kondisi demikian, model probabilitas yang dibangun dari masa lalu berisiko menghasilkan kepastian semu. Respons yang lebih defensibel meliputi penggunaan rentang, analisis sensitivitas, dan pembaruan estimasi ketika bukti baru tersedia. Jika keputusan sensitif terhadap sedikit perubahan asumsi, ketergantungan tersebut perlu disampaikan kepada pimpinan. Jika keputusan tetap layak pada rentang asumsi yang lebar, organisasi dapat memiliki dasar lebih kuat untuk bertindak meski informasi belum lengkap.

Transformasi digital memperluas peluang pemantauan risiko melalui data operasional dan analitika, tetapi juga membawa persoalan seperti kualitas rekaman, ketergantungan pada model, dan bias dalam keputusan otomatis. Kajian mengenai penerapan kecerdasan artifisial pada akuntansi bisnis menempatkan budaya organisasi dan manajemen risiko sebagai bagian dari proses implementasi, bukan urusan teknis yang terpisah (Hajatina, 2025). Model yang memberi probabilitas gagal bayar, misalnya, dapat mereplikasi ketimpangan bila data pelatihan mencerminkan praktik historis yang tidak adil. Organisasi perlu menguji kinerja model

pada kelompok yang relevan dan menyediakan mekanisme peninjauan bagi keputusan yang berdampak besar.

Pengelolaan risiko yang efektif juga membutuhkan pembagian tanggung jawab. Unit operasional memahami kendala proses; analis menilai data dan asumsi; manajemen menetapkan toleransi risiko; sedangkan fungsi pengawasan menilai kepatuhan serta dampak keputusan. Koordinasi tersebut mengurangi kemungkinan probabilitas diperlakukan sebagai angka teknis yang hanya dimiliki analis. Temuan mengenai keputusan berbasis data di lingkungan organisasi menyoroti pentingnya kualitas informasi dan tata kelola dalam menjaga akuntabilitas proses (W., 2026). Konsekuensinya, setiap estimasi yang digunakan untuk keputusan strategis patut disertai penjelasan ringkas tentang asal data, horizon, asumsi, dan ketidakpastian.

Penerapan probabilitas akhirnya perlu dipandang sebagai proses berulang: merumuskan risiko, mengumpulkan bukti, menaksir kemungkinan, membandingkan konsekuensi, memilih respons, lalu memeriksa hasil aktual. Evaluasi setelah keputusan memberi kesempatan untuk menemukan perbedaan antara asumsi dan kenyataan, serta memperbaiki model tanpa menganggap satu kegagalan sebagai bukti bahwa seluruh analisis probabilistik tidak berguna. Pada organisasi Indonesia yang beroperasi di pasar dan rantai pasok yang berubah, disiplin pembaruan ini membantu menghubungkan data dengan tindakan secara lebih transparan. Keputusan tetap berada pada tanggung jawab manajerial; probabilitas memperjelas dasar dan batas pertimbangannya.

BAB 7
DISTRIBUSI PROBABILITAS DALAM BISNIS

A. Pendahuluan

Perubahan permintaan, keterlambatan pasokan, kegagalan transaksi, dan variasi kinerja penjualan memperlihatkan bahwa keputusan bisnis selalu berhadapan dengan hasil yang belum pasti. Data historis dapat membantu mengukur ketidakpastian tersebut, tetapi frekuensi masa lalu tidak dengan sendirinya menjelaskan peluang terjadinya hasil pada masa mendatang. Distribusi probabilitas menyediakan kerangka untuk menghubungkan pola data dengan kemungkinan hasil, sekaligus menyatakan asumsi yang mendasari perkiraan. Dalam praktik manajemen, kerangka ini berguna untuk menilai risiko, merancang kapasitas, mengendalikan mutu, dan membandingkan alternatif keputusan. Namun, penggunaan distribusi yang tidak sesuai dengan karakteristik peristiwa atau proses pengumpulan data dapat menghasilkan estimasi yang menyesatkan. Karena itu, penalaran probabilistik perlu diperlakukan bukan sekadar sebagai teknik perhitungan, melainkan sebagai bagian dari disiplin analitis dalam membaca bukti dan keterbatasannya.

Kajian dalam bab ini menelusuri hubungan antara variabel acak dan distribusi probabilitas sebagai landasan untuk merepresentasikan ketidakpastian secara formal. Pembahasan kemudian menguraikan distribusi binomial untuk kejadian dengan jumlah percobaan dan peluang keberhasilan tertentu, serta distribusi Poisson untuk memodelkan banyaknya kejadian dalam interval waktu atau ruang. Distribusi normal dan standardisasi Z dibahas sebagai perangkat untuk menganalisis variasi kontinu dan menafsirkan posisi suatu nilai relatif terhadap pola sebaran.

Rangkaian tersebut bermuara pada pemilihan distribusi probabilitas berdasarkan bentuk data, mekanisme kejadian, dan tujuan analisis. Dalam keseluruhan argumentasi buku tentang statistik dan analitika data untuk manajemen, bab ini menjembatani deskripsi data dengan inferensi dan keputusan yang mempertimbangkan risiko.

Urgensi kajian ini semakin nyata ketika organisasi menggunakan data transaksi, sensor, dan layanan digital untuk mengambil keputusan dengan konsekuensi finansial maupun operasional yang langsung terasa. Tinjauan ini mengungkap bahwa ketepatan keputusan tidak hanya bergantung pada banyaknya data, tetapi juga pada kecocokan model probabilistik dan keterbukaan terhadap asumsi yang menyertainya. Pemahaman tersebut mendukung analisis yang lebih dapat dipertanggungjawabkan, baik dalam evaluasi proses internal maupun dalam komunikasi risiko kepada pemangku kepentingan. Untuk membangun landasan bagi pembahasan distribusi-distribusi tersebut, uraian berikut terlebih dahulu menelaah variabel acak dan distribusi probabilitas.

B. Variabel Acak dan Distribusi Probabilitas

1. Representasi ketidakpastian

Pembahasan probabilitas pada Bab 6 menyediakan landasan untuk menyatakan kemungkinan suatu hasil. Bab ini melangkah lebih jauh dengan menghubungkan kemungkinan tersebut pada besaran yang dapat diamati melalui variabel acak. Variabel acak bukan sekadar variabel yang nilainya belum diketahui; variabel ini merupakan aturan yang memetakan setiap hasil dalam suatu proses acak ke nilai numerik. Karena itu, variabel acak memungkinkan ketidakpastian dalam transaksi, layanan, dan operasi bisnis dianalisis dengan perangkat kuantitatif.

Variabel acak adalah fungsi yang mengaitkan setiap hasil dalam ruang sampel dengan suatu nilai numerik. Jika sebuah pusat

layanan menerima panggilan selama satu jam, misalnya, variabel acak X dapat menyatakan jumlah panggilan yang masuk dalam interval tersebut. Nilai X belum diketahui sebelum interval berakhir, tetapi kemungkinan nilai dan peluangnya dapat dirumuskan. Pembedaan ini penting bagi pengambilan keputusan: manajer tidak perlu mengetahui hasil yang akan terjadi secara pasti untuk dapat menilai kapasitas atau risiko yang menyertainya.

Variabel acak umumnya dibedakan menjadi diskret dan kontinu. Variabel acak diskret memiliki nilai yang dapat dihitung satu per satu, seperti jumlah transaksi gagal, jumlah unit cacat, atau banyaknya pelanggan yang datang. Variabel acak kontinu dapat mengambil nilai pada suatu rentang, seperti durasi pengiriman, berat produk, atau nilai rupiah transaksi. Perbedaan tersebut bukan semata-mata soal bentuk angka. Sifat pengukuran menentukan cara peluang dirumuskan: peluang pada variabel diskret melekat pada nilai tertentu, sedangkan pada variabel kontinu peluang dihitung untuk suatu interval.

2. Distribusi dan ringkasan probabilistik

Distribusi probabilitas merangkum nilai-nilai yang mungkin dari suatu variabel acak beserta peluang masing-masing. Untuk variabel diskret, fungsi massa probabilitas dapat ditulis sebagai $p(x) = P(X = x)$, dengan syarat $p(x) \geq 0$ dan jumlah seluruh peluangnya sama dengan satu. Untuk variabel kontinu, fungsi kepadatan probabilitas $f(x)$ menggambarkan pola peluang relatif pada rentang nilai; peluang suatu interval diperoleh melalui luas di bawah kurva kepadatan pada interval tersebut. Dengan demikian, nilai fungsi kepadatan pada satu titik bukanlah peluang bahwa variabel tepat sama dengan titik itu.

Fungsi distribusi kumulatif, $F(x) = P(X \leq x)$, berlaku untuk variabel diskret maupun kontinu. Fungsi ini menyatakan peluang bahwa nilai variabel tidak melebihi batas tertentu. Dalam

pengelolaan layanan, misalnya, $F(30)$ dapat mewakili peluang waktu penyelesaian pesanan tidak lebih dari 30 menit. Ukuran tersebut lebih dekat dengan pertanyaan operasional daripada sekadar mengetahui rata-rata, sebab standar layanan sering ditetapkan sebagai ambang waktu atau batas risiko.

Rata-rata teoretis atau nilai harapan menyatakan pusat distribusi dalam pengertian probabilistik. Untuk variabel diskret, nilai harapan dinyatakan sebagai $E(X) = \sum_x xp(x)$. Ukuran penyebarannya dapat dinyatakan dengan varians, $Var(X) = E[(X - \mu)^2]$, dan simpangan baku, $\sigma = \sqrt{Var(X)}$. Nilai harapan bukan ramalan pasti bagi satu kejadian. Jika jumlah transaksi gagal memiliki nilai harapan 2,4 per hari, jumlah aktual pada satu hari tetap berupa bilangan bulat dan dapat jauh dari 2,4. Interpretasi yang tepat adalah bahwa nilai tersebut merangkum pola jangka panjang di bawah asumsi model yang digunakan.

Dalam konteks perencanaan bisnis, nilai harapan membantu menyusun gambaran dasar, sedangkan penyebaran menunjukkan ketidakpastian di sekitar gambaran itu. Buku perencanaan bisnis menempatkan proyeksi sebagai bagian dari penyusunan keputusan dan alokasi sumber daya; namun proyeksi yang relevan bagi manajemen harus dibaca bersama asumsi serta kisaran kemungkinan hasilnya, bukan sebagai kepastian (Nirwana, 2020). Argumen yang diajukan di sini adalah bahwa nilai rata-rata tanpa informasi variasi dapat memberi kesan stabilitas yang tidak didukung data.

Tabel berikut menyajikan contoh distribusi diskret untuk jumlah pesanan yang memerlukan penanganan ulang pada satu giliran kerja. Nilai-nilai tersebut bersifat ilustratif, bukan data empiris perusahaan tertentu.

Tabel 7.1 Distribusi Ilustratif Pesanan yang Memerlukan Penanganan Ulang

Pesanan ulang (x)	Peluang $P(X = x)$	Hasil kali $xP(X = x)$
0	0,20	0,00
1	0,35	0,35
2	0,25	0,50
3	0,15	0,45
4	0,05	0,20
Jumlah	**1,00**	**1,50**

Distribusi ini menghasilkan nilai harapan 1,5 pesanan ulang per giliran. Angka tersebut berguna untuk perencanaan rata-rata, tetapi peluang munculnya tiga atau empat pesanan ulang tetap perlu diperhatikan jika kapasitas petugas terbatas.

3. Keterkaitan dengan keputusan manajerial

Interpretasi distribusi memerlukan kejelasan mengenai unit analisis, periode pengamatan, dan proses yang menghasilkan data. “Jumlah keluhan per hari” berbeda dari “waktu penyelesaian keluhan,” meskipun keduanya berasal dari sistem layanan yang sama. Yang pertama berupa hitungan diskret, sedangkan yang kedua biasanya kontinu. Kekeliruan mengidentifikasi sifat variabel dapat mendorong pemilihan model yang tidak sesuai dan menghasilkan ukuran risiko yang keliru.

Pengambilan keputusan manajerial juga menuntut pembedaan antara distribusi teoretis dan distribusi empiris. Distribusi empiris dibentuk dari frekuensi dalam data yang terkumpul, sementara distribusi teoretis menyatakan pola yang diasumsikan untuk merepresentasikan proses. Frekuensi historis dapat menjadi petunjuk, tetapi belum membuktikan bahwa mekanisme proses tetap sama pada periode berikutnya. Perubahan sistem pencatatan, promosi, perilaku pelanggan, atau kapasitas operasional dapat mengubah pola peluang.

Perspektif pengambilan keputusan menekankan bahwa informasi kuantitatif digunakan untuk membandingkan

konsekuensi alternatif, bukan menggantikan pertimbangan tujuan dan batasan organisasi (Febriansah, 2020). Oleh sebab itu, distribusi perlu dibaca sebagai model bersyarat: kesimpulan berlaku sejauh asumsi, kualitas data, dan lingkungan proses masih memadai. Apabila data berasal dari unit yang berbeda atau periode yang tidak sebanding, angka peluang dapat mencampurkan beberapa mekanisme yang sesungguhnya berlainan.

Di Indonesia, sebuah perusahaan ritel yang beroperasi di Jakarta dapat memodelkan jumlah pesanan yang tertunda pada setiap hari kerja sebagai variabel acak diskret. Sebaliknya, durasi pengiriman dari gudang di Bekasi ke pelanggan di Jakarta lebih tepat diperlakukan sebagai variabel kontinu, sekalipun sistem hanya mencatatnya dalam menit bulat. Contoh ini menunjukkan bahwa klasifikasi bergantung pada proses pengukuran dan objek yang hendak dimodelkan, bukan hanya format angka yang tampil pada layar.

Distribusi probabilitas menjadi penghubung antara pola observasi dan penilaian risiko. Nilai harapan menjawab gambaran pusat, sedangkan probabilitas kumulatif dan ukuran penyebaran membantu menilai peluang melewati batas operasional. Kerangka ini menjadi dasar bagi distribusi binomial, Poisson, dan normal yang dibahas berikutnya; setiap distribusi memiliki struktur asumsi yang membatasi jenis persoalan yang layak dimodelkan.

C. Distribusi Binomial dan Aplikasinya

1. Struktur percobaan binomial

Distribusi binomial digunakan ketika analisis berfokus pada jumlah keberhasilan dalam sejumlah percobaan yang tetap. Dalam konteks bisnis, keberhasilan tidak harus berarti hasil yang menguntungkan. Keberhasilan dapat didefinisikan sebagai transaksi yang disetujui, produk yang lolos pemeriksaan, atau pelanggan yang merespons promosi, sementara kegagalan menjadi hasil

pasangannya. Definisi operasional tersebut harus ditetapkan sebelum menghitung peluang agar klasifikasi konsisten.

Model binomial mensyaratkan empat kondisi. Pertama, jumlah percobaan n ditentukan. Kedua, setiap percobaan memiliki dua hasil yang saling melengkapi. Ketiga, peluang keberhasilan p tetap pada setiap percobaan. Keempat, hasil antarpercobaan independen. Jika salah satu kondisi tidak terpenuhi, formula binomial mungkin tidak merepresentasikan proses yang sebenarnya, meskipun hasil hitungannya tampak masuk akal.

Jika X menyatakan jumlah keberhasilan dari n percobaan, probabilitas memperoleh tepat x keberhasilan adalah:

$$P(X = x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}, x = 0,1, \dots, n$$

Koefisien kombinasi menghitung banyaknya susunan yang menghasilkan x keberhasilan. Parameter p adalah peluang keberhasilan dalam satu percobaan, sedangkan $1 - p$ adalah peluang kegagalan. Nilai harapan dan varians distribusi binomial masing-masing adalah $E(X) = np$ dan $Var(X) = np(1-p)$. Rumus tersebut menggambarkan konsekuensi model; ketepatannya tetap bergantung pada validitas asumsi.

2. Ilustrasi pengendalian mutu

Pertimbangkan ilustrasi hipotetis sebuah usaha makanan di Bandung yang mengambil 12 kemasan secara acak dari satu lini produksi. Berdasarkan data proses yang diasumsikan stabil, peluang satu kemasan mengalami kerusakan segel adalah 0,05. Jika setiap kemasan dapat diperlakukan sebagai percobaan independen dengan peluang kerusakan yang sama, jumlah kemasan rusak X mengikuti model binomial dengan $n = 12$ dan $p = 0{,}05$.

Peluang tidak ada kemasan rusak adalah $P(X = 0) = (0{,}95)^{12} \approx 0{,}540$. Peluang tepat satu kemasan rusak

adalah $P(X = 1) = \binom{12}{1}(0{,}05)(0{,}95)^{11} \approx 0{,}341$. Dengan demikian, peluang ditemukan sekurang-kurangnya satu kemasan rusak adalah $1 - P(X = 0) \approx 0{,}460$. Angka-angka tersebut bukan hasil inspeksi nyata terhadap perusahaan tertentu; semuanya merupakan konsekuensi dari parameter dan asumsi ilustratif yang dinyatakan.

Contoh ini menunjukkan perbedaan antara menghitung peluang kejadian dan menetapkan tindakan. Peluang hampir 0,46 untuk menemukan setidaknya satu kemasan rusak dapat menjadi dasar untuk meninjau frekuensi inspeksi, tetapi belum cukup untuk menentukan apakah proses perlu dihentikan. Keputusan juga bergantung pada biaya kerusakan, konsekuensi bagi konsumen, kapasitas pemeriksaan, dan standar mutu yang ditetapkan organisasi. Perencanaan dan penganggaran bisnis menghubungkan asumsi operasional dengan alokasi sumber daya; dalam penerapan binomial, hubungan itu tampak ketika peluang kegagalan diterjemahkan ke kebutuhan inspeksi atau cadangan kapasitas (Nirwana, 2020).

Nilai harapan jumlah kemasan rusak dalam sampel tersebut adalah $E(X) = 12(0{,}05) = 0{,}6$. Nilai ini tidak berarti akan ditemukan 0,6 kemasan rusak pada satu sampel. Hasil aktual berupa bilangan bulat, dan nilai harapan menjadi ringkasan perilaku rata-rata jika kondisi yang diasumsikan berulang. Variansnya adalah $12(0{,}05)(0{,}95) = 0{,}57$, sehingga simpangan bakunya sekitar 0,755. Angka ini menggambarkan variasi jumlah kerusakan antarsampel dalam model, bukan kesalahan pengukuran.

3. Aplikasi pada keputusan bisnis

Binomial juga dapat digunakan untuk menganalisis respons pelanggan terhadap kampanye pemasaran apabila setiap pelanggan diklasifikasikan merespons atau tidak merespons.

Misalkan sebuah perusahaan di Surabaya mengirim tawaran kepada 500 pelanggan dan mengestimasi peluang respons 0,08. Dengan asumsi independensi dan peluang respons yang sama, nilai harapan respons adalah 40. Namun, keputusan persediaan atau kapasitas layanan tidak sebaiknya hanya didasarkan pada angka rata-rata tersebut. Manajer dapat menghitung peluang respons melampaui ambang kapasitas tertentu untuk menilai kebutuhan sumber daya.

Dalam praktik, asumsi peluang yang sama sering menjadi titik lemah. Pelanggan berbeda dalam riwayat pembelian, lokasi, daya beli, dan paparan promosi. Jika kelompok-kelompok tersebut memiliki peluang respons yang tidak sama, satu nilai p mungkin menyederhanakan heterogenitas secara berlebihan. Model binomial tetap berguna sebagai pendekatan awal, tetapi analisis segmentasi atau model lain mungkin diperlukan apabila perbedaan karakteristik pelanggan berpengaruh nyata.

Independensi juga patut diuji secara substantif. Kerusakan pada kemasan yang diproduksi secara berurutan dapat saling berkaitan jika berasal dari gangguan mesin yang sama. Respons pelanggan dapat berkorelasi karena promosi tersebar melalui jaringan sosial atau karena pelanggan berbelanja pada periode yang sama. Ketika hasil percobaan saling bergantung, peluang gabungan tidak dapat dihitung dengan mengalikan peluang individual sebagaimana model binomial mengandaikan.

Kajian tentang pengendalian internal pada piutang menyoroti pentingnya prosedur dan informasi yang memadai dalam mengelola risiko transaksi bisnis (Renaldo, 2021). Temuan tersebut tidak menetapkan model binomial, tetapi relevan pada tingkat penerapan: penghitungan proporsi transaksi yang bermasalah baru dapat dipercaya apabila definisi kejadian, pencatatan, dan pemeriksaan data konsisten. Binomial tidak memperbaiki

kelemahan sistem pencatatan; ia hanya memformalkan peluang berdasarkan data dan asumsi yang diberikan.

> ⚠ **PERHATIAN**
> Distribusi binomial tidak otomatis sesuai hanya karena hasil dikodekan sebagai 0 dan 1. Jumlah percobaan tetap, kestabilan peluang, dan independensi merupakan asumsi substantif yang harus dipertimbangkan. Jika peluang berubah sepanjang waktu atau percobaan saling bergantung, hasil perhitungan dapat memberi gambaran risiko yang terlalu sempit.

Dengan demikian, distribusi binomial paling berguna ketika peristiwa dapat didefinisikan secara tegas dan jumlah percobaan telah ditentukan. Kekuatan model ini terletak pada keterhubungan yang jelas antara jumlah percobaan, peluang keberhasilan, dan jumlah hasil yang diamati. Keterbatasannya muncul ketika proses bisnis berubah, hasil tidak independen, atau kategori keberhasilan gagal menangkap variasi yang relevan bagi keputusan.

D. Distribusi Poisson dan Aplikasinya

1. Hitungan kejadian dalam interval

Distribusi Poisson memodelkan banyaknya kejadian yang muncul dalam interval waktu, wilayah, atau ruang tertentu. Variabel yang dianalisis berupa hitungan nonnegatif, seperti jumlah panggilan masuk per jam, jumlah kegagalan sistem per minggu, atau jumlah kedatangan kendaraan pada gerbang tol dalam periode tertentu. Perhatian utama model bukan jumlah percobaan yang ditetapkan, melainkan tingkat kejadian rata-rata pada interval yang didefinisikan.

Jika X menyatakan jumlah kejadian dan λ merupakan rata-rata kejadian per interval, fungsi probabilitas Poisson adalah:

$$P(X = x) = \frac{e^{-\lambda}\lambda^{x}}{x!}, x = 0,1,2, \ldots$$

Dalam model Poisson, nilai harapan dan varians sama-sama bernilai λ. Kesamaan tersebut merupakan ciri model, bukan hukum universal bagi semua data hitungan. Apabila variasi data jauh lebih besar daripada rata-ratanya, atau pola kejadian memperlihatkan pengelompokan dan ketergantungan, distribusi Poisson sederhana dapat gagal menggambarkan data secara memadai.

Penggunaan model mengandaikan bahwa kejadian terjadi secara independen, tingkat kejadian relatif konstan dalam interval, dan peluang terjadinya lebih dari satu kejadian pada rentang yang sangat kecil dapat diabaikan. Asumsi itu menuntut definisi interval yang tegas. Rata-rata tiga kedatangan per menit tidak dapat dipertukarkan begitu saja dengan rata-rata tiga kedatangan per jam; parameter λ selalu terkait dengan panjang interval dan kondisi proses.

2. Ilustrasi kedatangan penumpang

Kedatangan penumpang merupakan contoh yang dapat menjelaskan mengapa model Poisson digunakan untuk hitungan dalam interval. Bayangkan petugas layanan di sebuah stasiun komuter di Surabaya menghitung penumpang yang memasuki area layanan dalam setiap interval sepuluh menit. Jika laju kedatangan rata-rata relatif stabil selama periode tertentu, jumlah kedatangan pada interval itu dapat didekati dengan model Poisson. Nilai laju harus diestimasi dari catatan yang relevan dan tidak dapat diasumsikan konstan sepanjang hari, terutama ketika jam sibuk dan jam lengang memiliki pola berbeda.

Gambar berikut memperlihatkan konteks operasional yang berkaitan dengan pencatatan kedatangan dalam interval. Fokusnya adalah arus penumpang yang masuk pada waktu berbeda dan kebutuhan menetapkan batas waktu pengamatan secara konsisten.



Gambar 7.1 Kedatangan Penumpang di Stasiun. Sumber: Ilustrasi, diolah penulis

Arus yang terlihat dalam gambar perlu diterjemahkan menjadi data melalui aturan pencatatan: titik masuk yang dihitung, durasi interval, dan cara menangani rombongan yang melewati gerbang bersama. Tanpa aturan tersebut, perbedaan hitungan dapat mencerminkan perbedaan prosedur, bukan perubahan laju kedatangan.

Tabel berikut menunjukkan peluang jumlah kedatangan pada satu interval sepuluh menit jika rata-rata kedatangan diasumsikan tiga penumpang. Nilai ini merupakan ilustrasi matematis dan bukan statistik operasional stasiun tertentu.

Tabel 7.2 Peluang Kedatangan dengan Rata-Rata Tiga Penumpang

Kedatangan (x)	**Peluang $P(X = x)$**
0	0,050
1	0,149
2	0,224
3	0,224
4	0,168
5	0,101
6 atau lebih	0,084

Distribusi tersebut menunjukkan bahwa jumlah tiga kedatangan memiliki peluang terbesar di antara jumlah tunggal yang ditampilkan, tetapi peluang jumlah enam atau lebih tetap sekitar 0,084. Nilai rata-rata tiga tidak berarti setiap interval akan mencatat tepat tiga kedatangan.

3. Implikasi untuk kapasitas layanan

Dalam pengelolaan pusat layanan pelanggan di Indonesia, jumlah panggilan yang masuk setiap lima menit dapat dipakai untuk memperkirakan kebutuhan petugas. Jika laju kedatangan berubah menurut jam, model perlu diterapkan pada interval yang lebih homogen atau menggunakan laju yang berbeda antarperiode. Menggabungkan jam sibuk dan jam sepi menjadi satu nilai rata-rata berisiko menyamarkan lonjakan yang menentukan tingkat layanan.

Poisson juga dapat dipakai sebagai pendekatan awal untuk memodelkan kejadian langka, misalnya gangguan tertentu pada sistem transaksi. Akan tetapi, frekuensi gangguan harus didefinisikan dan dicatat konsisten. Data yang hanya merekam insiden setelah laporan pengguna, misalnya, dapat melewatkan gangguan yang tidak dilaporkan. Karena itu, estimasi λ dapat merepresentasikan intensitas pencatatan, bukan seluruh kejadian yang sesungguhnya.

Pengendalian internal atas piutang memperlihatkan bahwa pengelolaan risiko transaksi membutuhkan sistem pencatatan dan prosedur pemantauan yang dapat ditelusuri (Renaldo, 2021). Dalam penerapan model Poisson pada kejadian operasional, prinsip yang sejalan adalah bahwa angka hitungan harus memiliki dasar pencatatan yang stabil. Model probabilitas tidak menghilangkan bias jika kejadian tercatat secara tidak merata atau definisinya berubah antarperiode.

Nilai rata-rata dan varians yang sama memberi dasar untuk pemeriksaan awal kesesuaian model. Jika data hitungan

menunjukkan variasi yang jauh melebihi rata-rata, manajer perlu menelaah apakah penyebabnya adalah heterogenitas proses, pengelompokan kejadian, atau perubahan kondisi. Jika kejadian memiliki batas kapasitas atau muncul berkelompok, model alternatif bisa lebih masuk akal daripada memaksakan Poisson. Dalam perencanaan, pendekatan tersebut sejalan dengan penilaian alternatif berdasarkan konsekuensi dan ketidakpastian, bukan semata-mata kemudahan perhitungan (Febriansah, 2020).

Poisson berguna ketika pertanyaan bisnis berkaitan dengan berapa kali suatu kejadian mungkin muncul pada interval yang jelas. Namun, pemilihan model harus mempertimbangkan variasi waktu, definisi kejadian, dan ketergantungan antarperistiwa. Model yang sederhana tetap bernilai apabila batas berlakunya dinyatakan secara terbuka dan hasilnya dipakai sebagai masukan, bukan sebagai kepastian.

E. Distribusi Normal dan Standardisasi Z

1. Pola variasi kontinu

Distribusi normal merupakan distribusi kontinu yang berbentuk simetris dengan puncak di sekitar rata-rata. Dua parameter utamanya adalah rata-rata μ dan simpangan baku σ. Perubahan nilai μ menggeser pusat distribusi, sedangkan perubahan σ memengaruhi tingkat penyebaran. Bentuk lonceng yang dikenal luas tidak dengan sendirinya membuktikan bahwa data bisnis mengikuti distribusi normal; kecocokan perlu dinilai dari pola data dan mekanisme yang menghasilkan pengamatan.

Kepadatan distribusi normal dinyatakan sebagai:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]$$

Karena variabelnya kontinu, peluang pada satu nilai persis bernilai nol dalam model. Pertanyaan yang bermakna adalah peluang suatu nilai berada dalam rentang, misalnya waktu layanan antara 8 dan 12 menit. Luas di bawah kurva pada rentang tersebut menyatakan probabilitasnya. Interpretasi ini mencegah kekeliruan antara tinggi kurva dan peluang.

Distribusi normal sering digunakan untuk menggambarkan variasi pengukuran atau proses yang dipengaruhi banyak faktor kecil. Dalam bisnis, kandidat variabelnya mencakup berat produk, waktu proses, atau nilai pengukuran tertentu. Namun, distribusi waktu transaksi dapat menceng ke kanan karena sebagian kecil kasus mengalami keterlambatan panjang. Demikian pula, data penjualan dapat memperlihatkan pola musiman atau batas bawah yang membuat bentuk normal tidak sesuai.

2. Standardisasi dan posisi relatif

Standardisasi mengubah suatu nilai x menjadi skor z berdasarkan jaraknya dari rata-rata dalam satuan simpangan baku:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Nilai z positif menunjukkan bahwa pengamatan berada di atas rata-rata, sedangkan nilai negatif menunjukkan posisi di bawah rata-rata. Jika waktu pemrosesan memiliki rata-rata 40 menit dan simpangan baku 5 menit, pengamatan 50 menit menghasilkan $z = 2$. Dalam kerangka normal, pengamatan tersebut berada dua simpangan baku di atas rata-rata. Skor itu menyatakan posisi relatif, bukan penyebab keterlambatan maupun ukuran kerugian bisnis secara langsung.

Distribusi normal baku memiliki rata-rata 0 dan simpangan baku 1. Standardisasi memungkinkan peluang untuk beragam nilai μ dan σ ditelaah pada skala yang sama. Dalam praktik, skor z dapat digunakan untuk membandingkan posisi relatif dua hasil yang

satuannya berbeda, asalkan model dan data pembandingnya layak. Perbandingan skor tidak berarti dua proses memiliki konsekuensi operasional setara.

3. Contoh operasional di Indonesia

Sebuah perusahaan logistik di Semarang dapat menelaah durasi pemrosesan pesanan di gudang. Misalkan data satu jenis layanan selama periode tertentu menunjukkan rata-rata 40 menit dan simpangan baku 5 menit. Jika pengamatan berdurasi 50 menit, skor $z = 2$ menunjukkan bahwa kasus tersebut lebih lama daripada rata-rata proses. Manajer dapat menelusuri apakah kondisi itu terkait volume pesanan, kendala sistem, atau karakteristik pengiriman, tetapi skor standar sendiri tidak dapat menjawab pertanyaan sebab-akibat.

Misalkan organisasi menetapkan ambang perhatian pada 50 menit. Model normal dapat membantu menghitung peluang melewati ambang tersebut jika distribusi dan parameter yang digunakan cukup sesuai. Penggunaan nilai tersebut untuk menetapkan target layanan tetap memerlukan pertimbangan biaya dan akibat keterlambatan. Sebuah ambang statistik tidak otomatis merupakan ambang kebijakan yang optimal.

Kajian koreksi bias estimasi curah hujan pada data satelit menunjukkan bahwa estimasi berbasis data dapat memerlukan penyesuaian ketika terdapat bias pengukuran atau keterbatasan data pengamatan (Misnawati, 2022). Konteks tersebut bukan bukti bahwa data bisnis tertentu berdistribusi normal, tetapi menggarisbawahi batas interpretasi: standardisasi terhadap data yang bias tetap menghasilkan skor terstandar dari ukuran yang bias. Karena itu, pemeriksaan kualitas pengukuran mendahului penafsiran skor z.

Nilai rata-rata dan simpangan baku yang dihitung dari sampel juga tidak selalu sama dengan parameter populasi. Perbedaan ini

menjadi pokok pembahasan distribusi sampling pada Bab 8. Pada bab ini, standardisasi dipahami sebagai transformasi nilai terhadap parameter atau statistik pembanding yang dinyatakan secara eksplisit. Jika pembanding berasal dari periode yang tidak sebanding, skor yang dihasilkan dapat menyesatkan, sekalipun perhitungannya benar.

4. Batas penggunaan model

Asumsi normal perlu diperiksa melalui eksplorasi bentuk data, konteks pengukuran, dan perilaku pada bagian ekor distribusi. Data dengan pencilan ekstrem, kemencengan kuat, batas nilai, atau beberapa kelompok yang tercampur dapat menyimpang dari pola normal. Rata-rata dan simpangan baku sensitif terhadap pencilan, sehingga skor z dari distribusi yang tidak sesuai dapat memberi kesan kelangkaan yang keliru.

Peramalan dan pemodelan data yang bergerak sepanjang waktu juga berbeda dari penerapan distribusi normal pada satu variabel kontinu. Kajian peramalan pengangguran menggunakan model runtun waktu ARIMA dan Holt-Winters, yang menunjukkan bahwa struktur temporal menjadi bagian tersendiri dalam pemodelan (Sulaiman, 2021). Dengan demikian, normalitas marginal suatu variabel tidak cukup untuk menangkap pola ketergantungan waktu. Jika pengamatan hari ini berkaitan dengan hari sebelumnya, analisis perlu mempertimbangkan struktur tersebut, sebagaimana dibahas lebih lanjut pada Bab 13.

Dalam keputusan manajerial, distribusi normal bermanfaat untuk mengukur posisi relatif dan peluang pada rentang ketika asumsi model cukup didukung. Standardisasi Z menyediakan bahasa umum untuk membandingkan jarak dari pusat distribusi, tetapi tidak menggantikan pemeriksaan kualitas data, kecocokan distribusi, maupun penilaian konsekuensi bisnis. Ketelitian analitis

terletak pada penggunaan skor tersebut sesuai ruang lingkup maknanya.

F. Pemilihan Distribusi Probabilitas untuk Permasalahan Bisnis

1. Pemilihan berangkat dari mekanisme

Pemilihan distribusi probabilitas seharusnya diawali dengan pertanyaan tentang proses yang menghasilkan data, bukan dengan mencari rumus yang paling mudah dihitung. Jumlah kejadian dalam interval, jumlah keberhasilan dari percobaan tetap, dan pengukuran kontinu merupakan struktur yang berbeda. Distribusi binomial, Poisson, dan normal masing-masing merepresentasikan struktur tertentu; kesamaan bentuk data di permukaan tidak menjamin kesamaan mekanisme.

Variabel diskret dengan jumlah percobaan tetap dan dua hasil dapat mengarah pada binomial, sepanjang peluang keberhasilan stabil dan percobaan cukup independen. Hitungan kejadian dalam interval dapat mengarah pada Poisson ketika tingkat kejadian relatif konstan dan kejadian tidak saling bergantung. Variabel kontinu yang memiliki pola simetris dapat dipertimbangkan untuk model normal, tetapi bentuk tersebut perlu didukung oleh data dan konteks proses. Klasifikasi ini menyaring kandidat, bukan menetapkan model secara otomatis.

Pertanyaan berikutnya menyangkut unit analisis dan jangka waktu. Jumlah keluhan per hari berbeda dari peluang satu pelanggan mengajukan keluhan, meskipun keduanya terkait layanan yang sama. Jumlah transaksi berhasil dalam 100 percobaan lebih dekat pada struktur binomial; jumlah panggilan yang masuk dalam satu jam lebih dekat pada struktur Poisson. Waktu penyelesaian transaksi merupakan variabel kontinu, tetapi bentuk

distribusinya tetap perlu diperiksa sebelum menggunakan model normal.

2. Kriteria diagnostik dan konsekuensi

Pemeriksaan asumsi perlu dikaitkan dengan proses bisnis. Untuk binomial, manajer menilai apakah jumlah percobaan telah ditentukan, hasil diklasifikasikan menjadi dua kategori, peluang cukup stabil, dan ketergantungan antarpercobaan dapat diabaikan. Untuk Poisson, yang diperiksa mencakup kestabilan laju pada interval, definisi kejadian, dan indikasi pengelompokan. Untuk normal, perhatian diarahkan pada kemencengan, pencilan, batas pengukuran, dan kemungkinan tercampurnya beberapa populasi proses.

Data historis membantu menilai kandidat distribusi, tetapi kualitas catatan membatasi kualitas kesimpulan. Kesalahan dalam mendefinisikan kegagalan, pencatatan ganda, atau perubahan prosedur dapat mengubah frekuensi dan bentuk distribusi. Kajian atas pengendalian internal piutang menempatkan prosedur pencatatan dan pengawasan sebagai bagian dari pengelolaan risiko bisnis (Renaldo, 2021). Dalam pemilihan distribusi, implikasinya jelas: sebelum menilai kecocokan matematis, organisasi perlu memastikan bahwa kejadian yang dihitung memang dicatat dengan definisi yang konsisten.

Tujuan analisis juga memengaruhi pemilihan. Perkiraan rata-rata kejadian mungkin cukup untuk perencanaan awal, sementara penetapan cadangan kapasitas membutuhkan perhatian pada peluang nilai ekstrem. Jika keputusan berkaitan dengan biaya kerugian besar, kesalahan pada bagian ekor distribusi dapat lebih penting daripada kecocokan di sekitar rata-rata. Dengan demikian, “model terbaik” bukan hanya model yang tampak sesuai secara umum, melainkan model yang cukup memadai untuk konsekuensi keputusan yang sedang dinilai.

Kajian peramalan berbasis data runtun waktu memperlihatkan bahwa pola temporal dapat membutuhkan pendekatan khusus, bukan hanya distribusi untuk pengamatan tunggal (Sulaiman, 2021). Demikian pula, penelitian prediksi muka air bendungan menempatkan data runtun waktu dan pendekatan prediksi sebagai bagian dari persoalan yang berbeda dari hitungan kejadian sederhana (Zakaria, 2021). Kedua kajian tersebut tidak menetapkan aturan pemilihan binomial, Poisson, atau normal; relevansinya terletak pada peringatan bahwa dependensi waktu dan tujuan prediksi dapat membuat distribusi marginal saja tidak memadai.

3. Penerapan dalam keputusan Indonesia

Sebuah jaringan restoran di Yogyakarta dapat menghadapi tiga pertanyaan analitis yang berbeda. Pertama, berapa banyak pesanan yang membutuhkan penggantian dalam satu hari? Jika kejadian langka dan laju relatif stabil, Poisson dapat menjadi kandidat awal. Kedua, dari 30 pesanan yang diperiksa, berapa banyak yang tidak memenuhi standar? Jika setiap pesanan diklasifikasikan lulus atau gagal dengan peluang yang dianggap sama, binomial dapat dipertimbangkan. Ketiga, bagaimana variasi waktu penyajian pesanan? Karena waktu merupakan ukuran kontinu, model normal dapat diuji, tetapi kemencengan akibat antrean panjang harus diperiksa.

Ketiga persoalan itu tidak dapat diselesaikan dengan satu distribusi semata-mata karena berasal dari operasi restoran yang sama. Penentuan model mengikuti variabel sasaran dan mekanismenya. Selain itu, peluang penggantian pesanan dapat meningkat pada jam sibuk atau ketika satu bahan baku bermasalah; kondisi tersebut menantang asumsi kestabilan dan independensi. Apabila perbedaan waktu operasi berpengaruh besar, analisis dapat memisahkan periode atau mempertimbangkan pendekatan yang lebih sesuai.

Keputusan bisnis melibatkan konsekuensi selain probabilitas. Perusahaan perlu mempertimbangkan biaya pemeriksaan, biaya keterlambatan, risiko kehilangan pelanggan, serta kapasitas sumber daya. Kerangka pengambilan keputusan menekankan evaluasi alternatif menurut tujuan dan konsekuensi yang dihadapi organisasi (Febriansah, 2020). Karena itu, distribusi bukanlah keputusan itu sendiri, melainkan representasi ketidakpastian yang dapat memperjelas pertukaran antara biaya dan risiko.

4. Menjaga batas inferensi

Pemilihan distribusi tidak dapat dipisahkan dari keterbatasan data. Sampel yang terlalu sedikit mungkin tidak cukup untuk menilai bentuk ekor; periode pengamatan yang berbeda dapat mencampurkan pola musiman; sementara sistem digital dapat mengubah cara kejadian dicatat. Perubahan sistem juga dapat menciptakan lonjakan data yang tampak seperti perubahan proses, padahal sebagian berasal dari definisi pencatatan baru. Oleh karena itu, hasil eksplorasi data pada Bab 4 dan pembahasan kualitas data pada Bab 2 tetap relevan sebagai landasan sebelum pemodelan.

Organisasi yang menggunakan sistem digital dan kecerdasan artifisial juga perlu menilai risiko implementasi, bukan hanya kinerja model. Kajian tentang budaya organisasi, manajemen risiko, dan transformasi digital dalam implementasi kecerdasan artifisial menyoroti bahwa penggunaan teknologi memerlukan tata kelola serta pertimbangan etis (Hajatina, 2025). Dalam konteks distribusi probabilitas, implikasinya adalah bahwa peluang hasil harus dikomunikasikan bersama asumsi, kualitas data, dan konsekuensi penerapannya. Model yang akurat pada data historis belum tentu cukup layak untuk semua keputusan atau semua kelompok pengguna.

Argumen utama pemilihan distribusi adalah kesesuaian antara struktur matematis, proses bisnis, dan tujuan keputusan. Binomial,

Poisson, dan normal menyediakan model yang berguna untuk struktur persoalan tertentu, tetapi tidak mencakup semua pola ketidakpastian. Apabila asumsi tidak terpenuhi, penyesuaian definisi, pemisahan proses, atau penggunaan model lain dapat lebih bertanggung jawab daripada memaksakan distribusi yang familier. Dengan sikap tersebut, probabilitas menjadi alat untuk menilai bukti dan risiko, sekaligus mempertahankan keterbukaan terhadap batas model.

BAB 8
SAMPLING DAN DISTRIBUSI SAMPLING

A. Pendahuluan

Keputusan manajerial mengenai persediaan, kinerja pegawai, kepuasan pelanggan, dan investasi sering dibuat berdasarkan data yang hanya mencakup sebagian dari keseluruhan unit yang relevan. Ketersediaan data digital yang terus meningkat memang memperluas peluang analisis, tetapi tidak dengan sendirinya menjamin bahwa data tersebut mewakili populasi atau mendukung kesimpulan yang sahih. Dalam penelitian manajemen, kualitas inferensi bergantung pada cara unit dipilih, cakupan kerangka sampling, serta ketidakpastian yang muncul ketika temuan sampel digunakan untuk menjelaskan karakteristik populasi. Pergeseran dari keputusan yang bertumpu pada intuisi menuju keputusan berbasis bukti karena itu menuntut perhatian bukan hanya pada kecanggihan teknik analisis, melainkan juga pada proses pembentukan data. Tinjauan ini mengungkap bahwa kesalahan dalam merancang sampling dapat menghasilkan rekomendasi yang tampak presisi, tetapi menyimpang dari kondisi organisasi atau pasar yang hendak dijelaskan.

Kajian dalam bab ini menelusuri sampling sebagai landasan inferensi statistik dalam analitika manajemen. Pembahasan dimulai dengan keterkaitan populasi, sampel, dan kerangka sampling, kemudian mengkaji teknik penentuan sampel yang sesuai dengan pertanyaan penelitian serta karakteristik konteks manajerial. Uraian berikutnya membedakan sampling error dari non-sampling error agar sumber ketidakpastian tidak dipersempit hanya pada variasi antarsampel. Bab ini selanjutnya menjelaskan distribusi sampling dan standard error sebagai dasar menilai ketelitian

estimasi, sebelum menempatkan Teorema Limit Pusat dalam konteks implikasinya bagi analisis data. Rangkaian tersebut menghubungkan desain penelitian dengan penalaran statistik yang menopang interpretasi hasil dan rekomendasi, sekaligus melengkapi pembahasan buku tentang penggunaan data untuk mendukung keputusan manajemen. Ketepatan inferensi semakin mendesak ketika organisasi mengandalkan survei daring, basis data transaksi, dan indikator kinerja untuk merumuskan kebijakan yang berdampak pada beragam kelompok. Karena itu, pembahasan perlu berangkat dari penetapan siapa yang hendak diteliti, siapa yang benar-benar dapat dijangkau, dan bagaimana keduanya dihubungkan melalui kerangka sampling.

B. Populasi, Sampel, dan Kerangka Sampling

Inferensi statistik dalam penelitian manajemen bergantung pada hubungan antara kelompok yang menjadi sasaran kesimpulan dan unit yang benar-benar diamati. Bab terdahulu telah membedakan populasi, sampel, parameter, dan statistik; pembahasan ini menelaah konsekuensi operasional dari konsep tersebut ketika penelitian dibatasi oleh waktu, biaya, akses, atau ketersediaan data. Klaim utamanya ialah bahwa keterwakilan hasil tidak ditentukan oleh besarnya sampel saja, melainkan juga oleh ketepatan definisi populasi dan mutu kerangka sampling yang menghubungkan populasi sasaran dengan proses pemilihan unit (Nashrullah, 2023).

> 📖 **DEFINISI**
> **Populasi sasaran** adalah seluruh unit yang menjadi cakupan substantif kesimpulan penelitian, sedangkan **populasi terjangkau** adalah bagian dari populasi sasaran yang dapat diidentifikasi dan dijangkau melalui prosedur pengumpulan data yang dirancang. **Kerangka sampling** adalah daftar atau sistem operasional yang memuat unit-unit yang berpeluang dipilih sebagai sampel. Perbedaan ketiga istilah ini menentukan batas inferensi: temuan dari populasi terjangkau tidak otomatis berlaku untuk keseluruhan

populasi sasaran jika terdapat kelompok yang tidak tercakup atau peluang pemilihannya berbeda.

Dalam penelitian manajemen, unit analisis dapat berupa individu, rumah tangga, perusahaan, cabang, transaksi, atau periode pengamatan. Definisi populasi karena itu harus menyatakan unit, karakteristik kelayakan, wilayah, dan periode rujukan. Penelitian mengenai kepuasan pelanggan, misalnya, perlu membedakan pelanggan yang pernah bertransaksi, pelanggan aktif dalam periode tertentu, dan seluruh pengguna terdaftar. Ketiganya dapat menghasilkan populasi yang berlainan, sekalipun memakai label umum “pelanggan”. Jika definisi tidak menetapkan batas tersebut, seleksi unit dan interpretasi parameter menjadi tidak konsisten. Penekanan metodologis pada penetapan subjek serta sumber data sejalan dengan pembahasan mengenai subjek penelitian dan teknik pengumpulan data dalam metodologi penelitian (Nashrullah, 2023).

Populasi sasaran dan kerangka sampling juga dapat menyimpang satu sama lain. Basis pelanggan sebuah perusahaan, misalnya, mungkin tidak memuat calon pelanggan, akun yang belum diperbarui, atau pengguna yang bertransaksi melalui perantara. Daftar pegawai dapat tidak mencakup pekerja kontrak apabila sistem administrasinya hanya mencatat pegawai tetap. Penyimpangan tersebut menghasilkan masalah cakupan: beberapa unit tidak memiliki peluang untuk terpilih, sementara unit lain mungkin tercatat lebih dari sekali. Menambah jumlah responden tidak memperbaiki kekurangan ini dengan sendirinya. Sampel yang besar dari kerangka yang tidak lengkap dapat memberikan estimasi yang stabil untuk kelompok yang tercakup, tetapi tetap tidak mewakili kelompok yang hilang.

Kerangka sampling ideal memuat setiap unit yang memenuhi kriteria, memuat unit hanya satu kali, menyediakan informasi

identifikasi yang memadai, serta diperbarui sesuai periode penelitian. Dalam praktik organisasi, kerangka dapat berupa daftar pegawai, direktori gerai, catatan anggota koperasi, daftar pelanggan, atau kumpulan unit dalam sistem transaksi. Kelengkapan daftar perlu dinilai bersama aturan inklusi dan eksklusi: daftar yang secara administratif tampak mutakhir belum tentu mencakup semua unit yang relevan secara substantif. Selain itu, akses ke data dan dasar penggunaan data perlu ditangani secara bertanggung jawab, terutama ketika daftar memuat pengenal pribadi.

Perbedaan antara populasi terhingga dan populasi konseptual juga penting. Populasi terhingga mempunyai jumlah unit yang dapat ditentukan untuk suatu batas waktu, seperti seluruh cabang perusahaan pada akhir tahun tertentu. Populasi konseptual merujuk pada proses atau kumpulan kemungkinan pengamatan yang tidak dibatasi pada daftar tetap, misalnya pola transaksi yang mungkin terjadi sepanjang operasi bisnis. Pembatasan waktu mengubah interpretasi: sampel transaksi pada bulan tertentu tidak otomatis menggambarkan perilaku pelanggan sepanjang tahun, terutama apabila pola pembelian dipengaruhi musim, promosi, atau perubahan kebijakan. Karena itu, parameter yang hendak dijelaskan harus selaras dengan unit dan periode yang menjadi dasar kerangka sampling.

Keterkaitan antarunsur tersebut dapat diringkas melalui contoh desain survei pelanggan. Tabel berikut menunjukkan bagaimana satu sasaran umum dapat menghasilkan batas populasi yang berbeda ketika definisi operasionalnya diperjelas.

Tabel 8.1 Batas Populasi dan Kerangka Sampling dalam Survei Pelanggan

Unsur desain	Definisi operasional	Contoh unit	Risiko cakupan
Populasi sasaran	Pelanggan layanan selama	Individu yang bertransaksi	Pelanggan yang hanya mencari

	triwulan		informasi tidak tercakup
Populasi terjangkau	Pelanggan dengan kontak yang tercatat	Nomor telepon atau surel aktif	Kontak kedaluwarsa tidak terjangkau
Kerangka sampling	Daftar transaksi dan identitas pelanggan	Catatan transaksi yang dideduplikasi	Pembelian melalui perantara dapat hilang
Sampel	Unit yang terpilih dan memenuhi syarat	Pelanggan yang diundang merespons	Nonrespons dapat mengubah komposisi
Parameter	Rata-rata kepuasan populasi sasaran	Skor kepuasan pada skala yang ditetapkan	Ketidakcocokan cakupan membatasi interpretasi

Tabel tersebut memperlihatkan bahwa setiap tahap membentuk batas inferensi yang berbeda. Apabila daftar hanya mencakup pelanggan dengan kontak aktif, hasil lebih tepat ditafsirkan sebagai gambaran pelanggan yang dapat dijangkau melalui daftar tersebut, kecuali tersedia bukti bahwa kelompok yang tidak tercakup tidak berbeda secara relevan.

Contoh penelitian Indonesia menunjukkan mengapa definisi unit dan populasi harus dinyatakan secara spesifik. Sanusi dkk. (2025) membahas pengguna aktif OVO untuk bertransaksi di Tokopedia sebagai unit analisis, sedangkan Natasya dan Yudhira (2023) membatasi konteks kajian kepuasan Go-Ride pada mahasiswa Fakultas Ekonomi dan Bisnis di Universitas Tjut Nyak Dhien. Batas populasi semacam itu mendukung kesimpulan mengenai kelompok yang ditetapkan, tetapi tidak dengan sendirinya mewakili seluruh pengguna OVO, seluruh pelanggan Go-Ride, atau semua konsumen Indonesia. Analisis tersebut menegaskan bahwa kekhususan populasi bukan kelemahan; masalah muncul ketika cakupan kesimpulan melampaui cakupan unit yang benar-benar diteliti.

Di organisasi, ukuran populasi pun dapat berubah karena perpindahan pegawai, pembukaan cabang, perubahan status

pelanggan, atau penggabungan catatan. Kerangka sampling karena itu perlu memiliki tanggal acuan serta prosedur pemeriksaan duplikasi dan kelayakan. Jika populasi bersifat dinamis, keputusan untuk memakai daftar pada satu tanggal harus dijelaskan sebagai batas desain, bukan diperlakukan sebagai representasi tanpa syarat bagi keadaan organisasi pada waktu lain. Pembahasan pengolahan data dalam Setiawan (2025) dapat dikaitkan dengan kebutuhan menjaga konsistensi data yang menjadi dasar analisis; namun kualitas pembersihan daftar tidak menggantikan keharusan menetapkan siapa yang seharusnya tercakup.

Implikasi manajerialnya langsung: estimasi kepuasan, produktivitas, atau loyalitas hanya dapat membantu pengambilan keputusan sejauh batas populasi sesuai dengan kelompok yang terkena dampak kebijakan. Jika keputusan ditujukan untuk seluruh cabang, tetapi survei hanya menjangkau cabang perkotaan, perbedaan akses dan karakter pelanggan dapat membuat rekomendasi kurang sesuai bagi cabang lain. Maka, kualitas inferensi perlu dinilai sejak pendefinisian populasi, sebelum ukuran sampel dan metode analisis dibahas. Dengan penetapan tersebut, keterbatasan cakupan dapat dikenali lebih awal dan dinyatakan secara proporsional ketika hasil digunakan oleh manajemen.

C. Teknik Penentuan Sampel dalam Penelitian Manajemen

Teknik penentuan sampel menghubungkan tujuan penelitian dengan cara memilih unit dari kerangka sampling. Klaim pokok sub-bab ini ialah bahwa pilihan teknik tidak dapat ditetapkan hanya berdasarkan kemudahan pengumpulan data: teknik harus selaras dengan pertanyaan penelitian, heterogenitas populasi, mutu kerangka, dan bentuk generalisasi yang hendak dipertahankan. Uraian metodologi mengenai subjek dan prosedur pengumpulan data menempatkan pemilihan unit sebagai bagian dari rancangan

penelitian, bukan keputusan administratif yang terpisah dari analisis (Nashrullah, 2023).

Dalam pengambilan sampel probabilitas, setiap unit dalam kerangka memiliki peluang terpilih yang diketahui dan lebih besar dari nol. Pengambilan sampel acak sederhana memberi peluang yang sama kepada setiap unit, sedangkan pengambilan sampel sistematis memilih unit melalui pola teratur setelah titik awal ditentukan secara acak. Keduanya relatif mudah diterapkan ketika daftar lengkap tersedia dan unit tidak menunjukkan pengelompokan yang mengganggu tujuan estimasi. Namun, pengambilan sampel sistematis perlu mempertimbangkan pola periodik dalam daftar. Jika urutan daftar selaras dengan siklus tertentu, pemilihan berkala dapat menghasilkan komposisi yang menyimpang.

Pengambilan sampel berstrata membagi populasi ke dalam kelompok yang relatif serupa di dalam strata, lalu memilih unit dari setiap strata. Dasar pembentukan strata harus berhubungan dengan tujuan analisis—misalnya wilayah, jenis cabang, atau kategori ukuran organisasi—bukan sekadar ketersediaan label administratif. Pendekatan ini memungkinkan kelompok yang lebih kecil tetap terwakili dan mendukung perbandingan antarstrata. Akan tetapi, jika proporsi sampel berbeda dari proporsi populasi, estimasi keseluruhan perlu memperhitungkan bobot yang sesuai. Tanpa pembobotan, rata-rata sampel dapat lebih mencerminkan strata yang sengaja diambil lebih banyak daripada komposisi populasi.

Pengambilan sampel klaster memilih kelompok unit terlebih dahulu, seperti cabang, toko, atau wilayah, kemudian mengamati unit dalam klaster terpilih. Teknik ini dapat menekan biaya ketika unit tersebar, tetapi kesamaan antarunit dalam klaster dapat mengurangi informasi efektif yang diperoleh dari jumlah responden

yang sama. Pengambilan sampel multistage menggabungkan tahapan, misalnya memilih kabupaten, lalu cabang, kemudian pelanggan. Setiap tahap harus didokumentasikan karena peluang terpilih pada tingkat akhir dipengaruhi oleh peluang pada tahapan sebelumnya. Kesederhanaan operasional tidak berarti rancangan analisis dapat mengabaikan struktur pemilihan tersebut.

Pengambilan sampel nonprobabilitas meliputi pemilihan berdasarkan kemudahan akses, kriteria purposif, kuota, atau rujukan responden kepada responden lain. Teknik-teknik ini dapat berguna untuk kajian eksploratif, kelompok khusus yang sulit diidentifikasi, atau evaluasi awal ketika kerangka lengkap belum tersedia. Namun, peluang pemilihan yang tidak diketahui membatasi dasar untuk menghitung ketidakpastian sampling dengan rumus yang mengandaikan pemilihan probabilitas. Sampel besar yang diperoleh dari tautan survei terbuka, misalnya, tidak otomatis menghasilkan representasi populasi yang baik karena kesediaan merespons dapat berkaitan dengan kepuasan, intensitas penggunaan layanan, atau akses digital.

Perbandingan teknik dalam konteks manajemen dapat dilihat pada tabel berikut. Kolom penerapan dan batas inferensi menekankan bahwa manfaat suatu metode berkaitan dengan kondisi pemakaiannya, bukan keunggulan mutlak.

Tabel 8.2 Pemilihan Teknik Pengambilan Sampel dalam Riset Manajemen

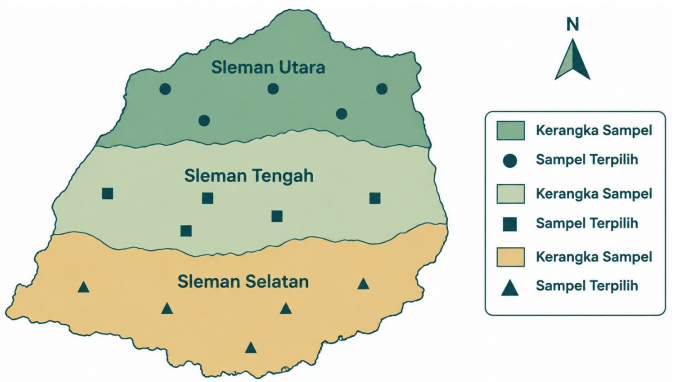
Teknik	Kondisi yang mendukung	Contoh manajerial	Batas inferensi
Acak sederhana	Daftar unit lengkap	Pegawai dalam satu kantor	Tidak menjamin kecukupan subkelompok kecil
Sistematis	Daftar berurutan tanpa periodisitas relevan	Transaksi pada daftar harian	Rentan pola berkala dalam urutan

Berstrata	Subkelompok penting perlu terwakili	Cabang menurut wilayah	Memerlukan informasi strata dan bobot
Klaster	Unit tersebar dalam kelompok alami	Toko pada sejumlah kota	Kemiripan dalam klaster menurunkan informasi efektif
Purposif	Kasus dipilih berdasarkan kriteria substantif	Manajer yang menangani transformasi digital	Generalisasi probabilistik terbatas
Kemudahan	Akses cepat untuk eksplorasi awal	Pelanggan yang hadir di gerai	Bias seleksi sulit dikuantifikasi

Tabel tersebut menunjukkan bahwa pilihan teknik merupakan kompromi yang harus dibaca bersama sasaran inferensi. Pengambilan sampel nonprobabilitas dapat menghasilkan bukti kontekstual yang berguna, tetapi tidak sepatutnya diberi klaim presisi yang setara dengan rancangan probabilitas tanpa justifikasi tambahan.

Dalam konteks Indonesia, penelitian kepuasan pelanggan Go-Ride yang berfokus pada mahasiswa di sebuah fakultas memperlihatkan bagaimana populasi yang terikat institusi dapat memudahkan penentuan sasaran dan akses responden (Natasya & Yudhira, 2023). Sebaliknya, jika tujuan manajemen adalah merumuskan kebijakan layanan untuk seluruh wilayah operasi, sampel dari satu kelompok mahasiswa tidak cukup untuk mendukung generalisasi itu. Penelitian Dadin dan Ulfi (2025) melaporkan survei terhadap 160 anggota koperasi KPRI Amanah; angka tersebut memberi informasi mengenai jumlah responden dalam konteks yang diteliti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan teknik pemilihan, tingkat respons, atau representasi semua anggota koperasi. Perbedaan antara jumlah sampel dan mekanisme seleksi perlu dipertahankan dalam membaca temuan empiris.

Untuk penelitian lintas wilayah, pengambilan sampel berstrata dapat mencegah dominasi wilayah yang lebih mudah dijangkau. Ilustrasi berikut menunjukkan rancangan survei manajemen di Kabupaten Sleman, dengan wilayah sebagai strata operasional. Pembagian yang ditampilkan bersifat skematis dan tidak dimaksudkan sebagai representasi batas geografis presisi.



Gambar 8.1 Sampel Berstrata di Sleman (peta ilustratif skematis). Sumber: Ilustrasi, diolah penulis

Peta tersebut menegaskan fungsi strata sebagai perangkat untuk menjaga keterwakilan wilayah, bukan sebagai jaminan otomatis bahwa responden di setiap wilayah telah terpilih secara tidak bias. Peneliti tetap perlu menjelaskan cara menyusun kerangka sampel, menentukan peluang pemilihan, dan menangani unit yang tidak merespons.

Pemilihan ukuran sampel merupakan keputusan terkait, tetapi berbeda dari pemilihan teknik. Ukuran yang memadai dipengaruhi oleh variasi karakteristik, ketelitian yang ditargetkan, rancangan analisis, serta efek pengelompokan atau pembobotan. Sub-bab ini tidak menggantikan pembahasan ukuran sampel dan margin of error yang akan diuraikan dalam Bab 9. Pada tahap desain, manajer perlu lebih dahulu memastikan bahwa teknik yang dipilih menjawab sasaran inferensi. Sumber metodologi penelitian

memberi landasan umum untuk memeriksa subjek dan proses pengumpulan data, sedangkan pengolahan statistik selanjutnya menuntut pencatatan rancangan pemilihan secara konsisten (Nashrullah, 2023; Setiawan, 2025).

Dalam laporan, deskripsi teknik sebaiknya mencakup populasi sasaran, kerangka yang digunakan, unit pemilihan, prosedur seleksi, kriteria inklusi, jumlah unit yang diundang, dan jumlah respons yang dapat dianalisis. Pelaporan itu membantu pembaca membedakan keterwakilan yang direncanakan dari keterwakilan yang benar-benar tercapai. Dengan demikian, teknik sampel dapat dievaluasi sebagai bagian dari bukti, bukan dinilai semata-mata dari label “acak”, “purposif”, atau jumlah responden.

D. Sampling Error dan Non-Sampling Error

Hasil dari sampel dapat berbeda dari karakteristik populasi karena dua kelompok sumber ketidakpastian yang perlu dibedakan. Sampling error muncul karena hanya sebagian unit populasi diamati; non-sampling error timbul dari masalah lain, seperti cakupan kerangka, nonrespons, pengukuran, pencatatan, atau pengolahan data. Argumen utama sub-bab ini ialah bahwa penambahan jumlah sampel dapat mengurangi sebagian variasi antarsampel, tetapi tidak otomatis mengoreksi kesalahan sistematis dalam definisi, pengukuran, atau pelaksanaan penelitian. Pembahasan prosedur pengumpulan dan pengolahan data dalam metodologi penelitian menegaskan bahwa mutu temuan terkait dengan proses yang membentuk data, bukan hanya banyaknya observasi (Nashrullah, 2023; Setiawan, 2025).

Sampling error merupakan selisih yang muncul ketika statistik sampel digunakan untuk memperkirakan parameter populasi. Jika pengambilan sampel probabilitas diulang dengan prosedur yang sama, hasil sampel dapat berubah dari satu pengulangan ke pengulangan berikutnya. Variasi tersebut merupakan konsekuensi

pemilihan sebagian unit, bukan bukti bahwa pelaksanaan penelitian pasti keliru. Besarnya sampling error berkaitan dengan ukuran sampel, keragaman populasi, rancangan pemilihan, dan statistik yang dihitung. Pembahasan standard error sebagai ukuran variasi statistik antar-sampel disajikan pada sub-bab berikutnya, sedangkan interval estimasi akan dibahas lebih lanjut di Bab 9.

Non-sampling error memiliki sumber yang lebih beragam. Kesalahan cakupan terjadi ketika kerangka tidak memuat seluruh populasi sasaran atau memasukkan unit yang tidak memenuhi syarat. Kesalahan nonrespons terjadi ketika sebagian unit terpilih tidak memberikan data, terutama bila peluang merespons berkaitan dengan karakteristik yang diteliti. Kesalahan pengukuran muncul ketika pertanyaan, instrumen, atau cara pengumpulan data tidak menangkap konstruk secara tepat. Kesalahan pencatatan dan pengolahan dapat pula muncul ketika nilai dimasukkan, dikodekan, digabung, atau ditransformasikan secara keliru. Setiap sumber dapat menghasilkan arah dan besaran bias yang berbeda; tidak semua dapat dideteksi melalui rumus sampling.

Perbedaan kedua jenis kesalahan tersebut diringkas dalam tabel berikut. Contoh dibuat dalam konteks survei kepuasan pelanggan agar konsekuensi masing-masing sumber terlihat dalam satu rancangan yang sama.

Tabel 8.3 Sumber Kesalahan dalam Survei Manajemen

Sumber	Jenis	Contoh	Dampak potensial
Variasi unit terpilih	Sampling	Sampel pelanggan berbeda antarpenarikan	Estimasi berubah antarsampel
Daftar pelanggan tidak lengkap	Non-sampling	Pembeli melalui mitra tidak tercatat	Kelompok tertentu tidak terwakili
Nonrespons	Non-sampling	Pelanggan tidak puas lebih	Rata-rata kepuasan dapat

		banyak menolak	bias
Pertanyaan ambigu	Non-sampling	“Layanan cepat” ditafsirkan berbeda	Jawaban tidak sebanding
Kesalahan input	Non-sampling	Skor 4 tercatat sebagai 1	Statistik terdistorsi
Pengkodean keliru	Non-sampling	Kategori cabang tertukar	Perbandingan kelompok salah

Tabel ini menunjukkan bahwa kesalahan non-sampling dapat memengaruhi hasil walaupun sampel telah dipilih secara probabilitas. Karena itu, pernyataan bahwa survei memiliki margin of error tertentu tidak mencakup seluruh sumber ketidakpastian dan tidak boleh ditafsirkan sebagai jaminan bebas bias.

Contoh penelitian Indonesia memberi konteks untuk menilai batas tersebut. Sanusi dkk. (2025) memusatkan kajian pada pengguna aktif OVO untuk transaksi Tokopedia; definisi ini membantu menegaskan kelompok yang dituju, tetapi cakupan kesimpulan tetap perlu dibatasi pada pengguna yang sesuai kriteria dan berhasil dijangkau. Dalam penelitian koperasi, Dadin dan Ulfi (2025) melaporkan data primer dari 160 anggota KPRI Amanah. Informasi jumlah responden tidak cukup untuk menilai nonrespons atau kesalahan cakupan tanpa keterangan mengenai daftar anggota, undangan, dan respons yang diterima. Analisis ini memperlihatkan bahwa evaluasi bukti memerlukan rincian proses yang melampaui statistik ringkas tentang ukuran sampel.

Nonrespons menjadi persoalan manajerial yang menonjol pada survei daring. Tautan yang dikirim melalui surel atau aplikasi mungkin lebih sering dijawab oleh pelanggan yang memiliki pengalaman sangat positif atau sangat negatif, sementara kelompok dengan keterlibatan rendah tidak berpartisipasi. Tingkat respons yang rendah tidak selalu membuktikan adanya bias, dan tingkat respons tinggi pun tidak menjamin ketiadaan bias. Pertanyaan penting ialah apakah responden berbeda secara sistematis dari nonresponden pada variabel yang berkaitan dengan

tujuan penelitian. Perbandingan karakteristik yang tersedia pada kerangka, pengingat yang terencana, dan dokumentasi upaya menghubungi unit dapat membantu diagnosis, walaupun tidak selalu menghapus bias.

Kesalahan pengukuran memerlukan perhatian serupa. Pertanyaan yang memakai istilah internal perusahaan mungkin dimengerti berbeda oleh pelanggan dan pegawai. Skala yang tidak konsisten, urutan butir yang memengaruhi jawaban, atau periode ingatan yang terlalu panjang dapat mengubah respons. Dalam evaluasi kinerja, definisi indikator perlu konsisten antara unit atau periode yang dibandingkan. Materi tentang pengolahan dan analisis statistik tidak menggantikan pemeriksaan kesesuaian instrumen terhadap konstruk, tetapi dapat membantu mendeteksi pola data yang tidak wajar, nilai di luar rentang, atau inkonsistensi pengkodean (Setiawan, 2025).

Pengendalian kesalahan sebaiknya dimulai sebelum pengumpulan data. Pemeriksaan kerangka dapat mengurangi duplikasi dan kekurangan cakupan; uji coba instrumen membantu menemukan pertanyaan yang ambigu; prosedur standar membatasi variasi antarpewawancara; dan pemeriksaan data mengidentifikasi nilai yang tidak mungkin atau pola kehilangan yang mencurigakan. Sesudah pengumpulan, dokumentasi perubahan data perlu dipertahankan agar keputusan pembersihan dapat ditelusuri. Tindakan tersebut bukan jaminan bahwa semua kesalahan hilang, tetapi memperjelas risiko yang masih tersisa dan dasar interpretasinya.

Pembedaan antara kedua kesalahan juga berdampak pada pengambilan keputusan. Jika variasi sampling menjadi sumber utama ketidakpastian, perbaikan rancangan atau penambahan sampel dapat membantu. Jika kerangka mengabaikan kelompok tertentu atau instrumen mengukur konstruk secara keliru,

menambah responden dengan prosedur yang sama dapat memperkuat estimasi yang tetap menyimpang. Dalam kasus survei cabang perusahaan Indonesia, misalnya, memperbesar sampel hanya dari gerai di pusat kota tidak menyelesaikan masalah apabila kebijakan yang hendak dievaluasi berlaku juga bagi gerai di wilayah lain. Diagnosis sumber kesalahan karena itu mendahului tindakan korektif.

Pelaporan yang cermat membedakan ketidakpastian sampling dari keterbatasan non-sampling. Klaim presisi kuantitatif perlu disertai penjelasan bahwa komponen seperti bias cakupan dan kesalahan pengukuran tidak selalu tercermin dalam ukuran standard error. Penggunaan statistik untuk mendukung keputusan manajerial menjadi lebih bertanggung jawab ketika batas ini diakui: angka tidak diperlakukan sebagai gambaran sempurna populasi, tetapi sebagai bukti yang kualitasnya bergantung pada desain, pelaksanaan, dan pemeriksaan data.

E. Distribusi Sampling dan Standard Error

Statistik sampel berubah apabila sampel berbeda diambil dari populasi yang sama. Distribusi probabilitas dari suatu statistik yang dihitung berulang kali pada sampel-sampel dengan rancangan tertentu disebut distribusi sampling. Konsep ini mengubah fokus analisis dari variasi nilai individu ke variasi estimasi yang mungkin diperoleh melalui pengambilan sampel berulang. Klaim pokoknya ialah bahwa standard error mengukur penyebaran statistik tersebut dan karenanya menjadi penghubung antara desain sampel dengan penilaian ketelitian inferensi. Penggunaan perangkat analisis statistik memerlukan pemahaman tentang statistik yang dihitung dan ketidakpastian yang menyertainya, bukan semata-mata pembacaan keluaran perangkat lunak (Setiawan, 2025).

Sebagai ilustrasi, anggap sebuah perusahaan memiliki banyak transaksi dan ingin mengestimasi rata-rata nilai pembelian. Satu

sampel menghasilkan satu nilai rata-rata; sampel lain yang dipilih dengan prosedur sama mungkin menghasilkan rata-rata berbeda. Jika seluruh kemungkinan sampel dibayangkan atau dibentuk melalui pengulangan prosedur, rata-rata sampel tersebut memiliki distribusi tersendiri. Distribusi itu tidak sama dengan distribusi nilai transaksi individual: yang pertama menggambarkan perilaku statistik sampel, sedangkan yang kedua menggambarkan variasi transaksi dalam populasi. Pembedaan tersebut menjadi dasar untuk menafsirkan standard error secara tepat.

Untuk rata-rata sampel dari pengambilan acak sederhana dengan pengamatan independen, standard error teoretis dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$SE(\bar{X}) = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Dalam rumus tersebut, $\bar{X}$ adalah rata-rata sampel, σ adalah simpangan baku populasi, dan n adalah ukuran sampel. Karena σ biasanya tidak diketahui, analisis memakai simpangan baku sampel sebagai taksiran. Hubungan akar ukuran sampel menunjukkan bahwa peningkatan ukuran sampel mengurangi standard error, tetapi hasil marjinalnya makin kecil: untuk membagi dua standard error, ukuran sampel perlu diperbesar secara substansial. Rumus tersebut berlaku dengan asumsi yang sesuai; rancangan klaster, pembobotan, dan koreksi populasi terhingga dapat mengubah perhitungan.

Standard error bukan simpangan baku data mentah. Simpangan baku mengukur sebaran pengamatan individual di sekitar rata-ratanya, sedangkan standard error mengukur sebaran statistik sampel dari pengambilan sampel berulang. Populasi pelanggan dapat memiliki variasi pengeluaran yang besar, tetapi rata-rata sampel mungkin tetap cukup stabil ketika ukuran sampel memadai. Sebaliknya, sampel kecil atau rancangan yang mengelompokkan

unit serupa dapat menghasilkan estimasi yang lebih berubah-ubah. Kesalahan membandingkan kedua ukuran dapat menimbulkan klaim yang salah mengenai variasi pelanggan ataupun ketelitian rata-rata.

Distribusi sampling bergantung pada statistik yang dianalisis. Untuk proporsi sampel, variasi terkait dengan proporsi populasi dan ukuran sampel; untuk selisih dua rata-rata, distribusinya dipengaruhi oleh variasi kedua kelompok serta struktur perbandingannya. Dalam desain berstrata, perhitungan dapat mencerminkan kontribusi dan bobot setiap strata. Dalam desain klaster, unit di dalam klaster yang serupa dapat membuat informasi yang diperoleh tidak setara dengan pengambilan unit independen dalam jumlah sama. Dengan demikian, standard error tidak boleh dihitung seolah-olah semua sampel memiliki struktur yang sama apabila rancangan aktual berbeda.

Contoh Indonesia dapat diambil dari evaluasi transaksi pelanggan platform digital. Jika perusahaan mengestimasi rata-rata belanja pengguna aktif di beberapa wilayah, pengambilan sampel pelanggan secara terstratifikasi menurut wilayah dapat menghasilkan komposisi yang disengaja untuk menjaga keterwakilan wilayah. Jika hasil digabung tanpa mempertimbangkan perbedaan proporsi sampel dan proporsi populasi, rata-rata keseluruhan dapat terlalu dipengaruhi strata yang diambil lebih banyak. Studi Sanusi dkk. (2025), yang menelaah pengguna aktif OVO untuk bertransaksi di Tokopedia, menunjukkan konteks unit analisis digital yang relevan untuk membedakan populasi pengguna dari sampel responden yang benar-benar diamati. Temuan spesifik studi tersebut tidak dengan sendirinya menetapkan standard error; fungsinya di sini ialah menggarisbawahi pentingnya mendefinisikan unit sebelum menghitung ketelitian statistik.

Dalam pengambilan sampel dari populasi terhingga tanpa pengembalian, fraksi sampel dapat memengaruhi variasi estimasi. Jika sebagian besar populasi telah diamati, ketidakpastian akibat pemilihan unit lebih rendah dibandingkan keadaan ketika hanya bagian kecil populasi yang diambil. Koreksi populasi terhingga dapat digunakan dalam kondisi yang sesuai, tetapi tidak mengatasi nonrespons, kesalahan pengukuran, atau kerangka yang tidak lengkap. Karena itu, koreksi matematis harus mengikuti rancangan dan bukan dipakai sebagai prosedur otomatis untuk memperbaiki semua kelemahan survei.

Standard error juga menjadi komponen dalam pembentukan interval kepercayaan dan pengujian hipotesis. Bab 9 akan menguraikan interval estimasi, sedangkan Bab 10 membahas pengujian klaim statistik. Pada tahap ini, pokok yang perlu ditegaskan ialah bahwa standard error memberi skala bagi variasi statistik sampel, bukan ukuran kualitas desain secara menyeluruh. Standard error kecil dapat muncul pada sampel besar yang terpilih dari kerangka bias; hasilnya mungkin presisi terhadap kelompok yang tercakup, tetapi tidak akurat untuk populasi sasaran. Pemisahan akurasi dan presisi karenanya tetap penting dalam evaluasi bukti.

Dalam keluaran perangkat lunak, standard error sering disajikan bersama koefisien atau rata-rata. Angka tersebut harus dibaca menurut metode estimasi dan struktur data yang digunakan. Jika pengamatan berasal dari cabang-cabang dalam perusahaan, misalnya, pengabaian pengelompokan dapat menghasilkan standard error yang terlalu kecil. Jika data memiliki bobot, perhitungan yang mengabaikan bobot dapat salah mencerminkan rancangan. Pengolahan statistik perlu menjaga kesesuaian antara prosedur analisis dan rancangan pemilihan; dokumentasi metode dalam pelaporan memungkinkan pembaca menilai apakah ukuran ketelitian tersebut layak dipercaya (Setiawan, 2025).

Standard error berguna bagi manajer karena memberi gambaran tentang kestabilan estimasi saat data yang tersedia hanya mencakup sampel. Namun, interpretasi manajerial tidak semestinya berhenti pada angka tersebut. Ketelitian statistik perlu dipertimbangkan bersama relevansi praktis, cakupan populasi, kemungkinan bias, dan konsekuensi keputusan. Estimasi penurunan kepuasan yang tampak presisi tetap perlu ditelaah jika responden berasal dari saluran tertentu saja. Sebaliknya, ketidakpastian yang lebih besar tidak selalu membuat temuan tidak berguna; temuan dapat menunjukkan perlunya pengumpulan data tambahan atau keputusan yang lebih berhati-hati.

F. Teorema Limit Pusat dan Implikasinya dalam Analisis Data

Teorema Limit Pusat menjelaskan kondisi ketika distribusi sampling rata-rata cenderung mendekati distribusi normal seiring bertambahnya ukuran sampel, dengan asumsi tertentu mengenai pengamatan dan keberadaan momen yang diperlukan. Implikasi analitisnya luas: pendekatan normal dapat mendukung inferensi tentang rata-rata meskipun distribusi populasi tidak normal, apabila kondisi teorema terpenuhi secara memadai. Namun, argumen bahwa "sampel besar selalu membuat semua data normal" merupakan penafsiran yang keliru. Teorema tersebut berkenaan dengan distribusi sampling statistik tertentu, bukan mengubah bentuk distribusi data mentah (Setiawan, 2025).

Jika $X_1, X_2, \dots, X_n$ merupakan pengamatan independen dari populasi dengan rata-rata μ dan varians hingga σ^2, rata-rata sampel terstandardisasi dapat ditulis sebagai berikut.

$$Z_n = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}}$$

Ketika kondisi teorema terpenuhi dan ukuran sampel meningkat, distribusi Z_n mendekati distribusi normal baku. Bentuk pendekatan tersebut menjelaskan mengapa distribusi sampling rata-rata sering dapat dianalisis dengan alat normal. Akan tetapi, teorema tidak menetapkan satu batas ukuran sampel yang berlaku untuk semua persoalan. Kecepatan pendekatan bergantung pada bentuk distribusi populasi, termasuk kemencengan dan ekor ekstrem, serta pada ketergantungan antarobservasi.

Dalam konteks bisnis, karakteristik yang diukur dapat sangat tidak simetris. Pengeluaran pelanggan mungkin memiliki banyak nilai rendah dan sebagian kecil nilai sangat tinggi; waktu penyelesaian pesanan dapat memuat ekor panjang akibat beberapa kasus keterlambatan. Rata-rata sampel dari pengambilan independen dapat mendekati normal ketika ukuran sampel cukup besar, tetapi nilai ekstrem dan distribusi yang sangat menceng dapat memperlambat pendekatan. Menyebut sampel “besar” tanpa mempertimbangkan bentuk data serta desain pemilihannya karena itu tidak cukup untuk membenarkan inferensi normal.

Syarat independensi juga perlu diperhatikan. Dalam survei pegawai yang dipilih dari beberapa cabang, jawaban pegawai dalam cabang yang sama dapat lebih mirip satu sama lain daripada jawaban pegawai lintas cabang. Jika ketergantungan tersebut diabaikan, ukuran sampel nominal dapat memberi kesan bahwa tersedia lebih banyak informasi independen daripada yang sesungguhnya. Desain klaster dan struktur data berulang dengan demikian memengaruhi penerapan pendekatan yang didukung Teorema Limit Pusat. Penyesuaian analitis perlu mencerminkan unit pemilihan dan pola ketergantungan, bukan hanya jumlah baris data.

Implikasi lain ialah bahwa pendekatan normal untuk rata-rata sampel tidak otomatis berlaku bagi statistik lain dengan syarat yang

identik. Proporsi, selisih rata-rata, rasio, dan statistik yang dibentuk melalui transformasi dapat memerlukan pertimbangan khusus. Distribusi sampling juga dapat menyimpang ketika kategori yang diamati jarang atau ketika beberapa kelompok memiliki ukuran sangat kecil. Pengguna analisis perlu memeriksa statistik yang menjadi sasaran inferensi, cara sampel terbentuk, dan kemungkinan ketergantungan, bukan mengandalkan satu aturan praktis yang dilepaskan dari konteks.

Penerapan pada organisasi Indonesia dapat dibayangkan dalam evaluasi waktu layanan pelanggan di beberapa kantor cabang. Data durasi pelayanan mungkin menceng ke kanan karena sebagian besar transaksi selesai cepat, sementara sejumlah kasus membutuhkan pemeriksaan panjang. Rata-rata dari sampel berulang dapat memiliki distribusi yang lebih mendekati normal daripada durasi individual, tetapi hasil itu bergantung pada cakupan cabang, pemilihan transaksi, dan independensi pengamatan. Jika hanya satu cabang yang diamati atau transaksi pada hari yang sama saling terkait karena gangguan sistem, ukuran sampel yang besar belum tentu mengatasi masalah representasi dan struktur data. Contoh ini menegaskan bahwa Teorema Limit Pusat mendukung pendekatan inferensial dalam kondisi tertentu, tetapi tidak menggantikan desain penelitian yang tepat.

Penelitian empiris di Indonesia sering memiliki cakupan yang dibatasi oleh institusi atau kelompok tertentu. Kajian mengenai kepuasan pelanggan di kalangan mahasiswa sebuah fakultas, misalnya, tidak dapat diperluas menjadi gambaran nasional hanya dengan mengandalkan ukuran sampel yang besar (Natasya & Yudhira, 2023). Demikian pula, banyaknya observasi tidak mengatasi ketidaksesuaian antara populasi sasaran dan kerangka sampling. Teorema Limit Pusat berkenaan dengan perilaku statistik di bawah proses pengambilan sampel tertentu; validitas

generalisasi substantif tetap ditentukan oleh populasi, kerangka, seleksi, dan kualitas pengukuran.

Konteks penelitian perusahaan juga menunjukkan perlunya membedakan jumlah unit dari jumlah informasi independen. Suhardjo dkk. (2022) mengkaji perusahaan manufaktur yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia untuk periode 2018–2020. Data perusahaan lintas tahun memiliki struktur yang dapat membuat pengamatan dari perusahaan sama saling berkaitan. Karena itu, penalaran yang menganggap setiap observasi perusahaan-tahun sepenuhnya independen perlu dipertimbangkan secara kritis. Contoh ini bukan bukti bahwa pendekatan normal pasti gagal, melainkan penanda bahwa struktur unit dan periode perlu dipertimbangkan sebelum menggunakan hasil inferensial yang bergantung pada asumsi distribusi sampling.

Dalam analisis praktis, pemeriksaan bentuk distribusi data, pencilan, dan pola pengelompokan membantu menilai apakah pendekatan asimtotik masuk akal. Pemeriksaan tersebut bukan pengganti teorema, melainkan bagian dari evaluasi kondisi yang mendukung penggunaannya. Teknik resampling dapat menjadi alat eksplorasi tambahan untuk memahami variasi statistik dalam data yang tersedia, tetapi kualitas hasilnya juga bergantung pada representativitas data awal dan kesesuaian mekanisme resampling dengan rancangan penelitian. Tidak ada prosedur komputasional yang dapat merekonstruksi kelompok populasi yang sama sekali tidak tercakup hanya dari sampel yang bias.

Bagi pengambilan keputusan manajerial, Teorema Limit Pusat menyediakan alasan matematis bagi penggunaan pendekatan distribusi normal dalam banyak prosedur estimasi dan pengujian, tetapi bukan izin untuk mengabaikan asumsi desain. Estimasi rata-rata penjualan, waktu layanan, atau skor kinerja dapat ditafsirkan secara inferensial setelah sumber data, unit pemilihan,

ketergantungan, dan distribusi statistik yang relevan diperiksa. Pembahasan ini menjadi dasar bagi estimasi dan interval kepercayaan dalam Bab 9 serta pengujian hipotesis dalam Bab 10; pada kedua bab tersebut, penggunaan pendekatan normal tetap harus dinilai menurut rancangan dan karakteristik data yang dianalisis.

BAB 9
ESTIMASI DAN INTERVAL KEPERCAYAAN

A. Pendahuluan

Keputusan manajerial kerap bertumpu pada data yang hanya mencakup sebagian pelanggan, pekerja, transaksi, atau unit operasi, sementara tindakan yang diambil berdampak pada populasi yang jauh lebih luas. Survei kepuasan dari sejumlah responden, misalnya, dapat memberi petunjuk tentang mutu layanan, tetapi hasilnya tidak identik dengan tingkat kepuasan seluruh pelanggan. Perbedaan antara informasi sampel dan karakteristik populasi inilah yang menjadikan estimasi bagian mendasar dari analitika data untuk manajemen. Pergeseran dari pelaporan deskriptif menuju keputusan berbasis bukti juga meningkatkan kebutuhan untuk menyatakan bukan hanya nilai perkiraan, melainkan tingkat ketidakpastian yang menyertainya. Tanpa perhatian pada ketidakpastian, angka yang tampak presisi dapat mendorong keputusan investasi, penetapan target, atau perubahan proses yang kurang sepadan dengan kekuatan bukti. Tinjauan ini mengungkap bahwa kualitas keputusan bergantung pada cara data digunakan sekaligus pada ketepatan penalaran yang menghubungkan sampel dengan populasi.

Kajian dalam bab ini menelusuri kerangka estimasi dari konsep estimator dan estimasi parameter hingga penerapan interval kepercayaan. Pembahasan dimulai dengan membedakan prosedur estimasi dari nilai parameter yang hendak diketahui, lalu menelaah estimasi titik beserta sifat estimator, termasuk ketakbiasan, konsistensi, dan efisiensi. Kerangka tersebut menjadi landasan untuk menginterpretasikan interval kepercayaan bagi rata-rata, proporsi, serta selisih parameter—ukuran yang relevan, antara lain,

ketika manajer membandingkan kinerja dua cabang atau menilai perubahan tingkat konversi. Bab ini juga mengaitkan ketelitian hasil dengan ukuran sampel dan margin of error, sehingga kebutuhan informasi dapat dipertimbangkan bersama keterbatasan biaya dan waktu pengumpulan data. Dalam keseluruhan argumentasi buku, estimasi menghubungkan pengolahan data dengan penilaian bukti dan keputusan manajerial yang terukur. Urgensinya kian nyata ketika organisasi menghadapi perubahan pasar cepat, data yang melimpah tetapi tidak selalu representatif, serta tuntutan akuntabilitas atas keputusan. Untuk membangun dasar penalaran tersebut, pembahasan berikutnya terlebih dahulu menguraikan konsep estimator dan estimasi parameter.

B. Konsep Estimator dan Estimasi Parameter

1. Parameter, estimator, dan hasil estimasi

Bab 8 menguraikan bagaimana sampel dipilih serta bagaimana distribusi sampling dan standard error menjelaskan variasi antarsampel. Bab ini melanjutkan alur tersebut dengan menelaah cara statistik sampel digunakan untuk memperkirakan parameter populasi. Perbedaan pokoknya terletak pada status nilai yang dibicarakan: parameter adalah karakteristik populasi yang umumnya tetap tetapi tidak diketahui, sedangkan estimator adalah aturan atau fungsi yang diterapkan pada data sampel. Nilai yang dihasilkan ketika aturan itu diterapkan pada satu sampel disebut estimasi. Pembedaan ini penting karena angka hasil perhitungan tidak menghapus ketidakpastian yang timbul dari pemilihan sampel.

Sebagai contoh, perusahaan ritel yang ingin mengetahui rata-rata pengeluaran pelanggan seluruh gerainya dapat mengumpulkan data transaksi dari sampel pelanggan. Rata-rata populasi, yang dapat dilambangkan dengan μ, merupakan parameter sasaran. Rata-rata sampel, $\bar{x}$, menjadi estimator bagi μ, sementara nilai

numerik yang diperoleh dari data tertentu—misalnya Rp185.000—merupakan estimasi. Dengan demikian, $\bar{x}$ merujuk pada prosedur yang dapat menghasilkan nilai berbeda dari sampel ke sampel, sedangkan Rp185.000 merupakan hasil satu penerapan prosedur itu. Pembedaan tersebut sejalan dengan penekanan metodologi penelitian pada kejelasan hubungan antara subjek yang diamati, data yang dikumpulkan, dan sasaran inferensi (Nashrullah dkk., 2023).

Estimator dapat berupa rumus sederhana maupun prosedur statistik yang lebih kompleks. Untuk memperkirakan proporsi pelanggan yang melakukan pembelian ulang, estimator proporsi sampel dapat ditulis sebagai $\hat{p} = x/n$, dengan x sebagai jumlah pelanggan yang melakukan pembelian ulang dan n sebagai ukuran sampel. Untuk memperkirakan rata-rata populasi, estimator yang lazim digunakan adalah $\bar{x} = \sum_{i=1}^{n} x_i \, /n$. Notasi bertopi, seperti $\hat{p}$, menandai bahwa besaran tersebut merupakan estimator atau estimasi parameter, bukan parameter populasi yang diketahui. Pilihan estimator berpengaruh terhadap kesimpulan; karena itu, pemilihan tidak dapat dilakukan hanya berdasarkan kemudahan menghitung, tetapi harus mempertimbangkan desain pengambilan sampel, skala pengukuran, dan tujuan keputusan.

2. Estimasi sebagai inferensi yang bersyarat

Estimasi parameter bukan pemindahan otomatis nilai sampel ke seluruh populasi. Argumen inferensialnya bergantung pada keterwakilan sampel dan mekanisme yang menghasilkan data. Jika pelanggan yang merespons survei kepuasan sebagian besar berasal dari satu kota atau kelompok yang sangat aktif menggunakan layanan, rata-rata sampel mungkin tidak mencerminkan pengalaman seluruh pelanggan. Karena itu, ketepatan estimator secara matematis tidak dengan sendirinya menjamin estimasi yang bermakna bagi manajemen. Kualitas kerangka sampel, tingkat

respons, pengukuran variabel, dan kemungkinan bias nonrespons tetap menentukan validitas generalisasi. Literatur metodologi menempatkan rancangan pengumpulan data dan karakteristik subjek penelitian sebagai unsur yang membatasi cakupan inferensi (Nashrullah dkk., 2023).

Penelitian mengenai kepuasan pelanggan Go-Ride, misalnya, mengoperasionalkan kualitas pelayanan, kepercayaan, dan kepuasan melalui pengumpulan data pada kelompok responden tertentu (Natasya & Yudhira, 2023). Temuan dari konteks tersebut dapat membantu menilai pola pada populasi yang diteliti, tetapi tidak serta-merta menjadi parameter bagi semua pengguna layanan di seluruh Indonesia. Perbedaan wilayah, karakteristik pengguna, dan periode pengamatan dapat mengubah distribusi respons. Secara analitis, contoh ini menunjukkan bahwa estimasi selalu terikat pada definisi populasi sasaran dan prosedur pemilihan sampel. Keputusan manajerial yang memperluas klaim di luar cakupan desain penelitian menambahkan asumsi yang tidak dijamin oleh nilai estimasi itu sendiri.

Estimator juga perlu dibedakan dari model atau perangkat lunak yang menghitungnya. Aplikasi statistik dapat mengolah data dan menampilkan hasil, tetapi keluaran numerik tetap bergantung pada spesifikasi variabel, pengaturan analisis, serta kualitas data masukan. Buku pengolahan data dengan SPSS membahas penggunaan perangkat lunak untuk analisis, namun penggunaan perangkat lunak tidak menggantikan pertimbangan substantif mengenai metode yang sesuai (Setiawan, 2025). Bila data pelanggan mengandung pencatatan ganda atau definisi transaksi tidak seragam, presisi keluaran hingga beberapa angka desimal tidak menjadikan estimasi lebih representatif. Presisi tampilan dan ketepatan inferensi merupakan dua hal berbeda.

3. Sasaran estimasi dan implikasi manajerial

Sebelum menghitung estimasi, analis perlu menetapkan parameter yang hendak diperkirakan secara operasional. Sasaran dapat berupa rata-rata waktu penyelesaian pesanan, proporsi produk cacat, selisih rata-rata produktivitas antara dua cabang, atau variasi pengeluaran pelanggan. Parameter yang dirumuskan secara kabur menghasilkan statistik yang sulit ditafsirkan. Misalnya, “kepuasan pelanggan” perlu diterjemahkan menjadi ukuran yang dapat diamati—seperti skor dari instrumen tertentu—dan dikaitkan dengan populasi, wilayah, serta periode yang jelas. Tanpa definisi itu, angka sampel tidak menjawab pertanyaan manajerial yang stabil.

Perumusan sasaran juga perlu membedakan estimasi deskriptif atas data yang tersedia dari inferensi terhadap populasi yang lebih luas. Jika perusahaan mempunyai catatan lengkap seluruh transaksi pada satu bulan, rata-rata transaksi bulan tersebut dapat dihitung langsung sebagai karakteristik data yang diamati. Ketidakpastian sampling baru menjadi relevan ketika hasil itu dipakai untuk menyimpulkan kinerja periode mendatang atau seluruh pelanggan, yang memerlukan asumsi tambahan. Sebaliknya, survei terhadap sebagian pelanggan memang menimbulkan kebutuhan untuk menilai ketidakpastian pengambilan sampel. Pemisahan ini mencegah penggunaan istilah “estimasi” secara seragam untuk situasi yang memiliki dasar inferensial berbeda.

Dalam praktik manajemen, estimasi parameter memberi dasar kuantitatif untuk menyusun target, mengalokasikan sumber daya, dan mengevaluasi perubahan proses. Namun, keputusan tidak semestinya bertumpu pada satu angka tanpa mempertimbangkan asal-usulnya. Kajian metodologi menekankan pentingnya keterhubungan antara tujuan penelitian, pemilihan subjek, dan teknik pengumpulan data (Nashrullah dkk., 2023). Dengan kerangka itu, angka estimasi dibaca bersama informasi tentang siapa yang

diwakili, bagaimana data diperoleh, dan sejauh mana prosedur dapat direplikasi. Bab berikutnya menelaah sifat estimator, sebab dua prosedur yang menghasilkan estimasi titik berbeda dapat memiliki kualitas statistik yang tidak setara.

C. Estimasi Titik dan Sifat-Sifat Estimator

1. Makna estimasi titik

Estimasi titik merangkum informasi sampel menjadi satu nilai yang digunakan untuk memperkirakan parameter populasi. Rata-rata sampel, proporsi sampel, dan varians sampel merupakan contoh statistik yang dapat berfungsi sebagai estimator bagi parameter terkait. Kekuatan estimasi titik terletak pada kesederhanaan interpretasi: satu angka dapat dibandingkan dengan target operasional atau nilai periode sebelumnya. Keterbatasannya juga bersumber dari sifat yang sama, karena satu nilai tidak mengungkapkan seberapa jauh hasil dapat berubah bila sampel lain dipilih. Oleh sebab itu, estimasi titik sebaiknya dibaca sebagai ringkasan berbasis sampel, bukan sebagai nilai populasi yang diketahui tanpa ketidakpastian.

Misalkan sebuah perusahaan logistik di Indonesia memilih 80 pengiriman untuk mengukur waktu pengantaran. Rata-rata waktu pada sampel adalah 2,6 hari. Nilai tersebut merupakan estimasi titik rata-rata waktu pengantaran dalam populasi sasaran yang didefinisikan perusahaan. Namun, estimasi itu tidak dengan sendirinya menunjukkan apakah waktu rata-rata populasi dekat dengan 2,6 hari atau apakah satu wilayah dengan volume pengiriman berbeda mendominasi sampel. Kejelasan mengenai rancangan pengambilan sampel dan populasi sasaran menentukan interpretasi angka tersebut. Penelitian terapan juga memperlihatkan bahwa hasil kuantitatif bertumpu pada konstruksi sampel dan definisi unit analisis, bukan pada perhitungan semata (Natasya & Yudhira, 2023).

2. Ketakbiasan, konsistensi, dan efisiensi

Salah satu sifat yang digunakan untuk menilai estimator adalah ketakbiasan. Estimator tak bias memiliki nilai harapan yang sama dengan parameter sasaran dalam pengulangan pengambilan sampel menurut rancangan yang diasumsikan. Untuk estimator $\hat{\theta}$ bagi parameter θ, kondisi tersebut dinyatakan sebagai:

$$E(\hat{\theta}) = \theta$$

Ketakbiasan tidak berarti satu estimasi tertentu pasti sama dengan parameter. Ia merupakan sifat jangka panjang dari prosedur estimasi. Jika estimator rata-rata sampel tidak bias bagi rata-rata populasi dalam kondisi pengambilan sampel tertentu, hasil satu sampel tetap dapat lebih tinggi atau lebih rendah daripada parameter. Karena itu, klaim ketakbiasan tidak boleh dilepaskan dari asumsi desain dan pengukuran. Kajian mengenai koreksi bias estimasi curah hujan memperlihatkan bahwa estimasi dapat mengalami penyimpangan sistematis sehingga koreksi perlu dinilai terhadap data pembanding yang tersedia (Misnawati, 2022). Konteks tersebut berbeda dari estimasi bisnis, tetapi menegaskan secara empiris bahwa istilah “estimasi” tidak menjamin ketiadaan bias.

Sifat kedua adalah konsistensi, yaitu kecenderungan estimator mendekati parameter ketika ukuran sampel bertambah, dengan asumsi relevan terpenuhi. Konsistensi berhubungan dengan perilaku estimator pada sampel besar, bukan jaminan bahwa sampel kecil selalu menghasilkan angka yang akurat. Penambahan jumlah observasi dapat mengurangi variasi sampling, tetapi tidak otomatis mengatasi bias seleksi, pengukuran yang keliru, atau perubahan definisi variabel. Dalam survei pelanggan, misalnya, memperbanyak responden dari kelompok pengguna yang sama-sama mudah dijangkau mungkin memperkecil variasi numerik, tetapi tetap tidak menyelesaikan ketidakrepresentatifan. Dengan

demikian, jumlah sampel dan desain sampel harus dinilai sebagai dua dimensi yang saling melengkapi.

Efisiensi membandingkan keragaman estimator-estimator yang sama-sama layak menurut kriteria tertentu. Di antara estimator tak bias, estimator yang memiliki varians lebih kecil biasanya lebih efisien karena hasilnya cenderung lebih terkonsentrasi pada parameter. Namun, efisiensi bukan alasan untuk mengabaikan asumsi model. Estimator yang sangat efisien dalam model yang tidak sesuai dapat menghasilkan kesimpulan yang menyesatkan. Dalam analisis manajerial, pemilihan metode karenanya mempertimbangkan kualitas data, tujuan estimasi, dan konsekuensi salah keputusan. Buku pengolahan data statistik menempatkan pemilihan prosedur analisis sebagai bagian dari penggunaan perangkat statistik yang harus disesuaikan dengan karakter data, bukan sekadar fitur perangkat lunak yang tersedia (Setiawan, 2025).

3. Trade-off dan penilaian substantif

Estimator dapat dinilai melalui bias dan varians secara bersamaan. Estimator yang sedikit bias tetapi memiliki varians jauh lebih kecil mungkin berguna pada situasi tertentu, sedangkan estimator tak bias dengan variasi sangat besar dapat kurang informatif untuk keputusan berisiko tinggi. Ukuran yang merangkum kedua komponen itu adalah mean squared error:

$$\mathrm{MSE}(\hat{\theta}) = \mathrm{Var}(\hat{\theta}) + \mathrm{Bias}(\hat{\theta})^2$$

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa ketakbiasan bukan satu-satunya kriteria rasional. Jika keputusan investasi membutuhkan perkiraan permintaan yang stabil, pengelola dapat membandingkan beberapa estimator berdasarkan kesalahan total yang diharapkan, bukan hanya memeriksa apakah salah satu prosedur secara teoritis tidak bias. Meski demikian, ukuran

tersebut hanya bermakna jika populasi, parameter, dan mekanisme data ditetapkan secara masuk akal. Nilai MSE yang dihitung dari model salah tetap tidak mengukur ketidakpastian yang sebenarnya.

Pertimbangan ini relevan bagi organisasi Indonesia yang mengukur beban kerja atau kebutuhan pegawai pada unit layanan. Kajian beban kerja pegawai di Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Madiun menunjukkan penggunaan pengukuran untuk menilai kebutuhan tenaga dan optimalisasi kinerja (Injavira & Hasanah, 2022). Jika hasil suatu unit digunakan sebagai acuan bagi unit lain, manajemen perlu menilai apakah prosedur pengukuran dan karakteristik pekerjaan cukup sebanding. Estimasi titik yang sama dapat memiliki tingkat keandalan berbeda jika ukuran sampel, pola tugas, atau pencatatan waktunya berbeda.

Tabel 9.1 Statistik Sampel, Parameter Sasaran, dan Validitas Estimasi

Situasi estimasi	Statistik sampel	Parameter sasaran	Pertanyaan kritis
Waktu layanan	Rata-rata sampel	Rata-rata populasi	Apakah unit layanan terwakili?
Pembelian ulang	Proporsi sampel	Proporsi populasi	Apakah respons pelanggan lengkap?
Produk cacat	Proporsi cacat	Tingkat cacat proses	Apakah inspeksi konsisten?
Produktivitas cabang	Selisih rata-rata	Selisih populasi	Apakah beban kerja sebanding?
Pengeluaran pelanggan	Varians sampel	Varians populasi	Apakah pencilan telah ditelaah?

Tabel 9.1 memperlihatkan bahwa statistik sampel baru memperoleh arti inferensial setelah parameter sasaran dan pertanyaan validitasnya dinyatakan. Dengan demikian, kualitas estimasi titik tidak dapat dinilai hanya dari besar-kecilnya angka atau jumlah desimal yang ditampilkan.

Dalam praktik, sifat estimator menjadi perangkat evaluasi, bukan label otomatis yang menjamin mutu keputusan. Analis perlu

menyatakan asumsi, menguji konsistensi pengukuran, dan mempertimbangkan kemungkinan bias akibat mekanisme data. Hal ini sejalan dengan prinsip metodologi yang menghubungkan pemilihan subjek dan prosedur pengumpulan data dengan klaim yang dapat ditarik dari hasil penelitian (Nashrullah dkk., 2023). Estimasi titik menyediakan pusat kuantitatif bagi penalaran, sedangkan interval kepercayaan pada sub-bab berikutnya menyatakan ketidakpastian sampling yang menyertai pusat tersebut.

D. Interval Kepercayaan Rata-Rata

1. Makna interval kepercayaan

Interval kepercayaan memperluas estimasi titik dengan menyajikan rentang nilai yang dibentuk melalui prosedur statistik tertentu. Untuk rata-rata populasi, interval umumnya berpusat pada rata-rata sampel dan memiliki lebar yang dipengaruhi standard error serta tingkat kepercayaan yang ditetapkan. Secara konseptual, interval ini tidak menyatakan bahwa parameter berubah-ubah; parameter populasi diperlakukan tetap, sedangkan batas interval akan berubah antarsampel. Interpretasi yang tepat berfokus pada kinerja prosedur: dalam pengulangan pengambilan sampel dengan kondisi yang sesuai, proporsi interval yang dibentuk menurut prosedur tersebut diharapkan mencakup parameter sebesar tingkat kepercayaan yang ditetapkan. Pemahaman ini mencegah pembacaan keliru seolah-olah parameter tertentu memiliki probabilitas yang berubah setelah interval dihitung.

Untuk sampel dengan simpangan baku populasi diketahui dan kondisi distribusional yang sesuai, interval rata-rata dapat ditulis:

$$\bar{x} \pm z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Dalam banyak konteks manajerial, simpangan baku populasi tidak diketahui. Jika digunakan simpangan baku sampel s, prosedur yang lazim untuk populasi normal menggunakan distribusi t:

$$\bar{x} \pm t_{\alpha/2,n-1} \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Standard error mengukur variasi sampling rata-rata sampel, sedangkan nilai kritis menentukan seberapa lebar rentang untuk tingkat kepercayaan yang dipilih. Ketika ukuran sampel meningkat, standard error biasanya mengecil jika variasi data dan rancangan pengambilan sampel relatif sebanding. Namun, rumus tidak mengoreksi bias akibat sampel yang tidak mewakili populasi atau instrumen yang mengukur variabel secara keliru. Karena itu, presisi interval dan validitas desain perlu diperiksa secara terpisah.

2. Ilustrasi pada layanan di Indonesia

Misalkan manajemen jaringan klinik di Surabaya mengambil sampel waktu tunggu pasien dan memperoleh rata-rata 42 menit, simpangan baku sampel 12 menit, serta ukuran sampel 36. Dengan nilai kritis t sekitar 2,03 untuk tingkat kepercayaan 95% dan derajat bebas 35, margin galatnya sekitar 4,06 menit. Interval yang dihasilkan kira-kira 37,94 hingga 46,06 menit. Angka tersebut merupakan ilustrasi perhitungan, bukan data empiris klinik tertentu. Secara substantif, rentang itu membantu manajemen menilai apakah waktu tunggu yang diperkirakan masih berada dalam batas layanan yang ditetapkan. Penggunaan survei dan pengukuran pelanggan dalam penelitian layanan Indonesia menunjukkan relevansi data responden untuk menilai mutu pengalaman, tetapi cakupan generalisasi tetap mengikuti populasi dan rancangan penelitian yang digunakan (Natasya & Yudhira, 2023).

Interpretasi interval tidak boleh menggantikan penilaian terhadap nilai praktis. Jika standar internal menetapkan waktu

tunggu maksimum 45 menit, rentang ilustratif tersebut mencakup nilai di bawah dan di atas standar. Keputusan operasional mungkin memerlukan pengumpulan data tambahan, segmentasi menurut jam layanan, atau pemeriksaan kapasitas tenaga. Sebaliknya, interval yang seluruhnya berada di atas ambang dapat memberi sinyal bahwa proses perlu ditinjau, walaupun tindakan perbaikan tetap memerlukan analisis penyebab. Dengan demikian, interval kepercayaan mengukur ketidakpastian estimasi rata-rata, bukan menjelaskan mekanisme yang menyebabkan waktu tunggu.

Diagram berikut merangkum hubungan antara estimasi titik, batas interval, dan margin galat. Ia juga menekankan bahwa tingkat kepercayaan merupakan sifat prosedur pembentukan interval, bukan label yang mengubah parameter populasi.



Gambar 9.1 Interval Kepercayaan Rata-Rata. Sumber: Diolah penulis

Gambar 9.1 menempatkan estimasi titik sebagai pusat rentang, sementara margin galat menunjukkan jarak dari pusat ke salah satu batas interval dalam bentuk simetris. Motif pengambilan sampel berulang menegaskan bahwa tingkat kepercayaan berkaitan dengan perilaku prosedur dalam pengulangan, bukan kepastian mutlak pada satu interval.

3. Asumsi dan batas interpretasi

Ketepatan interval rata-rata bergantung pada asumsi tentang proses pengambilan data. Pengamatan yang diperlakukan independen tidak boleh sebenarnya berasal dari kelompok yang saling bergantung tanpa penyesuaian. Sampel yang diambil hanya pada jam kerja tertentu, misalnya, dapat mengabaikan lonjakan layanan pada jam sibuk. Distribusi data yang sangat menceng atau mengandung pencilan ekstrem juga dapat memengaruhi inferensi, terutama pada sampel kecil. Teorema Limit Pusat yang dibahas pada Bab 8 menjelaskan dasar pendekatan distribusi sampling rata-rata, tetapi penerapannya tetap perlu mempertimbangkan ukuran sampel, ketergantungan pengamatan, dan bentuk distribusi.

Penggunaan perangkat lunak dapat mempermudah penghitungan batas interval, tetapi keluaran harus ditinjau terhadap parameter dan asumsi yang dimasukkan. Pengolahan dengan SPSS, misalnya, memerlukan pengaturan variabel dan prosedur yang sesuai agar hasil tidak ditafsirkan di luar cakupan data (Setiawan, 2025). Jika satuan waktu tercatat berbeda antara menit dan jam, kesalahan tidak akan diperbaiki oleh metode interval. Demikian pula, pengambilan sampel dari satu cabang tidak cukup untuk menyimpulkan rata-rata seluruh cabang apabila perbedaan operasionalnya besar.

Lebar interval memengaruhi daya guna estimasi. Rentang yang sempit menunjukkan presisi sampling lebih tinggi di bawah asumsi model, tetapi tidak menjamin tidak adanya bias sistematis. Rentang lebar mengindikasikan bahwa parameter belum diperkirakan secara presisi, sehingga keputusan yang tidak dapat dibalik mungkin perlu menunggu informasi tambahan. Penggunaan interval juga perlu disandingkan dengan konsekuensi bisnis: ketidakpastian rata-rata waktu tunggu dapat berdampak berbeda dari ketidakpastian biaya kerugian atau tingkat produk cacat. Dalam penelitian layanan, hasil pengukuran perlu dibaca bersama

definisi konstruk dan karakter responden, bukan sebagai angka universal yang bebas konteks (Natasya & Yudhira, 2023).

Interval kepercayaan rata-rata karenanya menjalankan dua fungsi sekaligus: mengomunikasikan rentang ketidakpastian dan memaksa analis menyatakan asumsi yang menopang generalisasi. Untuk perbandingan dua cabang, perhatian berpindah dari satu rata-rata ke selisih rata-rata; untuk hasil kategorik seperti pembelian ulang, parameter yang ditaksir berupa proporsi. Kedua persoalan tersebut memerlukan bentuk interval yang sesuai dengan jenis parameter, sebagaimana dibahas pada sub-bab berikutnya.

E. Interval Kepercayaan Proporsi dan Selisih Parameter

1. Interval untuk proporsi

Proporsi populasi menyatakan bagian unit dalam populasi yang memenuhi karakteristik tertentu, misalnya pelanggan yang memperpanjang langganan atau transaksi yang berhasil diselesaikan. Estimator titiknya adalah proporsi sampel $\hat{p} = x/n$, dengan x sebagai jumlah keberhasilan yang teramati. Dalam pendekatan normal sederhana, standard error proporsi diperkirakan menggunakan $\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})/n}$, sehingga interval dapat ditulis:

$$\hat{p} \pm z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}}$$

Pendekatan tersebut lebih dapat diandalkan ketika ukuran sampel memadai dan proporsi tidak terlalu dekat dengan nol atau satu. Jika jumlah keberhasilan atau kegagalan sangat kecil, pendekatan normal dapat memberi batas yang kurang baik;

metode interval lain dapat lebih sesuai. Selain itu, rumus sederhana ini mengasumsikan struktur pengambilan sampel yang mendukung perhitungan tersebut. Pengambilan sampel berklaster, pembobotan, atau respons yang tidak lengkap dapat memerlukan penyesuaian.

Sebagai ilustrasi Indonesia, sebuah layanan dompet digital dapat menaksir proporsi pengguna aktif di Jakarta yang berhasil menyelesaikan transaksi tanpa bantuan layanan pelanggan. Nilai sampel memberi estimasi awal, tetapi interval menunjukkan kisaran ketidakpastian sampling. Studi mengenai penggunaan dompet digital OVO di Tokopedia menelaah keputusan penggunaan dalam konteks pengguna aplikasi (Sanusi dkk., 2025). Temuan penelitian tertentu tidak boleh dipindahkan langsung menjadi proporsi seluruh pengguna dompet digital, sebab populasi, variabel, dan desainnya dapat berbeda. Nilai utama contoh ini adalah menunjukkan bahwa keputusan berdasarkan proporsi perlu menetapkan terlebih dahulu siapa yang disebut pengguna aktif dan transaksi berhasil.

2. Selisih dua proporsi

Dalam keputusan manajerial, pertanyaan sering menyangkut perbedaan antarkelompok, bukan nilai satu kelompok secara terpisah. Misalnya, perusahaan membandingkan proporsi pembelian ulang pelanggan yang menerima promosi dengan kelompok yang tidak menerima promosi. Selisih proporsi sampel adalah $\hat{p}_1 - \hat{p}_2$, sedangkan parameter sasaran adalah $p_1 - p_2$. Interval kepercayaannya mempertimbangkan ketidakpastian dari kedua proporsi. Untuk dua sampel independen dengan pendekatan normal, standard error selisih diestimasi sebagai:

$$SE(\hat{p}_1 - \hat{p}_2) = \sqrt{\frac{\hat{p}_1(1-\hat{p}_1)}{n_1} + \frac{\hat{p}_2(1-\hat{p}_2)}{n_2}}$$

Interval kemudian dibentuk dengan menambahkan dan mengurangkan nilai kritis yang sesuai dikalikan standard error tersebut. Jika kelompok tidak independen atau data berpasangan, bentuk perhitungan perlu disesuaikan. Perbedaan desain ini substantif: pelanggan yang sama diukur sebelum dan sesudah kampanye memiliki struktur data berbeda dari dua kelompok pelanggan terpisah. Mengabaikan struktur dapat membuat ketidakpastian tampak lebih kecil atau lebih besar daripada yang semestinya.

Studi tentang faktor yang berkaitan dengan keputusan pembelian dapat memberi konteks bagi pertanyaan manajerial seputar promosi dan kepercayaan, tetapi tidak otomatis menyediakan interval untuk setiap perbandingan yang ingin dibuat (Gellianta & Harpain, 2025; Febriyanto & Basuki, 2024). Jika organisasi ingin menilai apakah kampanye meningkatkan konversi, rancangan pengumpulan data harus menentukan kelompok pembanding dan mengurangi perbedaan awal yang dapat menjelaskan hasil. Interval selisih menyatakan presisi estimasi perbedaan, bukan bukti kausalitas dengan sendirinya. Klaim bahwa promosi menyebabkan perubahan memerlukan rancangan yang mendukung penalaran kausal, yang dibahas lebih lanjut pada bab-bab analisis hubungan dan pengujian hipotesis.

3. Selisih dua rata-rata

Selisih dua rata-rata berguna ketika manajer membandingkan waktu layanan, nilai transaksi, produktivitas, atau biaya antara dua kelompok. Parameter yang ditaksir adalah $\mu_1 - \mu_2$, dan estimator titiknya $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$. Untuk kelompok independen, interval umumnya menggunakan standard error yang dibentuk dari variasi kedua sampel. Apabila varians populasi tidak diketahui dan tidak diasumsikan sama, pendekatan Welch sering digunakan karena tidak mensyaratkan kesamaan varians. Apabila data berpasangan, misalnya kinerja pegawai yang sama sebelum dan sesudah

pelatihan, analisis berfokus pada rata-rata selisih dalam pasangan, bukan memperlakukan pengukuran sebagai sampel independen.

Contohnya, perusahaan manufaktur di Cikarang dapat membandingkan rata-rata waktu pergantian mesin pada dua lini produksi. Selisih sampel sebesar beberapa menit tidak cukup untuk menyatakan satu lini secara konsisten lebih efisien. Interval perlu dibaca bersama variasi waktu, jumlah observasi, kesetaraan kondisi operasi, serta definisi awal dan akhir proses pergantian. Jika satu lini menangani produk yang lebih kompleks, perbedaan rata-rata mentah dapat mencampurkan efek karakteristik produk dan kinerja lini. Riset kuantitatif pada konteks pelanggan juga menunjukkan pentingnya membedakan konstruk dan kelompok pengamatan sebelum menginterpretasikan hubungan atau perbedaan (Santoso & Hartini, 2022).

Tabel 9.2 Parameter dan Estimator untuk Perbandingan Proporsi dan Rata-Rata

Parameter	Estimator titik	Ketidakpastian utama	Contoh manajerial
Proporsi populasi	$\hat{p}$	Variasi respons	Tingkat pembelian ulang
Selisih proporsi	$\hat{p}_1 - \hat{p}_2$	Variasi dua kelompok	Konversi dua kampanye
Selisih rata-rata	$\bar{x}_1 - \bar{x}_2$	Variasi dua rata-rata	Waktu proses dua lini
Rata-rata selisih pasangan	$\bar{d}$	Variasi dalam pasangan	Kinerja sebelum-sesudah

Tabel 9.2 merangkum kecocokan parameter dengan estimator titik dan persoalan manajerial yang relevan. Pemilihan baris yang tepat bergantung pada bentuk data dan rancangan perbandingan, bukan semata-mata pada ketersediaan menu analisis dalam perangkat lunak.

4. Interpretasi dan keputusan

Interval selisih yang mencakup nol menunjukkan bahwa data, pada tingkat kepercayaan dan asumsi yang digunakan, belum

memberikan estimasi perbedaan yang presisi untuk membedakan arah positif atau negatif. Hal itu tidak membuktikan bahwa kedua kelompok identik; interval yang lebar dapat mencakup perbedaan yang secara operasional penting. Sebaliknya, interval yang tidak mencakup nol belum tentu menunjukkan dampak yang bermakna bagi organisasi jika besarnya perbedaan sangat kecil. Karena itu, interpretasi memerlukan penilaian besaran efek, biaya implementasi, dan risiko keputusan, bukan pembacaan batas interval secara mekanis.

Kualitas interpretasi juga bergantung pada definisi populasi dan prosedur pemilihan responden. Penelitian tentang kepercayaan dan niat pembelian, misalnya, mengoperasionalkan konstruk pada populasi yang ditetapkan peneliti, sehingga hasilnya harus dibaca dalam cakupan tersebut (Jasin dkk., 2021). Survei yang hanya menjangkau pelanggan yang masih aktif dapat mengabaikan pelanggan yang telah berhenti menggunakan layanan. Dalam keputusan retensi, kelompok yang tidak merespons mungkin justru membawa informasi penting. Interval yang dihitung dari responden yang tersedia tidak mencakup secara otomatis ketidakpastian akibat bias seleksi atau nonrespons.

Perangkat lunak dapat menghitung interval untuk rata-rata dan proporsi, tetapi pelaporan harus menyatakan parameter, kelompok, ukuran sampel, tingkat kepercayaan, dan metode yang digunakan. Pemrosesan statistik yang baik mensyaratkan kecocokan antara data, pertanyaan, dan prosedur analisis (Setiawan, 2025). Jika estimasi digunakan untuk menetapkan insentif cabang, misalnya, manajemen sebaiknya menghindari pemeringkatan berdasarkan selisih kecil yang ketidakpastiannya besar. Keputusan yang proporsional menimbang rentang estimasi dan akibat praktisnya, bukan hanya nilai titik tertinggi.

F. Penentuan Ukuran Sampel dan Margin of Error

1. Hubungan ukuran sampel dengan presisi

Ukuran sampel menentukan sebagian dari ketelitian estimasi, tetapi bukan satu-satunya penentu mutu inferensi. Untuk estimasi rata-rata, standard error umumnya berkurang sebanding dengan kebalikan akar ukuran sampel, yaitu $SE(\bar{x}) = \sigma/\sqrt{n}$ ketika simpangan baku populasi diketahui. Akibatnya, peningkatan ukuran sampel menghasilkan penurunan standard error yang semakin lambat: untuk mengurangi standard error menjadi setengah, ukuran sampel perlu dinaikkan kira-kira empat kali, dengan asumsi lain tetap. Hubungan ini penting dalam perencanaan karena penambahan responden membawa biaya dan waktu, sedangkan keuntungan presisi bersifat menurun.

Margin of error merupakan setengah lebar interval simetris dalam prosedur tertentu. Untuk estimasi rata-rata dengan simpangan baku populasi diketahui, margin of error adalah $E = z_{\alpha/2}\sigma/\sqrt{n}$. Dengan mengubah persamaan tersebut, ukuran sampel minimum dapat direncanakan sebagai:

$$n = \left(\frac{z_{\alpha/2}\sigma}{E}\right)^2$$

Hasil perhitungan biasanya dibulatkan ke atas agar batas presisi yang ditetapkan tidak dilanggar. Jika simpangan baku populasi belum diketahui, analis dapat memakai data pendahuluan atau asumsi konservatif yang dijelaskan secara terbuka. Rumus tersebut berangkat dari kondisi sampling tertentu; desain berklaster, pembobotan, atau tingkat respons rendah dapat membuat jumlah responden yang perlu dihubungi berbeda dari jumlah observasi efektif yang dibutuhkan.

2. Perencanaan untuk proporsi

Untuk proporsi, ukuran sampel awal dapat direncanakan dengan menggunakan dugaan proporsi p:

$$n = \frac{z_{\alpha/2}^2 p(1-p)}{E^2}$$

Jika proporsi awal tidak diketahui, penggunaan $p = 0{,}5$ menghasilkan kebutuhan sampel terbesar dalam pendekatan tersebut karena nilai $p(1-p)$ mencapai maksimum pada 0,5. Strategi ini konservatif untuk merencanakan margin of error, tetapi tidak mengatasi masalah keterwakilan. Sampel yang besar dari pelanggan yang mudah dijangkau tetap dapat menghasilkan estimasi bias jika kelompok tertentu secara sistematis tidak tercakup. Panduan metodologi menekankan bahwa pemilihan subjek dan cara pengumpulan data merupakan bagian dari rancangan penelitian, sehingga kalkulasi ukuran sampel perlu ditempatkan dalam konteks desain itu (Nashrullah dkk., 2023).

Sebagai ilustrasi Indonesia, sebuah perusahaan layanan transportasi yang hendak memperkirakan proporsi pelanggan di Bandung yang bersedia menggunakan fitur baru dapat menentukan margin of error sebelum survei. Jika tingkat kepercayaan, dugaan proporsi awal, dan toleransi kesalahan telah ditetapkan, rumus menghasilkan kebutuhan minimum untuk kondisi ideal. Namun, perencanaan lapangan perlu menambahkan antisipasi terhadap nonrespons dan memastikan wilayah serta karakteristik pelanggan terwakili. Studi tentang kepuasan pengguna layanan menunjukkan bahwa survei pelanggan dapat digunakan untuk menelaah persepsi layanan dan kepercayaan, tetapi cakupan temuannya tetap ditentukan oleh populasi dan responden penelitian (Natasya & Yudhira, 2023).

3. Penyesuaian terhadap populasi dan desain

Jika populasi terbatas dan sampel diambil tanpa pengembalian, koreksi populasi terbatas dapat dipertimbangkan ketika fraksi sampel cukup besar. Dalam kondisi tersebut, standard error dapat dikalikan faktor koreksi:

$$\sqrt{\frac{N-n}{N-1}}$$

dengan N sebagai ukuran populasi dan n sebagai ukuran sampel. Faktor tersebut mencerminkan bahwa pengambilan sebagian besar anggota populasi tanpa pengembalian mengurangi variasi sampling dibandingkan situasi populasi sangat besar. Namun, penerapannya mensyaratkan informasi populasi dan desain yang sesuai. Untuk survei pelanggan nasional dengan populasi sangat besar, koreksi ini umumnya memberi dampak kecil; untuk audit terbatas pada pegawai satu unit, dampaknya dapat lebih berarti.

Desain sampel juga memengaruhi ukuran efektif. Jika responden dikelompokkan berdasarkan cabang dan individu dalam cabang memiliki karakteristik serupa, sampel berklaster dapat mengandung informasi yang lebih sedikit daripada sampel acak sederhana dengan jumlah responden sama. Penambahan ukuran sampel tanpa mempertimbangkan struktur tersebut berisiko memberi kesan presisi yang berlebihan. Pengalaman penelitian terapan mengenai populasi yang tidak diketahui menunjukkan bahwa strategi penentuan representasi sampel merupakan persoalan metodologis tersendiri, bukan sekadar substitusi angka ke dalam rumus (Jasin dkk., 2021). Karena itu, perencanaan perlu menghubungkan kerangka sampel, unit analisis, variasi antarkelompok, dan biaya memperoleh observasi.

4. Margin of error sebagai kompromi keputusan

Margin of error bukan ukuran total kesalahan penelitian. Ia terutama menggambarkan komponen ketidakpastian sampling dalam prosedur yang digunakan. Kesalahan pengukuran, data hilang, respons selektif, perubahan kondisi pasar, dan definisi operasional yang tidak konsisten dapat menambah ketidakpastian di luar margin tersebut. Dalam penentuan kebutuhan tenaga, misalnya, estimasi beban kerja dengan margin sampling kecil tetap dapat keliru apabila pencatatan waktu tidak mencakup periode sibuk atau tugas informal. Kajian beban kerja pada instansi di Madiun memperlihatkan bagaimana pengukuran digunakan untuk menilai kebutuhan pegawai; penerapan hasil pada unit lain tetap menuntut pemeriksaan kesesuaian konteks dan prosedur (Injavira & Hasanah, 2022).

Tabel 9.3 Margin Galat, Ukuran Sampel, dan Risiko Keputusan

Tujuan estimasi	Margin galat	Implikasi ukuran sampel	Risiko keputusan
Survei kepuasan cabang	Lebih sempit	Kebutuhan responden naik	Biaya survei meningkat
Tingkat cacat produksi	Sedang	Perlu cakupan lot memadai	Cacat langka terlewat
Konversi kampanye	Lebih sempit	Kelompok pembanding diperbesar	Analisis terlambat
Beban kerja unit	Disesuaikan	Observasi lintas periode	Puncak kerja terabaikan
Pembelian ulang	Lebih lebar	Sampel awal lebih kecil	Keputusan kurang presisi

Tabel 9.3 menampilkan kompromi yang kerap muncul antara ketelitian, cakupan pengamatan, waktu, dan biaya. Margin galat yang lebih sempit bukan selalu pilihan terbaik apabila tambahan presisi tidak mengubah keputusan atau menghabiskan sumber daya yang lebih bernilai untuk intervensi operasional.

Perencanaan sampel yang defensibel dimulai dari keputusan yang akan didukung, parameter yang akan ditaksir, tingkat

ketelitian yang layak, variasi yang diharapkan, dan batasan operasional. Setelah itu, analis menentukan rancangan sampel dan memperhitungkan nonrespons serta efek desain. Penggunaan perangkat lunak dapat membantu perhitungan, tetapi angka kebutuhan sampel harus disertai asumsi yang dapat diperiksa; prosedur pengolahan data tidak menggantikan penilaian atas tujuan analisis dan kualitas data (Setiawan, 2025). Jika keputusan berbiaya besar atau sulit dibalik, presisi yang lebih tinggi mungkin layak dibiayai. Jika keputusan bersifat eksploratif dan dapat direvisi, margin galat yang lebih lebar dapat diterima selama ketidakpastiannya dinyatakan secara jujur.

Margin of error akhirnya berfungsi sebagai parameter perencanaan dan komunikasi, bukan jaminan bahwa hasil bebas dari kesalahan. Ukuran sampel yang besar dapat memperkecil variasi sampling, tetapi representativitas, kualitas pengukuran, dan kesesuaian populasi sasaran tetap menjadi syarat agar estimasi berguna. Dalam praktik manajemen di Indonesia, pertimbangan tersebut memungkinkan organisasi menyeimbangkan biaya pengumpulan data dengan risiko keputusan tanpa menyamakan presisi numerik dengan kepastian substantif.

BAB 10
PENGUJIAN HIPOTESIS UNTUK KEPUTUSAN MANAJERIAL

A. Pendahuluan

Keputusan manajerial semakin bergantung pada bukti kuantitatif, mulai dari penilaian efektivitas kampanye pemasaran hingga evaluasi perubahan proses operasional. Namun, data yang melimpah tidak dengan sendirinya menghasilkan keputusan yang andal. Perbedaan kinerja antarkelompok, misalnya, dapat mencerminkan dampak kebijakan, variasi alami, atau karakteristik sampel; menafsirkan perbedaan tersebut tanpa kerangka inferensial berisiko mengubah kebetulan menjadi dasar tindakan. Perkembangan analitika data mendorong pergeseran dari pelaporan deskriptif menuju pengambilan keputusan berbasis bukti, tetapi juga menajamkan persoalan tentang ketidakpastian, kualitas pengukuran, dan konsekuensi kesimpulan yang keliru. Dalam konteks ini, pengujian hipotesis menyediakan prosedur untuk menilai kesesuaian bukti dengan suatu klaim, bukan jaminan bahwa keputusan yang diambil pasti benar. Kajian dalam bab ini menempatkan pengujian sebagai bagian dari penalaran manajerial yang mempertimbangkan data sekaligus risiko keputusan.

Pembahasan bergerak dari konsep hipotesis statistik dan prosedur pengujian menuju kesalahan Tipe I dan Tipe II serta statistical power, yang menunjukkan batas dan sensitivitas kesimpulan inferensial. Kerangka tersebut kemudian diterapkan pada uji satu sampel dan dua sampel, mencakup pengujian rata-rata, proporsi, serta perbedaan kelompok. Perhatian juga diberikan pada p-value dan effect size agar signifikansi statistik tidak disamakan dengan arti substantif atau manfaat praktis. Tinjauan ini mengungkap bahwa keputusan yang bertanggung jawab

memerlukan pembacaan hasil secara proporsional terhadap desain, ukuran sampel, dan konteks organisasi. Dalam keseluruhan argumentasi buku tentang statistik dan analitika data untuk manajemen, bab ini menghubungkan metode kuantitatif dengan pertimbangan tindakan: bukti perlu diterjemahkan menjadi keputusan tanpa mengabaikan biaya kesalahan maupun dampak bagi pemangku kepentingan. Urgensi kajian ini meningkat ketika organisasi menggunakan eksperimen, pemantauan kinerja, dan analitika prediktif untuk mengalokasikan sumber daya serta menetapkan kebijakan di bawah ketidakpastian. Karena itu, pembahasan diawali dengan penelaahan konsep hipotesis statistik dan prosedur pengujian sebagai fondasi bagi seluruh keputusan inferensial yang menyusul.

B. Konsep Hipotesis Statistik dan Prosedur Pengujian

Pengujian hipotesis menghubungkan estimasi parameter yang dibahas pada Bab 9 dengan keputusan tentang klaim yang relevan bagi organisasi. Klaim tersebut dapat menyangkut rata-rata waktu layanan, proporsi transaksi gagal, atau perbedaan kinerja sebelum dan sesudah perubahan proses. Pengujian tidak menetapkan kebenaran suatu klaim secara mutlak; prosedur ini menilai seberapa selaras data sampel dengan klaim tertentu di bawah asumsi model yang dinyatakan. Karena keputusan manajerial membawa konsekuensi biaya dan risiko, ketepatan rumusan klaim serta kesesuaian desain data menjadi bagian substantif dari inferensi, bukan sekadar tahap teknis pengolahan (Nashrullah, 2023; Setiawan, 2025).

Hipotesis statistik adalah pernyataan mengenai parameter populasi yang dapat dievaluasi menggunakan data sampel. Hipotesis nol, ditulis H_0, biasanya menyatakan kondisi acuan, seperti tidak adanya perubahan atau perbedaan. Hipotesis alternatif, H_1 atau H_a, menyatakan pola yang menjadi perhatian

analisis, misalnya adanya perubahan, peningkatan, atau penurunan. Bentuk hipotesis perlu ditentukan sebelum hasil diperiksa, sebab pemilihan arah pengujian setelah melihat data berisiko menjadikan prosedur konfirmatori sebagai pembenaran atas pola yang kebetulan muncul. Dalam riset manajemen, disiplin ini mendukung keterlacakan argumen dari pertanyaan organisasi menuju indikator dan analisis yang digunakan (Nashrullah, 2023).

Misalnya, perusahaan distribusi di Jawa Barat menguji apakah rata-rata waktu pemenuhan pesanan setelah penerapan sistem penjadwalan baru berbeda dari patokan 48 jam. Jika setiap penyimpangan dianggap relevan, hipotesis alternatif bersifat dua arah: $H_0: \mu = 48$ dan $H_1: \mu \neq 48$. Jika persoalan manajerial secara khusus adalah keterlambatan, arah yang dirumuskan dapat berupa $H_0: \mu \leq 48$ melawan $H_1: \mu > 48$. Perbedaan arah bukan pilihan kosmetik: ia menentukan wilayah penolakan dan harus berasal dari pertanyaan keputusan yang ditetapkan sebelum analisis, bukan dari tanda selisih yang ditemukan dalam sampel.

Pengujian umumnya dimulai dengan merumuskan parameter dan populasi sasaran, menetapkan hipotesis, memilih taraf signifikansi, menentukan statistik uji yang sesuai dengan skala data dan desain, lalu menghitung statistik uji atau p-value. Hasil dibandingkan dengan aturan keputusan yang telah ditetapkan. Apabila bukti cukup bertentangan dengan H_0 menurut aturan tersebut, H_0 ditolak; jika tidak, kesimpulan yang tepat adalah gagal menolak H_0, bukan menerima atau membuktikannya benar. Pembedaan ini menjaga kesimpulan tetap sebanding dengan daya informasi sampel: tidak ditemukannya bukti yang memadai dapat terjadi karena efek kecil, variasi tinggi, atau ukuran sampel terbatas (Setiawan, 2025).

Secara umum, statistik uji mengukur jarak antara hasil sampel dan nilai yang diharapkan menurut H_0, dalam satuan

ketidakpastian sampling. Untuk pengujian rata-rata satu sampel ketika simpangan baku populasi tidak diketahui, statistik uji dapat ditulis sebagai:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$$

Di sini, $\bar{x}$ adalah rata-rata sampel, μ_0 nilai acuan dalam hipotesis nol, s simpangan baku sampel, dan n ukuran sampel. Statistik uji besar dalam nilai absolut menunjukkan bahwa hasil sampel berada relatif jauh dari nilai acuan dibandingkan ketidakpastian estimasinya. Namun, statistik tersebut baru dapat ditafsirkan dengan benar jika desain sampel, asumsi distribusi, dan independensi pengamatan masuk akal. Penggunaan perangkat lunak mempercepat perhitungan, tetapi tidak mengatasi kesalahan definisi variabel atau sampel yang tidak mewakili populasi sasaran (Setiawan, 2025).

Taraf signifikansi, lazim dilambangkan α, merupakan ambang risiko yang ditetapkan untuk menolak H_0 ketika hipotesis itu benar. Nilai ambang bukan probabilitas bahwa kesimpulan tertentu salah setelah data diamati. Penetapan α seharusnya mempertimbangkan dampak keputusan keliru, bukan kebiasaan mekanis menggunakan satu angka untuk semua konteks. Dalam evaluasi perubahan proses gudang, keputusan mengubah sistem dapat ditunda atau diperluas secara bertahap; sebaliknya, keputusan terkait keselamatan produk dapat menuntut perlindungan lebih kuat terhadap penerimaan proses yang belum memenuhi standar. Penalaran keputusan seperti ini sejalan dengan kebutuhan untuk menimbang konsekuensi dan pilihan tindakan secara eksplisit (Febriansah, 2020).

Tabel berikut merangkum tahapan yang menghubungkan pertanyaan manajerial dengan kesimpulan statistik. Urutan

tersebut menekankan bahwa perumusan dan desain mendahului interpretasi hasil.

Tabel 10.1 Tahapan Pengujian Hipotesis untuk Keputusan Manajerial

Tahap	Pertanyaan kunci	Ilustrasi layanan
Rumuskan masalah	Apa klaim yang dinilai?	Waktu layanan melebihi 10 menit
Tetapkan parameter	Populasi mana yang dituju?	Seluruh transaksi cabang
Nyatakan hipotesis	Apa acuan dan alternatifnya?	$H_0: \mu \leq 10$, $H_1: \mu > 10$
Pilih prosedur	Apa skala dan desain datanya?	Rata-rata satu sampel
Tetapkan aturan	Seberapa besar risiko Tipe I diterima?	Ambang ditentukan sebelumnya
Evaluasi hasil	Apa makna statistik dan bisnisnya?	Bandingkan bukti dan biaya keterlambatan

Tabel menunjukkan bahwa statistik uji hanyalah satu mata rantai dalam keputusan. Jika transaksi yang tercatat hanya berasal dari jam sibuk atau satu cabang, kesimpulan tidak otomatis berlaku bagi seluruh jaringan, sekalipun perhitungannya benar.

Validitas pengujian juga bergantung pada cara data diperoleh. Pengamatan berulang atas pelanggan yang sama tidak selalu independen; pencatatan waktu yang berubah antar-cabang dapat menghasilkan perbandingan yang menyesatkan; dan indikator yang tidak mencerminkan konstruk manajerial akan menghasilkan jawaban statistik atas pertanyaan yang keliru. Karena itu, pembahasan mengenai kualitas data, pengambilan sampel, dan pengukuran pada bab terdahulu tetap menjadi prasyarat. Kajian metodologi penelitian menempatkan rancangan, subjek, dan pengumpulan data sebagai unsur yang menentukan kelayakan inferensi, sementara pengolahan perangkat lunak berperan setelah struktur masalah tersebut diperiksa (Nashrullah, 2023; Setiawan, 2025).

Dalam organisasi, pengujian hipotesis sebaiknya ditempatkan sebagai bagian dari tata kelola keputusan. Manajer perlu

menyatakan tindakan yang mungkin diambil untuk setiap hasil, termasuk ketika bukti tidak konklusif. Jika kebijakan promosi diuji, misalnya, peningkatan konversi yang signifikan secara statistik belum tentu menutup biaya diskon dan biaya akuisisi. Pengujian menjawab pertanyaan terbatas tentang kesesuaian bukti dengan model dan hipotesis; keputusan tetap memerlukan penilaian tentang manfaat, biaya, keterbatasan desain, serta dampak pada pihak yang terkena kebijakan. Kerangka keputusan yang mempertimbangkan alternatif dan konsekuensinya memberi konteks bagi penggunaan hasil statistik, bukan menggantikan penalaran inferensial (Febriansah, 2020).

C. Kesalahan Tipe I, Kesalahan Tipe II, dan Statistical Power

Setiap pengujian hipotesis menghadapi ketidakpastian karena kesimpulan tentang populasi ditarik dari sampel. Dua jenis kesalahan menjadi pusat evaluasi: menolak hipotesis nol yang benar dan gagal menolak hipotesis nol yang salah. Kesalahan pertama disebut Tipe I, sedangkan yang kedua disebut Tipe II. Pembedaan ini penting bagi manajemen karena keputusan statistik dapat memicu tindakan nyata, seperti menghentikan pemasok, meluncurkan kebijakan baru, atau menyatakan proses produksi memenuhi persyaratan. Kerangka pengambilan keputusan menempatkan konsekuensi tindakan dan kemungkinan hasil sebagai pertimbangan yang perlu dinilai bersama bukti, bukan setelah keputusan telanjur dibuat (Febriansah, 2020).

Kesalahan Tipe I terjadi ketika prosedur menyimpulkan adanya efek atau perbedaan padahal kondisi nol benar. Probabilitas jangka panjang untuk melakukan kesalahan ini dikendalikan oleh taraf signifikansi α, dengan asumsi model dan prosedur yang digunakan tepat. Kesalahan Tipe II terjadi ketika analisis tidak menolak H_0 meskipun kondisi alternatif tertentu benar; probabilitasnya dilambangkan β. Statistical power adalah peluang pengujian

mendeteksi efek yang ditentukan ketika efek tersebut benar-benar ada, sehingga power sama dengan $1 - \beta$. Berbeda dari α yang ditetapkan sebagai ambang prosedural, power bergantung pada ukuran efek, variasi data, ukuran sampel, dan desain pengujian (Setiawan, 2025).

Kedua risiko tersebut tidak dapat dipahami terpisah dari keputusan. Pada pengawasan mutu air minum, kesalahan Tipe I dapat berupa penolakan batch yang sebenarnya memenuhi syarat, sehingga timbul biaya pemeriksaan ulang, penundaan distribusi, atau pemusnahan produk. Kesalahan Tipe II dapat berupa penerimaan batch yang tidak memenuhi persyaratan, dengan konsekuensi lebih luas bagi konsumen dan reputasi perusahaan. Bobot kerugian ini tidak selalu simetris. Karena itu, ambang keputusan dan prosedur pengambilan sampel perlu disusun berdasarkan tujuan pemeriksaan serta dampak salah klasifikasi, bukan dengan menganggap kedua kesalahan memiliki biaya yang sama.

Pemeriksaan di fasilitas produksi merupakan konteks nyata yang memperlihatkan konsekuensi klasifikasi tersebut. Pengamatan terhadap botol dan pencatatan hasil pemeriksaan menghubungkan keputusan statistik dengan prosedur kendali mutu yang harus konsisten antarpetugas.



Gambar 10.1 Pemeriksaan Mutu Air Minum. Sumber: Ilustrasi, diolah penulis

Adegan tersebut menegaskan bahwa klasifikasi statistik tidak berhenti pada label “lulus” atau “gagal”; setiap klasifikasi berkaitan dengan distribusi risiko kepada konsumen, pekerja, perusahaan, dan rantai pasok. Untuk mengurangi ketidakpastian, organisasi perlu memastikan prosedur inspeksi dan pencatatan diterapkan secara konsisten, serta meninjau apakah sampel yang diperiksa memadai untuk keputusan yang hendak diambil.

Power dipengaruhi oleh beberapa unsur yang saling berinteraksi. Sampel lebih besar umumnya mengurangi galat baku dan meningkatkan peluang mendeteksi efek tertentu, tetapi penambahan sampel tidak memperbaiki bias seleksi atau pengukuran yang buruk. Efek yang besar lebih mudah terdeteksi dibandingkan efek kecil, sedangkan variasi pengamatan yang tinggi membuat sinyal lebih sulit dibedakan dari fluktuasi. Desain berpasangan, jika pengukuran sebelum dan sesudah berasal dari unit yang sama dan perubahan dapat dianalisis secara tepat, dapat mengendalikan variasi antarunit. Namun, desain itu tidak otomatis menghapus pengaruh tren waktu atau perubahan lain yang terjadi bersamaan. Pertimbangan rancangan dan subjek penelitian dengan

demikian menjadi bagian dari penilaian power, bukan sekadar urusan perangkat lunak (Nashrullah, 2023; Setiawan, 2025).

Perencanaan power sebaiknya dilakukan sebelum data dikumpulkan. Organisasi terlebih dahulu menetapkan efek terkecil yang cukup berarti secara operasional, memperkirakan variasi yang masuk akal dari data terdahulu atau uji pendahuluan, menentukan α, lalu menghitung kebutuhan sampel berdasarkan desain yang dipilih. Efek terkecil yang relevan bukan selalu perubahan terkecil yang dapat dideteksi secara matematis. Sebagai contoh, penurunan waktu layanan beberapa detik mungkin dapat terdeteksi pada sampel sangat besar, tetapi tidak mengubah kapasitas atau biaya operasional. Sebaliknya, penurunan kecil pada tingkat kegagalan dapat bernilai bagi proses berskala besar. Keputusan mengenai batas relevansi substantif harus dijelaskan sebelum hasil diketahui agar target sampel tidak dibentuk oleh hasil yang diinginkan.

Tidak menolak H_0 tidak berarti bukti telah menunjukkan bahwa tidak ada efek. Kesimpulan itu dapat mencerminkan efek yang memang kecil, data yang bervariasi, atau power yang tidak memadai. Pembedaan tersebut penting ketika organisasi mengevaluasi pelatihan karyawan berdasarkan sampel terbatas. Apabila hasil tidak signifikan, manajemen sebaiknya memeriksa interval estimasi, mutu pelaksanaan, kepatuhan peserta, dan kecukupan sampel sebelum mempertahankan atau membatalkan program. Penggunaan analisis statistik untuk mendukung evaluasi memerlukan kehati-hatian dalam menghubungkan hasil sampel dengan keputusan terhadap keseluruhan organisasi (Setiawan, 2025; Putra, 2025).

Pengendalian kesalahan juga menjadi rumit ketika banyak hipotesis diuji sekaligus. Jika puluhan indikator diperiksa satu per satu pada ambang yang sama, peluang memperoleh setidaknya satu hasil positif palsu meningkat. Situasi ini lazim dalam

pemantauan banyak cabang, produk, atau kelompok pelanggan. Solusinya tidak hanya berupa koreksi statistik; organisasi dapat membedakan analisis konfirmatori yang ditetapkan sebelumnya dari eksplorasi yang menghasilkan dugaan baru. Temuan eksploratif tetap berguna, tetapi perlu diuji kembali pada data baru atau melalui rancangan lanjutan sebelum menjadi dasar perubahan kebijakan yang luas. Pemisahan tahap analisis menahan kecenderungan mengubah kebetulan sampel menjadi klaim yang terlalu kuat (Nashrullah, 2023).

Pada akhirnya, pemilihan ambang dan target power mengandung pertimbangan nilai karena keduanya menentukan risiko yang lebih ditoleransi. Prosedur yang sangat ketat terhadap kesalahan Tipe I dapat memperbesar kemungkinan gagal mendeteksi efek, terutama jika sampel kecil. Sebaliknya, prosedur yang kurang ketat dapat memperbesar risiko tindakan berdasarkan sinyal palsu. Organisasi perlu menyatakan dampak yang diprioritaskan dan mengaitkannya dengan tahap keputusan: hasil awal dapat memicu evaluasi tambahan, sedangkan keputusan berbiaya besar atau berdampak luas menuntut bukti yang lebih kuat. Pendekatan ini sejalan dengan analisis keputusan yang menimbang alternatif serta konsekuensinya secara eksplisit (Febriansah, 2020).

D. Uji Satu Sampel dan Dua Sampel

Pemilihan uji satu sampel atau dua sampel ditentukan oleh struktur pertanyaan dan unit pengamatan. Uji satu sampel menilai apakah suatu karakteristik populasi berbeda dari nilai acuan yang telah ditetapkan. Uji dua sampel menilai perbedaan antara dua kelompok atau dua kondisi. Jumlah sampel dalam istilah tersebut merujuk pada kelompok pengamatan yang dibandingkan, bukan semata-mata banyaknya individu yang diukur. Dalam praktik, pengenalan struktur data mendahului pemilihan prosedur karena

data berpasangan, data independen, dan pengukuran berulang tidak dapat dipertukarkan begitu saja (Setiawan, 2025).

Uji satu sampel relevan ketika manajemen memiliki standar eksternal atau target operasional. Sebuah unit layanan di Surabaya, misalnya, dapat menilai apakah rata-rata waktu tunggu pelanggan berbeda dari standar internal 15 menit. Pengukuran dilakukan pada transaksi yang dipilih dari populasi sasaran, kemudian nilai rata-rata sampel dibandingkan dengan nilai acuan. Jika waktu tunggu sangat menceng atau mengandung pencilan ekstrem, penggunaan rata-rata dan prosedur parametrik perlu dipertimbangkan dengan cermat. Keputusan pengujian tidak menggantikan pemeriksaan distribusi dan kualitas data yang dibahas pada bab eksplorasi.

Uji dua sampel independen sesuai untuk membandingkan dua kelompok yang anggotanya berbeda, misalnya pelanggan yang menggunakan dua versi tata letak aplikasi atau karyawan pada dua cabang yang tidak saling tumpang tindih. Perbandingan tersebut menguji selisih parameter kelompok, bukan perubahan individu. Kesimpulan dapat bias jika penempatan peserta tidak sebanding. Jika pelanggan memilih sendiri versi layanan atau cabang dipilih berdasarkan kinerja sebelumnya, perbedaan teramati dapat mencerminkan karakteristik kelompok selain perlakuan. Maka, hasil uji tidak dengan sendirinya membuktikan bahwa perbedaan disebabkan oleh intervensi; rancangan penelitian menentukan kekuatan argumen kausal (Nashrullah, 2023).

Uji dua sampel berpasangan digunakan ketika pengamatan berhubungan secara alami, seperti skor karyawan yang sama sebelum dan sesudah pelatihan, atau hasil pengukuran pada pasangan unit yang dicocokkan. Analisis umumnya diarahkan pada selisih dalam setiap pasangan, bukan memperlakukan kedua kelompok seolah-olah independen. Pendekatan ini dapat mengurangi variasi antarindividu yang stabil, tetapi pengukuran

sebelum-sesudah rentan terhadap tren waktu, perubahan kebijakan lain, dan efek pengulangan. Jika pelatihan berlangsung bersamaan dengan pembaruan sistem, perbedaan setelah program tidak dapat langsung dianggap sebagai efek pelatihan tanpa desain pembanding yang memadai.

Tabel 10.2 Pemilihan Uji Berdasarkan Struktur Sampel

Situasi	Struktur data	Pertanyaan	Pendekatan
Standar layanan	Satu kelompok	Apakah rata-rata berbeda dari target?	Uji satu sampel
Dua cabang	Kelompok independen	Apakah rata-rata berbeda?	Uji dua sampel independen
Sebelum-sesudah	Unit yang sama	Apakah perubahan rata-rata tidak nol?	Uji berpasangan
Dua desain aplikasi	Pengguna berbeda	Apakah proporsi konversi berbeda?	Uji dua proporsi
Dua pemasok	Lot terpisah	Apakah tingkat cacat berbeda?	Uji dua proporsi

Tabel menunjukkan bahwa metode dipilih berdasarkan hubungan antarpengamatan dan jenis hasil, bukan karena nama uji yang paling mudah ditemukan pada menu perangkat lunak. Salah klasifikasi struktur data dapat menghasilkan galat baku dan kesimpulan yang tidak sesuai.

Dalam pengujian rata-rata, uji-t satu sampel dapat dipakai ketika simpangan baku populasi tidak diketahui dan asumsi yang diperlukan cukup layak. Untuk dua kelompok independen, prosedur perlu mempertimbangkan apakah varians kelompok dapat dianggap setara; pendekatan yang tidak memaksakan kesetaraan varians sering lebih sesuai ketika ukuran atau penyebaran kelompok berbeda. Untuk data berpasangan, analisis dilakukan terhadap distribusi selisih. Dalam ketiga kasus, interpretasi tidak berhenti pada signifikansi; selisih rata-rata dan ketidakpastiannya harus dibaca dalam satuan operasional, misalnya menit, rupiah, atau unit produk (Setiawan, 2025).

Dalam konteks Indonesia, perusahaan ritel yang menguji dua tata letak kasir pada gerai di Bandung dan Semarang perlu membedakan antara perbandingan cabang independen dan desain bergantian pada gerai yang sama. Jika masing-masing tata letak hanya diterapkan pada satu kota, efek tata letak bercampur dengan karakteristik lokasi, kepadatan, dan profil pelanggan. Sebaliknya, penerapan kedua tata letak secara bergantian pada beberapa gerai, dengan alokasi waktu yang dirancang, dapat memperkuat pembandingan meskipun masih perlu mengendalikan tren musiman. Kajian kuantitatif pada konteks organisasi Indonesia memperlihatkan bahwa pemilihan variabel, unit analisis, dan pendekatan analisis merupakan bagian dari rancangan penelitian, sehingga temuan harus dibaca dalam batas rancangan tersebut (Putra, 2025; Kewas, 2025).

Asumsi dan keterbatasan data menentukan kelayakan uji parametrik. Independensi pengamatan tidak dapat disimpulkan hanya dari ukuran sampel; ia bergantung pada cara data dikumpulkan. Normalitas terutama relevan bagi distribusi residual atau selisih dalam kondisi tertentu, sementara pencilan dapat mengubah rata-rata dan simpangan baku secara berarti. Untuk sampel kecil dengan distribusi sangat menyimpang, prosedur nonparametrik atau pendekatan berbasis pengacakan dapat dipertimbangkan, tetapi pilihan tersebut mengubah sasaran inferensi atau asumsi yang digunakan. Karena itu, pengujian asumsi seharusnya substantif, bukan ritual yang dilakukan hanya untuk memperoleh tanda “lulus” sebelum uji utama (Setiawan, 2025).

Interpretasi hasil dua kelompok juga harus memperhatikan ketidakpastian dan keterterapan. Perbedaan rata-rata sampel dapat berasal dari variasi sampling, tetapi interval estimasi membantu memperlihatkan rentang nilai yang masih sejalan dengan data. Generalisasi dari gerai sampel ke seluruh jaringan bergantung pada kerangka pengambilan sampel dan kondisi

operasional yang tercakup. Ketika sampel hanya berasal dari gerai perkotaan, kesimpulan bagi gerai di wilayah dengan karakteristik pelanggan berbeda perlu dibatasi. Prinsip ini berhubungan dengan pembahasan Bab 8 tentang keterwakilan sampel dan Bab 9 tentang estimasi parameter, yang tetap menjadi landasan bagi pengujian.

Prosedur dua sampel pun tidak menyelesaikan persoalan evaluasi kebijakan secara keseluruhan. Bila kelompok pembanding tidak sebanding atau intervensi diterapkan pada tingkat cabang, analisis perlu mempertimbangkan struktur pengelompokan dan faktor pembaur. Pengujian sederhana mungkin bermanfaat sebagai pemeriksaan awal, tetapi klaim dampak membutuhkan rancangan yang mendukung identifikasi efek. Literatur metodologi menekankan hubungan antara tujuan penelitian, subjek, dan cara pengumpulan data; perangkat analisis tidak dapat memperbaiki desain yang sejak awal tidak mengidentifikasi perbandingan yang bermakna (Nashrullah, 2023).

E. Uji Rata-Rata, Proporsi, dan Perbedaan Kelompok

Jenis parameter yang diuji mengikuti bentuk variabel dan pertanyaan manajerial. Rata-rata digunakan untuk merangkum besaran numerik seperti nilai transaksi atau waktu layanan, sedangkan proporsi digunakan untuk kejadian kategorik seperti transaksi berhasil atau produk cacat. Perbedaan kelompok dapat merujuk pada selisih rata-rata, selisih proporsi, atau pola yang lebih kompleks. Pemilihan uji yang hanya didasarkan pada kebiasaan organisasi—misalnya selalu membandingkan rata-rata—dapat mengabaikan bentuk hasil yang sebenarnya relevan bagi keputusan. Pengolahan statistik harus mengikuti definisi operasional variabel serta skala pengukurannya (Setiawan, 2025).

Uji rata-rata menilai klaim mengenai parameter μ atau selisih dua rata-rata. Dalam evaluasi waktu proses, manajemen dapat menilai apakah rata-rata durasi pengiriman melampaui target, atau

apakah rata-rata setelah perubahan prosedur lebih rendah daripada sebelumnya. Besaran selisih perlu disajikan dalam satuan yang dipahami pengambil keputusan. Penurunan rata-rata waktu pengiriman sebesar beberapa menit mungkin berdampak besar pada operasi berfrekuensi tinggi, tetapi hampir tidak relevan bagi proses yang jarang terjadi. Selain itu, rata-rata dapat menyembunyikan ketimpangan distribusi: sebagian besar pelanggan mungkin dilayani cepat, sementara kelompok kecil mengalami keterlambatan panjang. Ukuran distribusi dan eksplorasi data terdahulu membantu menguji apakah rata-rata mencukupi sebagai representasi.

Uji proporsi sesuai untuk hasil biner atau kategori yang ditetapkan dengan jelas. Contohnya adalah proporsi pembelian setelah promosi, proporsi keluhan yang diselesaikan sesuai tenggat, atau proporsi produk yang lolos pemeriksaan. Untuk satu proporsi, klaim dapat membandingkan tingkat keberhasilan populasi dengan target tertentu. Untuk dua proporsi, perbandingan dapat menilai apakah tingkat konversi berbeda antara dua rancangan promosi. Definisi pembilang, penyebut, dan periode pengamatan harus konsisten. Jika “konversi” dihitung sebagai pembelian per pengunjung pada satu kelompok tetapi per pengguna terdaftar pada kelompok lain, selisih yang dihitung tidak menjawab pertanyaan perbandingan yang sah.

Contoh Indonesia dapat ditemukan pada evaluasi promosi marketplace. Tim pemasaran dapat menguji apakah proporsi pembelian pengguna yang menerima promosi berbeda dari proporsi pada kelompok pembanding. Namun, apabila promosi dialokasikan berdasarkan riwayat belanja, kelompok perlakuan mungkin sejak awal memiliki kecenderungan membeli lebih tinggi. Uji proporsi dapat mengidentifikasi perbedaan statistik pada data, tetapi tidak menghapus bias alokasi. Penelitian Indonesia mengenai keputusan pembelian dan penggunaan dompet digital

menunjukkan relevansi variabel kepercayaan, ulasan, kemudahan, dan promosi dalam konteks perilaku konsumen; temuan semacam itu memberi contoh domain empiris, tetapi kesimpulan tiap studi tetap terbatas pada desain dan populasi yang diteliti (Kusuma, 2025; Sanusi dkk., 2025).

Perbedaan kelompok tidak selalu dapat direduksi menjadi dua rata-rata atau dua proporsi. Organisasi dapat membandingkan lebih dari dua cabang, beberapa kategori layanan, atau kinerja lintas waktu. Dalam kasus banyak kelompok, melakukan seluruh pasangan uji tanpa pengendalian meningkatkan risiko temuan positif palsu. Analisis omnibus dapat terlebih dahulu menilai apakah terdapat indikasi perbedaan keseluruhan, kemudian perbandingan lanjut dilakukan dengan prosedur yang sesuai dan interpretasi yang mempertimbangkan banyaknya pengujian. Bila faktor seperti wilayah, jenis pelanggan, dan kanal penjualan berinteraksi, analisis yang memodelkan beberapa faktor mungkin lebih tepat daripada serangkaian uji dua kelompok terpisah; hubungan antarvariabel dan regresi dibahas lebih lanjut pada Bab 11 dan Bab 12.

Tabel 10.3 Contoh Parameter dan Pertanyaan Pengujian

Konteks	Variabel hasil	Parameter	Pertanyaan
Pengiriman	Durasi (jam)	Rata-rata	Apakah melebihi target?
Promosi	Pembelian (ya/tidak)	Proporsi	Apakah konversi mencapai target?
Produk	Cacat (ya/tidak)	Selisih proporsi	Apakah tingkat cacat berbeda?
Pelayanan	Nilai transaksi (Rp)	Selisih rata-rata	Apakah nilai antar-kanal berbeda?
Pelatihan	Skor sebelum-sesudah	Rata-rata selisih	Apakah skor berubah?

Contoh pada tabel memperlihatkan bahwa bentuk parameter mengikuti cara hasil diukur. Penentuan tersebut juga memperjelas

apa yang dianggap sebagai unit analisis serta rentang waktu yang relevan.

Prosedur untuk proporsi umumnya menggunakan pendekatan distribusi sampling yang sesuai bagi jumlah keberhasilan dan kegagalan yang teramati. Ketika jumlah kejadian sangat kecil, pendekatan normal dapat menjadi kurang memadai sehingga metode eksak atau interval yang lebih sesuai perlu dipertimbangkan. Interpretasi proporsi juga membutuhkan perhatian terhadap penyebut: kenaikan jumlah transaksi berhasil belum tentu berarti tingkat keberhasilan membaik jika jumlah total transaksi meningkat lebih cepat. Karena itu, laporan harus menyertakan proporsi dan ukuran sampel, bukan persentase tanpa konteks (Setiawan, 2025).

Pada perbandingan rata-rata, sebaran dan ukuran kelompok dapat berbeda. Penggunaan prosedur yang mengasumsikan varians identik tanpa pemeriksaan dapat menghasilkan ketidakpastian yang keliru. Selain itu, data berkelompok—misalnya pelanggan berada di dalam cabang—dapat memiliki kemiripan internal. Jika struktur tersebut diabaikan, jumlah pengamatan efektif tampak lebih besar daripada informasi independen yang sebenarnya. Riset pada organisasi dengan unit kerja terbatas, seperti studi produktivitas pada satu perusahaan, perlu ditafsirkan sesuai cakupan sampel dan konteks organisasinya, bukan langsung digeneralisasikan ke semua perusahaan atau sektor (Putra, 2025).

Keputusan tentang arah uji kembali bergantung pada klaim yang substantif. Uji satu arah dapat digunakan jika pertanyaan hanya menyangkut peningkatan atau penurunan yang telah ditentukan sebelumnya dan efek ke arah berlawanan tidak menjadi sasaran klaim. Jika kedua arah sama-sama relevan—misalnya perubahan waktu layanan, baik lebih cepat maupun lebih lambat, dapat memerlukan tindakan—uji dua arah lebih selaras. Menetapkan

arah setelah melihat hasil berisiko merendahkan standar bukti. Selain itu, pelaporan hasil semestinya mencakup estimasi perbedaan, ketidakpastian, nilai p, ukuran sampel, dan deskripsi rancangan agar pembaca dapat menilai relevansinya secara mandiri.

Bagi pengambil keputusan, hasil uji rata-rata dan proporsi berfungsi sebagai bukti terstruktur, bukan instruksi otomatis. Perbedaan tingkat keluhan antara dua cabang, misalnya, perlu diperiksa bersama volume pelanggan, jenis layanan, dan pencatatan keluhan. Jika cabang dengan tingkat keluhan lebih tinggi melayani kasus lebih kompleks, penilaian berbasis angka mentah dapat menghukum unit yang menangani kebutuhan lebih berat. Kajian kuantitatif tentang hubungan variabel organisasi menunjukkan nilai analisis terukur untuk membahas persoalan manajemen, tetapi hasil empiris tetap perlu ditempatkan dalam model, unit analisis, dan batas studi yang digunakan (Kewas, 2025; Putra, 2025).

F. P-Value, Effect Size, dan Interpretasi Hasil Pengujian

P-value menjawab pertanyaan bersyarat: jika hipotesis nol dan asumsi model berlaku, seberapa ekstrem hasil yang diamati dibandingkan hasil yang mungkin muncul karena variasi sampling? Nilai tersebut bukan probabilitas bahwa H_0 benar, bukan peluang hasil terjadi “secara kebetulan” tanpa syarat, dan bukan ukuran besarnya dampak. Ketika H_0 benar, p-value yang kecil menunjukkan bahwa data yang diamati relatif tidak selaras dengan model nol; kesimpulan ini tidak dengan sendirinya menetapkan mekanisme penyebab atau pentingnya perubahan bagi organisasi. Interpretasi perangkat lunak perlu mengikuti definisi parameter dan prosedur yang digunakan, bukan sekadar membaca label “signifikan” (Setiawan, 2025).

P-value juga bergantung pada ukuran sampel. Dengan sampel sangat besar, perbedaan kecil dapat menghasilkan p-value rendah meskipun dampak praktisnya nyaris tidak terasa. Dengan sampel kecil, efek yang relevan dapat menghasilkan p-value lebih besar karena ketidakpastian estimasi masih luas. Karena itu, keputusan biner berdasarkan batas tunggal—misalnya menyebut semua hasil di bawah ambang sebagai penting dan semua hasil di atasnya sebagai tidak berarti—menghilangkan informasi tentang estimasi dan ketidakpastian. P-value perlu dilaporkan bersama ukuran efek, interval estimasi, desain, dan konteks pengukuran agar pembaca tidak menafsirkan satu angka sebagai ringkasan seluruh bukti (Setiawan, 2025).

Effect size menggambarkan besarnya perbedaan atau hubungan pada skala yang relevan. Untuk keputusan bisnis, selisih dalam satuan asli sering paling mudah ditafsirkan: tambahan Rp tertentu per transaksi, pengurangan menit per pesanan, atau perubahan poin persentase dalam tingkat kegagalan. Ukuran terstandar dapat membantu membandingkan hasil pada skala berbeda, tetapi tidak selalu mudah diterjemahkan menjadi manfaat operasional. Effect size bukan nilai universal yang dapat dinilai tanpa konteks. Perubahan proporsi yang tampak kecil dapat penting pada jutaan transaksi, sedangkan perubahan yang relatif besar pada proses berbiaya rendah mungkin tidak membenarkan investasi mahal.

Pertimbangkan sebuah perusahaan logistik di Indonesia yang menguji prosedur pemindaian paket baru. Sampel besar dapat menunjukkan p-value kecil untuk penurunan rata-rata durasi pemindaian, tetapi keputusan penerapan tetap perlu mempertimbangkan penghematan waktu total, kebutuhan perangkat, biaya pelatihan, dan tingkat kesalahan pemindaian. Jika waktu berkurang sementara kesalahan meningkat, satu hasil signifikan pada durasi tidak cukup untuk menyimpulkan bahwa kebijakan berhasil. Contoh ini memperlihatkan perlunya

menetapkan beberapa hasil yang relevan sejak awal dan membedakan indikator primer dari ukuran pemantauan tambahan.

Tabel 10.4 Pembacaan Hasil Uji dalam Konteks Keputusan

Hasil	Informasi utama	Risiko interpretasi	Tindak lanjut
P-value kecil	Data kurang selaras dengan H_0	Menganggap efek pasti penting	Tinjau effect size
P-value besar	Bukti belum cukup menolak H_0	Menyimpulkan efek nol	Tinjau power dan interval
Efek besar, tak pasti	Estimasi substantif tetapi presisi rendah	Mengabaikan ketidakpastian	Tambah data terencana
Efek kecil, presisi tinggi	Perbedaan terukur dengan baik	Menganggapnya bernilai praktis	Bandingkan biaya-manfaat
Hasil banyak uji	Sejumlah klaim diuji serentak	Memilih hanya hasil positif	Laporkan semua analisis

Tabel menegaskan bahwa p-value dan effect size menjawab pertanyaan berbeda. Keputusan yang bertanggung jawab memerlukan pembacaan kedua ukuran tersebut bersama ketidakpastian dan konsekuensi tindakan.

Interval kepercayaan melengkapi interpretasi dengan memperlihatkan rentang nilai parameter yang masih sejalan dengan data menurut prosedur yang digunakan. Jika estimasi selisih waktu adalah penurunan 2 menit dengan interval yang juga mencakup kemungkinan kenaikan kecil, keputusan berbeda dari estimasi penurunan 2 menit yang rentangnya sempit. Interval bukan jaminan bahwa parameter tertentu berada di dalam rentang dengan probabilitas pascadata tertentu dalam kerangka frekuentis; ia menunjukkan perilaku prosedur dalam pengulangan sampling. Bab 9 membahas pembentukan interval secara lebih rinci, sedangkan dalam pengujian hipotesis interval membantu menghubungkan signifikansi dengan nilai efek yang masuk akal.

Signifikansi statistik dan signifikansi praktis perlu dibedakan secara tegas. Signifikansi statistik merujuk pada hasil relatif terhadap hipotesis nol dan model sampling; signifikansi praktis menilai apakah besaran efek cukup berarti untuk mengubah operasi atau kebijakan. Penilaian praktis sebaiknya merujuk pada ambang relevansi yang ditentukan bersama pemangku kepentingan, misalnya penghematan minimum yang menutup biaya implementasi atau penurunan cacat yang memenuhi sasaran kualitas. Tanpa ambang substantif, organisasi rentan mengubah hasil yang mudah dideteksi menjadi klaim keberhasilan meskipun implikasinya tidak sebanding dengan sumber daya yang dikeluarkan (Febriansah, 2020).

Pelaporan yang memadai menjelaskan pertanyaan penelitian, hipotesis, populasi sasaran, prosedur pengambilan sampel, ukuran sampel, definisi variabel, metode uji, estimasi efek, interval estimasi, dan p-value. Jika analisis mencakup banyak hasil atau perubahan metode setelah data diperiksa, keputusan tersebut perlu dinyatakan. Pelaporan selektif atas hasil yang mendukung kebijakan dapat membuat bukti tampak lebih konsisten daripada kenyataannya. Dalam penelitian kuantitatif bidang manajemen, interpretasi hasil harus ditautkan pada desain dan operasionalisasi variabel, bukan hanya pada keluaran angka dari perangkat lunak (Nashrullah, 2023; Setiawan, 2025).

Contoh lokal dapat dilihat dalam evaluasi kampanye promosi di beberapa wilayah Indonesia. Jika tingkat pembelian naik di satu kota dan turun di kota lain, rata-rata nasional mungkin menyamarkan heterogenitas tersebut. Tim perlu membedakan analisis yang direncanakan dari pemeriksaan tambahan, mengkaji kemungkinan perbedaan kanal dan profil pelanggan, serta menilai biaya promosi per pembelian tambahan. Temuan penelitian tentang promosi, kepercayaan, dan keputusan konsumen di marketplace memberi konteks bahwa perilaku pembelian berkaitan

dengan sejumlah faktor yang dapat saling berinteraksi; hasil uji sederhana atas satu indikator tidak otomatis merangkum keseluruhan proses keputusan konsumen (Kusuma, 2025; Sanusi dkk., 2025).

Interpretasi yang proporsional juga membatasi klaim kausal. P-value kecil pada perbedaan dua kelompok menunjukkan ketidakselarasan data dengan hipotesis nol menurut model yang dipakai, tetapi tidak mengatasi perancu, seleksi, perubahan pengukuran, atau ketidakpatuhan terhadap intervensi. Klaim bahwa suatu kebijakan menyebabkan perubahan memerlukan rancangan yang mampu mendukung identifikasi kausal; pembahasan tentang korelasi dan kausalitas dilanjutkan pada Bab 11. Dengan demikian, keluaran pengujian lebih tepat diperlakukan sebagai satu komponen bukti yang harus digabungkan dengan desain, ukuran efek, ketidakpastian, dan konsekuensi manajerial.

BAB 11
ANALISIS HUBUNGAN ANTARVARIABEL

A. Pendahuluan

Perusahaan dapat mengumpulkan data transaksi, kinerja, pelanggan, dan sumber daya manusia dalam jumlah besar, tetapi ketersediaan data tidak dengan sendirinya menghasilkan keputusan yang lebih baik. Tantangan analitisnya terletak pada penilaian apakah perubahan pada satu variabel berjalan bersama perubahan pada variabel lain, seberapa kuat pola tersebut, dan apakah pola itu mencerminkan hubungan sebab-akibat. Dalam manajemen, misalnya, keterkaitan antara pelatihan dan produktivitas dapat dipengaruhi pengalaman kerja, rancangan insentif, atau kondisi pasar. Mengabaikan faktor-faktor tersebut berisiko mengubah asosiasi statistik menjadi klaim kausal yang berlebihan. Pergeseran menuju pengambilan keputusan berbasis bukti karena itu menuntut kecakapan membaca hubungan antarvariabel secara cermat, sekaligus kesadaran atas batas data dan metode yang digunakan. Persoalan ini juga menanggapi kesenjangan antara melimpahnya hasil analisis kuantitatif dan ketepatan interpretasi yang menopang tindakan manajerial.

Kajian dalam bab ini menelusuri landasan konseptual hubungan, asosiasi, dan kausalitas sebelum membahas pemilihan serta interpretasi teknik analisis. Korelasi Pearson digunakan untuk mengkaji hubungan linear pada data numerik dengan asumsi yang sesuai, sedangkan korelasi Spearman dan pendekatan nonparametrik menyediakan alternatif ketika skala pengukuran atau karakteristik data tidak mendukung pendekatan parametrik. Pembahasan uji chi-square memperluas analisis pada variabel kategorik. Selanjutnya, interpretasi hubungan antarvariabel

ditempatkan dalam konteks manajemen agar hasil statistik dibaca bersama teori, rancangan penelitian, mutu pengukuran, dan konsekuensi keputusan. Dalam alur buku, bab ini menghubungkan penguasaan teknik statistik dengan penggunaan bukti untuk mendiagnosis persoalan organisasi dan menilai pilihan tindakan. Tinjauan ini mengungkap bahwa signifikansi statistik, kekuatan hubungan, dan relevansi praktis merupakan pertimbangan yang berbeda; membedakannya penting bagi penelitian akademik, evaluasi kebijakan, dan praktik organisasi yang semakin mengandalkan analitika data. Atas dasar itu, pembahasan pertama menegaskan makna hubungan, asosiasi, dan kausalitas sebagai pijakan bagi seluruh analisis berikutnya.

B. Konsep Hubungan, Asosiasi, dan Kausalitas

Analisis hubungan antarvariabel melanjutkan pembahasan inferensi pada bab terdahulu dengan beralih dari estimasi atau pengujian satu parameter menuju pola keterkaitan di antara dua atau lebih karakteristik. Fokus analitisnya bukan hanya apakah dua variabel berubah bersama, melainkan bagaimana pola itu terbentuk, seberapa kuat bukti yang mendukungnya, dan sejauh mana rancangan penelitian memungkinkan penafsiran sebab-akibat. Pembedaan ini menjadi landasan bagi pemilihan korelasi atau uji asosiasi dalam bagian-bagian berikutnya.

Istilah *hubungan* digunakan secara luas untuk menyatakan keterkaitan yang teramati antara variabel. *Asosiasi* merujuk pada pola ketergantungan statistik: distribusi satu variabel berbeda menurut nilai atau kategori variabel lain. *Kausalitas* menyatakan klaim yang lebih kuat, yaitu perubahan pada suatu faktor menghasilkan perubahan pada hasil melalui mekanisme tertentu, dengan asumsi faktor relevan lainnya dikendalikan. Karena asosiasi dapat muncul tanpa kausalitas, kekuatan pola statistik saja tidak cukup untuk menetapkan sebab-akibat. Kajian kausalitas konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi Indonesia, misalnya,

memperlihatkan bahwa analisis arah hubungan membutuhkan perhatian pada struktur waktu dan spesifikasi model, bukan sekadar koefisien hubungan kontemporer (Nurdin, 2021).

Dalam pengambilan keputusan manajerial, perbedaan tersebut memiliki konsekuensi nyata. Jika data memperlihatkan bahwa karyawan yang mengikuti pelatihan memiliki produktivitas lebih tinggi, asosiasi itu belum membuktikan bahwa pelatihan merupakan penyebab tunggal peningkatan produktivitas. Karyawan yang dipilih mengikuti pelatihan mungkin sejak awal memiliki pengalaman, motivasi, atau dukungan atasan yang berbeda. Sebaliknya, karyawan berproduktivitas rendah dapat saja lebih sering diarahkan ke program pelatihan remedial. Seleksi peserta, kondisi kerja, perubahan permintaan, dan cara mengukur produktivitas berpotensi memengaruhi pola teramati. Dengan demikian, interpretasi manajerial menuntut pembacaan bersama atas teori, konteks, pengukuran, dan rancangan penelitian.

Asosiasi dapat berbentuk positif, negatif, atau tidak menunjukkan pola sistematis. Asosiasi positif berarti nilai tinggi pada satu variabel cenderung berpasangan dengan nilai tinggi pada variabel lain; asosiasi negatif menunjukkan kecenderungan berlawanan. Namun, istilah “cenderung” tidak berarti setiap observasi mengikuti pola yang sama. Hubungan juga dapat bersifat linear atau nonlinier, kuat atau lemah, serta bergantung pada kelompok tertentu. Ukuran korelasi linear dapat mendekati nol meskipun terdapat pola melengkung yang jelas. Karena itu, ringkasan numerik semestinya diperiksa bersama visualisasi dan pemahaman substantif mengenai proses bisnis.

Klaim kausal memerlukan penalaran kontrafaktual: hasil yang dialami unit tertentu dibandingkan dengan hasil yang mungkin dialami unit yang sama apabila paparan atau intervensi berbeda, sementara kondisi lain sebanding. Kondisi pembanding tersebut

tidak dapat diamati sekaligus pada unit yang sama, sehingga rancangan penelitian berupaya mendekatinya melalui randomisasi, kelompok pembanding, pengukuran berulang, atau strategi pengendalian faktor perancu. Data observasional dapat mendukung penjelasan kausal bila asumsi yang relevan dibangun dan diuji secara memadai, tetapi tidak otomatis setara dengan eksperimen. Analisis OLS pada kajian energi dan pertumbuhan ekonomi Indonesia memberi ilustrasi bahwa penggunaan model estimasi saja perlu dibedakan dari bukti kausal yang memadai; arah, urutan waktu, dan variabel yang terlewat tetap menjadi persoalan analitis (Nurdin, 2021).

Dalam praktik, tiga ancaman utama terhadap penafsiran kausal adalah perancu, kausalitas terbalik, dan bias seleksi. Perancu merupakan faktor yang berhubungan dengan paparan maupun hasil, sehingga hubungan yang tampak dapat mencerminkan faktor ketiga. Kausalitas terbalik terjadi ketika arah pengaruh yang diasumsikan berlawanan dengan proses sebenarnya; misalnya, promosi dapat meningkatkan penjualan, tetapi perusahaan juga mungkin menaikkan promosi ketika penjualan turun. Bias seleksi muncul ketika unit yang masuk ke analisis berbeda secara sistematis dari unit yang tidak teramati. Ketiganya dapat hadir bersamaan dan membuat hubungan statistik yang kuat tetap sulit ditafsirkan secara kausal.

Pengukuran turut menentukan makna hubungan. Kesalahan pencatatan transaksi, indikator kepuasan yang tidak stabil, atau definisi produktivitas yang berubah antardivisi dapat melemahkan, memperkuat, bahkan membalik pola yang teramati. Skala pengukuran juga membatasi teknik yang layak: korelasi Pearson dirancang untuk data numerik dan hubungan linear, sedangkan data peringkat atau kategori memerlukan pendekatan lain. Sebagaimana ditekankan dalam pembahasan pengolahan data statistik, pemilihan prosedur analisis harus berangkat dari struktur

data dan tujuan analisis, bukan semata-mata ketersediaan menu pada perangkat lunak (Setiawan, 2025).

Kekuatan asosiasi, signifikansi statistik, dan relevansi praktis merupakan dimensi yang berbeda. Sampel berukuran besar dapat menghasilkan bukti statistik untuk hubungan yang kecil dan secara operasional tidak berarti. Sebaliknya, hubungan yang berpotensi penting bagi keputusan dapat memiliki ketidakpastian besar ketika jumlah observasi terbatas. Karena itu, laporan analisis selayaknya memuat ukuran efek, ketidakpastian, serta uraian mengenai konsekuensi keputusan, bukan hanya keputusan menolak atau tidak menolak hipotesis nol. Pembahasan inferensi dan pengukuran statistik pada konteks data ekonomi juga menggarisbawahi perlunya membaca hasil numerik sebagai bukti bersyarat, bukan sebagai deskripsi lengkap atas mekanisme yang mendasarinya (Nazamuddin, 2020).

Di organisasi Indonesia, hubungan antara intensitas promosi dan penggunaan dompet digital dapat dianalisis sebagai asosiasi apabila data berasal dari survei pengguna. Kajian mengenai keputusan penggunaan OVO untuk transaksi di Tokopedia mengangkat persepsi kemudahan, kepercayaan, dan promosi sebagai faktor yang dikaji dalam keputusan penggunaan (Sanusi, 2025). Namun, temuan mengenai faktor-faktor tersebut tidak dengan sendirinya membuktikan bahwa perubahan promosi akan menyebabkan perubahan transaksi pada semua pengguna. Kesimpulan kausal membutuhkan informasi tentang rancangan, waktu pengukuran, karakteristik responden, kemungkinan faktor lain, serta apakah perubahan promosi benar-benar mendahului perubahan perilaku.

Pembedaan istilah dapat dirangkum sebagai berikut.

Tabel 11.1 Hubungan, Asosiasi, dan Kausalitas

Istilah	Makna analitis	Bukti yang diperlukan	Contoh manajerial

Hubungan	Keterkaitan umum antarvariabel	Pola data dan teori	Biaya layanan dan retensi
Asosiasi	Distribusi satu variabel berbeda menurut variabel lain	Ukuran asosiasi dan ketidakpastian	Promosi dan keputusan transaksi
Kausalitas	Perubahan faktor menghasilkan perubahan hasil	Urutan waktu, pembanding, asumsi identifikasi	Dampak program pelatihan
Perancu	Faktor ketiga berkaitan dengan paparan dan hasil	Pengukuran faktor alternatif	Pengalaman kerja dan produktivitas
Kausalitas terbalik	Arah pengaruh berbeda dari asumsi awal	Urutan waktu dan rancangan yang sesuai	Penjualan turun lalu promosi ditingkatkan

Tabel tersebut menegaskan bahwa kedekatan istilah tidak berarti kesetaraan bukti. Analisis korelasi dan asosiasi mengidentifikasi pola, sedangkan klaim kausal memerlukan alasan tambahan untuk menyingkirkan penjelasan alternatif yang masuk akal.

Secara keseluruhan, kajian ini menunjukkan bahwa hubungan statistik merupakan titik awal diagnosis, bukan keputusan akhir mengenai mekanisme bisnis. Manajer dapat menggunakan asosiasi untuk mengidentifikasi kelompok, indikator, atau proses yang layak diselidiki lebih lanjut, tetapi tindakan yang berdampak luas memerlukan dukungan teori dan desain evaluasi yang proporsional terhadap risikonya. Pembedaan tersebut menjadi pijakan bagi pemilihan Pearson untuk hubungan linear numerik, Spearman untuk data berbasis peringkat atau pola monotonik, dan chi-square untuk asosiasi kategorik.

C. Analisis Korelasi Pearson

Korelasi Pearson mengukur arah dan kekuatan hubungan linear antara dua variabel numerik. Koefisiennya, dilambangkan r, berada pada rentang -1 hingga 1: tanda menunjukkan arah, sedangkan nilai absolutnya menunjukkan derajat kedekatan terhadap pola

linear. Nilai positif berarti kedua variabel cenderung meningkat bersama; nilai negatif menandakan kecenderungan berlawanan. Nilai mendekati nol menunjukkan hubungan linear yang lemah, tetapi tidak meniadakan kemungkinan hubungan nonlinier. Rumus koefisien sampel dapat ditulis sebagai berikut.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})\,(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}}$$

Koefisien ini menstandardisasi kovariasi dua variabel dengan penyebaran masing-masing, sehingga nilai tidak bergantung pada satuan asli pengukuran. Jika pengeluaran promosi dicatat dalam rupiah dan jumlah transaksi dalam unit, korelasi tetap tidak memiliki satuan. Namun, sifat tanpa satuan tersebut tidak mengubahnya menjadi ukuran pengaruh: koefisien tidak menyatakan berapa transaksi tambahan yang dihasilkan oleh setiap rupiah promosi dan tidak membuktikan bahwa promosi menyebabkan perubahan transaksi. Pemodelan nilai hasil berdasarkan variabel penjelas merupakan fokus regresi yang dibahas lebih lanjut pada Bab 12 (Setiawan, 2025).

Penggunaan Pearson paling masuk akal ketika kedua variabel diukur pada skala numerik, hubungan yang dituju bersifat linear, dan observasi memenuhi rancangan pengambilan sampel yang relevan. Pemeriksaan awal melalui scatterplot membantu mendeteksi kelengkungan, kelompok terpisah, pencilan, dan rentang data yang terbatas. Dalam inferensi klasik, distribusi bersama yang mendekati normal bivariat dan tidak adanya observasi yang sangat berpengaruh mendukung penggunaan uji signifikansi serta interval kepercayaan konvensional. Asumsi tersebut perlu dinilai berdasarkan tujuan analisis; korelasi deskriptif pada data yang diamati tidak otomatis bergantung pada seluruh asumsi inferensial yang sama.

Satu pencilan dapat mengubah nilai Pearson secara besar karena koefisien menggunakan deviasi dari rata-rata dan sensitif terhadap nilai ekstrem. Misalnya, hubungan pengeluaran iklan dan penjualan pada beberapa gerai dapat terlihat sangat linear, tetapi satu gerai pusat kota dengan anggaran dan volume transaksi jauh lebih besar dapat mendominasi pola. Menghapus observasi tersebut tanpa alasan substantif bukan penyelesaian yang dapat dibenarkan. Analisis perlu memeriksa apakah pencilan merupakan kesalahan input, kejadian bisnis yang sah, atau bagian dari populasi yang berbeda. Bila kelompok berbeda secara mendasar, pelaporan korelasi terpisah atau model yang mempertimbangkan struktur kelompok mungkin lebih informatif.

Pertimbangan ini relevan bagi perusahaan Indonesia yang mengukur hubungan jumlah promosi digital dan transaksi harian. Transaksi dapat dipengaruhi hari libur, musim gajian, ketersediaan stok, perubahan harga, serta kampanye pesaing. Korelasi antara promosi dan transaksi yang dihitung pada agregat harian berpotensi mencampur pengaruh kalender dan keputusan promosi yang merespons penurunan penjualan. Kajian tentang faktor keputusan penggunaan OVO di Tokopedia menunjukkan relevansi variabel persepsi kemudahan, kepercayaan, dan promosi dalam penelitian perilaku transaksi, tetapi hasil hubungan survei tidak serta-merta mengidentifikasi dampak kausal promosi (Sanusi, 2025).

Tabel berikut menampilkan data ilustratif untuk lima periode promosi sebuah unit usaha. Nilai transaksi dibuat untuk menunjukkan penghitungan dan interpretasi; data ini bukan hasil penelitian perusahaan tertentu.

Tabel 11.2 Data Ilustratif Promosi dan Transaksi

Periode	Promosi (juta Rp)	Transaksi (ribu)	Deviasi promosi	Deviasi transaksi
1	1	10	-2	-3,8

2	2	12	-1	-1,8
3	3	13	0	-0,8
4	4	16	1	2,2
5	5	18	2	4,2

Data menunjukkan bahwa nilai promosi dan transaksi meningkat bersama, dan hubungan linear pada lima titik tersebut sangat kuat. Meski demikian, jumlah observasi kecil dan data tidak mengendalikan faktor kalender, stok, maupun harga; koefisien yang kuat dalam ilustrasi ini hanya mendeskripsikan pola, bukan efek kausal promosi.

Interpretasi koefisien perlu membedakan besar, arah, presisi, dan cakupan generalisasi. Nilai $r = 0{,}70$ bukan berarti perubahan satu unit pada X menaikkan Y sebesar 70 persen. Nilai itu juga tidak berarti bahwa 70 persen perubahan hasil "disebabkan" oleh variabel pertama. Dalam konteks regresi linear sederhana, r^2 dapat berhubungan dengan proporsi variasi sampel yang dirangkum oleh garis linear, tetapi penyebutan "variasi yang dijelaskan" tetap bersifat matematis dan tidak menyiratkan mekanisme kausal. Sampel, rentang nilai, pola pengukuran, dan ketidakpastian koefisien menentukan seberapa jauh hasil dapat ditafsirkan di luar data yang dianalisis.

Uji signifikansi terhadap korelasi nol menjawab apakah data memberi bukti yang cukup untuk menolak hipotesis tidak adanya korelasi linear dalam kerangka asumsi pengujian. Uji tersebut bukan penilaian atas pentingnya hubungan bagi organisasi. Bila perusahaan memproses jutaan catatan transaksi, korelasi yang kecil dapat signifikan secara statistik karena ukuran sampel besar. Sebaliknya, unit usaha kecil mungkin memiliki estimasi yang tidak presisi meskipun pola potensialnya substantif. Pelaporan sebaiknya menyertakan estimasi korelasi dan interval kepercayaan, ukuran sampel, metode penanganan pencilan, serta hasil pemeriksaan linearitas. Pemrosesan statistik dengan perangkat lunak tidak

menggantikan penalaran tentang asumsi dan konteks (Setiawan, 2025).

Korelasi juga bergantung pada populasi dan rentang pengamatan. Jika hubungan dihitung hanya pada pelanggan dengan pengeluaran menengah, hasilnya mungkin berbeda dari korelasi seluruh pelanggan, terutama ketika kelompok berpengeluaran tinggi memiliki pola lain. Penggabungan cabang atau wilayah dapat menghasilkan korelasi yang berbeda dari hubungan di masing-masing cabang karena perbedaan skala operasi. Karena itu, pemilihan tingkat agregasi harus sesuai dengan pertanyaan manajemen: hubungan pada tingkat pelanggan tidak selalu sama dengan hubungan pada tingkat cabang atau bulan.

Hubungan linear yang tampak pada scatterplot tetap perlu ditafsirkan sebagai pola, bukan mekanisme. Sebuah diagram pencar dapat menunjukkan arah, kelengkungan, atau kelompok yang tidak tampak dari satu koefisien. Pengamatan lapangan juga dapat membantu menjelaskan arti variabel, misalnya apakah pencatatan promosi mencakup diskon yang ditanggung perusahaan atau subsidi mitra. Visual berikut menempatkan pengamatan bisnis sebagai konteks pengumpulan data, bukan sebagai bukti bahwa satu variabel menyebabkan variabel lain.



Gambar 11.1 Mengamati Hubungan di Trotoar. Sumber: Ilustrasi, diolah penulis

Adegan tersebut memperlihatkan dua indikator yang dicatat secara bersamaan: arus pejalan kaki dan keterisian kursi. Pengamatan semacam ini dapat memunculkan hipotesis mengenai keterkaitan keduanya, tetapi faktor lokasi, waktu, cuaca, dan jenis usaha tetap perlu dipertimbangkan sebelum penafsiran kausal diajukan.

Jika scatterplot memperlihatkan kurva yang jelas, korelasi Pearson mungkin meremehkan pola atau merangkum pola yang menyesatkan. Transformasi variabel dapat dipertimbangkan bila didukung teori dan interpretasi hasilnya tetap masuk akal; pendekatan berbasis peringkat dapat lebih sesuai untuk hubungan monotonik yang tidak linear. Di samping itu, korelasi tidak mengendalikan variabel lain. Ketika pertanyaan manajemen menyangkut perubahan hasil setelah memperhitungkan sejumlah faktor, analisis regresi dan diagnostiknya pada Bab 12 menjadi kelanjutan yang lebih sesuai, dengan tetap mempertahankan kehati-hatian atas klaim kausal.

D. Korelasi Spearman dan Korelasi Nonparametrik

Korelasi Spearman mengukur hubungan berdasarkan peringkat observasi, bukan jarak numerik asli. Setiap nilai pada variabel diubah menjadi peringkat, kemudian korelasi Pearson dihitung atas peringkat tersebut. Dengan demikian, ukuran ini menilai apakah peningkatan pada satu variabel cenderung disertai peningkatan atau penurunan yang konsisten pada variabel lain. Spearman sesuai untuk data ordinal dan dapat digunakan ketika hubungan bersifat monotonik tetapi tidak linear, sepanjang pola meningkat atau menurun secara konsisten. Tinjauan metode pengolahan data statistik menggarisbawahi bahwa pemilihan ukuran hubungan perlu menyesuaikan tingkat pengukuran dan karakteristik data, bukan mengikuti satu prosedur secara rutin (Setiawan, 2025).

Korelasi monotonik berbeda dari hubungan linear. Hubungan monotonik mengarah secara konsisten, tetapi laju perubahan tidak harus tetap. Misalnya, peningkatan pengalaman pelanggan dapat berasosiasi dengan kenaikan penilaian layanan yang semakin kecil pada tingkat pengalaman tinggi. Pearson dapat kurang menggambarkan pola semacam itu karena berfokus pada kedekatan terhadap garis lurus. Spearman merangkum kesesuaian urutan, tetapi tidak menyediakan informasi tentang besarnya perubahan dalam satuan asli. Oleh karena itu, pemilihan ukuran bergantung pada pertanyaan: apakah yang dicari adalah perubahan proporsional dalam nilai, atau kecenderungan urutan antarunit.

Untuk data tanpa peringkat yang sama, koefisien Spearman sering dituliskan sebagai $r_s = 1 - \frac{6\sum d_i^2}{n(n^2-1)}$, dengan d_i sebagai selisih peringkat pasangan observasi dan n sebagai jumlah pasangan. Jika terdapat nilai yang sama, peringkat rata-rata diberikan pada nilai-nilai tersebut dan perhitungan dilakukan melalui korelasi Pearson atas peringkat. Keberadaan banyak nilai sama dapat memengaruhi distribusi uji dan perhitungan nilai-p; penggunaan pendekatan yang

memperhitungkan ties atau prosedur komputasi yang sesuai lebih dapat dipertanggungjawabkan daripada menerapkan rumus sederhana tanpa pemeriksaan.

Spearman juga tidak kebal terhadap semua masalah data. Pencilan numerik yang ekstrem dapat kurang berpengaruh dibandingkan pada Pearson apabila posisinya hanya mengubah peringkat teratas, tetapi pencilan tetap dapat mengubah urutan dan makna analisis. Nilai yang sama dalam jumlah besar mengurangi informasi urutan, sedangkan pengelompokan yang berlainan dapat menyembunyikan pola dalam kelompok. Apabila data memiliki tren nonmonotonik, misalnya kepuasan tertinggi pada tingkat beban kerja menengah dan lebih rendah pada tingkat beban yang sangat rendah maupun tinggi, Spearman dapat mendekati nol walau terdapat hubungan substantif. Scatterplot dan pengetahuan tentang proses tetap dibutuhkan.

Dalam organisasi layanan Indonesia, manajer dapat membandingkan peringkat kepuasan pelanggan dengan peringkat waktu tunggu pada sejumlah cabang. Bila cabang dengan waktu tunggu lebih lama cenderung mendapat peringkat kepuasan lebih rendah, hubungan negatif pada peringkat dapat menjadi sinyal untuk investigasi operasional. Namun, ukuran cabang, jenis layanan, komposisi pelanggan, atau kualitas fasilitas mungkin berbeda. Peringkat menyederhanakan perbandingan lintas skala, tetapi juga menghilangkan informasi mengenai jarak: selisih waktu tunggu satu menit dan dua puluh menit tidak lagi terbaca sebagai perbedaan magnitudo setelah hanya urutannya dipakai.

Contoh lain berasal dari penilaian kinerja. Supervisor dapat memberi kategori “rendah”, “sedang”, dan “tinggi” untuk kualitas layanan, sementara jumlah keluhan dicatat sebagai hitungan. Korelasi Spearman memungkinkan pemeriksaan apakah cabang dengan peringkat kualitas lebih baik cenderung memiliki jumlah

keluhan lebih rendah. Analisis tersebut tetap harus memperhatikan ukuran paparan: cabang yang melayani lebih banyak pelanggan berpeluang menerima keluhan lebih banyak. Menggunakan angka absolut tanpa mempertimbangkan volume pelanggan dapat membentuk pola yang tidak mencerminkan mutu layanan relatif.

Korelasi peringkat tidak sama dengan setiap metode nonparametrik. Kendall tau, misalnya, membandingkan pasangan yang konkordan dan diskordan, sehingga dapat berguna pada sampel kecil atau data dengan banyak ties. Uji Mann–Whitney dan Kruskal–Wallis menguji perbedaan distribusi atau peringkat antarkelompok, bukan mengukur korelasi dua variabel dalam pengertian yang sama. Pilihan metode seharusnya mengikuti sasaran analisis dan struktur data. Dalam penerapan perangkat lunak, label “nonparametrik” tidak menjamin metode bebas asumsi; independensi observasi, definisi populasi, dan prosedur pengambilan sampel tetap berpengaruh terhadap inferensi (Kesuma, 2016).

Kajian korelasional pada pendidikan dapat memberi contoh bahwa variabel yang diukur melalui sikap, minat, dan pencapaian tidak selalu memiliki skala serta distribusi yang sama. Studi mengenai sikap dan minat guru pelatih kimia terhadap pencapaian dalam Kimia Organik menempatkan hubungan antarkonstruk sebagai fokus kajian korelasional (Mohamed Sayuti, 2026). Dalam konteks manajemen, analoginya dapat berupa hubungan persepsi karyawan terhadap dukungan atasan dengan peringkat keterikatan kerja. Akan tetapi, analogi tersebut tidak menjadikan hasil bidang pendidikan sebagai bukti tentang perilaku organisasi; fungsinya terbatas pada penegasan bahwa karakter pengukuran dan rancangan korelasional menentukan batas interpretasi.

Perbandingan praktis beberapa ukuran hubungan dapat diringkas sebagai berikut.

Tabel 11.3 Pemilihan Ukuran Hubungan

Ukuran	Jenis data	Pola yang diringkas	Kekuatan	Batas interpretasi
Pearson	Numerik	Linear	Memakai nilai asli	Sensitif terhadap pencilan
Spearman	Ordinal atau numerik	Monotonik	Menggunakan peringkat	Tidak menyatakan perubahan satuan
Kendall tau	Ordinal atau numerik	Keselarasan peringkat	Menangani pasangan peringkat	Interpretasi berbeda dari Pearson
Chi-square	Kategorik	Ketergantungan kategori	Menguji asosiasi kategorik	Tidak menunjukkan arah kausal

Tabel tersebut menunjukkan bahwa satu ukuran tidak dapat menggantikan semua ukuran lain. Data dan pertanyaan analitis menentukan metode yang relevan, sedangkan kekuatan hubungan tetap harus ditafsirkan bersama ketidakpastian dan konteks pengukuran.

Signifikansi statistik pada Spearman tidak menghapus keterbatasan rancangan observasional. Korelasi peringkat yang kuat antara jam pelatihan dan peringkat kinerja tidak menunjukkan bahwa penambahan jam pelatihan akan menaikkan kinerja dengan besaran tertentu. Perbedaan seleksi, pengalaman, atau jenis tugas mungkin menjadi penjelasan alternatif. Jika keputusan menyangkut investasi pelatihan, hasil korelasi lebih tepat dipakai untuk membentuk hipotesis dan menentukan evaluasi lanjutan, bukan sebagai estimasi langsung atas dampak program.

Pelaporan Spearman semestinya menyatakan variabel yang diberi peringkat, arah pengkodean, ukuran sampel, koefisien, ketidakpastian atau nilai-p, dan perlakuan terhadap nilai sama. Apabila data ordinal berasal dari skala survei, definisi kategori dan validitas instrumen perlu dijelaskan secara memadai. Menggabungkan butir menjadi skor komposit juga memerlukan

justifikasi substantif. Dalam riset manajemen Indonesia, urutan peringkat cabang, pemasok, atau produk dapat berguna untuk pemantauan, tetapi penggunaan peringkat untuk alokasi sumber daya perlu menghindari kesan bahwa perbedaan kecil antarposisi selalu substantif. Untuk variabel nominal tanpa urutan alami, korelasi peringkat bukan pilihan yang tepat; analisis asosiasi kategorik menjadi fokus bagian berikutnya.

E. Uji Chi-Square dan Hubungan Data Kategorik

Uji chi-square independensi digunakan untuk menilai apakah dua variabel kategorik saling berasosiasi dalam populasi yang menjadi sasaran inferensi. Data disusun dalam tabel kontingensi yang memuat frekuensi teramati untuk setiap kombinasi kategori. Hipotesis nol menyatakan bahwa kedua variabel independen, sedangkan hipotesis alternatif menyatakan adanya ketergantungan. Statistik uji membandingkan frekuensi teramati dengan frekuensi harapan jika independensi berlaku. Karena pendekatan ini didasarkan pada hitungan, pengamatan berupa proporsi saja harus disertai ukuran sampel atau frekuensi asal agar struktur bukti dapat dievaluasi.

Frekuensi harapan untuk sel pada baris i dan kolom j dihitung dengan mengalikan total baris dan total kolom, lalu membaginya dengan total seluruh pengamatan. Statistik Pearson chi-square dirumuskan sebagai berikut.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{R} \sum_{j=1}^{C} \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

Dalam rumus tersebut, O_{ij} adalah frekuensi teramati dan E_{ij} frekuensi harapan. Derajat kebebasan untuk tabel dengan R baris dan C kolom adalah $(R-1)(C-1)$. Nilai statistik yang lebih besar menunjukkan penyimpangan lebih besar dari pola yang diharapkan di bawah independensi, tetapi tidak langsung menyatakan sel mana

yang paling bertanggung jawab atau seberapa besar arti praktisnya. Pemeriksaan residu dan ukuran efek diperlukan untuk melengkapi uji keseluruhan.

Contoh manajerial dapat dibangun dari survei hipotetis terhadap pelanggan sebuah perusahaan ritel Indonesia. Dua variabel yang diamati adalah kelompok usia dan pilihan kanal pembelian, yakni toko fisik atau aplikasi. Tujuannya bukan mengasumsikan bahwa usia menyebabkan pilihan kanal, melainkan menguji apakah proporsi kanal berbeda menurut kelompok usia. Tabel kontingensi harus memuat frekuensi pelanggan, bukan hanya persentase. Bila sampel berasal dari pelanggan yang mendaftar ke program loyalitas, hasil tidak otomatis mewakili seluruh konsumen atau seluruh transaksi perusahaan.

Uji independensi mensyaratkan observasi yang independen dalam arti rancangan. Jika pelanggan yang sama menjawab survei berulang kali, setiap jawaban tidak dapat diperlakukan seolah-olah berasal dari individu berbeda tanpa memperhitungkan struktur pengulangan. Frekuensi harapan juga perlu cukup untuk mendukung pendekatan distribusi chi-square. Sel yang jarang dapat menghasilkan pendekatan asimtotik yang buruk; kategori mungkin perlu digabung bila penggabungan dapat dibenarkan secara substantif, atau metode eksak dipertimbangkan untuk tabel yang sesuai. Penggabungan kategori semata-mata agar hasil menjadi signifikan merusak interpretasi dan membuka ruang bagi pelaporan selektif.

Dalam kasus usaha mikro di Indonesia, pemilik dapat menguji asosiasi antara metode pembayaran dan jenis produk yang dibeli. Misalnya, transaksi tunai dan nontunai dicatat bersama kategori produk makanan, minuman, dan kebutuhan rumah tangga. Uji chi-square dapat mengidentifikasi apakah komposisi metode pembayaran berbeda menurut kategori barang. Namun, jika data

transaksi bersumber dari beberapa gerai dengan kebijakan pembayaran berbeda, lokasi gerai menjadi faktor penting. Menggabungkan seluruh gerai dapat menyamarkan hubungan atau menghasilkan asosiasi yang terutama mencerminkan variasi antarlokasi.

Perbedaan chi-square independensi dan chi-square kesesuaian perlu dijaga. Uji kesesuaian membandingkan distribusi satu variabel kategorik dengan distribusi tertentu yang ditetapkan sebagai acuan, sedangkan uji independensi mengevaluasi keterkaitan dua variabel kategorik. Uji homogenitas memiliki bentuk perhitungan yang serupa, tetapi pertanyaannya membandingkan distribusi kategori hasil di beberapa kelompok yang ditentukan. Penyebutan jenis uji yang tepat mencegah kesimpulan yang tidak cocok dengan desain pengumpulan data. Dalam analisis data, ketepatan prosedur tidak hanya berasal dari perhitungan, tetapi juga dari kecocokan antara pertanyaan, rancangan, dan unit observasi (Setiawan, 2025).

Uji chi-square yang signifikan hanya memberi bukti bahwa distribusi kategori tidak sepenuhnya independen menurut model pengujian. Uji tersebut tidak menunjukkan arah hubungan seperti korelasi positif atau negatif, sebab kategori nominal tidak memiliki urutan alamiah. Pada tabel dua kali dua, ukuran seperti phi dapat merangkum kekuatan asosiasi; pada tabel yang lebih besar, Cramér’s V lazim digunakan. Ukuran efek tersebut membantu membedakan asosiasi yang secara statistik terdeteksi dari asosiasi yang cukup besar untuk mengubah keputusan. Namun, interpretasi ukuran efek tetap dipengaruhi dimensi tabel dan konteks organisasi.

Analisis residu dapat memperlihatkan sel mana yang memiliki frekuensi teramati lebih tinggi atau lebih rendah daripada yang diharapkan. Pemeriksaan banyak sel sekaligus meningkatkan peluang menemukan pola yang tampak menonjol secara kebetulan,

sehingga koreksi atau kehati-hatian dalam interpretasi diperlukan. Perusahaan dapat menemukan bahwa kategori pelanggan tertentu lebih sering menggunakan kanal aplikasi, tetapi tindak lanjut perlu memeriksa ukuran kelompok, komposisi wilayah, akses digital, dan cara sampel dikumpulkan. Data kategorik dapat memberi dasar segmentasi, namun label segmen bukan penjelasan kausal atas perilaku.

Kajian statistik terapan pada data kesehatan memperlihatkan pentingnya membedakan hubungan karakteristik kategorik dan kesimpulan mengenai mekanisme hasil. Studi tentang karakteristik ibu dan kejadian stunting di Indonesia menempatkan hubungan karakteristik dengan kejadian sebagai objek analisis (Mirin, 2024). Relevansinya bagi manajemen bersifat metodologis: variabel kategorik dapat dipetakan dalam tabel silang, tetapi asosiasi teramati tetap perlu dibaca dengan memperhatikan faktor lain dan konteks pengukuran. Temuan pada bidang kesehatan tersebut tidak dapat dialihkan menjadi bukti empiris mengenai pelanggan atau karyawan.

Tabel kontingensi hipotetis berikut menunjukkan susunan frekuensi untuk analisis kanal pembelian. Angka-angka ini merupakan ilustrasi metodologis, bukan statistik perusahaan atau temuan survei aktual.

Tabel 11.4 Frekuensi Ilustratif Kelompok Usia dan Kanal

Kelompok usia	Toko fisik	Aplikasi	Total
18–29 tahun	30	70	100
30–44 tahun	50	50	100
45 tahun ke atas	70	30	100
Total	150	150	300

Tabel memperlihatkan perubahan proporsi kanal antarkelompok usia yang secara deskriptif cukup jelas. Uji chi-square dapat menilai apakah penyimpangan tersebut lebih besar daripada yang diharapkan jika kategori usia dan kanal independen, tetapi tidak menetapkan bahwa usia merupakan penyebab pilihan kanal.

Untuk frekuensi yang ditampilkan, frekuensi harapan tiap kanal pada setiap kelompok usia adalah 50 karena total baris sama dan total kanal juga seimbang. Perbedaan antara frekuensi teramati dan harapan memperbesar statistik uji, sehingga hasil kemungkinan menunjukkan asosiasi yang kuat dalam data ilustratif tersebut. Namun, estimasi asosiasi tidak menjelaskan alasan perbedaan. Variabel seperti akses perangkat, wilayah tempat tinggal, promosi yang diterima, dan kebiasaan transaksi dapat turut berkaitan dengan kanal. Uji yang signifikan menjadi dasar untuk analisis lanjutan, bukan pengganti investigasi mekanisme.

Dalam survei manajemen, bobot sampel, desain klaster, atau stratifikasi dapat memengaruhi validitas uji chi-square standar. Jika pemilihan sampel tidak sederhana, perhitungan yang mengabaikan desain dapat memberi ketidakpastian yang keliru. Selain itu, kategori yang didefinisikan setelah melihat hasil dapat membuat temuan sulit direplikasi. Protokol analisis sebaiknya menetapkan kategori dan perbandingan sebelum pemeriksaan hasil, atau secara transparan membedakan analisis konfirmatori dari eksploratori. Buku pengolahan data statistik berbasis perangkat lunak dapat mendukung pelaksanaan perhitungan, tetapi keputusan substantif tentang kategori, unit analisis, dan inferensi tetap menuntut pertimbangan peneliti (Setiawan, 2025).

Pelaporan uji chi-square yang memadai mencakup tujuan uji, definisi kategori, ukuran sampel, frekuensi atau persentase, statistik uji, derajat kebebasan, nilai-p, serta ukuran efek bila relevan. Persentase harus diberi basis yang jelas: persentase baris menjawab komposisi kategori hasil di dalam kelompok, sedangkan persentase kolom menjawab komposisi kelompok di dalam kategori hasil. Kekeliruan denominator dapat mengubah narasi manajerial meskipun perhitungan statistiknya benar. Interpretasi juga perlu menyebut bahwa hasil merujuk pada populasi yang dapat dijangkau oleh rancangan sampel, bukan otomatis seluruh pasar.

Uji chi-square tidak sesuai untuk setiap pertanyaan kategorik. Data berpasangan sebelum dan sesudah pada individu yang sama memerlukan prosedur yang mempertimbangkan pasangan; data hitungan dengan paparan berbeda mungkin lebih tepat dianalisis melalui model untuk data hitungan. Bila hasil kategori memiliki urutan, ukuran yang memanfaatkan urutan dapat memberi informasi lebih banyak daripada uji independensi nominal. Pemilihan metode harus berangkat dari cara data dihasilkan. Batas-batas ini menyiapkan pembahasan interpretasi manajerial, ketika hasil statistik perlu diterjemahkan menjadi keputusan tanpa melampaui kekuatan bukti.

F. Interpretasi Hubungan Antarvariabel dalam Konteks Manajemen

Interpretasi hubungan antarvariabel merupakan tahap ketika hasil analisis ditempatkan kembali dalam proses organisasi yang menghasilkan data. Koefisien, nilai-p, dan tabel silang bukan keputusan manajerial dengan sendirinya. Makna hasil bergantung pada definisi variabel, unit analisis, populasi sasaran, periode pengamatan, metode pengumpulan data, serta keputusan yang sedang dipertimbangkan. Perspektif ini menelaah statistik sebagai bukti yang perlu ditimbang, bukan sebagai pengganti penilaian substantif. Kajian pengambilan keputusan berbasis data di lingkungan pemerintah daerah, misalnya, menempatkan kualitas data dan tantangan implementasi sebagai bagian dari penggunaan bukti dalam perumusan kebijakan (W., 2026).

Langkah interpretasi pertama adalah merumuskan pertanyaan keputusan secara eksplisit. “Apakah promosi berhubungan dengan transaksi?” berbeda dari “berapa tambahan transaksi yang dihasilkan oleh promosi?” Pertanyaan pertama dapat dijawab secara deskriptif atau melalui ukuran asosiasi yang sesuai; pertanyaan kedua membutuhkan pendekatan estimasi efek dan rancangan yang mendukung penafsiran kausal. Ketika kebutuhan

organisasi hanya memetakan pola, korelasi dapat membantu menetapkan prioritas penyelidikan. Ketika organisasi akan mengalokasikan anggaran besar berdasarkan dampak yang diharapkan, bukti kausal dan ketidakpastian hasil menjadi lebih penting.

Langkah berikutnya ialah memeriksa apakah variabel benar-benar merepresentasikan konsep yang hendak dikelola. “Kinerja” dapat berarti jumlah keluaran, kualitas, ketepatan waktu, atau gabungan beberapa indikator. “Keterlibatan pelanggan” dapat diukur melalui kunjungan, transaksi, durasi penggunaan, atau respons terhadap kampanye. Pergantian definisi selama pengumpulan data membuat perbandingan menjadi rapuh. Mutu pencatatan dan tata kelola informasi juga menentukan apakah hubungan yang muncul mencerminkan perilaku organisasi atau proses administrasi. Penelitian mengenai sistem manajemen pekerjaan berbasis web untuk akuntabilitas kinerja menegaskan pentingnya sistem pencatatan dalam mendukung pemantauan, meskipun keberadaan sistem sendiri bukan bukti bahwa hubungan antarindikator bersifat kausal (Rochman, 2021).

Analisis berikutnya harus mempertimbangkan ukuran hubungan dan ketidakpastiannya secara bersamaan. Koefisien kecil dengan interval kepercayaan sempit menunjukkan estimasi yang cukup presisi atas hubungan kecil dalam kerangka analisis. Koefisien besar dengan interval lebar memberikan sinyal yang mungkin penting, tetapi belum cukup pasti untuk keputusan yang berisiko tinggi. Nilai-p tidak mengukur probabilitas bahwa hipotesis benar, tidak pula menyatakan peluang keputusan manajerial akan berhasil. Penggunaan nilai-p bersama ukuran efek dan konteks keputusan menghindarkan organisasi dari dua kekeliruan: mengabaikan pola yang berpotensi bernilai karena tidak signifikan pada sampel kecil, serta membesar-besarkan efek kecil hanya karena signifikan pada sampel besar.

Konteks operasional dapat mengubah arti koefisien. Korelasi antara jumlah pegawai dan volume penjualan pada cabang mungkin positif karena cabang yang lebih besar memiliki sumber daya dan pasar lebih besar. Hubungan itu tidak membuktikan bahwa menambah pegawai akan menaikkan penjualan di setiap cabang. Perbandingan sebaiknya mempertimbangkan ukuran pasar, jam operasional, produktivitas per pegawai, serta fungsi tenaga kerja. Pada konteks perusahaan Indonesia seperti jaringan ritel atau layanan perbankan, keputusan penempatan pegawai sebaiknya tidak didasarkan pada korelasi agregat tanpa memperhatikan variasi wilayah dan jenis layanan.

Hubungan agregat juga berisiko menutupi pola kelompok. Hubungan antara waktu respons dan kepuasan yang terlihat pada seluruh cabang dapat berbeda menurut kanal layanan atau kategori pelanggan. Karena itu, interpretasi dapat memerlukan analisis terstratifikasi, dengan kehati-hatian terhadap ukuran kelompok dan banyaknya perbandingan. Pemisahan kelompok bukan selalu solusi; jika kelompok dibentuk setelah hasil diketahui, temuan dapat dipengaruhi pencarian pola yang berlebihan. Analisis eksploratori bermanfaat untuk membangun hipotesis, tetapi pengujian lanjutan sebaiknya menggunakan data atau periode berbeda bila keputusan berisiko tinggi.

Keputusan juga perlu mempertimbangkan konsekuensi kesalahan. Dalam penentuan intervensi layanan, kesimpulan keliru bahwa suatu faktor menyebabkan keluhan dapat mengarahkan sumber daya ke tindakan yang tidak efektif. Sebaliknya, menunda tindakan terhadap pola yang benar dapat memperpanjang kerugian. Risiko tersebut bergantung pada biaya tindakan, biaya tidak bertindak, reversibilitas kebijakan, serta kelompok yang terdampak. Kerangka keputusan berbasis data di pemerintah daerah menunjukkan bahwa penggunaan bukti berkaitan dengan persoalan mutu, tata kelola, dan kapasitas implementasi, sehingga

analisis statistik tidak dapat dilepaskan dari konteks institusional (W., 2026).

Tabel berikut merangkum cara menerjemahkan pola statistik menjadi langkah analitis dan manajerial yang lebih proporsional.

Tabel 11.5 Dari Temuan Hubungan ke Pertimbangan Keputusan

Temuan	Risiko interpretasi	Pemeriksaan lanjutan	Tindakan yang proporsional
Pearson positif	Menganggap korelasi sebagai sebab	Perancu dan linearitas	Uji hipotesis operasional
Spearman negatif	Menganggap jarak peringkat setara	Pola kelompok dan ties	Tinjau urutan prioritas
Chi-square signifikan	Menganggap kategori penyebab	Residu dan ukuran efek	Segmentasi yang terukur
Efek kecil, presisi tinggi	Menganggap signifikan berarti penting	Ambang manfaat praktis	Bandingkan biaya dan manfaat
Efek besar, presisi rendah	Bertindak seolah estimasi pasti	Sampel dan replikasi	Kumpulkan bukti tambahan

Matriks tersebut menempatkan analisis sebagai rangkaian keputusan bersyarat. Temuan statistik memandu jenis pemeriksaan dan tindakan berikutnya, sementara besaran dampak, ketidakpastian, serta konsekuensi organisasi menentukan intensitas respons.

Contoh aplikasi dapat dilihat pada evaluasi program pelatihan di perusahaan manufaktur kawasan Cikarang. Jika peserta pelatihan menunjukkan produktivitas lebih tinggi, organisasi perlu membandingkan tingkat pengalaman, jenis lini produksi, shift kerja, dan kriteria pemilihan peserta. Selanjutnya, perusahaan dapat merancang evaluasi dengan kelompok pembanding yang layak, mengukur hasil sebelum dan sesudah, serta mendefinisikan indikator produktivitas secara konsisten. Perbandingan tersebut belum otomatis menghilangkan semua bias, tetapi lebih informatif daripada mengandalkan korelasi lintas karyawan pada satu waktu.

Untuk memperkirakan perubahan hasil sambil mengendalikan beberapa variabel, pendekatan regresi pada Bab 12 menyediakan perangkat analitis lanjutan, dengan asumsi dan batas interpretasi yang harus dinilai tersendiri.

Hasil analisis harus dikomunikasikan dengan menyebut cakupan bukti dan batas penggunaannya. Pernyataan “terdapat asosiasi antara promosi dan transaksi dalam data cabang yang diamati” lebih tepat daripada “promosi meningkatkan transaksi” jika rancangan hanya observasional. Bahasa yang hati-hati bukan tanda keraguan yang tidak perlu, melainkan penyesuaian klaim terhadap bukti. Penelitian mengenai penggunaan dompet digital di Tokopedia memberi contoh kajian faktor yang berkaitan dengan keputusan penggunaan, tetapi keputusan untuk mengubah promosi perusahaan tetap memerlukan penilaian atas konteks konsumen dan desain bukti yang mendukung tindakan tersebut (Sanusi, 2025).

Implikasi praktis perlu dinilai pada skala yang sesuai. Asosiasi pada tingkat transaksi tidak selalu mendukung keputusan tingkat perusahaan, dan pola rata-rata tidak menggambarkan setiap pelanggan. Segmentasi dapat membantu jika didasarkan pada teori dan karakteristik yang relevan, tetapi dapat menimbulkan perlakuan tidak adil jika kategori sensitif digunakan tanpa pertimbangan tata kelola. Analisis hubungan karenanya perlu berdampingan dengan evaluasi dampak pada kelompok, perlindungan data, dan akuntabilitas keputusan. Integrasi sistem informasi manajemen dapat memperbaiki ketersediaan data untuk keputusan UMKM, tetapi kualitas definisi indikator dan proses pencatatan tetap menentukan nilai analitisnya (Nurhidayati, 2026).

Terakhir, asosiasi dapat digunakan secara produktif sebagai sinyal untuk penyelidikan, prioritisasi, dan pemantauan. Organisasi dapat memulai dengan pola deskriptif, memilih ukuran hubungan

yang sesuai, menilai ketidakpastian, kemudian menguji penjelasan alternatif melalui desain penelitian yang lebih kuat. Siklus ini menghindarkan manajemen dari dua ekstrem: menolak seluruh hasil observasional karena bukan eksperimen, atau memperlakukan setiap pola sebagai resep tindakan. Tinjauan literatur dan ilustrasi manajerial dalam bab ini menunjukkan bahwa hubungan statistik bernilai ketika klaimnya proporsional, keterbatasannya diungkapkan, dan tindak lanjutnya disesuaikan dengan risiko keputusan.

BAB 12
ANALISIS REGRESI DAN PREDIKSI BISNIS

A. Pendahuluan

Keputusan mengenai harga, persediaan, kapasitas, dan alokasi anggaran semakin sering bertumpu pada jejak data yang dihasilkan transaksi, kanal digital, serta aktivitas operasional. Namun, kelimpahan data tidak dengan sendirinya menghasilkan keputusan yang lebih baik. Manajer perlu membedakan pola yang sekadar beriringan dari hubungan yang layak digunakan untuk memperkirakan perubahan hasil bisnis, sekaligus mempertimbangkan faktor lain yang dapat memengaruhi hubungan tersebut. Dalam kajian manajemen, tantangan ini menandai pergeseran dari intuisi dan ringkasan deskriptif menuju penggunaan analitika untuk mendukung keputusan, tanpa mengabaikan konteks organisasi. Kesenjangan antara tersedianya keluaran statistik dan kemampuan menafsirkan maknanya secara tepat menjadikan analisis regresi relevan: hasil estimasi hanya bermanfaat apabila asumsi, keterbatasan, dan konsekuensi pengambilan keputusannya dinilai secara cermat.

Kajian dalam bab ini menelusuri regresi sebagai kerangka untuk menguraikan hubungan antara variabel dan menyusun prediksi yang dapat dipertanggungjawabkan. Pembahasan dimulai dari konsep serta asumsi analisis regresi, kemudian bergerak ke regresi linear sederhana dan berganda untuk menunjukkan bagaimana jumlah prediktor membentuk spesifikasi model. Selanjutnya, koefisien determinasi, pengujian model, dan diagnostik regresi digunakan untuk menilai kecocokan, signifikansi, serta kelayakan hasil estimasi. Kerangka tersebut diterapkan pada prediksi penjualan, permintaan, dan kinerja bisnis, dengan menempatkan

ramalan sebagai dasar pertimbangan, bukan kepastian hasil. Dalam susunan buku yang mengembangkan statistik dan analitika data untuk manajemen, tinjauan ini mengungkap hubungan antara teknik kuantitatif dan penilaian manajerial: model harus dibaca bersama mutu data, asumsi, dan konteks keputusan. Kebutuhan ini kian mendesak ketika perubahan pasar dan gangguan rantai pasok menuntut respons yang cepat, transparan, dan berbasis bukti. Untuk menilai apa yang dapat disimpulkan dari suatu model, pembahasan terlebih dahulu bertolak dari konsep dan asumsi analisis regresi.

B. Konsep dan Asumsi Analisis Regresi

Analisis regresi menempatkan hubungan antarvariabel dalam suatu model yang dapat ditafsirkan dan, dalam batas tertentu, digunakan untuk memperkirakan nilai variabel hasil. Berbeda dari korelasi yang merangkum keeratan asosiasi, regresi menetapkan peran variabel prediktor dan variabel respons berdasarkan pertanyaan analitis yang dirumuskan. Pembedaan itu tidak dengan sendirinya membuktikan hubungan sebab-akibat: arah model merupakan pilihan spesifikasi yang harus ditopang teori, rancangan penelitian, dan mutu data. Kajian regresi kuadrat terkecil untuk menelaah hubungan konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi, misalnya, memperlihatkan penggunaan model untuk mengestimasi hubungan dalam data ekonomi, tetapi penafsiran kausal tetap memerlukan pertimbangan atas desain dan faktor yang mungkin terlewat (Nurdin & Fuady, 2021).

Secara umum, regresi linear dapat ditulis sebagai hubungan antara respons Y, prediktor X, parameter yang belum diketahui, dan komponen galat. Dalam regresi sederhana, bentuk populasi dinyatakan sebagai:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i$$

Di sini, β_0 adalah intersep, β_1 adalah kemiringan garis, dan ε_i merangkum faktor yang memengaruhi Y_i tetapi tidak dimasukkan ke dalam model. Estimasi dari sampel menghasilkan koefisien, yang lazim ditulis sebagai b_0 dan b_1, serta nilai prediksi $\hat{Y}_i$. Model bukan salinan lengkap dari realitas bisnis; ia merupakan representasi terpilih yang menyederhanakan hubungan untuk menjawab pertanyaan tertentu.

Dalam manajemen, respons dapat berupa penjualan, biaya, waktu penyelesaian, tingkat keluhan, atau kinerja pegawai. Prediktor dapat mencakup harga, anggaran promosi, jumlah tenaga kerja, maupun ukuran operasional lainnya. Pemilihan variabel sebaiknya berangkat dari mekanisme yang masuk akal, bukan semata-mata dari korelasi yang tampak kuat dalam satu kumpulan data. Studi tentang konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi Indonesia menggunakan kerangka estimasi jangka pendek dan panjang; contoh tersebut menegaskan bahwa bentuk data dan horizon analisis dapat menentukan bagaimana hubungan dimodelkan (Nurdin & Fuady, 2021). Untuk data runtun waktu, aspek tren dan ketergantungan antarpengamatan juga perlu diperhatikan, dan peramalan dengan metode khusus akan dibahas lebih lanjut pada Bab 13.

Estimasi regresi linear klasik umumnya menggunakan metode kuadrat terkecil biasa, atau *ordinary least squares* (OLS), yang memilih koefisien agar jumlah kuadrat selisih antara nilai aktual dan nilai prediksi sekecil mungkin. Residu untuk pengamatan ke-i adalah $e_i = Y_i - \hat{Y}_i$. Kriteria OLS dapat ditulis sebagai:

$$\min_{b_0,b_1} \sum_{i=1}^{n} (Y_i - b_0 - b_1 X_i)^2$$

Kriteria tersebut menghukum residu besar lebih berat daripada residu kecil. Akibatnya, beberapa pengamatan ekstrem dapat memiliki pengaruh besar terhadap garis hasil estimasi. OLS bukan prosedur yang otomatis menjadikan model benar; ia hanya menghasilkan koefisien terbaik menurut fungsi kerugian kuadrat dan spesifikasi yang ditetapkan. Penggunaan OLS dalam penelitian ekonomi Indonesia memperlihatkan penerapan metode ini untuk mengestimasi relasi antarvariabel, sedangkan pembahasan pengolahan data statistik dengan perangkat lunak menyediakan konteks praktis bagi keluaran estimasi dan interpretasinya (Nurdin & Fuady, 2021; Setiawan, 2025).

Asumsi model menentukan apa yang dapat disimpulkan dari koefisien dan pengujian statistik. Linearitas menyatakan bahwa nilai harapan respons berubah secara linear terhadap parameter yang diperkirakan; hubungan linear dalam parameter masih dapat mencakup transformasi prediktor, tetapi bentuk fungsi harus ditetapkan dengan alasan substantif. Independensi galat berarti informasi residu suatu pengamatan tidak memberi pola sistematis tentang residu pengamatan lain. Asumsi ini dapat bermasalah pada data berurutan, misalnya transaksi harian yang terpengaruh promosi atau hari libur sebelumnya.

Asumsi lain menyangkut varians galat yang relatif konstan di berbagai tingkat prediktor, sering disebut homoskedastisitas. Bila variasi residu meningkat seiring nilai prediksi, simpangan baku koefisien dan uji signifikansi konvensional dapat menjadi tidak andal. Normalitas residu, pada gilirannya, berkaitan terutama dengan ketepatan inferensi dalam sampel terbatas, bukan syarat agar koefisien OLS dapat dihitung. Dalam regresi berganda, hubungan linear yang terlalu kuat di antara prediktor dapat menyebabkan multikolinearitas: koefisien menjadi tidak stabil dan sulit dipisahkan pengaruhnya, sekalipun prediksi gabungan terlihat memadai.

Asumsi tersebut tidak semuanya dapat diperiksa dengan satu angka ringkas. Plot residu terhadap nilai prediksi dapat memperlihatkan pola lengkung atau kipas; plot terhadap urutan waktu dapat mengungkap pola berulang; dan ukuran kolinearitas dapat membantu menilai tumpang tindih informasi antarprediktor. Pemeriksaan harus dipadukan dengan pengetahuan tentang cara data dikumpulkan. Misalnya, peningkatan penjualan bertepatan dengan peningkatan anggaran promosi tidak serta-merta menunjukkan bahwa promosi menjadi satu-satunya penyebab: musim belanja, perubahan harga, ketersediaan barang, dan kondisi kanal distribusi dapat ikut berubah.

Tabel 12.1 Komponen Model dan Implikasi Analitis

Komponen	Makna dalam model	Pertanyaan manajerial
Respons Y	Hasil yang diterangkan	Hasil bisnis apa yang diperkirakan?
Prediktor X	Informasi yang digunakan	Faktor apa yang relevan secara substantif?
Koefisien	Perubahan respons terkait prediktor	Seberapa besar perubahan yang diperkirakan?
Residu e_i	Selisih aktual dan prediksi	Apakah kesalahan membentuk pola sistematis?
Spesifikasi	Bentuk hubungan yang dipilih	Apakah bentuk model sesuai konteks?

Tabel tersebut merangkum bahwa kelayakan regresi bergantung pada kesesuaian antara tujuan, variabel, dan pola residu, bukan pada keberadaan persamaan semata. Koefisien baru bermakna setelah unit pengukuran dan cakupan data ditafsirkan.

Konteks Indonesia memperjelas alasan pentingnya kehati-hatian tersebut. Sebuah perusahaan ritel dapat mengestimasi hubungan antara belanja promosi digital dan penjualan di beberapa kota, tetapi variasi daya beli, ketersediaan stok, serta intensitas persaingan lokal dapat memengaruhi kedua variabel. Jika faktor yang relevan terabaikan, koefisien promosi dapat menyerap

sebagian pengaruh faktor tersebut. Dengan demikian, kajian regresi yang baik menyatakan batas data, menjelaskan logika pemilihan prediktor, dan membedakan hasil estimasi dari klaim kausal. Buku pengolahan data statistik dapat membantu menjelaskan proses estimasi, tetapi keputusan mengenai spesifikasi tetap memerlukan argumen manajerial dan substantif (Setiawan, 2025).

C. Regresi Linear Sederhana

Regresi linear sederhana mengestimasi hubungan antara satu prediktor dan satu variabel respons. Bentuk tersebut berguna saat pertanyaan analitis terfokus, misalnya apakah belanja promosi berkaitan dengan penjualan, atau bagaimana perubahan harga berhubungan dengan volume permintaan. Kesederhanaan model memberi kelebihan interpretatif: koefisien kemiringan menyatakan perubahan rata-rata respons yang diperkirakan untuk kenaikan satu unit prediktor. Namun, model sederhana tidak berarti mekanisme bisnisnya sederhana. Variabel lain yang tidak dimasukkan dapat menjelaskan sebagian besar variasi respons atau membuat hubungan yang teramati tampak lebih kuat maupun lebih lemah daripada hubungan yang relevan untuk keputusan.

Persamaan regresi sederhana pada sampel adalah:

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 X$$

Koefisien kemiringan b_1 dapat dihitung dari kovariasi prediktor dan respons relatif terhadap variasi prediktor. Intersep b_0 adalah nilai prediksi respons ketika $X = 0$. Penafsiran intersep hanya relevan bila nilai nol masuk akal dalam rentang data; jika tidak, intersep berfungsi terutama sebagai komponen matematis garis. Estimasi OLS memilih garis yang meminimalkan jumlah kuadrat residu. Penerapan OLS dalam kajian ekonomi Indonesia memperlihatkan kegunaan pendekatan tersebut untuk mengestimasi hubungan, sementara hasil tetap harus ditafsirkan

menurut variabel serta struktur data yang digunakan (Nurdin & Fuady, 2021).

Contoh berikut menggunakan data ilustratif lima periode mengenai belanja promosi dan penjualan sebuah usaha ritel di Indonesia. Angka ini sengaja bersifat hipotetis dan bukan data perusahaan tertentu. Belanja promosi dinyatakan dalam juta rupiah, sedangkan penjualan dalam juta rupiah.

Tabel 12.2 Data Ilustratif Promosi dan Penjualan

Periode	Promosi (juta Rp)	Penjualan (juta Rp)	Prediksi (juta Rp)	Residu (juta Rp)
1	1	12	11,6	0,4
2	2	15	14,8	0,2
3	3	17	18,0	-1,0
4	4	21	21,2	-0,2
5	5	25	24,4	0,6

Pola data menghasilkan garis estimasi $\hat{Y} = 8{,}4 + 3{,}2X$. Dalam rentang pengamatan tersebut, tambahan satu juta rupiah belanja promosi berkaitan dengan kenaikan penjualan yang diperkirakan sebesar 3,2 juta rupiah. Intersep 8,4 juta rupiah adalah nilai model saat promosi nol, tetapi karena data hanya mencakup belanja satu sampai lima juta rupiah, penafsiran pada titik nol perlu berhati-hati. Residu menunjukkan bahwa prediksi tidak sama persis dengan nilai aktual, dan selisih negatif pada periode ketiga berarti penjualan aktual lebih rendah daripada prediksi.

Interpretasi kemiringan bersyarat pada definisi dan satuan variabel. Jika promosi dicatat dalam rupiah, bukan juta rupiah, nilai koefisien numeriknya berubah, walaupun makna ekonomi dasarnya dapat dinyatakan kembali dalam satuan yang sepadan. Selain itu, hubungan positif pada contoh tidak membuktikan bahwa tambahan promosi menyebabkan peningkatan penjualan. Periode dengan promosi lebih besar mungkin bertepatan dengan musim belanja, peluncuran produk, atau ketersediaan barang yang lebih baik. Dalam pengambilan keputusan, koefisien perlu dibaca sebagai

ringkasan asosiasi model, kecuali desain penelitian mendukung klaim kausal.

Ukuran kecocokan seperti koefisien determinasi dapat melengkapi interpretasi, tetapi tidak menggantikan pemeriksaan pola data. Pada contoh ini, variasi penjualan di sekitar rata-rata relatif banyak diterangkan oleh garis yang dipasang. Meski demikian, jumlah observasi yang sangat kecil membatasi keandalan generalisasi. Kesesuaian tinggi pada lima titik dapat muncul karena sampel kecil atau pola kebetulan. Penerapan analisis statistik dengan perangkat lunak, sebagaimana dibahas dalam buku pengolahan data SPSS, dapat memudahkan penghitungan koefisien, residu, dan ukuran kecocokan; keluaran perangkat lunak tetap perlu dikaitkan dengan satuan dan rancangan data (Setiawan, 2025).

Regresi sederhana juga rentan terhadap pencilan dan pengamatan berpengaruh. Satu toko dengan penjualan luar biasa tinggi dapat mengubah kemiringan garis secara bermakna, terutama bila jumlah toko yang dianalisis sedikit. Karena itu, sebaran data perlu ditelaah sebelum koefisien digunakan. Plot pencar membantu menunjukkan apakah pola hubungan mendekati garis lurus, apakah terdapat kelompok yang berbeda, dan apakah sebuah titik jauh dari pola umum. Jika hubungan melengkung, transformasi atau bentuk model lain mungkin lebih sesuai daripada memaksakan garis lurus.

Konteks ritel Indonesia menunjukkan pentingnya batas penerapan. UMKM batik di Pekalongan, misalnya, dapat menguji hubungan antara anggaran promosi daring dan omzet bulanan. Model itu berguna sebagai analisis awal untuk melihat arah dan skala asosiasi, tetapi omzet dapat dipengaruhi kapasitas produksi, pameran, tren motif, harga bahan, dan perubahan kanal penjualan. Pengukuran promosi pun perlu konsisten: biaya iklan berbayar

tidak identik dengan jangkauan organik atau kerja sama dengan pembuat konten. Tanpa definisi yang stabil, perubahan koefisien dapat mencerminkan perubahan pencatatan, bukan perubahan perilaku pasar.

Oleh sebab itu, regresi sederhana paling tepat dipandang sebagai alat untuk merumuskan pola awal, menyusun estimasi bersyarat, dan menguji apakah hubungan yang diajukan layak ditelaah lebih jauh. Ia dapat membantu perencanaan anggaran promosi, tetapi tidak sendirian menentukan besaran anggaran optimal. Keputusan tersebut juga bergantung pada biaya marginal, margin kontribusi, kapasitas pasokan, serta risiko bahwa pola historis tidak berulang. Jika beberapa faktor bisnis secara masuk akal memengaruhi respons secara bersamaan, model berganda menjadi pilihan yang lebih informatif.

D. Regresi Linear Berganda

Regresi linear berganda memperluas model sederhana dengan memasukkan dua atau lebih prediktor untuk menerangkan satu variabel respons. Dalam konteks manajemen, penjualan dapat dianalisis bersama harga, promosi, ketersediaan stok, dan jumlah gerai. Tujuannya bukan sekadar meningkatkan banyaknya variabel, melainkan memisahkan kontribusi statistik masing-masing prediktor dengan mempertahankan prediktor lain dalam model. Koefisien parsial dengan demikian menjawab pertanyaan bersyarat: bagaimana nilai respons diperkirakan berubah ketika satu prediktor berubah, sementara prediktor lain dianggap tetap.

Model dengan k prediktor dapat dinyatakan sebagai:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \cdots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i$$

Koefisien β_j merepresentasikan perubahan rata-rata respons yang terkait dengan kenaikan satu unit X_j pada nilai prediktor lain yang sama. Interpretasi “prediktor lain tetap” penting karena data

observasional sering kali tidak memungkinkan perusahaan mengubah satu faktor tanpa memengaruhi faktor lain. Jika harga dan promosi ditetapkan sebagai bagian dari satu strategi, koefisien parsial tidak otomatis menggambarkan dampak kebijakan yang benar-benar dapat diterapkan secara terpisah.

Spesifikasi model harus dimulai dari pertanyaan bisnis dan mekanisme yang masuk akal. Sebuah model permintaan dapat memasukkan harga dan intensitas promosi, sedangkan model produktivitas dapat memasukkan jam kerja, beban tugas, dan pengalaman. Studi tentang kualitas pelayanan, kepercayaan, dan kepuasan terhadap loyalitas koperasi menunjukkan penggunaan beberapa prediktor untuk menelaah hasil organisasi secara simultan. Kajian tersebut relevan sebagai contoh bagaimana konstruk manajerial dapat ditempatkan bersama dalam suatu model, walaupun interpretasi setiap koefisien tetap bergantung pada operasionalisasi variabel dan rancangan penelitian (Dadin & Ulfi, 2025).

Berbeda dari analisis satu prediktor, regresi berganda memerlukan perhatian pada skala dan bentuk pengukuran. Variabel kategorik, misalnya wilayah penjualan atau jenis kanal, dapat dimasukkan melalui variabel indikator dengan kategori rujukan yang jelas. Koefisien indikator kemudian dibandingkan terhadap kategori rujukan, bukan ditafsirkan sebagai perubahan satu unit pada skala kontinu. Variabel interaksi dapat digunakan ketika argumen menyatakan bahwa pengaruh satu faktor berubah menurut faktor lain, misalnya promosi digital lebih efektif di wilayah dengan penetrasi perdagangan elektronik yang tinggi. Penambahan interaksi memperkaya model, tetapi juga menambah kebutuhan data dan kompleksitas interpretasi.

Ilustrasi perusahaan ritel Indonesia dapat memperlihatkan bentuk spesifikasi tanpa mengklaim sebagai hasil empiris. Misalkan

penjualan bulanan dianalisis dengan harga rata-rata, belanja promosi, dan jumlah hari stok tersedia. Koefisien harga yang negatif, jika diperoleh setelah estimasi, konsisten dengan hubungan bersyarat bahwa harga yang lebih tinggi terkait dengan penjualan lebih rendah pada tingkat promosi dan ketersediaan stok yang sama. Akan tetapi, arah tersebut perlu diperiksa terhadap strategi penetapan harga, segmentasi produk, serta kemungkinan harga yang lebih tinggi justru mencerminkan produk premium dengan pola permintaan berbeda.

Masalah penting pada regresi berganda adalah multikolinearitas. Jika belanja promosi meningkat hampir selalu bersamaan dengan jumlah hari stok tersedia, data mungkin tidak menyediakan informasi yang cukup untuk membedakan koefisien keduanya. Model dapat memiliki kemampuan prediksi agregat yang baik, sementara estimasi koefisien individual berubah besar ketika satu observasi atau satu prediktor diubah. Karena itu, ketidakpastian koefisien dan keterkaitan antarprediktor perlu diperiksa, bukan hanya signifikansi statistik. Menghapus variabel semata-mata untuk mengurangi multikolinearitas juga berisiko menimbulkan bias spesifikasi apabila variabel tersebut substantif.

Risiko lain timbul akibat variabel terlewat. Bila lokasi gerai memengaruhi baik tingkat promosi maupun penjualan tetapi tidak dikendalikan, koefisien promosi dapat mencampur hubungan promosi dengan perbedaan daya beli atau lalu lintas pelanggan antarwilayah. Penambahan prediktor dapat mengurangi persoalan tersebut hanya jika variabel yang relevan tersedia dan diukur secara memadai. Regresi tidak dapat secara otomatis mengatasi faktor yang tidak diamati, kesalahan pengukuran, atau pemilihan sampel yang bias.

Tabel 12.3 Contoh Spesifikasi Model Penjualan Ritel

Variabel	Peran	Bentuk ukur	Makna koefisien

Penjualan	Respons	Juta rupiah per bulan	Hasil yang diperkirakan
Harga rata-rata	Prediktor	Ribu rupiah per unit	Perubahan terkait kenaikan harga
Promosi	Prediktor	Juta rupiah per bulan	Perubahan terkait belanja promosi
Stok tersedia	Prediktor	Persentase hari	Perubahan terkait ketersediaan
Kanal daring	Indikator	0 atau 1	Selisih terhadap kanal rujukan

Spesifikasi ini menunjukkan bahwa jenis variabel menentukan cara membaca koefisien: harga dan promosi bersifat numerik, sedangkan kanal daring merupakan kategori yang harus dibandingkan dengan kategori rujukan. Tabel tersebut merupakan rancangan hipotetis, bukan laporan estimasi perusahaan tertentu.

Regresi berganda juga perlu membedakan tujuan penjelasan dari tujuan prediksi. Model yang koefisiennya dapat ditafsirkan secara substantif belum tentu menghasilkan prediksi paling akurat pada data baru. Sebaliknya, model dengan banyak prediktor dapat memperlihatkan kecocokan tinggi pada data yang digunakan untuk estimasi, tetapi gagal saat diterapkan pada periode atau wilayah lain. Penilaian prediksi perlu menguji kinerja pada data yang tidak dipakai untuk membangun model. Dalam studi keputusan penggunaan dompet digital di Tokopedia, kemudahan, kepercayaan, dan promosi dianalisis sebagai beberapa faktor terkait keputusan penggunaan; jenis kajian seperti ini menegaskan perlunya membedakan faktor yang diteliti dari kesimpulan kausal yang lebih kuat (Sanusi dkk., 2025).

Bagi manajemen, model berganda menyediakan cara terstruktur untuk membandingkan penjelasan yang bersaing. Namun, hasil estimasi perlu disertai definisi variabel, cakupan sampel, periode, serta alasan pemilihan prediktor. Koefisien tidak boleh dipahami

sebagai kontribusi universal yang berlaku di semua pasar. Perubahan strategi, komposisi pelanggan, maupun kondisi ekonomi dapat menggeser hubungan yang diestimasi. Dengan demikian, regresi berganda lebih informatif daripada regresi sederhana ketika struktur masalah memang melibatkan beberapa faktor, tetapi keunggulan itu bergantung pada data dan disiplin spesifikasi.

E. Koefisien Determinasi, Uji Model, dan Diagnostik Regresi

Penilaian model regresi tidak dapat disederhanakan menjadi pertanyaan apakah satu koefisien "signifikan". Kecocokan, ketidakpastian estimasi, kesesuaian asumsi, dan kegunaan keputusan merupakan dimensi yang saling melengkapi. Koefisien determinasi, atau R^2, mengukur proporsi variasi respons dalam sampel yang diterangkan oleh model relatif terhadap variasi totalnya. Dalam model dengan intersep, salah satu bentuknya adalah:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(Y_i - \hat{Y}_i\right)^2}{\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \bar{Y})^2}$$

Nilai R^2 yang tinggi menunjukkan kecocokan dalam sampel, bukan bukti bahwa model benar, kausal, atau mampu memprediksi data baru. Nilai itu juga cenderung tidak menurun ketika prediktor baru ditambahkan, bahkan jika variabel baru hanya memberi sedikit informasi substantif. Karena itu, R^2 terkoreksi dapat membantu membandingkan model dengan jumlah prediktor berbeda, tetapi tetap tidak menggantikan pertimbangan teori maupun diagnostik.

Uji model secara keseluruhan dan uji koefisien menjawab pertanyaan berbeda. Uji keseluruhan menilai apakah prediktor dalam model, sebagai kelompok, memberikan informasi yang lebih baik daripada model tanpa prediktor. Uji koefisien parsial menilai

apakah satu koefisien berbeda secara statistik dari nilai acuan, umumnya nol, setelah prediktor lain diperhitungkan. Hasil signifikan tidak serta-merta penting secara bisnis; besaran efek dan ketepatan estimasi tetap perlu ditelaah. Penelitian pemodelan kausal IHSG menggunakan analisis jalur untuk menelaah hubungan langsung dan tidak langsung antara inflasi, suku bunga, dan IHSG, sehingga memperlihatkan bahwa struktur pertanyaan dan jenis efek yang hendak dinilai turut menentukan pilihan pengujian (Hasnawati dkk., 2023).

Diagnostik regresi menilai apakah pola residu sesuai dengan asumsi model dan apakah beberapa observasi memiliki pengaruh yang tidak sebanding. Pemeriksaan visual sering lebih informatif daripada satu indikator tunggal. Plot residu terhadap nilai prediksi dapat menunjukkan ketidaklinearan, varians yang berubah, atau kelompok pengamatan. Plot residu terhadap waktu dapat mengungkap pola berurutan, terutama pada data operasional harian atau bulanan. Histogram residu dan plot kuantil dapat membantu menilai bentuk distribusi, dengan tetap mempertimbangkan bahwa penyimpangan kecil tidak selalu mengubah kesimpulan manajerial.

Tabel 12.4 Ringkasan Evaluasi dan Diagnostik Regresi

Aspek	Indikator atau pemeriksaan	Risiko jika diabaikan
Kecocokan	R^2 dan R^2 terkoreksi	Kecocokan disamakan dengan validitas
Model keseluruhan	Uji statistik simultan	Prediktor dinilai satu per satu saja
Koefisien	Estimasi dan interval ketidakpastian	Besaran efek luput dari perhatian
Linearitas	Plot residu terhadap prediksi	Bentuk hubungan keliru
Varians galat	Pola sebaran residu	Simpangan baku tidak andal
Pengamatan berpengaruh	Ukuran pengaruh dan pemeriksaan data	Koefisien ditentukan titik ekstrem

Tabel tersebut menegaskan bahwa evaluasi model merupakan rangkaian pemeriksaan, bukan satu ambang kelulusan. Kesimpulan yang dapat dipertanggungjawabkan memerlukan pembacaan bersama antara ukuran kecocokan, ketidakpastian, dan perilaku residu.

Pada regresi berganda, multikolinearitas dinilai untuk mengetahui apakah prediktor membawa informasi yang sangat tumpang tindih. Indikator seperti faktor inflasi varians dapat membantu mengenali masalah, tetapi tidak menyediakan batas universal yang otomatis menentukan penghapusan variabel. Keputusan harus mempertimbangkan tujuan analisis: untuk prediksi, tumpang tindih dapat mengurangi kestabilan koefisien tanpa selalu merusak prediksi; untuk penjelasan pengaruh individual, hal yang sama dapat menghambat interpretasi. Pemeriksaan substansi dan struktur pengumpulan data karenanya tidak dapat digantikan oleh indikator diagnostik.

Contoh pada perusahaan distribusi di Indonesia memperlihatkan implikasi praktis. Model yang memprediksi keterlambatan pengiriman berdasarkan jarak, volume pesanan, dan kepadatan rute dapat memperlihatkan residu yang meningkat pada wilayah perkotaan padat. Pola itu memberi petunjuk bahwa hubungan linear atau variabel yang tersedia belum cukup menggambarkan variasi operasional. Menghapus titik-titik kota besar hanya agar asumsi tampak terpenuhi dapat menghilangkan bagian penting dari populasi yang menjadi sasaran keputusan. Tindakan yang lebih dapat dipertanggungjawabkan adalah memeriksa pencatatan, mempertimbangkan prediktor relevan, lalu menguji apakah bentuk model alternatif memberi hasil yang lebih masuk akal.

Pencilan perlu dibedakan dari pengamatan berpengaruh. Pencilan mempunyai nilai respons atau prediktor yang tidak biasa; pengamatan berpengaruh adalah titik yang dapat mengubah

estimasi secara substansial. Suatu titik dapat menjadi keduanya, salah satunya, atau bukan keduanya. Pemeriksaan data mentah perlu mendahului keputusan untuk menghapus pengamatan. Kesalahan input, transaksi luar biasa yang valid, dan perubahan proses bisnis memiliki makna berbeda. Bila pengamatan mencerminkan kejadian nyata—misalnya lonjakan permintaan menjelang hari raya—menghapusnya dapat mengurangi relevansi model bagi perencanaan periode serupa.

Keluaran perangkat lunak statistik memudahkan estimasi dan penyajian diagnostik, tetapi interpretasi tidak otomatis mengikuti nilai yang tercetak. Buku mengenai pengolahan data dengan SPSS dapat menjadi rujukan untuk memahami alur kerja dan keluaran analisis, sedangkan penilaian substantif harus tetap mengacu pada konteks dan rancangan data (Setiawan, 2025). Ukuran signifikansi, misalnya, sensitif terhadap ukuran sampel; sampel besar dapat menghasilkan bukti statistik untuk efek yang kecil secara praktis. Sebaliknya, efek yang relevan bagi organisasi mungkin belum terdeteksi dalam sampel kecil. Karena itu, besaran koefisien, rentang ketidakpastian, dan konsekuensi keputusan perlu dibaca bersama.

Diagnostik bukan ritual untuk memperoleh model yang tampak sempurna. Ia berfungsi mengidentifikasi batas inferensi dan sumber risiko keputusan. Bila asumsi tertentu tidak memadai, respons analitis dapat berupa perbaikan spesifikasi, transformasi variabel, penggunaan galat baku yang sesuai, atau pembatasan klaim. Pilihan tersebut bergantung pada persoalan yang ditemukan dan tidak boleh ditentukan hanya untuk menghasilkan hasil yang diinginkan. Model yang transparan mengenai keterbatasannya lebih berguna bagi manajemen daripada model dengan angka kecocokan tinggi tetapi proses validasinya tidak jelas.

F. Prediksi Penjualan, Permintaan, dan Kinerja Bisnis

Prediksi bisnis menggunakan informasi yang tersedia untuk memperkirakan hasil yang belum diketahui, baik untuk periode mendatang maupun unit operasional yang belum diamati. Regresi dapat berperan ketika respons diperkirakan berhubungan dengan prediktor seperti harga, promosi, lokasi, atau kapasitas. Namun, keluaran model adalah prediksi bersyarat pada data dan spesifikasi, bukan kepastian. Untuk keputusan yang sensitif terhadap kesalahan, manajemen perlu menilai bukan hanya nilai prediksi, melainkan juga rentang ketidakpastian, biaya kesalahan, serta perubahan keadaan yang mungkin membuat hubungan historis tidak lagi berlaku.

Dalam prediksi penjualan, model dapat menghubungkan omzet dengan faktor yang dapat diamati, seperti promosi, jumlah transaksi, ketersediaan produk, atau karakteristik gerai. Prediksi permintaan dapat membantu perencanaan persediaan, tetapi permintaan aktual yang tercatat sering kali dibatasi oleh stok. Ketika barang habis, penjualan yang diamati dapat lebih rendah daripada permintaan yang sebenarnya. Jika regresi memperlakukan penjualan tercatat sebagai ukuran sempurna atas permintaan, model berisiko belajar bahwa produk yang sering kehabisan stok justru kurang diminati. Pengetahuan tentang proses bisnis diperlukan untuk membedakan keterbatasan pasokan dari rendahnya minat pelanggan.

Perencanaan berbasis anggaran dan sumber daya memberikan konteks penting bagi penggunaan prediksi. Kajian mengenai perencanaan dan penganggaran bisnis menempatkan anggaran sebagai perangkat untuk menghubungkan sumber daya dengan sasaran organisasi. Dalam konteks tersebut, prediksi bukan pengganti keputusan alokasi, melainkan masukan yang membantu membandingkan kebutuhan dengan kapasitas dan batas anggaran

(Nirwana, 2020). Manajer tetap perlu menilai apakah tindakan yang disarankan oleh prediksi layak secara operasional dan konsisten dengan prioritas strategis.

Validasi prediksi harus mencerminkan cara model akan digunakan. Jika tujuan model adalah memperkirakan penjualan bulan depan, pengujian yang paling relevan menggunakan pemisahan waktu: model dibangun dari periode terdahulu dan diuji pada periode setelahnya. Memisahkan data secara acak dapat mencampurkan informasi masa depan ke dalam proses pengujian ketika ada pola waktu, sehingga memberi kesan kinerja yang lebih baik daripada yang dapat dicapai dalam penggunaan nyata. Bab 13 membahas metode peramalan data runtun waktu secara lebih khusus; regresi di sini berfungsi sebagai kerangka untuk mengaitkan hasil dengan faktor penjelas, bukan sebagai pengganti seluruh metode runtun waktu.

Perbandingan metode perlu berangkat dari tolok ukur yang konsisten. Kajian prediksi harga bahan pokok di Jawa Timur membandingkan pendekatan statistik, termasuk regresi linear, dengan sejumlah metode pembelajaran mesin. Perbandingan tersebut menunjukkan relevansi mengevaluasi metode berdasarkan kinerja pada persoalan dan data yang sama, bukan menganggap satu keluarga model selalu unggul (Dzulfiqar, 2025). Dalam konteks keputusan, ukuran galat juga perlu ditafsirkan menurut skala bisnis: galat nominal besar pada produk beromzet tinggi dapat lebih penting daripada galat persentase pada barang bernilai rendah, sementara ukuran persentase dapat bermasalah ketika nilai aktual mendekati nol.

Tabel 12.5 Contoh Penggunaan Prediksi pada Operasi Bisnis

Keputusan	Respons yang diprediksi	Prediktor potensial	Konsekuensi galat
Alokasi stok	Permintaan unit	Promosi, harga, musim	Stok berlebih atau habis

Anggaran penjualan	Omzet bulanan	Kanal, harga, wilayah	Target tidak realistis
Penjadwalan kerja	Volume pesanan	Hari, kampanye, tren	Tenaga kerja kurang atau berlebih
Evaluasi gerai	Penjualan per gerai	Lokasi, luas, jam operasi	Perbandingan tidak setara
Perencanaan pasokan	Kebutuhan produk	Pesanan, stok, waktu kirim	Gangguan layanan

Tabel ini menghubungkan keluaran prediksi dengan keputusan dan biaya kesalahan, sehingga model dinilai berdasarkan kegunaannya dalam proses kerja. Prediktor yang tercantum merupakan kandidat untuk diuji, bukan daftar variabel yang otomatis sesuai bagi semua organisasi.

Konteks gudang perdagangan elektronik Indonesia memperlihatkan hubungan antara prediksi dan keputusan operasional. Prediksi jumlah pesanan dapat digunakan untuk menyiapkan tenaga kerja, area pengemasan, dan jadwal pengiriman. Akan tetapi, promosi besar yang berlangsung singkat dapat mengubah pola permintaan secara tajam, sementara keterlambatan pasokan atau kendala kurir dapat memengaruhi pemenuhan pesanan. Model yang menggunakan penjualan historis saja mungkin gagal menangkap lonjakan tersebut. Karena itu, prediksi harus ditautkan pada kalender kampanye, ketersediaan stok, serta batas kapasitas gudang bila informasi tersebut tersedia dan terukur.

Aktivitas gudang merupakan wujud praktis dari pemanfaatan prediksi: estimasi jumlah pesanan perlu diterjemahkan menjadi kesiapan pengambilan barang, pengemasan, dan pengiriman. Gambar berikut menempatkan analitika dalam lingkungan operasional tempat keputusan kapasitas dan alokasi kerja dijalankan.



Gambar 12.1 Prediksi Pesanan Gudang. Sumber: Ilustrasi, diolah penulis

Adegan tersebut menunjukkan bahwa prediksi memperoleh nilai manajerial ketika terhubung dengan proses kerja yang konkret, bukan sekadar tampil sebagai angka pada laporan. Kesiapan operasional tetap perlu disesuaikan dengan ketidakpastian permintaan dan kendala pemenuhan pesanan.

Pemantauan kinerja prediksi setelah penerapan diperlukan karena hubungan bisnis dapat berubah. Pergeseran preferensi pelanggan, perubahan harga, pembukaan kanal baru, atau gangguan rantai pasok dapat menyebabkan pola yang dipelajari dari data lama tidak lagi relevan. Kajian metode runtun waktu untuk pengangguran Indonesia, misalnya, membandingkan ARIMA dan Holt-Winters untuk kebutuhan peramalan; konteksnya berbeda dari regresi penjelas, tetapi menggarisbawahi bahwa pilihan metode harus sejalan dengan struktur data dan tujuan ramalan (Sulaiman & Juarna, 2021). Kajian hibrida yang menggabungkan regresi runtun waktu dan ARIMA juga menempatkan kombinasi metode sebagai salah satu kemungkinan ketika satu pendekatan tidak memadai (Arumsari & Dani, 2021).

Prediksi kinerja bisnis menghadapi tantangan tambahan karena ukuran kinerja sering dibentuk oleh keputusan organisasi.

Produktivitas, misalnya, dapat berubah karena perubahan target, komposisi tugas, atau cara pencatatan, bukan hanya karena perubahan kemampuan pegawai. Kajian beban kerja pegawai dengan metode *full time equivalent* menunjukkan bahwa pengukuran kapasitas kerja dapat mendukung penataan kebutuhan tenaga kerja. Namun, ukuran beban kerja itu tidak dengan sendirinya dapat dipertukarkan dengan hasil prediksi kinerja; definisi dan tujuan ukuran harus tetap dibedakan (Injavira & Hasanah, 2022). Model yang memprediksi suatu indikator kinerja juga perlu menghindari penggunaan variabel yang merupakan konsekuensi langsung dari hasil yang hendak diprediksi, karena hal tersebut dapat membocorkan informasi dan menghasilkan evaluasi yang terlalu optimistis.

Implikasi praktisnya, prediksi sebaiknya disajikan bersama skenario dan batas penggunaan. Satu nilai ramalan dapat tampak presisi padahal dibangun dari data yang tidak mencakup perubahan pasar atau kejadian luar biasa. Manajer dapat membandingkan skenario dasar dengan skenario permintaan lebih tinggi atau lebih rendah, lalu menilai konsekuensi biaya dan layanan. Dalam keputusan persediaan, biaya kehabisan barang mungkin berbeda dari biaya menyimpan stok berlebih; karena itu, pilihan tindakan tidak semata-mata mengikuti ramalan titik, tetapi juga mempertimbangkan risiko relatif dari dua jenis kesalahan.

Evaluasi yang baik pada akhirnya menghubungkan akurasi dengan keputusan. Model dengan galat lebih kecil belum tentu lebih bermanfaat jika membutuhkan data yang terlambat tersedia, sulit dijelaskan, atau tidak kompatibel dengan proses organisasi. Sebaliknya, model yang lebih sederhana dapat lebih berguna jika cukup akurat, mudah dipantau, dan mendukung tindakan yang dapat dijalankan. Argumen ini sejalan dengan pendekatan perencanaan bisnis yang mengaitkan proyeksi dengan kapasitas sumber daya dan keputusan anggaran: prediksi merupakan

masukan terstruktur bagi pertimbangan manajerial, bukan keputusan yang berdiri sendiri (Nirwana, 2020).

BAB 13
ANALISIS DATA TIME SERIES DAN PERAMALAN

A. Pendahuluan

Keputusan manajerial dalam penjualan, pengadaan, kapasitas, dan keuangan bergantung pada kemampuan membaca perubahan dari waktu ke waktu. Data transaksi digital, sensor, serta catatan operasional kini tersedia dengan frekuensi dan volume yang semakin besar, tetapi kelimpahan data tidak otomatis menghasilkan keputusan yang lebih baik. Pengamatan yang berurutan memiliki ketergantungan temporal: nilai hari ini dapat dipengaruhi oleh pola kemarin, musim tertentu, maupun kejadian luar biasa. Jika struktur tersebut diabaikan, ringkasan statistik yang tampak meyakinkan dapat menghasilkan proyeksi yang bias dan alokasi sumber daya yang keliru. Perkembangan analitika bisnis juga menggeser peramalan dari praktik intuitif menuju proses yang dapat diuji, dibandingkan, dan diperbarui. Namun, penerapan model sering kali terhambat oleh pemahaman yang terbatas mengenai komponen deret waktu serta penggunaan ukuran akurasi tanpa mempertimbangkan konteks keputusan. Kajian dalam bab ini menelusuri persoalan tersebut dengan menempatkan peramalan sebagai penghubung antara bukti historis dan tindakan manajerial, bukan sekadar upaya memperpanjang pola masa lalu.

Uraian dimulai dengan konsep data time series dan karakteristik pengamatannya, lalu mengkaji tren, pola musiman, siklus, serta fluktuasi acak sebagai unsur yang membentuk variasi temporal. Kerangka ini menjadi dasar untuk menelaah moving average dan exponential smoothing, dua pendekatan yang membantu merangkum pola historis sekaligus menghasilkan estimasi ke depan. Tinjauan ini mengungkap bahwa pemilihan metode tidak

dapat dilepaskan dari evaluasi akurasi: kesalahan ramalan perlu diukur dan ditafsirkan sesuai horizon, karakter data, serta konsekuensi keputusan. Pembahasan kemudian mengaitkan metode dan evaluasi tersebut dengan peramalan penjualan, pengendalian persediaan, dan perencanaan bisnis. Dalam keseluruhan buku tentang statistik dan analitika data untuk manajemen, bab ini memperlihatkan bagaimana penalaran kuantitatif mendukung keputusan di bawah ketidakpastian, sekaligus mengingatkan bahwa ramalan merupakan estimasi yang harus ditinjau secara berkala. Urgensinya kian nyata ketika perubahan permintaan, gangguan rantai pasok, dan dinamika pasar menuntut organisasi menyesuaikan rencana tanpa kehilangan disiplin analitis. Landasan pertama untuk menilai pola dan memilih metode yang tepat ialah memahami konsep serta komponen data time series.

B. Konsep dan Komponen Data Time Series

Data runtun waktu menempatkan urutan pengamatan sebagai bagian dari informasi, bukan sekadar cara menyusun baris dalam tabel. Berbeda dari data potong lintang yang membandingkan banyak unit pada suatu waktu, data runtun waktu merekam satu atau lebih variabel secara berurutan sehingga perubahan, persistensi, dan keterkaitan antarperiode dapat dianalisis. Konsekuensinya, dua kumpulan angka dengan nilai yang sama dapat menyampaikan informasi berbeda apabila urutan waktunya berbeda. Dalam keputusan manajerial, urutan ini membantu menjelaskan apakah perubahan penjualan merupakan pergeseran sesaat atau bagian dari pola yang lebih menetap. Kajian peramalan pada data ekonomi dan operasional memperlihatkan bahwa struktur temporal menjadi landasan pemilihan metode; pendekatan yang tepat untuk satu pola belum tentu sesuai bagi pola lain (Arumsari, 2021; Amalia, 2021).

Secara formal, suatu data runtun waktu dapat dinyatakan sebagai pengamatan Y_t pada waktu t, dengan indeks yang menunjukkan urutan periode. Indeks tersebut dapat berupa hari, minggu, bulan, kuartal, atau tahun, bergantung pada proses yang dicatat dan keputusan yang hendak didukung. Nilai Y_t dapat berupa jumlah unit terjual, saldo persediaan, tingkat inflasi, arus kas, atau tinggi muka air. Penelitian prediksi tinggi muka air waduk, misalnya, memperlihatkan bahwa pencatatan berurutan relevan untuk memperkirakan ketersediaan sumber daya yang berubah dari waktu ke waktu (Zakaria dkk., 2021). Namun, data yang dicatat pada frekuensi berbeda tidak dapat langsung diperlakukan setara: data harian dapat memuat variasi operasi yang tidak tampak dalam data bulanan, sementara agregasi bulanan dapat mengaburkan lonjakan harian yang menentukan kebutuhan kapasitas.

Keteraturan interval pengamatan merupakan salah satu syarat praktis yang perlu ditelaah sebelum pemodelan. Jika transaksi dicatat berdasarkan tanggal aktual, jarak antarobservasi dapat berubah-ubah; jika kemudian data diagregasi menjadi mingguan atau bulanan, definisi periode harus diterapkan secara konsisten. Hari libur, perubahan jam operasional, dan perbedaan jumlah hari dalam bulan dapat memengaruhi interpretasi total penjualan. Perbedaan tersebut bukan selalu kesalahan pencatatan, tetapi dapat menimbulkan perbandingan yang menyesatkan apabila angka agregat dibaca tanpa mempertimbangkan panjang periode. Dengan demikian, kualitas indeks waktu sama pentingnya dengan kualitas nilai pengamatan: tanggal ganda, jeda pencatatan, perubahan satuan, atau revisi data dapat membentuk pola semu.

Data runtun waktu juga dapat bersifat univariat atau multivariat. Dalam bentuk univariat, perhatian diarahkan pada riwayat satu variabel, misalnya penjualan bulanan suatu produk. Dalam bentuk multivariat, sejumlah variabel dicatat berurutan untuk menelaah keterkaitan temporal, seperti penjualan, harga,

promosi, dan persediaan. Benchmarking model transformer pada data multivariat menunjukkan bahwa variasi arsitektur dapat menghasilkan pertukaran antara kinerja ramalan dan kebutuhan komputasi, sehingga kompleksitas metode tidak otomatis menjadi keunggulan manajerial (Raja & Edwin, 2025). Dalam praktik, penambahan variabel penjelas juga menuntut pemeriksaan apakah informasi tersebut tersedia pada saat ramalan dibuat. Memasukkan nilai promosi aktual yang baru diketahui setelah periode berjalan, misalnya, dapat menghasilkan evaluasi yang terlalu optimistis.

Pembedaan lain menyangkut sifat observasi dan mekanisme pembentukannya. Data transaksi dapat bersifat kontinu dalam waktu, tetapi disimpan pada interval diskret; jumlah penjualan, sebaliknya, merupakan hitungan yang terkumpul selama periode tertentu. Frekuensi pengamatan perlu sejalan dengan kecepatan keputusan. Peramalan kebutuhan stok untuk pemesanan rutin mungkin memerlukan agregasi mingguan, sementara pengendalian barang cepat rusak dapat memerlukan data harian. Studi sistem peramalan stok produk bangunan menempatkan data historis sebagai masukan bagi dukungan keputusan persediaan dan membandingkan metode pemulusan dengan rata-rata bergerak (Putra dkk., 2026). Temuan tersebut menggarisbawahi bahwa tujuan operasional menentukan resolusi waktu yang berguna; frekuensi yang terlalu rendah dapat menutupi kebutuhan, sedangkan frekuensi berlebihan menambah derau dan beban pemrosesan.

Satu pengamatan ekstrem perlu dibedakan dari perubahan struktural. Lonjakan transaksi dapat berasal dari promosi, gangguan pasokan, kesalahan input, atau perubahan nyata dalam perilaku pelanggan. Menghapus nilai ekstrem secara otomatis berisiko menyingkirkan informasi penting, sedangkan membiarkannya tanpa pemeriksaan dapat menggeser taksiran pola. Karena itu, penelaahan urutan waktu perlu dikaitkan dengan catatan

operasional, kalender promosi, perubahan harga, dan kejadian eksternal. Penelitian mengenai peramalan impor serta indikator ekonomi menunjukkan bahwa data ekonomi dapat berfluktuasi dan tidak selalu dapat dijelaskan oleh pola linear sederhana; perbandingan model juga perlu mempertimbangkan karakter respons yang diramalkan (Mukhtiar & Andayani, 2025; Hasnawati dkk., 2023). Hubungan temporal yang tampak pada grafik tetap tidak dengan sendirinya membuktikan hubungan sebab-akibat.

Untuk memperjelas perbedaan antara pencatatan nilai dan interpretasi urutannya, tabel berikut menyajikan ilustrasi penjualan bulanan sebuah toko di Bandung. Angka ini bersifat hipotetis dan digunakan untuk menunjukkan bahwa perubahan nilai baru bermakna setelah ditempatkan dalam periode serta konteks operasionalnya.

Tabel 13.1 Ilustrasi Penjualan Bulanan Toko di Bandung

Bulan	Penjualan (unit)	Promosi	Catatan operasional
Januari	420	Tidak	Operasi normal
Februari	405	Tidak	Operasi normal
Maret	460	Ya	Kampanye akhir kuartal
April	438	Tidak	Pasokan terlambat
Mei	475	Ya	Produk baru tersedia
Juni	490	Ya	Permintaan meningkat

Tabel tersebut memperlihatkan bahwa nilai penjualan saja belum cukup untuk menilai pola; promosi dan keterlambatan pasokan merupakan konteks yang mungkin menjelaskan pergerakan. Tanpa informasi pendamping, model dapat menganggap setiap kenaikan sebagai kecenderungan yang akan berlanjut.

Data runtun waktu pada akhirnya perlu diperlakukan sebagai rekaman proses yang berkembang, bukan sebagai rangkaian angka yang bebas konteks. Literatur tentang model hibrida menunjukkan bahwa peramalan dapat menggabungkan pendekatan untuk menangkap karakteristik data yang berbeda, tetapi peningkatan kompleksitas hanya berguna apabila pola dasar telah dikenali dan evaluasi dilakukan secara tepat (Arumsari, 2021). Untuk analisis manajerial, dokumentasi definisi variabel, satuan, interval, sumber, dan revisi data membuat hasil dapat ditelusuri. Landasan tersebut menghubungkan eksplorasi data pada bab terdahulu dengan analisis temporal dalam bab ini. Setelah struktur pengamatan dipastikan, pertanyaan berikutnya ialah komponen apa yang membentuk perubahan yang terlihat dari satu periode ke periode lain.

C. Tren, Musiman, Siklus, dan Fluktuasi Acak

Perubahan dalam data runtun waktu dapat mencerminkan lebih dari satu mekanisme. Tren menunjukkan arah umum jangka panjang; pola musiman berulang pada interval yang relatif tetap; siklus menggambarkan gelombang yang durasinya tidak harus tetap; sedangkan fluktuasi acak merangkum variasi yang tidak dapat dijelaskan secara memadai oleh komponen-komponen tersebut. Pembedaan ini bersifat analitis, bukan sekadar klasifikasi visual, karena setiap komponen mengandung implikasi berbeda bagi keputusan. Tren yang berlanjut dapat menuntut penyesuaian kapasitas, sedangkan kenaikan musiman yang berulang dapat ditangani melalui pengadaan terencana. Kajian peramalan pengangguran dengan Holt-Winters dan ARIMA memperlihatkan bahwa metode dipilih dengan memperhatikan struktur data yang diramalkan, bukan hanya karena ketersediaan algoritma (Sulaiman & Juarna, 2021).

Tren merupakan gerak umum data dalam horizon yang relatif panjang. Tren naik dapat timbul karena pertumbuhan pasar,

perluasan jaringan distribusi, perubahan daya beli, atau peningkatan kapasitas perusahaan; tren turun dapat berkaitan dengan substitusi produk, perubahan preferensi, atau penyusutan pasar. Tren tidak harus berupa garis lurus. Laju pertumbuhan dapat melambat, mempercepat, atau berbalik setelah perubahan lingkungan. Karena itu, menarik garis lurus melalui beberapa pengamatan terakhir lalu mengekstrapolasikannya tanpa pemeriksaan dapat menyamakan dinamika sementara dengan pertumbuhan berkelanjutan. Penelitian mengenai konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi Indonesia menggunakan data lintas tahun untuk menelaah pola jangka pendek maupun jangka panjang, mengingatkan bahwa horizon analisis menentukan jenis pergerakan yang dapat ditafsirkan (Nurdin & Fuady, 2021).

Pola musiman muncul ketika perubahan berulang dalam periode yang dapat dikenali, misalnya hari dalam minggu, bulan dalam tahun, atau masa perayaan. Musiman berkaitan dengan kalender dan pola aktivitas berulang, tetapi besar efeknya dapat berubah dari tahun ke tahun. Penjualan pakaian di Pekalongan, misalnya, dapat meningkat menjelang hari raya, sementara penjualan perlengkapan sekolah di berbagai kota dapat mengikuti kalender tahun ajaran. Kenaikan tersebut tidak dengan sendirinya menunjukkan pertumbuhan jangka panjang. Data inflasi dan arus uang yang dianalisis pada skala bulanan menunjukkan pentingnya mempertimbangkan struktur berkala serta faktor ekonomi ketika menafsirkan pergerakan dari satu periode ke periode lain (Sari & Herlina, 2025; Amalia dkk., 2021). Apabila efek kalender tidak dipisahkan, organisasi dapat menganggap permintaan musiman sebagai kebutuhan permanen lalu menanggung persediaan berlebih setelah periode puncak berlalu.

Siklus berbeda dari musiman karena panjang dan amplitudonya tidak selalu tetap. Siklus ekonomi, misalnya, dapat berkaitan dengan perubahan aktivitas usaha yang berlangsung selama

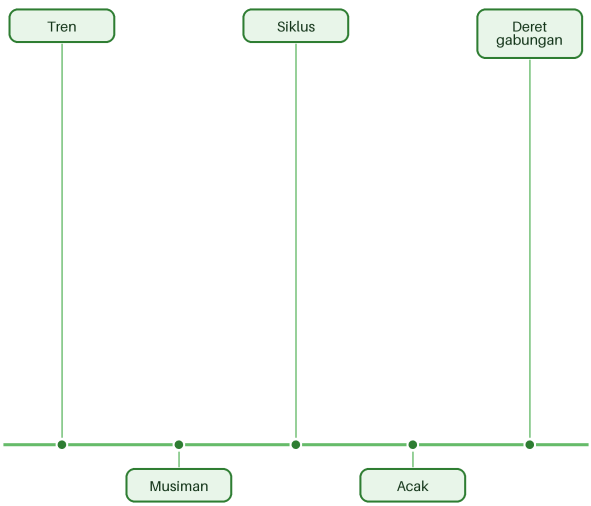
beberapa tahun dan dipengaruhi banyak faktor. Siklus tidak dapat disimpulkan hanya dari dua titik puncak yang berdekatan; diperlukan rentang historis yang memadai dan pengetahuan kontekstual untuk membedakannya dari tren atau kejadian temporer. Analisis makroekonomi yang memanfaatkan data historis menggarisbawahi bahwa interpretasi perubahan ekonomi perlu memerhatikan keterkaitan antarvariabel serta horizon pengamatan (Nazamuddin, 2020). Bagi perusahaan, penurunan permintaan dapat merupakan fase siklus, tetapi dapat pula menandai perubahan struktural pasar. Kesalahan membedakan keduanya berimplikasi pada skala respons: penundaan investasi sementara tidak setara dengan restrukturisasi usaha akibat penurunan permanen.

Fluktuasi acak mencakup variasi yang tidak dapat diterangkan secara konsisten oleh tren, musiman, atau siklus yang telah dikenali. Istilah "acak" tidak berarti bahwa setiap nilai sama sekali tanpa sebab. Gangguan cuaca, keterlambatan pemasok, kejadian lokal, atau kesalahan pencatatan dapat menghasilkan perubahan yang tampak tidak berulang. Peramalan tingkat impor dan harga bahan pokok menunjukkan bahwa perubahan ekonomi dapat memuat pola kompleks, termasuk unsur yang tidak tertangkap oleh pendekatan sederhana (Mukhtiar & Andayani, 2025; Dzulfiqar, 2025). Karena itu, fluktuasi sebaiknya menjadi alasan untuk menguji kualitas data dan kejadian kontekstual, bukan dalih untuk mengabaikan observasi yang tidak sesuai ekspektasi.

Empat komponen tersebut dapat saling bertumpang tindih. Salah satu cara konseptual untuk menyatakan hubungan itu adalah model aditif, $Y_t = T_t + S_t + C_t + I_t$, dengan T_t sebagai tren, S_t sebagai musiman, C_t sebagai siklus, dan I_t sebagai komponen tidak teratur. Jika variasi musiman meningkat sebanding dengan tingkat data, model multiplikatif, $Y_t = T_t \times S_t \times C_t \times I_t$, dapat lebih masuk akal, sepanjang variabel bernilai positif. Kedua bentuk ini

merupakan kerangka penguraian, bukan jaminan bahwa komponen dapat diidentifikasi secara sempurna. Penelitian yang membandingkan model peramalan untuk data inflasi dan pengangguran menunjukkan adanya kebutuhan menyesuaikan pendekatan dengan karakter deret yang diamati (Sari & Herlina, 2025; Sulaiman & Juarna, 2021).

Komponen-komponen tersebut dapat diringkas secara visual untuk menegaskan bahwa pola gabungan merupakan hasil interaksi beberapa jenis variasi. Gambar berikut menyajikan skema konseptual, bukan data empiris atau ramalan untuk perusahaan tertentu.



Gambar 13.1 Komponen Pola Data Berkala. Sumber: Diolah penulis

Gambar tersebut menegaskan bahwa deret gabungan tidak selalu memperlihatkan setiap komponen secara terpisah. Pembacaan pola perlu mempertimbangkan skala waktu, informasi kalender, serta kejadian yang menyertai perubahan.

Dalam praktik, pemisahan komponen menuntut kehati-hatian terhadap perubahan struktural. Pandemi, perubahan saluran

penjualan, kebijakan harga, atau masuknya pesaing dapat mengubah proses pembentuk data sehingga pola historis tidak lagi berulang. Perusahaan yang hanya mengidentifikasi musim dari data sebelum perubahan besar berisiko menggunakan kalender permintaan yang sudah tidak berlaku. Analisis nilai impor Indonesia, misalnya, membandingkan pendekatan hibrida untuk menangani karakter data yang mungkin melibatkan hubungan nonlinear; hasil semacam ini memperkuat argumen bahwa pola sederhana tidak selalu mewakili seluruh dinamika (Mukhtiar & Andayani, 2025). Penilaian manajerial karenanya perlu menyertakan pengetahuan bisnis dan pemeriksaan perubahan proses, bukan hanya penghalusan kurva.

Pembedaan komponen memberi dasar untuk memilih metode peramalan, tetapi tidak menghilangkan ketidakpastian. Tren yang stabil dapat diringkas dengan metode sederhana, sedangkan pola musiman menuntut perhatian pada periode berulang. Siklus dan gangguan yang berubah-ubah menimbulkan tantangan lebih besar karena pengulangannya tidak dapat diasumsikan tetap. Dalam konteks ekonomi Indonesia, perubahan harga bahan pokok dapat menggabungkan kecenderungan umum dengan lonjakan karena kondisi pasokan dan permintaan (Dzulfiqar, 2025). Kesimpulan analitisnya ialah bahwa identifikasi komponen berfungsi untuk membatasi klaim ramalan: pola masa lalu memberi bukti mengenai perilaku yang pernah terjadi, tetapi tidak membuktikan bahwa kondisi pembentuknya akan tetap sama pada masa mendatang.

D. Moving Average dan Exponential Smoothing

Moving average dan exponential smoothing merangkum informasi historis untuk menghasilkan ramalan dengan menekankan pengamatan masa lalu secara berbeda. Keduanya berguna ketika organisasi membutuhkan pendekatan yang relatif transparan dan dapat diperbarui berkala, tetapi tidak setara dalam respons terhadap perubahan. Moving average memberikan bobot

sama kepada sejumlah pengamatan terakhir, sedangkan exponential smoothing memberi bobot lebih besar pada pengamatan terbaru dan bobot yang makin kecil pada pengamatan terdahulu. Perbandingan kedua metode untuk kebutuhan stok produk bangunan menunjukkan relevansi pilihan metode sederhana dalam sistem pendukung keputusan persediaan (Putra dkk., 2026). Argumen utamanya bukan bahwa salah satu metode selalu unggul, melainkan bahwa bentuk pembobotan harus selaras dengan kestabilan data dan biaya kesalahan ramalan.

Untuk moving average sederhana dengan jendela sepanjang k, ramalan satu periode ke depan dapat ditulis sebagai rata-rata k nilai aktual terakhir:

$$\hat{Y}_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + \cdots + Y_{t-k+1}}{k}$$

Nilai k menentukan seberapa besar riwayat yang masuk ke perhitungan. Jendela pendek lebih cepat mengikuti perubahan terbaru, tetapi lebih terpengaruh fluktuasi acak. Jendela panjang menghasilkan ramalan yang lebih halus, tetapi dapat tertinggal ketika permintaan berubah. Untuk penjualan harian di pasar tradisional Jakarta, misalnya, organisasi dapat membandingkan rata-rata tiga hari dan tujuh hari sebelum menentukan pemesanan; pemilihan jendela sebaiknya diuji berdasarkan data historis dan akibat kekurangan stok, bukan ditetapkan semata-mata karena mudah dihitung.

Exponential smoothing tunggal menggunakan ramalan periode sebelumnya dan galat periode tersebut untuk memperbarui estimasi. Bentuk dasarnya ialah:

$$\hat{Y}_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha)\hat{Y}_t$$

Parameter α berada di antara nol dan satu. Nilai yang lebih besar membuat ramalan lebih responsif terhadap pengamatan terakhir; nilai yang lebih kecil mempertahankan pengaruh ramalan sebelumnya dengan lebih kuat. Pemilihan parameter tidak seharusnya dilakukan berdasarkan satu periode yang kebetulan sesuai. Studi peramalan stok membandingkan single exponential smoothing dengan optimasi parameter alpha dan single moving average, yang secara langsung menempatkan penentuan parameter dan panjang jendela sebagai bagian dari pengujian kinerja (Putra dkk., 2026). Implikasinya, parameter perlu ditetapkan melalui prosedur evaluasi yang terpisah dari periode yang digunakan untuk menilai hasil akhir.

Kedua metode mempunyai batasan ketika tren atau musim menjadi menonjol. Moving average sederhana dan exponential smoothing tunggal terutama sesuai untuk data tanpa tren atau pola musiman yang kuat. Jika penjualan toko di Surabaya terus meningkat, pemulusan tunggal dapat tertinggal karena ramalan tidak mengakomodasi arah perubahan secara eksplisit. Holt memperluas pemulusan dengan komponen tren, sedangkan Holt-Winters menambahkan komponen musiman. Penerapan Holt-Winters dan ARIMA pada peramalan pengangguran Indonesia menunjukkan penggunaan metode yang berbeda untuk struktur data yang berlainan (Sulaiman & Juarna, 2021). Pemilihan model lanjutan tidak berarti setiap deret harus memakai metode lebih kompleks; kompleksitas baru beralasan bila pola yang hendak ditangkap teridentifikasi dan memberi perbaikan pada evaluasi di luar sampel.

Contoh ilustratif berikut menunjukkan perbedaan pembaruan dasar. Misalkan penjualan sebuah kios bahan bangunan di Yogyakarta selama tiga periode terakhir adalah 40, 50, dan 60 unit. Dengan jendela tiga periode, moving average menghasilkan ramalan 50 unit. Jika ramalan sebelumnya 45 unit dan $\alpha = 0{,}5$,

exponential smoothing setelah pengamatan aktual 60 unit menghasilkan estimasi 52,5 unit. Kedua nilai tersebut tidak boleh dibaca sebagai kebenaran masa depan; perbedaannya mencerminkan informasi dan bobot yang digunakan. Jika peningkatan berasal dari promosi satu kali, estimasi yang sangat responsif berpotensi melebihkan permintaan reguler, sementara rata-rata yang lambat dapat meremehkan perubahan pasar yang nyata.

Penerapan yang dapat diandalkan juga bergantung pada definisi pembaruan. Dalam sistem persediaan, ramalan dapat diperbarui setiap hari setelah transaksi ditutup atau setiap minggu setelah data direkonsiliasi. Perubahan frekuensi pencatatan tanpa penyesuaian metode dapat mengubah makna jendela, misalnya rata-rata tujuh pengamatan yang sebelumnya mewakili seminggu menjadi tujuh bulan. Catatan tentang ketersediaan barang perlu diperiksa karena penjualan tercatat bukan selalu permintaan aktual: ketika barang habis, transaksi yang tidak terjadi tidak tercermin dalam data. Sistem stok yang menggabungkan metode peramalan dengan pencatatan persediaan dapat membantu keputusan, tetapi tetap memerlukan data operasional yang cukup untuk membedakan permintaan rendah dari keterbatasan pasokan (Putra dkk., 2026).

Metode sederhana juga mempunyai kelebihan tata kelola. Parameter dan hasilnya relatif mudah ditelusuri oleh pengelola toko atau tim pengadaan, dan perubahan ramalan dapat dibandingkan dengan nilai aktual. Transparansi tersebut mendukung diskusi mengenai alasan keputusan, khususnya ketika ramalan memicu pembelian atau penambahan kapasitas. Namun, kemudahan implementasi tidak boleh disamakan dengan keandalan otomatis. Penelitian peramalan harga bahan pokok membandingkan metode statistik dengan machine learning dan memperlihatkan bahwa pembandingan metode merupakan bagian

dari penilaian, bukan pengandaian bahwa algoritma yang populer pasti lebih akurat (Dzulfiqar, 2025). Organisasi dapat memulai dengan model sederhana sebagai tolok ukur, lalu mengadopsi metode lebih rumit hanya jika peningkatan akurasi tervalidasi sepadan dengan biaya pemeliharaan.

Keputusan antara moving average dan exponential smoothing pada akhirnya menyangkut kompromi antara kestabilan dan kepekaan. Data yang relatif stabil dapat memperoleh manfaat dari penghalusan, sementara perubahan cepat menuntut respons lebih tinggi dengan risiko menangkap gangguan sesaat. Parameter atau jendela yang dipilih perlu diperiksa ulang ketika proses bisnis, kalender, kanal, atau kondisi pasar berubah. Perbandingan empiris metode stok memberikan dasar untuk mengevaluasi pilihan dalam konteks operasional tertentu, tetapi hasil satu kasus tidak otomatis berlaku untuk semua produk dan organisasi (Putra dkk., 2026). Oleh karena itu, metode harus dinilai melalui kesalahan ramalan pada periode yang tidak digunakan untuk membangun atau menyetel model.

E. Evaluasi Akurasi Model Peramalan

Model peramalan tidak dapat dinilai hanya dari kesesuaian terhadap data yang dipakai membentuknya. Evaluasi akurasi menelaah selisih antara nilai aktual dan ramalan pada periode yang dapat dibandingkan, dengan memperhatikan horizon dan tujuan keputusan. Kesalahan kecil pada penjualan barang bernilai rendah mungkin tidak memiliki konsekuensi yang sama dengan kesalahan pada bahan baku kritis atau barang mudah rusak. Penelitian perbandingan metode moving average dan exponential smoothing untuk persediaan memperlihatkan bahwa pemilihan metode berkaitan dengan kebutuhan stok konkret, sehingga ukuran akurasi perlu dihubungkan dengan implikasi operasional (Putra dkk., 2026). Evaluasi yang hanya menghasilkan satu angka tanpa konteks dapat menyembunyikan pola bias dan risiko keputusan.

Untuk setiap periode evaluasi, galat ramalan dapat ditulis sebagai $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$, dengan Y_t sebagai aktual dan $\hat{Y}_t$ sebagai ramalan. Tanda galat menunjukkan arah: nilai positif berarti aktual melebihi ramalan, sedangkan nilai negatif berarti ramalan terlalu tinggi. Mean absolute error (MAE) menghitung rata-rata nilai absolut galat, sehingga satuan hasilnya sama dengan satuan data:

$$\text{MAE} = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} |Y_t - \hat{Y}_t|$$

Root mean squared error (RMSE) memberi penalti lebih besar pada galat besar karena kuadrat sebelum dirata-ratakan:

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} (Y_t - \hat{Y}_t)^2}$$

Pilihan antara MAE dan RMSE mencerminkan toleransi terhadap kesalahan ekstrem. Jika kesalahan besar menimbulkan biaya yang meningkat tajam, RMSE dapat menonjolkan risiko tersebut. Sebaliknya, MAE lebih mudah diinterpretasikan sebagai rata-rata besar kesalahan dalam unit asli.

Ukuran persentase seperti mean absolute percentage error (MAPE) menyatakan kesalahan relatif terhadap aktual:

$$\text{MAPE} = \frac{100\%}{n}\sum_{t=1}^{n} \left|\frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t}\right|$$

Ukuran ini mudah dibaca sebagai persentase, tetapi tidak layak digunakan begitu saja ketika nilai aktual nol atau mendekati nol karena pembaginya menghasilkan nilai tidak terdefinisi atau sangat besar. MAPE juga dapat memberi bobot relatif yang tidak seimbang bagi observasi dengan nilai aktual kecil. Karena itu,

membandingkan model menggunakan satu ukuran saja berisiko menyederhanakan sifat kesalahan. Evaluasi peramalan harga bahan pokok yang membandingkan pendekatan statistik dan machine learning menegaskan relevansi pengujian komparatif, tetapi interpretasi ukuran akurasi tetap harus mengikuti karakter variabel dan keputusan yang ditopang (Dzulfiqar, 2025).

Bias perlu ditelaah bersama besaran galat. Rata-rata galat bertanda, atau mean error, dapat menunjukkan apakah model cenderung meramalkan terlalu rendah atau terlalu tinggi. Model dengan MAE yang tampak memadai mungkin tetap memiliki bias yang merugikan bila secara konsisten meremehkan kebutuhan. Dalam pengadaan, bias ke bawah dapat menyebabkan kekurangan stok dan kehilangan penjualan; bias ke atas dapat membebani biaya penyimpanan serta risiko kedaluwarsa. Penelitian peramalan tingkat pengangguran dan nilai impor membandingkan model untuk deret yang mempunyai karakter fluktuasi berbeda, sehingga kesimpulan tentang keunggulan model perlu dipahami dalam konteks data yang diteliti, bukan diperlakukan sebagai peringkat universal (Sulaiman & Juarna, 2021; Mukhtiar & Andayani, 2025).

Evaluasi yang kredibel memisahkan data berdasarkan waktu. Model disusun menggunakan periode terdahulu, kemudian diuji pada periode yang lebih baru agar penilaian meniru situasi ketika organisasi benar-benar membuat ramalan. Pengacakan pengamatan dapat merusak urutan temporal dan secara tidak sengaja membocorkan informasi masa depan ke tahap pelatihan. Untuk data bulanan, pengujian dapat dilakukan pada beberapa periode akhir; untuk data yang lebih panjang, evaluasi bergulir dapat mengulang proses dengan titik awal berbeda. Studi hybrid time series regression–ARIMA menunjukkan bahwa kombinasi metode dikembangkan untuk memperoleh ramalan yang lebih baik, tetapi klaim peningkatan tetap harus ditopang evaluasi yang

memisahkan proses pembangunan dan pengujian (Arumsari & Dani, 2021).

Tabel berikut menyajikan contoh ilustratif evaluasi tiga ramalan penjualan bulanan sebuah UMKM di Makassar. Data hipotetis ini memperlihatkan bahwa ramalan yang berbeda menghasilkan galat dengan arah dan besaran yang dapat dibandingkan.

Tabel 13.2 Ilustrasi Galat Ramalan Penjualan

Bulan	Aktual (unit)	Model A	Galat A	Model B	Galat B
Januari	100	95	5	105	-5
Februari	120	110	10	118	2
Maret	90	100	-10	95	-5
April	110	105	5	108	2
Mei	130	115	15	125	5

Pada ilustrasi ini, nilai absolut galat Model B lebih kecil pada sebagian besar periode, tetapi keputusan akhir masih memerlukan pemeriksaan konsistensi bias, biaya akibat kesalahan, serta kinerja pada lebih banyak periode. Tabel tersebut juga menunjukkan bahwa kesalahan positif dan negatif dapat saling meniadakan jika hanya melihat rata-rata galat bertanda.

Evaluasi seharusnya mempertimbangkan beberapa horizon ramalan. Model yang unggul untuk satu bulan ke depan belum tentu unggul untuk enam bulan ke depan karena ketidakpastian cenderung berubah seiring jarak waktu dan struktur data. Perbandingan model pada data multivariat juga dapat melibatkan pertimbangan biaya komputasi, di samping akurasi, sebagaimana tampak pada kajian transformer untuk data runtun waktu (Raja & Edwin, 2025). Bagi organisasi, kompleksitas tambahan layak dipertimbangkan apabila manfaat akurasinya relevan terhadap keputusan dan kapasitas pengelolaan model tersedia. Hasil terbaik secara statistik tidak selalu menjadi pilihan paling rasional bila selisih akurasi kecil, sementara biaya implementasi dan risiko operasional tinggi.

Karena itu, evaluasi akurasi merupakan bagian dari pengendalian keputusan, bukan sekadar prosedur pemeringkatan algoritma. Model perlu dibandingkan dengan tolok ukur sederhana, diperiksa biasnya, dan diuji pada periode yang mencerminkan situasi penggunaan. Perubahan kondisi pasar atau proses pencatatan dapat membuat kinerja historis tidak lagi representatif; pemantauan aktual dan ramalan menjadi dasar untuk meninjau ulang parameter maupun spesifikasi model. Temuan perbandingan metode hibrida pada data impor dan penelitian peramalan ekonomi memperlihatkan keragaman pendekatan, tetapi tidak menghapus kebutuhan untuk menilai kelayakan setiap model pada konteks penerapannya sendiri (Mukhtiar & Andayani, 2025; Arumsari & Dani, 2021). Ukuran galat yang dipilih harus pada akhirnya menjawab pertanyaan manajerial: jenis kesalahan apa yang paling mahal, pada periode mana, dan bagi keputusan yang mana.

F. Forecasting untuk Penjualan, Persediaan, dan Perencanaan Bisnis

Forecasting menghubungkan catatan historis dengan pilihan tindakan yang harus dibuat sebelum hasil aktual diketahui. Dalam organisasi, nilai ramalan bukan hanya ketepatan angka, melainkan kemampuannya memperbaiki keputusan mengenai penjualan, persediaan, kapasitas, anggaran, dan pengadaan. Peramalan tidak menghilangkan ketidakpastian; ia menyediakan estimasi yang dapat dibandingkan dengan kebutuhan dan risiko yang ditanggung organisasi. Penelitian mengenai sistem peramalan stok produk bangunan menunjukkan penerapan metode deret waktu sebagai instrumen dukungan keputusan inventori (Putra dkk., 2026). Dengan demikian, ramalan yang baik bukan angka tunggal yang diperlakukan sebagai kepastian, melainkan masukan yang ditautkan pada aturan tindakan dan ditinjau ketika bukti baru tersedia.

Dalam penjualan, peramalan mendukung target, penjadwalan tenaga kerja, alokasi promosi, dan pengelolaan saluran. Perusahaan ritel dapat memproyeksikan permintaan per produk dan lokasi, tetapi agregasi yang terlalu luas dapat menyembunyikan perbedaan antarwilayah. Penjualan produk yang sama di Bandung dan Makassar dapat merespons kalender lokal, distribusi, serta kondisi pasar yang berlainan. Proyeksi agregat nasional karenanya perlu diuraikan sesuai unit keputusan. Pola historis juga perlu ditafsirkan bersama perubahan harga dan promosi: kampanye yang menghasilkan lonjakan tidak otomatis membuktikan bahwa permintaan reguler meningkat. Penelitian tentang peramalan harga bahan pokok menekankan bahwa fluktuasi variabel ekonomi dapat menuntut pembandingan metode, suatu pertimbangan relevan bagi bisnis yang merencanakan harga dan penjualan (Dzulfiqar, 2025).

Peramalan persediaan menghubungkan estimasi permintaan dengan waktu tunggu pemasok, stok tersedia, dan konsekuensi kehabisan barang. Ramalan permintaan tidak sama dengan jumlah pemesanan. Keputusan pemesanan juga dipengaruhi stok yang sudah ada, barang dalam perjalanan, tingkat layanan, dan ketidakpastian pasokan. Toko bahan bangunan di Jawa Barat, misalnya, mungkin menghadapi permintaan yang stabil tetapi waktu pengiriman semen berubah karena gangguan logistik; kebijakan persediaan yang mengandalkan ramalan penjualan saja tidak menangkap risiko keterlambatan tersebut. Studi persediaan UD Ema Kencana Abadi menempatkan metode peramalan bersama sistem informasi inventori, sehingga konteks penggunaan ramalan mencakup pencatatan stok serta dukungan keputusan, bukan hanya perhitungan nilai masa depan (Putra dkk., 2026).

Perencanaan bisnis menggunakan ramalan pada beberapa horizon. Ramalan jangka pendek membantu pengaturan jadwal kerja dan pembelian; horizon menengah mendukung anggaran,

produksi, dan alokasi sumber daya; horizon lebih panjang menjadi masukan bagi keputusan kapasitas atau ekspansi. Buku perencanaan dan penganggaran bisnis menempatkan perencanaan sebagai proses yang mengaitkan estimasi dengan penyusunan sumber daya dan target organisasi (Nirwana, 2020). Namun, semakin panjang horizon, semakin besar potensi perubahan asumsi. Karena itu, ramalan jangka panjang lebih tepat diperlakukan sebagai dasar skenario dan pengujian sensitivitas daripada komitmen angka tunggal. Perusahaan yang menyusun rencana tahunan perlu mempertimbangkan variasi asumsi mengenai pertumbuhan permintaan, biaya input, atau kondisi pembiayaan.

Hubungan antara ramalan dan tindakan dapat dirumuskan melalui alur keputusan yang eksplisit. Organisasi menetapkan variabel dan unit ramalan, menguji mutu data, memilih horizon, membandingkan model, menerjemahkan ramalan menjadi keputusan, lalu memantau perbedaan antara hasil aktual dan proyeksi. Setiap tahap berpotensi memengaruhi tahap berikutnya. Data penjualan yang terpotong karena barang kosong, misalnya, dapat menghasilkan proyeksi terlalu rendah; proyeksi tersebut lalu memicu pemesanan yang makin kecil dan memperkuat kekurangan stok. Oleh sebab itu, rekonsiliasi antara fungsi penjualan, pengadaan, operasi, dan keuangan menjadi bagian dari tata kelola peramalan. Kajian arus masuk dan keluar uang kartal menunjukkan penggunaan model runtun waktu dalam konteks perencanaan kebutuhan ekonomi dan operasional, yang menegaskan hubungan antara proyeksi dan keputusan lembaga (Amalia dkk., 2021).

Pengelolaan ramalan juga memerlukan pemisahan antara target dan estimasi. Target menyatakan hasil yang ingin dicapai, sedangkan ramalan menyatakan hasil yang diperkirakan berdasarkan informasi dan asumsi tertentu. Ketika target penjualan dijadikan input untuk memaksa ramalan mencapai angka yang

diinginkan, fungsi analitis ramalan melemah. Perbedaan antara keduanya membantu manajemen mendiskusikan kesenjangan secara terbuka: target dapat mendorong tindakan pemasaran, sementara ramalan menunjukkan baseline yang mungkin terjadi tanpa perubahan strategi. Perencanaan dan penganggaran bisnis akan lebih informatif apabila asumsi, sumber data, dan ketidakpastian dinyatakan secara terpisah, bukan disatukan dalam satu angka yang tampak presisi (Nirwana, 2020).

Di bawah ini terdapat ilustrasi bagaimana proyeksi tiga bulan dapat ditautkan dengan keputusan operasional. Angka bersifat hipotetis untuk sebuah distributor makanan di Jawa Tengah, dan belum memasukkan stok awal maupun pesanan yang sedang dikirim.

Tabel 13.3 Ilustrasi Proyeksi Permintaan dan Tindakan

Bulan	Ramalan (unit)	Stok tersedia	Waktu pasok	Pertimbangan
Juli	1.200	900	7 hari	Periksa stok pengaman
Agustus	1.350	800	10 hari	Ajukan pesanan lebih awal
September	1.500	700	12 hari	Konfirmasi kapasitas pemasok
Oktober	1.250	850	8 hari	Tinjau risiko sisa stok
November	1.400	900	9 hari	Sesuaikan dengan kalender promosi

Pola pada tabel menunjukkan bahwa keputusan pemesanan tidak dapat diturunkan dari angka ramalan saja: stok tersedia dan waktu pasok mengubah urgensi tindakan. Pemeriksaan kalender promosi serta konfirmasi pemasok juga diperlukan sebelum proyeksi diterjemahkan menjadi jumlah pembelian.

Skenario membantu menghadapi perubahan yang tidak tertangkap oleh satu model. Perusahaan dapat membandingkan proyeksi dasar dengan skenario permintaan lebih tinggi atau lebih rendah, kemudian menilai dampaknya terhadap kapasitas, arus kas, dan tingkat layanan. Praktik ini bukan pengganti evaluasi model, tetapi cara mengakui bahwa asumsi masa depan dapat berubah. Kajian model ARIMA dan Holt-Winters untuk pengangguran serta kajian model hibrida pada impor memperlihatkan bahwa pemilihan metode bergantung pada pola dan tujuan peramalan (Sulaiman & Juarna, 2021; Mukhtiar & Andayani, 2025). Untuk perusahaan Indonesia yang bergantung pada pasokan lintas wilayah, skenario waktu pengiriman dapat sama relevannya dengan skenario permintaan karena keduanya memengaruhi risiko kehabisan stok.

Tanggung jawab atas ramalan tidak seharusnya dibebankan hanya kepada analis. Pengelola operasi mengetahui perubahan proses, tim penjualan memahami aktivitas pelanggan, sedangkan bagian pengadaan mengenali kendala pemasok. Kolaborasi tersebut perlu tetap disiplin: penyesuaian berbasis pengetahuan lapangan dicatat sebagai asumsi dan dibandingkan dengan hasil aktual, bukan menggantikan bukti secara tidak terdokumentasi. Sistem informasi logistik yang menyajikan data inventori dapat mendukung pemantauan, tetapi kualitas tampilan tidak menggantikan ketepatan definisi dan pencatatan sumber data (Faried & Lediwara, 2025). Dengan tata kelola seperti itu, ramalan menjadi proses yang dapat ditinjau, dipelajari dari kesalahannya, dan diperbarui seiring perubahan operasi.

Penerapan forecasting yang matang menyatukan metode, evaluasi, dan keputusan dalam siklus manajerial. Ramalan penjualan memberi sinyal kemungkinan permintaan; perencanaan persediaan menerjemahkannya dengan mempertimbangkan stok dan pasokan; perencanaan bisnis menguji implikasinya terhadap anggaran serta kapasitas. Akurasi tetap harus dievaluasi sesuai

horizon dan biaya kesalahan, sebagaimana ditunjukkan oleh penelitian perbandingan metode stok dan kajian peramalan ekonomi (Putra dkk., 2026; Amalia dkk., 2021). Pada akhirnya, disiplin analitis terletak bukan pada klaim bahwa masa depan dapat diketahui secara pasti, melainkan pada kemampuan organisasi menjelaskan dasar ramalan, mengukur ketidakpastiannya, dan menyesuaikan tindakan ketika kenyataan menyimpang dari estimasi.

BAB 14
STATISTIK MODERN, ANALITIKA BISNIS, DAN KECERDASAN ARTIFISIAL

A. Pendahuluan

Keputusan manajerial semakin dibentuk oleh data yang beragam, berkecepatan tinggi, dan dihasilkan melalui proses digital, mulai dari transaksi pelanggan hingga interaksi pada platform daring. Perubahan ini menggeser statistik dari perangkat analisis yang digunakan setelah keputusan dibuat menjadi bagian dari infrastruktur pengambilan keputusan organisasi. Namun, ketersediaan data dan perangkat komputasi tidak dengan sendirinya menghasilkan keputusan yang lebih baik. Nilai analitika bergantung pada kemampuan menghubungkan kualitas data, ketepatan metode, pemahaman konteks bisnis, dan pertimbangan manajerial. Dalam kajian manajemen, masih terdapat kesenjangan antara pembahasan statistik yang berfokus pada teknik dan praktik analitika yang sering menekankan teknologi, sementara tata kelola, interpretasi, serta konsekuensi keputusan belum selalu terintegrasi. Bab ini menempatkan statistik sebagai landasan penalaran yang menghubungkan data dengan tindakan, bukan sekadar kumpulan prosedur pengolahan angka.

Kajian dalam bab ini menelusuri integrasi statistik dengan business analytics dan business intelligence, lalu menguraikan penggunaan Excel, SPSS, R, dan Python sebagai lingkungan analisis dengan karakteristik dan kegunaan yang berbeda. Pembahasan berlanjut pada dashboard, pengambilan keputusan berbasis data, dan sistem pendukung keputusan sebagai mekanisme untuk menerjemahkan hasil analisis ke dalam tindakan organisasi.

Tinjauan ini mengungkap pula hubungan antara kecerdasan artifisial, machine learning, dan statistik prediktif dalam manajemen, termasuk batas interpretasi model. Kerangka tersebut dilengkapi dengan telaah etika data, privasi, bias algoritma, dan arah perkembangan analitika manajemen. Sebagai bagian dari pembahasan mengenai penggunaan bukti kuantitatif dalam organisasi, bab ini menegaskan bahwa kemajuan teknis perlu disertai akuntabilitas dan penilaian kritis atas implikasi keputusan. Urgensinya terletak pada kebutuhan organisasi untuk merespons perubahan dengan cepat tanpa mengorbankan keandalan bukti, keadilan, maupun kepercayaan pemangku kepentingan. Untuk membangun landasan itu, pembahasan diawali dengan menelaah integrasi statistik dan business analytics serta business intelligence.

B. Integrasi Statistik dengan Business Analytics dan Business Intelligence

Statistika menyediakan kerangka untuk mengubah data menjadi bukti yang dapat ditafsirkan, sedangkan business analytics mengorganisasi penggunaan bukti tersebut untuk menjawab persoalan organisasi dan business intelligence menekankan pengumpulan, pengelolaan, serta penyajian informasi bagi pengawasan kinerja. Ketiganya bukan istilah yang saling menggantikan. Integrasinya menentukan apakah data transaksi, operasi, dan pelanggan dapat dihubungkan dengan pertanyaan manajerial yang jelas, metode analisis yang layak, dan tindakan yang dapat dipertanggungjawabkan.

Sebagaimana dibahas pada bab-bab terdahulu, mutu kesimpulan bergantung pada kualitas data, ketepatan pengukuran, dan kesesuaian metode. Di dalam organisasi, persyaratan tersebut berhadapan dengan kenyataan bahwa data kerap tersebar di sistem yang berbeda: penjualan, persediaan, layanan pelanggan, keuangan, dan sumber eksternal. Business intelligence dapat menyatukan informasi itu untuk pemantauan, tetapi agregasi data

saja belum menjawab mengapa suatu indikator berubah atau tindakan apa yang patut diambil. Di titik inilah statistika berperan sebagai disiplin penalaran, bukan sekadar kumpulan teknik komputasi.

Pembedaan fungsi analitika dapat dilihat melalui jenis pertanyaan yang dijawab. Analitika deskriptif merangkum keadaan yang telah terjadi, analitika diagnostik menelaah faktor yang berkaitan dengan perubahan, analitika prediktif memperkirakan kemungkinan hasil mendatang, dan analitika preskriptif membandingkan pilihan tindakan berdasarkan tujuan serta kendala. Klasifikasi ini berguna untuk merancang alur kerja, tetapi tidak seharusnya diperlakukan sebagai jenjang otomatis: teknik yang lebih kompleks tidak selalu menghasilkan keputusan yang lebih baik. Peramalan pengangguran Indonesia dengan ARIMA dan Holt-Winters, misalnya, memperlihatkan pemanfaatan metode statistik untuk memperkirakan dinamika indikator sosial-ekonomi; hasilnya tetap perlu dibaca dengan mempertimbangkan karakter data dan konteks kebijakan (Sulaiman, 2021).

Business intelligence biasanya menjadi lapisan yang menyediakan indikator, laporan, dan visualisasi berulang, sedangkan business analytics memperluasnya melalui pengujian hubungan, prediksi, dan evaluasi alternatif. Namun, batas keduanya tidak mutlak. Sebuah dashboard dapat memuat hasil model prediktif, sementara analisis statistik dapat dijalankan di atas data yang dipersiapkan oleh sistem business intelligence. Pengembangan visualisasi logistik pada SIMTELOG, misalnya, menunjukkan bahwa peralihan dari tampilan tabel menuju dashboard interaktif berhubungan dengan kebutuhan pemantauan inventaris dan transaksi. Nilai manajerialnya tidak terletak pada tampilan semata, melainkan pada kemampuan mengaitkan indikator dengan proses operasional yang dapat ditindaklanjuti (Faried, 2025).

Kesenjangan antara tersedianya informasi dan penggunaannya dalam keputusan tampak jelas dalam organisasi yang mengumpulkan banyak data tetapi belum memiliki definisi indikator yang seragam. Satu unit dapat menghitung “pelanggan aktif” berdasarkan transaksi bulanan, sementara unit lain menggunakan aktivitas aplikasi. Angka yang sama-sama diberi label serupa kemudian tampak sebanding meskipun mengukur perilaku berbeda. Karena itu, integrasi analitika menuntut tata kelola definisi, dokumentasi asal data, periode pengukuran, dan tanggung jawab pemilik indikator. Sistem informasi manajemen terintegrasi yang dikembangkan untuk mendukung operasi dan keputusan UMKM memperlihatkan relevansi penggabungan proses informasi, meskipun keberhasilan implementasi tetap bergantung pada kesesuaian sistem dengan praktik kerja organisasi (Nurhidayati, 2026).

Hubungan antara statistik dan keputusan sebaiknya dipahami sebagai rantai argumentasi. Pertama, manajemen merumuskan masalah yang dapat dijawab melalui bukti, misalnya apakah penurunan penjualan terkonsentrasi pada wilayah, kategori produk, atau segmen pelanggan tertentu. Kedua, data ditautkan pada definisi dan periode yang relevan. Ketiga, analisis digunakan untuk membedakan pola yang konsisten dari fluktuasi sesaat. Keempat, hasil disajikan bersama ketidakpastian dan batas inferensi. Terakhir, keputusan dan hasil implementasinya dipantau agar asumsi awal dapat dievaluasi. Studi mengenai pengambilan keputusan berbasis data di pemerintah daerah Buton Tengah menunjukkan bahwa orientasi data berkaitan dengan upaya memperkuat efektivitas, transparansi, dan akuntabilitas, sekaligus menghadapi kendala kualitas data dan kapasitas implementasi (W., 2026).

Rantai tersebut juga menegaskan bahwa ukuran kinerja bukan tujuan pada dirinya sendiri. Jika organisasi hanya mengejar

indikator yang mudah diukur, aspek penting yang lebih sulit diukur dapat terabaikan. Target kecepatan layanan, misalnya, dapat mendorong penyelesaian kasus secara cepat tetapi menurunkan kualitas penyelesaian apabila indikator mutu tidak diperhitungkan. Secara analitis, indikator perlu diperlakukan sebagai representasi terbatas dari tujuan organisasi. Penilaian manajerial harus menguji apakah indikator benar-benar mewakili hasil yang ingin dicapai dan apakah perubahan indikator sejalan dengan dampak yang diharapkan.

Tabel 14.1 Lapisan Analitika Bisnis, Keluaran, dan Risiko Interpretasi

Lapisan	Pertanyaan utama	Keluaran	Risiko interpretasi
Data operasional	Apa yang tercatat?	Transaksi, log, rekaman	Data tidak lengkap
Business intelligence	Apa yang terjadi?	Laporan, indikator	Ringkasan dianggap sebab
Analitika diagnostik	Faktor apa yang terkait?	Pola dan asosiasi	Asosiasi dibaca kausal
Analitika prediktif	Apa yang mungkin terjadi?	Ramalan dan skor	Prediksi dianggap kepastian
Analitika preskriptif	Pilihan mana yang layak?	Skenario tindakan	Kendala diabaikan
Keputusan manajerial	Tindakan apa yang diambil?	Kebijakan dan alokasi	Konteks tidak terwakili

Tabel tersebut memperlihatkan bahwa keluaran satu lapisan menjadi masukan bagi lapisan lain, tetapi perpindahan antarlapisan tidak menghapus kebutuhan akan penilaian kritis. Prediksi, misalnya, tidak otomatis menentukan tindakan karena pilihan tetap dipengaruhi biaya, risiko, kapasitas organisasi, dan konsekuensi terhadap pemangku kepentingan.

Integrasi yang matang juga memerlukan pengujian manfaat setelah keputusan diterapkan. Bila model memperkirakan kebutuhan stok, kinerja tidak cukup dinilai dari kedekatan ramalan terhadap data aktual; organisasi juga perlu memeriksa dampaknya terhadap kekurangan barang, biaya penyimpanan, dan layanan pelanggan. Penelitian sistem peramalan persediaan berbasis

platform web pada usaha bahan bangunan menghubungkan peramalan dengan fungsi pendukung keputusan, sehingga memperlihatkan bahwa kegunaan analisis berada pada hubungan antara estimasi dan proses operasi (Putra, 2026). Argumen yang diajukan di sini ialah bahwa statistik, business analytics, dan business intelligence membentuk kapabilitas organisasi hanya ketika definisi data, inferensi, penyajian, dan evaluasi tindakan tersambung dalam satu tata kelola. Dengan demikian, keputusan berbasis data bukan keputusan yang menyerahkan kewenangan kepada angka, melainkan keputusan yang menggunakan bukti terukur sambil menjelaskan asumsi dan batasnya.

C. Analisis Statistik Menggunakan Excel, SPSS, R, dan Python

Perangkat analisis memengaruhi cara data disiapkan, metode diterapkan, dan hasil direproduksi, tetapi perangkat lunak tidak menentukan validitas kesimpulan. Excel, SPSS, R, dan Python menawarkan lingkungan kerja dengan karakteristik berbeda; pemilihan di antaranya seharusnya mengikuti tujuan analisis, struktur data, kompetensi tim, kebutuhan dokumentasi, dan tata kelola organisasi. Keterampilan menjalankan menu atau fungsi komputasi tidak menggantikan pemahaman mengenai pengukuran, asumsi, dan batas inferensi yang telah dibahas pada bab-bab sebelumnya.

Excel lazim digunakan untuk penataan data, ringkasan, pemeriksaan awal, dan perhitungan yang relatif terbatas. Kelebihannya terletak pada aksesibilitas dan keterhubungan dengan alur kerja kantor. Namun, penggunaan lembar kerja yang berkembang tanpa struktur baku dapat menyulitkan audit: rumus tersalin tidak konsisten, nilai tertimpa, atau definisi variabel tidak terdokumentasi. Kasus pengelolaan invoice yang sebelumnya mengandalkan Excel menunjukkan potensi kesalahan pencatatan serta hambatan penelusuran transaksi, sehingga pencatatan digital

dengan audit trail dipertimbangkan untuk memperbaiki keterlacakan (Samsudin, 2026). Temuan tersebut tidak berarti Excel harus dihindari, melainkan menunjukkan bahwa kebutuhan kontrol dan skala penggunaan perlu dinilai sebelum lembar kerja dijadikan sistem pencatatan utama.

SPSS menyediakan antarmuka berbasis menu yang mendukung prosedur statistik umum dan dapat membantu organisasi yang memerlukan alur analisis terstruktur tanpa banyak penulisan kode. Buku pengolahan dan analisis statistik dengan SPSS menempatkan aplikasi tersebut sebagai lingkungan untuk mengolah data dan menjalankan analisis statistik (Setiawan, 2025). Meski demikian, kemudahan menjalankan prosedur melalui menu tidak menghilangkan kewajiban untuk memeriksa pengodean, jenis variabel, asumsi, dan interpretasi keluaran. Hasil uji yang disajikan perangkat lunak tetap merupakan keluaran dari pilihan analitis pengguna; angka p atau koefisien tidak menjelaskan dengan sendirinya arti manajerial dari suatu hubungan.

R dan Python menawarkan lingkungan komputasi yang mendukung pengolahan data, analisis, visualisasi, dan otomasi melalui skrip atau notebook. Pendekatan berbasis skrip dapat meningkatkan keterulangan karena tahapan transformasi dan analisis tercatat, tetapi memerlukan praktik dokumentasi dan pengelolaan kode yang tertib. R dan perangkat pendukung analisisnya juga digunakan dalam konteks pengolahan data epidemiologi, sebagaimana dibahas dalam buku tentang analisis data menggunakan R dan Epicalo (Kesuma, 2016). Walaupun konteks tersebut bukan manajemen bisnis, pelajaran metodologisnya relevan: lingkungan komputasi menjadi berguna saat pilihan metode dan langkah pengolahan dapat ditelusuri, bukan sekadar saat analisis menghasilkan keluaran numerik.

Untuk menjaga keterbandingan hasil, organisasi perlu menetapkan proses kerja yang konsisten dari impor data hingga pelaporan. Data asli sebaiknya dipertahankan sebagai sumber, sedangkan perubahan dilakukan pada salinan kerja yang terdokumentasi. Nama variabel, satuan, kode kategori, aturan penanganan nilai hilang, dan versi data dicatat agar perbedaan hasil dapat ditelusuri. Langkah ini berlaku pada seluruh perangkat. Excel tidak otomatis tidak dapat direproduksi; sebaliknya, skrip R atau Python juga tidak otomatis transparan apabila kode tidak diberi dokumentasi atau bergantung pada berkas yang tidak tersedia bagi tim.

Pemilihan perangkat dapat ditimbang melalui kebutuhan nyata organisasi, bukan hierarki prestise. Unit usaha kecil yang mengolah ringkasan penjualan bulanan mungkin memerlukan lembar kerja dengan kontrol versi yang memadai. Tim riset yang menjalankan prosedur statistik baku pada data survei dapat memilih SPSS berdasarkan kebutuhan operasional dan akses personel. Tim analitika yang menggabungkan sumber data besar, membuat proses berulang, atau mengembangkan model dapat mempertimbangkan R atau Python. Contoh UMKM yang mengembangkan sistem informasi terintegrasi untuk operasional dan keputusan strategis menunjukkan bahwa persoalan adopsi bukan semata memilih perangkat, melainkan menyelaraskan teknologi dengan proses dan kapasitas organisasi (Nurhidayati, 2026).

Tabel 14.2 Perangkat Analisis Statistik, Penggunaan, Kekuatan, dan Pertimbangan

Perangkat	Penggunaan yang sesuai	Kekuatan kerja	Pertimbangan
Excel	Ringkasan dan eksplorasi awal	Akses luas, fleksibel	Kontrol rumus dan versi
SPSS	Analisis statistik terstruktur	Antarmuka menu	Transparansi pilihan prosedur
R	Analisis dan	Skrip yang dapat	Kompetensi

	visualisasi berulang	didokumentasi	pemrograman
Python	Integrasi data dan otomasi	Ekosistem komputasi luas	Pengelolaan kode dan lingkungan

Tabel tersebut merangkum kecenderungan penggunaan, bukan aturan mutlak. Satu organisasi dapat memakai beberapa perangkat dalam rangkaian kerja yang sama, selama perpindahan data dan keputusan transformasi dapat dilacak.

Pemilihan teknik statistik tetap harus mendahului pemilihan tombol atau pustaka. Untuk survei kepuasan pelanggan di sebuah perusahaan ritel Indonesia, misalnya, pengelola perlu memastikan bahwa kategori respons ditafsirkan sesuai skala pengukuran, data duplikat ditangani, dan kelompok responden cukup relevan sebelum membandingkan skor. Perangkat apa pun dapat menghasilkan tabel ringkasan, tetapi hanya rancangan analisis yang tepat dapat menjelaskan apa yang sebenarnya diringkas. Karena itu, hasil dari Excel, SPSS, R, maupun Python sebaiknya diverifikasi melalui pemeriksaan konsistensi, dokumentasi, dan pembacaan substantif.

Ada pula implikasi organisasi pada keputusan perangkat. Lisensi, dukungan teknis, interoperabilitas, keamanan data, dan keberlanjutan proses menjadi pertimbangan yang dapat sama pentingnya dengan fitur statistik. Ketergantungan pada satu orang yang memahami berkas atau skrip tertentu menciptakan risiko kontinuitas. Pengelola perlu menetapkan standar penyimpanan, akses, penamaan, dan serah terima pekerjaan agar analisis tidak menjadi aset pribadi yang sulit diaudit. Dengan kerangka demikian, perangkat lunak diperlakukan sebagai infrastruktur kerja, sementara tanggung jawab atas pertanyaan penelitian, mutu bukti, dan keputusan tetap berada pada organisasi dan analis.

D. Dashboard, Data-Driven Decision Making, dan Decision Support System

Dashboard, pengambilan keputusan berbasis data, dan sistem pendukung keputusan merupakan mekanisme yang menghubungkan informasi dengan tindakan manajerial. Dashboard menyajikan indikator dan pola secara ringkas; pengambilan keputusan berbasis data merujuk pada penggunaan bukti terukur dalam merumuskan serta menilai keputusan; sistem pendukung keputusan menyediakan dukungan informasi atau analitis untuk mengevaluasi alternatif. Ketiganya dapat saling menguatkan, tetapi dashboard yang menarik tidak dengan sendirinya menghasilkan keputusan yang baik, dan sistem yang canggih tidak menjamin bahwa rekomendasinya sesuai dengan tujuan organisasi.

Kualitas dashboard ditentukan oleh hubungan antara indikator, pengguna, dan keputusan yang hendak didukung. Sebuah tampilan operasional dapat memantau keterlambatan pengiriman, stok, dan pesanan tertunda, sedangkan dashboard strategis dapat menyoroti margin, retensi, atau risiko kinerja. Jika indikator tidak dibedakan berdasarkan tingkat keputusan, pengguna berisiko menghadapi banyak angka tanpa prioritas. Pengembangan visualisasi pada sistem logistik SIMTELOG menunjukkan pergeseran dari tampilan tabel menuju dashboard interaktif untuk mendukung pemantauan inventaris dan transaksi. Kasus tersebut menggarisbawahi bahwa visualisasi perlu mengurangi hambatan menemukan informasi yang relevan, bukan sekadar memperbanyak elemen grafis (Faried, 2025).

Pengambilan keputusan berbasis data juga harus dibedakan dari pengambilan keputusan yang sepenuhnya ditentukan oleh data. Informasi kuantitatif dapat membantu menguji dugaan, membandingkan kondisi, dan mengungkap variasi yang tidak terlihat melalui intuisi saja. Namun, indikator sering mewakili sebagian dari tujuan yang lebih luas dan dapat dipengaruhi kualitas

pencatatan maupun desain pengukuran. Analisis pemerintah daerah Buton Tengah menempatkan penggunaan data dalam kaitan dengan efektivitas, transparansi, dan akuntabilitas, sembari mengidentifikasi tantangan implementasi seperti mutu data dan kapasitas organisasi (W., 2026). Dengan demikian, penggunaan data menuntut praktik penjelasan: mengapa suatu bukti dianggap relevan, siapa yang terdampak, dan asumsi apa yang mendasari pilihan tindakan.

Sistem pendukung keputusan dapat menggabungkan data internal, aturan organisasi, model statistik, dan skenario alternatif. Dalam keputusan persediaan, sistem dapat menampilkan permintaan historis dan hasil peramalan, kemudian membandingkan konsekuensi beberapa tingkat pemesanan. Studi peramalan kebutuhan stok pada usaha bahan bangunan menghubungkan metode peramalan dengan platform sistem sebagai instrumen pendukung keputusan, sehingga memperlihatkan peran integrasi analisis dan proses operasi (Putra, 2026). Namun, rekomendasi jumlah stok tetap perlu mempertimbangkan waktu pasok, kapasitas penyimpanan, biaya kekurangan, dan kebijakan pemasok; variabel yang tidak masuk ke dalam sistem tidak otomatis tercermin dalam hasilnya.

Proses penggunaan dashboard yang bertanggung jawab dapat dirumuskan sebagai rangkaian berulang: menetapkan tujuan keputusan, memilih indikator yang relevan, menguji kualitas data, menampilkan informasi dengan konteks, menafsirkan variasi dan ketidakpastian, mengambil tindakan, lalu mengevaluasi dampaknya. Urutan ini bukan prosedur mekanis yang menjamin keberhasilan, melainkan disiplin tata kelola agar hasil analisis tidak berhenti pada konsumsi informasi. Sistem informasi manajemen terintegrasi untuk UMKM menunjukkan orientasi pada penguatan efisiensi operasional dan dukungan keputusan strategis melalui pengelolaan informasi berbasis web (Nurhidayati, 2026). Kegunaan

sistem seperti itu akan lebih nyata apabila pengguna memahami definisi indikator dan memiliki kewenangan untuk menindaklanjuti temuan.

Tabel 14.3 Indikator dan Konsekuensi Keputusan Operasional

Indikator	Nilai ilustratif	Sinyal	Tindak lanjut
Pesanan terlambat	8%	Gangguan layanan	Telusuri tahapan proses
Stok pengaman	12 hari	Risiko kehabisan	Tinjau pasokan dan permintaan
Retur produk	3,5%	Potensi masalah mutu	Kelompokkan menurut produk
Waktu respons	6 jam	Respons melambat	Periksa beban layanan
Akurasi ramalan	82%	Kesalahan masih berarti	Evaluasi per segmen

Angka pada tabel merupakan ilustrasi, bukan data hasil penelitian. Hubungan antara sinyal dan tindak lanjut menunjukkan bahwa indikator sebaiknya memicu penyelidikan yang sesuai, bukan langsung menghasilkan keputusan otomatis.

Tampilan juga membentuk perhatian. Skala warna, urutan indikator, rentang waktu, dan ambang peringatan dapat membuat satu masalah lebih menonjol daripada yang lain. Karena itu, organisasi perlu menguji apakah visualisasi mendorong interpretasi yang seimbang. Grafik agregat dapat menyembunyikan variasi antarwilayah atau kelompok pelanggan, sedangkan indikator yang bergerak cepat dapat menimbulkan respons berlebihan terhadap fluktuasi sesaat. Menyediakan konteks pembanding dan definisi operasional merupakan bagian dari desain informasi, bukan keterangan tambahan yang dapat diabaikan.

Contoh Indonesia dapat ditemukan pada pengelolaan logistik, ketika pengambil keputusan perlu menyelaraskan informasi gudang dengan arus transaksi dan kebutuhan operasional. Dashboard yang menampilkan persediaan tanpa memperlihatkan waktu pembaruan atau status transaksi berpotensi memberi gambaran usang.

Penilaian harus mencakup bukan hanya tampilan, tetapi juga sumber, jeda pembaruan, dan prosedur eskalasi jika indikator melewati ambang. Argumen yang diajukan ialah bahwa dashboard bernilai ketika ia memperpendek jarak antara gejala dan penyelidikan, sementara sistem pendukung keputusan bernilai ketika ia memperjelas konsekuensi alternatif tanpa menyamarkan asumsi. Akuntabilitas akhir tetap memerlukan penilaian manusia atas konteks yang tidak tercakup dalam model atau indikator.

E. Artificial Intelligence, Machine Learning, dan Statistik Prediktif dalam Manajemen

Kecerdasan artifisial dan machine learning memperluas kapasitas organisasi untuk menemukan pola, mengklasifikasikan kasus, dan menghasilkan prediksi dari data yang kompleks. Statistik prediktif menyediakan kerangka untuk menilai hubungan serta ketidakpastian dalam perkiraan tersebut. Ketiganya beririsan, tetapi tidak identik: machine learning mencakup pendekatan komputasional untuk belajar dari data, kecerdasan artifisial merupakan ranah lebih luas, sedangkan statistik prediktif menekankan penggunaan model untuk memperkirakan hasil. Kompleksitas model tidak otomatis membuat prediksi lebih berguna atau lebih layak dijadikan dasar tindakan.

Perbandingan metode perlu berangkat dari sasaran keputusan dan sifat data. Studi prediksi harga bahan pokok di Jawa Timur membandingkan metode statistik seperti Simple Moving Average dan regresi linear dengan metode machine learning seperti Support Vector Regression dan Long Short-Term Memory. Pembandingan tersebut menunjukkan relevansi menguji pendekatan berbeda pada persoalan harga yang berfluktuasi, bukan mengasumsikan satu kelas metode selalu unggul (Dzulfiqar, 2025). Secara kritis, model seharusnya dinilai berdasarkan kinerja pada data yang tidak digunakan untuk melatihnya, relevansi horizon prediksi, dan konsekuensi kesalahannya bagi keputusan. Model dengan galat

rata-rata rendah pun dapat gagal pada periode lonjakan yang justru paling menentukan bagi kebijakan pembelian.

Statistika tetap penting di dalam pengembangan machine learning. Pemisahan data pelatihan dan pengujian, evaluasi kesalahan, pemeriksaan kestabilan, serta analisis variasi hasil merupakan bagian dari penalaran empiris. Sementara itu, hasil prediktif perlu dipisahkan dari klaim kausal. Jika model menunjukkan bahwa pola pembelian tertentu berkaitan dengan kemungkinan pelanggan berhenti menggunakan layanan, hubungan tersebut belum membuktikan bahwa pola itu menyebabkan penghentian. Bab 11 membahas pembedaan asosiasi dan kausalitas, sedangkan bab ini menekankan konsekuensinya bagi penggunaan model: prediksi dapat membantu menentukan siapa yang perlu ditinjau, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan intervensi mana yang akan efektif.

Penerapan dalam manajemen dapat meliputi perkiraan permintaan, deteksi transaksi tidak lazim, pengelompokan pelanggan, atau estimasi kebutuhan sumber daya. Pada usaha ritel di Indonesia, model dapat digunakan untuk memperkirakan permintaan bahan pokok per lokasi agar perencanaan persediaan lebih responsif terhadap perubahan pola. Namun, variasi wilayah, hari besar, promosi, dan keterbatasan distribusi dapat mengubah arti pola yang ditemukan. Model yang dilatih menggunakan catatan historis juga mewarisi keterbatasan cakupan data dan keputusan operasional sebelumnya. Oleh sebab itu, data yang banyak belum tentu mewakili peristiwa langka atau segmen yang kurang tercatat.

Studi clustering K-Means pada data absensi siswa menunjukkan penggunaan algoritma untuk mengelompokkan data berdasarkan indikator kehadiran dan mengembangkan sistem berbasis web (Amruli, 2026). Konteksnya bukan organisasi bisnis, tetapi contoh itu membantu memperlihatkan mekanisme umum pengelompokan

tanpa label target yang ditetapkan sebelumnya. Dalam konteks manajemen, hasil pengelompokan pelanggan atau cabang hanya bermakna apabila variabel yang dipilih relevan dan kategori yang terbentuk dapat ditafsirkan. Label “kelompok berisiko” bukan sifat alamiah individu; ia merupakan hasil pilihan fitur, ukuran kemiripan, dan jumlah kelompok. Kesalahan interpretasi dapat mengubah alat eksplorasi menjadi dasar perlakuan yang tidak proporsional.

Implementasi kecerdasan artifisial juga tidak semata-mata persoalan model. Kajian mengenai penerapan AI dalam akuntansi bisnis menekankan keterkaitan budaya organisasi, manajemen risiko, dan transformasi digital. Perspektif ini mendukung argumen bahwa penerapan teknologi perlu disertai kapasitas pengawasan serta pengelolaan risiko, bukan hanya pembelian perangkat (Hajatina, 2025). Perusahaan yang mengintegrasikan prediksi ke dalam keputusan kredit, persediaan, atau evaluasi kinerja perlu menetapkan siapa yang memeriksa keluaran model, bagaimana kesalahan dilaporkan, dan kapan rekomendasi harus ditinjau ulang. Keputusan dengan dampak besar tidak layak bergantung pada skor yang tidak dapat dijelaskan kepada pihak terdampak.

Tabel 14.4 Keluaran Model Prediktif dan Pemeriksaan untuk Keputusan Manajerial

Pertanyaan manajerial	Jenis keluaran	Pemeriksaan utama
Berapa permintaan mendatang?	Ramalan numerik	Galat menurut horizon
Transaksi mana yang tidak lazim?	Skor anomali	Tingkat positif palsu
Pelanggan mana yang berisiko pergi?	Skor klasifikasi	Kalibrasi dan dampak
Cabang mana yang serupa?	Kelompok data	Makna dan kestabilan
Alternatif mana yang dipilih?	Rekomendasi model	Asumsi dan kendala

Tabel tersebut menempatkan keluaran model berdampingan dengan pemeriksaan yang dibutuhkan sebelum pemanfaatan. Model tidak dapat dinilai hanya melalui ketepatan teknis, karena kesalahan yang sama dapat menimbulkan konsekuensi berbeda bergantung pada keputusan yang didukungnya.

Prediksi juga memerlukan mekanisme pemantauan setelah diterapkan. Perubahan perilaku pelanggan, kondisi ekonomi, harga bahan baku, atau kebijakan internal dapat membuat hubungan pada data historis tidak lagi stabil. Jika model dipakai berulang, organisasi perlu mengamati perubahan distribusi data dan kinerja pada kelompok yang relevan, kemudian menentukan pemicu evaluasi ulang. Peramalan stok yang dikaitkan dengan sistem pendukung keputusan pada usaha bahan bangunan memberi contoh bahwa model perlu disambungkan dengan penggunaan operasional, bukan dibiarkan sebagai hasil analisis terpisah (Putra, 2026). Dalam praktiknya, pengawasan manusia perlu memiliki substansi: mampu memeriksa alasan rekomendasi, mengenali kondisi di luar cakupan model, dan menghentikan penggunaan ketika bukti menunjukkan penurunan kinerja. Dengan demikian, statistik prediktif memberi dasar evaluasi, machine learning menyediakan metode pembelajaran pola, sedangkan tanggung jawab atas keputusan tetap melekat pada organisasi.

F. Etika Data, Privasi, Bias Algoritma, dan Masa Depan Analitika Manajemen

Etika analitika manajemen berangkat dari pertanyaan mengenai kewenangan mengumpulkan, mengolah, menghubungkan, dan menggunakan data untuk memengaruhi keputusan terhadap individu maupun kelompok. Privasi, keamanan, bias algoritma, dan akuntabilitas bukan persoalan yang terpisah dari kualitas model; semuanya membentuk kondisi yang menentukan apakah analisis dapat dipercaya dan dibenarkan. Oleh karena itu, keberhasilan analitika tidak cukup dinilai melalui akurasi atau efisiensi, tetapi

juga melalui proporsionalitas penggunaan data, keterbukaan tujuan, pengawasan, dan konsekuensi yang dialami pihak terdampak.

Privasi berkaitan dengan batas penggunaan informasi yang dapat mengidentifikasi atau menggambarkan seseorang. Data yang pada awalnya dikumpulkan untuk transaksi belum tentu pantas dipakai untuk tujuan lain tanpa penilaian ulang atas kebutuhan dan dampaknya. Penggabungan jejak perilaku, lokasi, dan pembelian dapat meningkatkan kemampuan segmentasi, tetapi juga memperbesar kemungkinan kesimpulan sensitif ditarik dari pola yang tampak biasa. Dalam operasi ritel Indonesia, analisis pembelian dapat membantu mengatur ketersediaan barang, tetapi perusahaan perlu membatasi akses pada data individual apabila ringkasan agregat sudah memadai untuk keputusan stok. Prinsip minimisasi data dengan demikian bukan hambatan analisis; ia merupakan cara membatasi paparan yang tidak diperlukan.

Bias algoritma dapat muncul dari data yang tidak mewakili populasi sasaran, variabel proksi yang memantulkan ketimpangan, keputusan historis yang mengandung perlakuan berbeda, atau penggunaan model di konteks baru. Model dapat tampak konsisten secara teknis tetapi menghasilkan kesalahan yang lebih berat bagi kelompok tertentu. Karena itu, evaluasi agregat tidak cukup jika distribusi kesalahan antarsegmen berbeda. Pengujian perlu mempertimbangkan siapa yang tercakup dalam data, siapa yang tidak tercatat, dan apakah akibat kesalahan dibebankan secara tidak seimbang. Analisis ini sejalan dengan kebutuhan manajemen risiko dalam penerapan AI di akuntansi bisnis, yang menempatkan budaya organisasi dan tata kelola risiko sebagai bagian dari transformasi digital (Hajatina, 2025).

Keamanan data memperluas persoalan etika dari penggunaan yang tepat menuju perlindungan terhadap akses atau perubahan

tanpa kewenangan. Kajian risiko keamanan informasi yang menggabungkan Failure Mode and Effects Analysis dengan kontrol ISO/IEC 27001:2022 memperlihatkan pendekatan untuk mengidentifikasi mode kegagalan, dampak, serta kebutuhan pengendalian dalam sistem informasi (Harjian, 2025). Bagi organisasi, keamanan bukan semata urusan teknis unit teknologi informasi. Keputusan menyimpan data, menentukan hak akses, menetapkan masa retensi, dan mengizinkan pemindahan data lintas sistem merupakan keputusan tata kelola yang perlu memiliki pemilik dan prosedur peninjauan.

Persoalan tersebut semakin mendesak ketika AI digunakan dalam pengawasan atau keamanan siber. Kajian mengenai AI dalam keamanan siber global menyoroti ketegangan antara kebutuhan perlindungan dan kewajiban menghormati hak asasi manusia, khususnya dalam praktik pengawasan digital (Sundias, 2026). Implikasi manajerialnya melampaui sektor keamanan: sistem yang dapat memantau aktivitas pekerja, pelanggan, atau mitra perlu dinilai dari tujuan, cakupan, dan potensi dampaknya. Organisasi perlu membedakan kebutuhan sah untuk mendeteksi risiko dari pengumpulan data berlebihan yang tidak sebanding dengan tujuan tersebut. Evaluasi etis harus berlangsung sebelum penerapan, bukan hanya setelah muncul keluhan atau kerugian.

Etika bisnis memberi kerangka normatif bagi keputusan organisasi yang melibatkan kepentingan banyak pihak. Pembahasan implikasi hukum bisnis terhadap praktik etika bisnis di Indonesia menggarisbawahi hubungan antara perilaku organisasi, tanggung jawab, dan kepatuhan terhadap ketentuan yang relevan (Rustandi & LAH, 2023). Dalam analitika, kepatuhan hukum merupakan ambang dasar, bukan pengganti penilaian etis. Praktik dapat memenuhi persyaratan formal tetapi tetap menimbulkan kerugian yang tidak seimbang, misalnya ketika sistem penilaian kinerja mengandalkan data yang tidak lengkap tanpa menyediakan

mekanisme koreksi. Karena itu, pertanggungjawaban perlu mencakup dokumentasi tujuan, dasar penggunaan, pengawasan manusia, dan jalur penanganan keberatan.

Gambar berikut menempatkan pengawasan etis sebagai bagian dari interaksi kerja, bukan sekadar fitur teknis pada layar. Peninjauan bersama oleh analis dan pengelola operasional menggambarkan perlunya menghubungkan hasil analitika dengan pengetahuan konteks serta pertimbangan terhadap privasi.



Gambar 14.1 Menjaga Etika Analitika Data. Sumber: Ilustrasi, diolah penulis

Adegan tersebut menekankan bahwa perlindungan data memerlukan koordinasi antara fungsi analitika dan pihak yang memahami konsekuensi operasional. Simbol anonimisasi dan perisai mendukung pembacaan mengenai perlindungan, sementara diskusi bersama menandai pentingnya pengawasan manusia.

Organisasi dapat menerjemahkan tanggung jawab tersebut ke dalam tata kelola yang dapat diaudit: menetapkan tujuan pemrosesan, membatasi pengumpulan pada data yang diperlukan, memeriksa representasi data, menguji perbedaan kinerja antarkelompok, mengamankan akses, serta menyediakan prosedur

koreksi dan eskalasi. Buku etika bisnis dan profesi menempatkan pertimbangan etis sebagai bagian dari tanggung jawab praktik profesional, sehingga keputusan analitika patut dinilai berdasarkan dampaknya, bukan hanya kepatuhan prosedural (Hermawan, 2018). Langkah-langkah itu perlu disesuaikan dengan sensitivitas keputusan. Model rekomendasi produk dan model yang memengaruhi akses seseorang terhadap layanan tidak memiliki profil risiko yang sama.

Masa depan analitika manajemen kemungkinan ditandai oleh integrasi sistem informasi yang lebih luas dan peningkatan penggunaan AI pada proses kerja. Transformasi tersebut dapat mempercepat respons, tetapi juga dapat memperluas ketergantungan pada data yang kualitas serta asal-usulnya tidak diketahui pengguna. Pengalaman pengembangan sistem informasi manajemen terintegrasi bagi UMKM memperlihatkan peluang penggunaan teknologi untuk mendukung operasi dan keputusan, sekaligus menegaskan pentingnya kesesuaian sistem dengan kebutuhan organisasi (Nurhidayati, 2026). Argumen yang diajukan ialah bahwa kapabilitas analitika yang tahan lama bukan sekadar kemampuan menghasilkan prediksi, melainkan kemampuan menjelaskan bagaimana data dan model membentuk keputusan, siapa yang bertanggung jawab atas dampaknya, dan bagaimana keputusan dapat dikoreksi ketika bukti atau konteks berubah.

DAFTAR PUSTAKA

Amalia, A., Zukhronah, E., & Subanti, S. (2021). Peramalan Data Inflow dan Outflow Uang Kartal Bank Indonesia Provinsi DKI Jakarta Menggunakan Model ARIMAX dan SARIMAX. *Indonesian Journal of Applied Statistics*, *4*(2), 87. https://doi.org/10.13057/ijas.v4i2.45673

Amruli, D. R., & Vitadiar, T. Z. (2026). Penerapan Algoritma K-Means Clustering Untuk Pengelompokan Data Absensi Siswa Menggunakan Teknologi QR Code Berbasis Web Studi Kasus SMAN 2 Jombang. *METHOMIKA Jurnal Manajemen Informatika dan Komputerisasi Akuntansi*, *10*(1), 53-61. https://doi.org/10.46880/jmika.vol10no1.pp53-61

Anggraini, C., & SETIAWAN, H. (2025). Tinjauan atas pengakuan, pengukuran dan pelaporan pendapatan berdasarkan psak 72 pada pt eca indonesia. *Jurnal Aplikasi Bisnis Kesatuan*, *5*(2). https://doi.org/10.37641/jabkes.v5i2.1922

Arumsari, M., & Dani, A. (2021). Peramalan Data Runtun Waktu menggunakan Model Hybrid Time Series Regression – Autoregressive Integrated Moving Average. *Jurnal Siger Matematika*, *2*(1). https://doi.org/10.23960/jsm.v2i1.2736

Aziz, A. (2023). Supervisi manajerial dan peran supervisor dalam peningkatan kualitas akademik dan kelembagaan pendidikan islam. *Jurnal Pendidikan Guru*, *4*(2). https://doi.org/10.47783/jurpendigu.v4i2.498

Bardo, A., Fauzi, M., & Wibisono, G. (2026). Transformasi Edukasi Manajemen Aset: Model Pembelajaran Keputusan Partisipatif untuk Prioritas Rehabilitasi Irigasi Rawa Berbasis Analytic Hierarchy Process (AHP). *Siklus : Jurnal Teknik Sipil*, *12*(1). https://doi.org/10.31849/x7gr2c95

Dadin, S. N., & Ulfi, I. (2025). Pengaruh Kualitas Pelayanan, Kepercayaan, dan Kepuasan terhadap Loyalitas Anggota Koperasi KPRI Amanah. *BISMAKU*, *2*(2). https://doi.org/10.35760/bismaku.2025.v2i2.14847

Dewi, N. K. A. J. P., & Budiasih, I. G. A. N. (2025). Perilaku pengambilan keputusan kredit berdasarkan mental accounting

dan menyama braya. *Jurnal Akuntansi Multiparadigma*, *16*(1). https://doi.org/10.21776/ub.jamal.2025.16.1.12

Dzulfiqar, A. F. (2025). Metode statistik dan machine learning untuk prediksi harga bahan pokok di jawa timur. *The Indonesian Journal of Computer Science*, *14*(1). https://doi.org/10.33022/ijcs.v14i1.4625

Faried, I. M., & Lediwara, N. (2025). Pengembangan lanjutan aplikasi monitoring logistik simtelog dengan optimalisasi visualisasi data gudang dinas informasi dan pengolahan data. *Journal of Information System, Informatics and Computing*, *9*(2), 397. https://doi.org/10.52362/jisicom.v9i2.2190

Fatimah, S., & Kudus, A. (2025). Analisis Indeks Persepsi Korupsi: Makroekonomi dan Polusi Udara Menggunakan Regresi Beta. *Bandung Conference Series: Statistics*, *5*(2). https://doi.org/10.29313/bcss.v5i2.21451

Febriansah, R. E. (2020). *Buku Ajar Teori Pengambilan Keputusan*. Umsida Press. https://doi.org/10.21070/2020/978-623-6833-62-9

Febriyanto, G., & Basuki, A. (2024). Pengaruh Ewom, Citra Merek Dan Kepercayaan Merek Terhadap Keputusan Pembelian. *Jurnal Manajemen Pemasaran dan Perilaku Konsumen*, *3*(3), 669-679. https://doi.org/10.21776/jmppk.2024.03.3.10

Gellianta, & Harpain (2025). Pengaruh kepercayaan konsumen dan promosi terhadap keputusan pembelian merek uniqlo (studi kasus pada generasi z di bandar lampung). *Hirarki : Jurnal Ilmiah Manajemen dan Bisnis*, *7*(1). https://doi.org/10.30606/jrwn2v36

Hajatina, H., & Hasanah, U. (2025). Sinergi Budaya Organisasi, Manajemen Risiko, Dan Transformasi Digital Dalam Implementasi Kecerdasan Buatan Di Akuntansi Bisnis. *JURNAL MANAJEMEN DAN BISNIS*, *3*(3), 119-138. https://doi.org/10.36490/jmdb.v3i3.1641

Harjian, A. R., Ginardi, R. V. H., & Ciptaningtyas, H. T. (2025). Analisis dan Manajemen Risiko Keamanan Informasi Menggunakan Metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) dan Kontrol ISO/IEC 27001:2022 (Studi Kasus: Dinas

Komunikasi, Informatika, dan Statistik Kabupaten XYZ). *Jurnal Teknik ITS*, *14*(1). https://doi.org/10.12962/j23373539.v14i1.148053

Hasnawati, S., Hendrawaty, E., Taher, A. R. Y., Riyadi, S. E. E., & Hutabarat, F. G. (2023). Pemodelan Kausal Pengaruh Tingkat Suku Bunga dan Inflasi terhadap IHSG di BEI. *Studi Ekonomi dan Kebijakan Publik*, *1*(2), 73-82. https://doi.org/10.35912/sekp.v1i2.1475

Hermawan, S. (2018). *Buku Ajar Etika Bisnis Dan Profesi*. Umsida Press. https://doi.org/10.21070/2018/978-602-5914-33-1

Injavira, A., & Hasanah, K. (2022). Analisis beban kerja melalui metode full time equivalent untuk mengoptimalkan kinerja pegawai dinas kependudukan dan pencatatan sipil kota madiun. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis (EK&BI)*, *5*(1), 29-35. https://doi.org/10.37600/ekbi.v5i1.439

Irhamni, M. R., Nisa, M. A., Milakhunnisa, Y., & Hakim, D. L. (2023). Inflasi (Studi Kasus Pada Warteg di Kota Semarang). *Jurnal Bisnis dan Kewirausahaan*, *19*(2), 105-115. https://doi.org/10.31940/jbk.v19i2.105-115

Jasin, H., Mujiatun, S., Fauzi Rambe, M., & Bahagia Siregar, R. (2021). Apakah Kepercayaan Memediasi Pengaruh Reputasi Bank dan Religiusitas Terhadap Purchase Intention?. *Jurnal Ilmiah Manajemen dan Bisnis*, *22*(1), 86-102. https://doi.org/10.30596/jimb.v22i1.5630

Kesuma, Z. M. (2016). *Analisa Data Epidemiologi Menggunakan R dan Epicalo*. Syiah Kuala University Press. https://doi.org/10.52574/syiahkualauniversitypress.323

Kewas, T. T., Lapian, S. L. H. V. J., & Lumantow, R. Y. (2025). Pengaruh tipe kepribadian, emotional intelligence dan gender terhadap kesejaahteraan psikologis pegawai di dinas komunikasi informatika persandian dan statistik daerah sulawesi utara. *Jurnal EMBA : Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*, *13*(2), 134-145. https://doi.org/10.35794/emba.v13i2.61496

Kusuma, A. A., & Murniyati (2025). Pengaruh Ulasan Produk Dan Kepercayaan Konsumen Terhadap Keputusan Pembelian Pada

Marketplace Shopee. *Jurnal Manajemen Ekonomi dan Akuntansi*, *1*(4), 338-345. https://doi.org/10.63921/jmaeka.v2i1.158

Mirin, A. N. D., Tjandra, L., & Theodora (2024). Analisis Hubungan Karakteristik Ibu Dengan Kejadian Stunting Di Indonesia. *CALVARIA MEDICAL JOURNAL*, *2*(2), 37-44. https://doi.org/10.30742/cmj.v2i2.56

Misnawati, F. (2022). Koreksi bias estimasi curah hujan pada satelit gpm-imerg di pulau jawa. *Megasains*, *13*(2). https://doi.org/10.46824/megasains.v13i2.113

Mohamed Sayuti, N. A. (2026). Analisis Hubungan antara Sikap dan Minat Guru Pelatih Kimia dengan Pencapaian dalam Kimia Organik. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, *16*(1), 45. https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol16.1.4.2026

Mukhtiar, F. A., & Andayani, S. (2025). Perbandingan hybrid arima-nnar dan arima-svr pada peramalan nilai impor migas dan non-migas indonesia. *Jurnal Statistika dan Sains Data*, *2*(2). https://doi.org/10.21831/jssd.v2i2.23420

Nashrullah, M., Fahyuni, E. F., Nurdyansyah, N., & Untari, R. S. (2023). *Metodologi Penelitian Pendidikan (Prosedur Penelitian, Subyek Penelitian, Dan Pengembangan Teknik Pengumpulan Data)*. Umsida Press. https://doi.org/10.21070/2023/978-623-464-071-7

Natasya, N., & Yudhira, A. (2023). Pengaruh kualitas pelayanan dan kepercayaan terhadap kepuasan pelanggan go-ride di gojek pada mahasiswa/i fakultas ekonomi dan bisnis universitas tjut nyak dhien. *JURNAL MANAJEMEN DAN BISNIS*, *2*(1), 128-145. https://doi.org/10.36490/jmdb.v2i1.769

Nazamuddin, N. (2020). *Memahami Makroekonomi Melalui Data dan Fakta*. Syiah Kuala University Press. https://doi.org/10.52574/syiahkualauniversitypress.223

Nirwana, N. Q. S. (2020). *Buku Ajar Perencanaan Dan Penganggaran Bisnis*. Umsida Press. https://doi.org/10.21070/2020/978-623-6833-93-3

Nurdin, K., & Fuady, M. S. (2021). Analisis Hubungan Kausalitas Konsumsi Energi (Terbarukan Dan Tidak Terbarukan) Dengan Pertumbuhan Ekonomi Indonesia. *Jurnalku*, *1*(4), 379-389. https://doi.org/10.54957/jurnalku.v1i4.83

Nurhidayati, N., Suhartini, S., & Alwanda, A. Y. (2026). Pengembangan Sistem Informasi Manajemen Terintegrasi Berbasis Web untuk Optimalisasi Operasional dan Pengambilan Keputusan Strategis pada UMKM. *Infotek : Jurnal Informatika dan Teknologi*, *9*(2), 776-785. https://doi.org/10.29408/jit.v9i2.35283

Putra, S. B., & Lestari, T. (2025). Pengaruh Lingkungan Kerja Dan Disiplin Kerja Terhadap Produktivitas Karyawan Untuk Mendukung Keberlanjutan PT. Prabu Mitra Teknik. *Jurnal Manajemen Ekonomi dan Akuntansi*, *1*(4), 409-417. https://doi.org/10.63921/jmaeka.v1i4.173

Putra, I. M. S., Saptarini, N. G. A. P. H., & Puspita, N. N. H. (2026). Analisis Perbandingan Akurasi Metode Single Exponential Smoothing (SES) dengan Optimasi Parameter Alpha dan Single Moving Average Pada Sistem Peramalan Kebutuhan Stok Produk Bangunan Studi Kasus: UD Ema Kencana Abadi. *METHOMIKA Jurnal Manajemen Informatika dan Komputerisasi Akuntansi*, *10*(1), 217-225. https://doi.org/10.46880/jmika.vol10no1.pp217-225

Raja, D., & Edwin, J. J. (2025). Comparative Analysis of Time Series Transformers on Multivariate Time Series Data. *Premier Journal of Science*. https://doi.org/10.70389/pjs.100132

Renaldo, N., Sudarno, S., Hutahuruk, M. B., Suyono, S., & Suhardjo, S. (2021). Internal control system analysis on account receivables in e-rn trading business. *The Accounting Journal of Binaniaga*, *6*(2), 81-92. https://doi.org/10.33062/ajb.v6i2.455

Rizal, M. (2020). *Pengukuran Teknik: Dasar dan Aplikasi*. Syiah Kuala University Press. https://doi.org/10.52574/syiahkualauniversitypress.327

Rochman, F. (2021). Analisis sistem manajemen pekerjaan berbasis web untuk menunjang akuntabilitas kinerja di bps provinsi

sulawesi tenggara. *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, *4*(3), 180-186. https://doi.org/10.33387/jiko.v4i3.3414

Rustandi, R., & LAH, R. A. D. (2023). Implikasi Hukum Bisnis Terhadap Praktik Etika Bisnis Di Indonesia. *Jurnal Bisnis dan Kewirausahaan*, *19*(2), 163-172. https://doi.org/10.31940/jbk.v19i2.163-172

Samsudin, A. S., & Wanesha, T. T. (2026). Pengembangan sistem invoice digital dengan fitur audit trail untuk pelacakan transaksi menggunakan pengujian usabilitas pengguna. *METHODIKA: Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, *12*(2), 307-314. https://doi.org/10.46880/mtk.v12i2.5969

Santoso, A., & Hartini, H. (2022). Pengaruh brand image dan harga terhadap kepuasan pembeli dan pengaruhnya terhadap loyalitas. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis (EK&BI)*, *5*(2). https://doi.org/10.37600/ekbi.v5i2.639

Sanusi, A., Kurnia, D., Hidayah, N., & Siringoringo, H. (2025). Faktor yang mempengaruhi keputusan penggunaan dompet digital ovo untuk bertransaksi di tokopedia. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Bisnis*, *30*(1), 1-11. https://doi.org/10.35760/eb.2025.v30i1.11298

Sari, A. N., & Herlina, M. (2025). Penerapan Fuzzy Time Series Chen Orde Tinggi Pada Peramalan Inflasi di Jawa Barat. *Bandung Conference Series: Statistics*, *5*(2). https://doi.org/10.29313/bcss.v5i2.18531

Setiawan, S. (2025). *Pengolahan data dan analisa statistik dengan spss*. UIN Gus Dur Press. https://doi.org/10.28918/ugp.19

Siregar, H., Novianti, T., Rifin, A., & Suprehatin, S. (2023). Solusi Kebijakan untuk Menangani Penurunan Volume Bahan Baku Industri Crumb Rubber Indonesia. *Policy Brief Pertanian, Kelautan, dan Biosains Tropika*, *5*(2). https://doi.org/10.29244/agro-maritim.050215

Suhardjo, S., Renaldo, N., Andi, A., Sudarno, S., & Hutahuruk, M. B. (2022). Bonus Compensation and Real Earnings Management: Audit Committee Effectiveness as Moderation Variable. *The Accounting Journal of Binaniaga*, *7*(1), 89-102. https://doi.org/10.33062/ajb.v7i1.495

Sukamto, I., & Prianto, Y. (2023). Ketimpangan distribusi tanah dan pengaruhnya terhadap ketahanan pangan. *LITIGASI*, *24*(1), 1-13. https://doi.org/10.23969/litigasi.v24i1.6213

Sulaiman, A., & Juarna, A. (2021). Peramalan tingkat pengangguran di indonesia menggunakan metode time series dengan model arima dan holt-winters. *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*, *26*(1), 13-28. https://doi.org/10.35760/ik.2021.v26i1.3512

Sumadi, G., Vebriandi, M. Y., & Sudarsono, E. (2022). Sistem pendukung keputusan untuk penentuan penerima kip kuliah menggunakan metode ahp dan saw. *Jurnal Teknologi Informasi Mura*, *14*(2), 96-103. https://doi.org/10.32767/jti.v14i2.1827

Sundias, N. (2026). Hak asasi manusia & tantangan kecerdasan artifisial (artificial intelligence) dalam keamanan siber global. *The Juris*, *10*(1). https://doi.org/10.56301/juris.v10i1.2101

Thalib, M. A. (2022). Pelatihan teknik pengumpulan data dalam metode kualitatif untuk riset akuntansi budaya. *Seandanan: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, *2*(1). https://doi.org/10.23960/seandanan.v2i1.29

W., I., & Gunawan, S. (2026). Analisis Kualitatif Pengambilan Keputusan Berbasis Data dalam Perumusan Kebijakan Publik di Pemerintah Daerah Buton Tengah. *Journal of Tabulation Economic Data*, *2*(1), 38-47. https://doi.org/10.67462/mycm9d63

Wahyuni, S., & Noor Aini, S. (2026). Transformasi ekonomi pariwisaata melalui kecerdasan artifisial dan platform digital: Studi mobilitas sosial masyarakat di kabupaten bondowoso. *Jurnal Riset Manajemen Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Widya Wiwaha Program Magister Manajemen*, *13*(2), 193-203. https://doi.org/10.32477/geqepf57

Wibowo, M. C., & Nugroho, P. A. (2021). Perancangan sistem informasi pengolahan data pegawai dan penggajian dengan metode waterfall (studi kasus pada pt. Inawan chemtex sukses abadi). *JRIS: JURNAL REKAYASA INFORMASI SWADHARMA*, *1*(2), 31-37. https://doi.org/10.56486/jris.vol1no2.99

Z., L. (1997). *Repong Damar: Kajian tentang pengambilan keputusan dalam pengelolaan lahan hutan di Pesisir Krui,*

Lampung Barat. Center for International Forestry Research (CIFOR). https://doi.org/10.17528/cifor/000080

Zakaria, N. H., Adenan, N. H., Abd Karim, N. S., & Mashuri, A. (2021). Prediction of Water Level Time Series Data for Dam at Selangor using Chaotic Approach and Local Linear Approximation Method. *Journal of Science and Mathematics Letters*, *9*(Special), 10-17. https://doi.org/10.37134/jsml.vol9.sp.2.2021

GLOSARIUM

Data: Keterangan atau hasil pengamatan yang dikumpulkan dan diorganisasikan untuk dianalisis. Maknanya bergantung pada cara pengukuran, cakupan, dan tujuan penggunaannya.

Indikator: Ukuran yang digunakan untuk menggambarkan atau menilai aspek tertentu dari kinerja atau keadaan organisasi.

Korelasi: Hubungan keterkaitan antara dua atau lebih variabel. Korelasi tidak dengan sendirinya membuktikan hubungan sebab-akibat.

Machine learning: Pendekatan komputasional yang menggunakan algoritme untuk mengenali pola dalam data dan mendukung prediksi.

Metode statistik: Prosedur untuk mengolah dan menganalisis data guna menjawab pertanyaan tertentu. Pemilihannya perlu disesuaikan dengan karakteristik data dan tujuan analisis.

Model: Representasi matematis atau komputasional yang digunakan untuk menggambarkan pola data dan, dalam konteks tertentu, memperkirakan hasil.

Populasi: Keseluruhan kelompok atau objek yang menjadi sasaran kajian dan karakteristiknya hendak dipahami.

Sampel: Sebagian anggota populasi yang datanya digunakan untuk menggambarkan atau menyimpulkan karakteristik populasi.

Sistem informasi manajemen: Sistem yang mengelola informasi untuk mendukung pemantauan operasional dan pertimbangan manajerial.

Statistik: Nilai ringkasan yang dihitung dari data, seperti rata-rata penjualan sampel atau proporsi pelanggan yang melakukan pembelian ulang.

Statistika: Disiplin dan metode untuk mengumpulkan, mengolah, menganalisis, serta menafsirkan data.

Statistika deskriptif: Bagian statistika yang merangkum karakteristik data yang diamati tanpa menyimpulkan secara langsung keadaan populasi yang lebih luas.

Statistika inferensial: Bagian statistika yang menggunakan informasi dari sampel untuk menilai karakteristik populasi, dengan mempertimbangkan ketidakpastian.

Unit analisis: Satuan yang menjadi fokus pengamatan atau pengukuran dalam suatu analisis, seperti pelanggan, transaksi, atau cabang.

Variasi proses: Perbedaan hasil yang muncul dalam suatu proses, baik sebagai pola yang relatif stabil maupun sebagai perubahan sementara.

Data bisnis: Representasi numerik maupun nonnumerik atas transaksi, sumber daya, proses, pelanggan, dan lingkungan organisasi.

Data kontinu: Data kuantitatif yang secara konseptual dapat mengambil rentang nilai, seperti lama pelayanan atau berat bahan baku.

Data diskret: Data kuantitatif yang umumnya berasal dari penghitungan kejadian atau unit, seperti jumlah pesanan.

Data kualitatif: Data yang menggambarkan kategori atau atribut, bukan besaran yang dapat dihitung secara langsung.

Data kuantitatif: Data berupa angka yang merepresentasikan hitungan atau besaran.

Data semiterstruktur: Data yang memiliki penanda tertentu, tetapi tidak selalu mengikuti skema tabel yang kaku.

Data terstruktur: Data yang disimpan dalam format relatif seragam, misalnya tabel dengan kolom-kolom yang telah ditentukan.

Data tidak terstruktur: Data yang tidak tersusun dalam format seragam, seperti ulasan pelanggan, rekaman percakapan, atau dokumen naratif.

Frekuensi pencatatan: Seberapa sering data direkam atau dihimpun, misalnya saat transaksi terjadi atau secara harian.

Inferensi statistik: Penarikan kesimpulan berdasarkan data dengan menggunakan metode statistik.

Latensi pencatatan: Jeda waktu antara terjadinya suatu peristiwa dan tersedianya data yang merekam peristiwa tersebut.

Unit analisis: Entitas yang menjadi objek pengamatan atau analisis, seperti pelanggan, transaksi, produk, atau cabang.

Bias: Penyimpangan sistematis yang dapat memengaruhi data atau interpretasinya. Sumbernya dapat berupa cara pengumpulan, karakteristik responden, atau kondisi pengamatan.

Data administratif: Data yang dihasilkan dari kegiatan operasional dan pencatatan organisasi, seperti catatan penjualan atau absensi.

Data digital: Data yang diperoleh dari jejak interaksi atau aktivitas melalui sistem digital, seperti klik pada aplikasi.

Inferensi: Penarikan kesimpulan dari data untuk menjelaskan atau memperkirakan kondisi yang lebih luas daripada bukti yang diamati secara langsung.

Konstruk: Konsep teoretis yang hendak diukur atau dijelaskan dalam penelitian, seperti kepuasan atau loyalitas.

Nonrespons: Keadaan ketika responden yang diharapkan tidak memberikan jawaban, sehingga cakupan data dapat berbeda dari rencana penelitian.

Observasi: Teknik pengumpulan data dengan mencatat perilaku atau praktik yang berlangsung dalam konteks tertentu.

Protokol: Rangkaian ketentuan yang mengatur pelaksanaan pengumpulan data, termasuk pelaksana, periode, instruksi, dan cara merekam jawaban.

Standarisasi prosedur: Penyeragaman langkah pengumpulan data untuk mengurangi variasi yang timbul dari perbedaan pelaksana atau lokasi.

Survei: Teknik pengumpulan data yang menggunakan pertanyaan terstruktur untuk memperoleh jawaban dari sejumlah responden.

Teknik pengumpulan data: Cara terencana untuk memperoleh bukti penelitian, seperti survei, wawancara, observasi, dokumentasi, atau ekstraksi data digital.

Unit analisis: Tingkat atau entitas yang menjadi sasaran penjelasan penelitian, misalnya individu, cabang, atau perusahaan.

Unit pengumpulan data: Entitas atau sumber tempat data diperoleh, yang dapat berbeda dari unit analisis penelitian.

Wawancara: Teknik pengumpulan data melalui percakapan terarah untuk menggali pengalaman, alasan, atau penjelasan narasumber.

Agregat: Ringkasan yang menggabungkan sejumlah pengamatan menjadi satu nilai, misalnya total penjualan perusahaan. Nilai agregat dapat menyembunyikan perbedaan antar kelompok.

Analisis formal: Pemeriksaan data yang dilakukan dengan metode terstruktur untuk menguji pertanyaan atau menghasilkan kesimpulan. Dalam EDA, analisis formal merupakan tahap lanjutan, bukan pengganti pemeriksaan awal.

Anomali: Nilai atau pola yang menyimpang dari perilaku umum dalam data. Anomali perlu diperiksa untuk membedakan kejadian yang sah dari masalah pencatatan.

Boxplot: Grafik ringkas yang menampilkan median, kuartil, dan kemungkinan pencilan dalam distribusi data.

Distribusi: Sebaran nilai suatu variabel, termasuk konsentrasi, rentang, dan bentuk pola nilainya.

Exploratory Data Analysis (EDA): Pemeriksaan awal dan iteratif terhadap struktur, distribusi, variasi, serta hubungan dalam data sebelum pemilihan analisis lanjutan.

Histogram: Grafik yang menggambarkan bentuk distribusi data dengan mengelompokkan nilai ke dalam rentang.

Kuartil: Nilai yang membagi data terurut menjadi empat bagian dengan jumlah pengamatan yang relatif sama.

Median: Nilai tengah dalam data yang telah diurutkan; separuh pengamatan berada di bawahnya dan separuh lainnya di atasnya.

Pencilan: Pengamatan yang nilainya jauh dari pola umum dalam data. Pencilan dapat mencerminkan kejadian yang sah maupun kesalahan pencatatan.

Struktur data: Susunan dan cakupan data, termasuk jenis variabel, unit observasi, rentang waktu, dan kelompok yang tercakup.

Unit observasi: Entitas atau objek yang menjadi dasar pencatatan setiap pengamatan, seperti cabang, transaksi, atau pelanggan.

Variabel: Karakteristik yang dicatat atau diukur pada unit observasi dan dapat memiliki nilai yang berbeda.

Visualisasi data: Penyajian data secara grafis untuk memperlihatkan pola, distribusi, perbandingan, atau hubungan.

Agregasi: Penggabungan nilai dari beberapa kelompok menjadi satu ringkasan. Hasilnya bergantung pada cara penggabungan dan bobot yang digunakan.

Bobot: Nilai yang menunjukkan ukuran, kepentingan, atau kontribusi relatif suatu observasi atau kelompok dalam perhitungan.

Data kategorik nominal: Data berupa kategori yang tidak memiliki urutan bermakna. Modus dapat digunakan untuk merangkum kategori dengan frekuensi tertinggi.

Distribusi: Pola penyebaran nilai dalam suatu kumpulan data, termasuk bentuk, konsentrasi, dan kemencengannya.

Mean: Ukuran pemusatan yang diperoleh dengan menjumlahkan seluruh nilai observasi lalu membaginya dengan banyaknya observasi.

Mean aritmetika: Rata-rata yang dihitung dari jumlah seluruh nilai dibagi banyaknya nilai. Ukuran ini menggunakan setiap observasi, tetapi sensitif terhadap nilai ekstrem.

Mean tertimbang: Rata-rata yang memperhitungkan bobot berbeda untuk setiap nilai atau kelompok, sesuai ukuran atau kontribusinya.

Median: Nilai tengah setelah observasi diurutkan; untuk jumlah observasi genap, nilainya adalah rata-rata dari dua nilai tengah.

Modus: Nilai atau kategori yang paling sering muncul dalam suatu kumpulan data.

Observasi: Satu nilai atau hasil pengukuran yang tercatat sebagai bagian dari kumpulan data.

Pencilan: Nilai yang menyimpang jauh dari sebagian besar observasi dan dapat memengaruhi ukuran pemusatan tertentu.

Rata-rata sederhana: Rata-rata yang dihitung tanpa memberikan bobot berbeda kepada setiap nilai atau kelompok.

Ukuran pemusatan: Statistik yang merangkum kumpulan observasi dengan satu nilai yang mewakili kecenderungan umum.

Weighted mean: Istilah lain untuk mean tertimbang, yaitu rata-rata yang menghitung nilai dengan mempertimbangkan bobot masing-masing.

Eksperimen atau proses acak: Proses yang hasil spesifiknya belum dapat dipastikan sebelum terjadi, meskipun himpunan hasil yang mungkin dapat dirumuskan.

Frekuensi relatif: Perbandingan jumlah kemunculan suatu peristiwa dengan jumlah seluruh pengamatan dalam rangkaian pengamatan yang sebanding.

Hasil elementer: Satu hasil tunggal dalam ruang sampel yang dirumuskan pada tingkat rincian tertentu.

Irisan: Bagian yang berisi hasil-hasil yang dimiliki bersama oleh dua atau lebih peristiwa.

Komplemen: Peristiwa yang memuat seluruh hasil dalam ruang sampel selain hasil yang termasuk dalam suatu peristiwa tertentu.

Menyeluruh: Sifat kumpulan peristiwa yang bersama-sama mencakup seluruh hasil dalam ruang sampel.

Pendekatan klasik: Cara menentukan probabilitas dengan membandingkan jumlah hasil yang mendukung suatu peristiwa dengan jumlah seluruh hasil yang dianggap sama mungkin.

Pendekatan frekuentis: Cara menaksir probabilitas berdasarkan frekuensi relatif suatu peristiwa dalam pengamatan berulang yang sebanding.

Pendekatan subjektif: Cara menyatakan probabilitas melalui penilaian berdasarkan informasi dan pertimbangan yang tersedia.

Peristiwa: Bagian dari ruang sampel yang terdiri atas satu atau lebih hasil yang memenuhi kondisi tertentu.

Probabilitas: Ukuran kuantitatif antara 0 dan 1 yang menyatakan tingkat kemungkinan terjadinya suatu peristiwa dalam kondisi atau model tertentu.

Proporsi: Bagian dari keseluruhan yang dinyatakan sebagai perbandingan terhadap jumlah total.

Ruang sampel: Himpunan seluruh hasil yang mungkin dari suatu eksperimen atau proses acak.

Sama mungkin: Kondisi ketika setiap hasil dalam suatu ruang sampel memiliki peluang yang setara.

Saling lepas: Sifat dua atau lebih peristiwa yang tidak dapat terjadi secara bersamaan.

Statistik deskriptif: Metode untuk menjelaskan dan merangkum pola yang teramati dalam data.

Distribusi empiris: Distribusi yang dibentuk dari frekuensi nilai-nilai yang ditemukan dalam data yang terkumpul. Distribusi ini menggambarkan pola yang teramati, bukan dengan sendirinya memastikan pola tersebut akan berlanjut.

Distribusi probabilitas: Ringkasan nilai-nilai yang mungkin dari suatu variabel acak beserta peluang masing-masing. Distribusi ini menjadi dasar untuk menilai kecenderungan dan ketidakpastian suatu proses.

Distribusi teoretis: Pola probabilitas yang diasumsikan untuk merepresentasikan suatu proses. Kesesuaiannya bergantung pada asumsi yang digunakan dan kestabilan mekanisme proses.

Fungsi distribusi kumulatif: Fungsi $F(x) = P(X \leq x)$ yang menyatakan peluang variabel acak bernilai tidak lebih dari batas tertentu. Fungsi ini berlaku untuk variabel acak diskret maupun kontinu.

Fungsi kepadatan probabilitas: Fungsi untuk variabel acak kontinu yang menggambarkan pola peluang relatif pada rentang nilai. Peluang suatu interval diperoleh dari luas di bawah kurva fungsi tersebut, bukan dari nilai kepadatan pada satu titik.

Fungsi massa probabilitas: Fungsi untuk variabel acak diskret yang menetapkan peluang pada setiap nilai tertentu. Jumlah seluruh peluangnya sama dengan satu.

Nilai harapan: Rata-rata teoretis suatu variabel acak berdasarkan nilai-nilai yang mungkin dan peluangnya. Nilai ini merangkum pola jangka panjang, bukan ramalan pasti untuk satu kejadian.

Simpangan baku: Akar kuadrat varians yang menyatakan penyebaran nilai variabel acak dalam satuan yang sama dengan variabel tersebut.

Variabel acak: Fungsi yang memetakan setiap hasil dalam ruang sampel suatu proses acak ke nilai numerik. Variabel ini memungkinkan ketidakpastian dianalisis secara kuantitatif.

Variabel acak kontinu: Variabel acak yang dapat mengambil nilai pada suatu rentang, seperti durasi pengiriman atau berat produk. Peluangnya dirumuskan untuk suatu interval.

Variabel acak diskret: Variabel acak yang nilai-nilainya dapat dihitung satu per satu, seperti jumlah transaksi gagal. Peluangnya dapat ditetapkan pada nilai tertentu.

Varians: Ukuran penyebaran yang menyatakan nilai harapan kuadrat selisih variabel acak dari rata-ratanya. Varians menggambarkan ketidakpastian di sekitar nilai harapan.

Aturan inklusi dan eksklusi: Ketentuan yang menetapkan unit mana yang memenuhi syarat untuk masuk ke dalam populasi atau sampel dan unit mana yang dikecualikan.

Batas inferensi: Cakupan kelompok dan kondisi yang dapat menjadi sasaran kesimpulan berdasarkan data penelitian.

Inferensi statistik: Proses menggunakan informasi dari sampel untuk menarik kesimpulan mengenai populasi.

Kerangka sampling: Daftar atau sistem operasional yang memuat unit-unit yang berpeluang dipilih sebagai sampel.

Masalah cakupan: Ketidaksesuaian antara populasi sasaran dan kerangka sampling, misalnya ketika sebagian unit tidak tercatat atau unit lain tercatat lebih dari sekali.

Nonrespons: Keadaan ketika unit yang terpilih tidak memberikan respons, sehingga komposisi responden dapat berbeda dari sampel yang direncanakan.

Parameter: Nilai yang merangkum karakteristik tertentu dari suatu populasi.

Populasi konseptual: Kumpulan kemungkinan pengamatan atau proses yang tidak dibatasi pada daftar unit tetap.

Populasi sasaran: Seluruh unit yang menjadi cakupan substantif kesimpulan penelitian.

Populasi terhingga: Populasi yang jumlah unitnya dapat ditentukan dalam batas waktu tertentu.

Populasi terjangkau: Bagian dari populasi sasaran yang dapat diidentifikasi dan dijangkau melalui prosedur pengumpulan data.

Sampel: Unit-unit yang dipilih dari populasi atau kerangka sampling untuk diamati dalam penelitian.

Statistik: Nilai yang merangkum karakteristik sampel dan dapat digunakan untuk mengestimasi parameter populasi.

Unit analisis: Entitas yang menjadi dasar pengamatan dan analisis, seperti individu, perusahaan, transaksi, atau periode pengamatan.

Bias nonrespons: Penyimpangan yang muncul ketika orang yang tidak merespons survei memiliki karakteristik berbeda dari orang yang merespons. Bias ini dapat membuat estimasi kurang mewakili populasi sasaran.

Distribusi sampling: Distribusi probabilitas suatu statistik sampel yang terbentuk dari pengambilan berulang sampel dengan ukuran dan mekanisme tertentu. Distribusi ini menjelaskan variasi nilai statistik antarsampel.

Estimasi: Nilai numerik yang dihasilkan ketika estimator diterapkan pada satu sampel. Nilai ini digunakan untuk memperkirakan parameter populasi.

Estimator: Aturan atau fungsi yang diterapkan pada data sampel untuk memperkirakan parameter populasi. Nilainya dapat berbeda dari satu sampel ke sampel lain.

Inferensi: Proses menggunakan data sampel untuk menarik kesimpulan mengenai populasi yang lebih luas. Keabsahannya bergantung pada rancangan dan keterwakilan sampel serta asumsi analisis.

Kerangka sampel: Daftar atau sumber yang mengidentifikasi anggota populasi yang dapat dipilih menjadi sampel. Cakupan dan kualitasnya memengaruhi keterwakilan sampel.

Parameter: Karakteristik numerik populasi yang umumnya tetap, tetapi tidak diketahui. Parameter menjadi sasaran yang hendak diperkirakan melalui data sampel.

Populasi: Keseluruhan unit atau subjek yang menjadi sasaran penelitian dan kesimpulan. Batas populasi ditentukan oleh karakteristik, wilayah, dan periode yang ditetapkan.

Proporsi sampel: Perbandingan jumlah anggota sampel yang memiliki karakteristik tertentu dengan ukuran sampel. Nilainya dapat digunakan sebagai estimator proporsi populasi.

Standard error: Ukuran sebaran sampling suatu estimator, yang menunjukkan seberapa besar nilainya cenderung bervariasi antarsampel. Nilai ini membantu menilai ketidakpastian estimasi.

Statistik sampel: Ukuran numerik yang dihitung dari data sampel, seperti rata-rata atau proporsi. Statistik ini dapat digunakan untuk memperkirakan parameter populasi.

Tingkat respons: Proporsi anggota sampel terpilih yang memberikan respons terhadap pengumpulan data. Tingkat respons yang rendah dapat meningkatkan risiko bias nonrespons.

Validitas generalisasi: Tingkat kelayakan penerapan temuan sampel pada populasi sasaran yang lebih luas. Penilaiannya mempertimbangkan rancangan pengambilan sampel dan cakupan penelitian.

Desain sampel: Rancangan tentang cara memilih dan mengamati unit sampel. Kesesuaiannya menentukan sejauh mana hasil dapat digunakan untuk menyimpulkan keadaan populasi sasaran.

Daya informasi sampel: Kemampuan data sampel untuk memberikan bukti yang memadai dalam menilai hipotesis. Daya ini dapat terbatas ketika efek kecil, variasi tinggi, atau ukuran sampel terbatas.

Gagal menolak hipotesis nol: Kesimpulan bahwa bukti sampel belum cukup untuk menolak hipotesis nol menurut aturan keputusan yang ditetapkan. Kesimpulan ini tidak berarti hipotesis nol terbukti benar atau diterima.

Hipotesis alternatif: Pernyataan mengenai pola atau kondisi yang menjadi perhatian analisis, seperti adanya perubahan, peningkatan, atau penurunan. Hipotesis ini dapat dirumuskan satu arah atau dua arah.

Hipotesis nol: Pernyataan acuan tentang parameter populasi, yang umumnya menyatakan tidak adanya perubahan atau perbedaan. Data sampel digunakan untuk menilai apakah bukti cukup bertentangan dengan pernyataan ini.

Hipotesis statistik: Pernyataan mengenai parameter populasi yang dapat dievaluasi menggunakan data sampel. Dalam pengujian, pernyataan ini dirumuskan sebagai hipotesis nol dan hipotesis alternatif.

Independensi pengamatan: Kondisi ketika suatu pengamatan tidak bergantung pada pengamatan lain dalam analisis. Pengamatan berulang atas pelanggan yang sama, misalnya, dapat melanggar asumsi ini.

Parameter populasi: Besaran yang merangkum karakteristik populasi sasaran, seperti rata-rata waktu layanan atau proporsi transaksi gagal. Pengujian hipotesis menilai klaim tentang parameter tersebut menggunakan data sampel.

P-value: Ukuran yang digunakan dalam pengujian hipotesis untuk mengevaluasi hasil sampel berdasarkan hipotesis nol. Nilainya ditafsirkan menurut aturan keputusan yang telah ditetapkan.

Statistik uji: Ukuran yang merangkum jarak antara hasil sampel dan nilai yang diharapkan menurut hipotesis nol dalam satuan ketidakpastian sampling. Nilainya digunakan untuk mengevaluasi bukti terhadap hipotesis nol.

Taraf signifikansi: Ambang risiko yang ditetapkan untuk menolak hipotesis nol ketika hipotesis tersebut benar. Penetapannya perlu mempertimbangkan konsekuensi keputusan yang keliru.

Tipe I: Kesalahan berupa penolakan hipotesis nol ketika hipotesis itu benar. Taraf signifikansi menjadi ambang risiko untuk kesalahan ini.

Wilayah penolakan: Rentang hasil statistik uji yang, menurut aturan keputusan, menjadi dasar untuk menolak hipotesis nol. Bentuknya ditentukan oleh arah pengujian dan taraf signifikansi.

Asosiasi: Pola ketergantungan statistik ketika distribusi suatu variabel berbeda menurut nilai atau kategori variabel lain. Asosiasi tidak dengan sendirinya membuktikan hubungan sebab-akibat.

Bias seleksi: Penyimpangan yang timbul ketika unit yang masuk ke dalam analisis berbeda secara sistematis dari unit yang tidak teramati.

Data observasional: Data yang dikumpulkan dengan mengamati kondisi yang berlangsung tanpa menetapkan paparan atau intervensi melalui penugasan eksperimental.

Faktor perancu: Faktor yang berhubungan dengan paparan maupun hasil sehingga dapat menjelaskan, mengubah, atau menyamarkan hubungan yang teramati.

Inferensi: Proses menarik kesimpulan mengenai populasi atau pola yang mendasari berdasarkan informasi dari data.

Kausalitas: Hubungan sebab-akibat ketika perubahan pada suatu faktor menghasilkan perubahan pada hasil melalui mekanisme tertentu, dengan asumsi faktor relevan lainnya dikendalikan.

Kausalitas terbalik: Keadaan ketika arah pengaruh yang diasumsikan berlawanan dengan arah proses yang sebenarnya.

Kontrafaktual: Hasil yang mungkin dialami suatu unit apabila paparan atau intervensi yang diterimanya berbeda, sementara kondisi lain sebanding.

Korelasi linear: Ukuran keterkaitan yang menggambarkan pola hubungan linear antara variabel numerik; ukuran ini dapat mendekati nol meskipun pola nonlinier tampak jelas.

Korelasi Pearson: Ukuran korelasi yang digunakan untuk menilai hubungan linear antara data numerik.

Perancu: Faktor yang berkaitan dengan paparan dan hasil sekaligus, sehingga hubungan keduanya dapat mencerminkan pengaruh faktor ketiga.

Randomisasi: Penetapan paparan atau intervensi secara acak untuk membantu membentuk kelompok yang sebanding dan mengurangi pengaruh faktor perancu.

Signifikansi statistik: Penilaian mengenai sejauh mana bukti dalam data tidak selaras dengan hipotesis nol menurut kriteria pengujian tertentu.

Ukuran efek: Ringkasan besarnya hubungan atau perbedaan yang diamati, yang membantu menilai makna substantif hasil analisis.

Variabel: Karakteristik atau besaran yang nilainya dapat berbeda antarunit pengamatan atau berubah menurut waktu.

Galat: Komponen dalam model yang merangkum pengaruh terhadap respons dari faktor-faktor yang tidak dimasukkan ke dalam model.

Homoskedastisitas: Asumsi bahwa varians galat relatif konstan pada berbagai tingkat prediktor atau nilai prediksi.

Independensi galat: Asumsi bahwa galat antarpengamatan tidak menunjukkan ketergantungan atau pola sistematis satu sama lain.

Intersep: Nilai respons yang diperkirakan ketika nilai prediktor sama dengan nol.

Kuadrat terkecil biasa: Metode estimasi yang memilih koefisien dengan meminimalkan jumlah kuadrat selisih antara nilai aktual dan nilai prediksi.

Linearitas: Asumsi bahwa nilai harapan respons berubah secara linear terhadap parameter yang diperkirakan.

Multikolinearitas: Keadaan ketika prediktor dalam regresi berganda memiliki hubungan linear yang kuat, sehingga koefisien sulit diestimasi secara stabil dan dipisahkan pengaruhnya.

Normalitas residu: Asumsi bahwa residu mengikuti distribusi normal, yang terutama berkaitan dengan ketepatan inferensi pada sampel terbatas.

Ordinary least squares (OLS): Metode kuadrat terkecil biasa yang menentukan koefisien dengan meminimalkan jumlah kuadrat residu.

Prediktor: Variabel yang digunakan dalam model untuk menjelaskan atau memperkirakan perubahan pada variabel respons.

Regresi linear: Model yang menyatakan hubungan antara variabel respons dan satu atau lebih prediktor secara linear dalam parameter.

Residu: Selisih antara nilai aktual respons dan nilai prediksi model untuk suatu pengamatan.

Respons: Variabel hasil yang diterangkan atau diperkirakan dalam model regresi.

Spesifikasi model: Penetapan bentuk hubungan dan variabel yang digunakan dalam model untuk menjawab pertanyaan analitis.

Varians galat: Ukuran penyebaran galat dalam model; kestabilannya pada berbagai tingkat prediktor menjadi asumsi homoskedastisitas.

Agregasi: Penggabungan pengamatan ke dalam periode yang lebih luas, seperti mingguan atau bulanan. Agregasi dapat menyederhanakan data, tetapi juga mengaburkan variasi pada interval yang lebih pendek.

Data multivariat: Data runtun waktu yang mencatat beberapa variabel secara berurutan untuk menelaah keterkaitan temporal di antara variabel tersebut.

Data potong lintang: Data yang membandingkan banyak unit pada satu waktu, berbeda dari data runtun waktu yang menekankan urutan pengamatan antarperiode.

Data runtun waktu: Data yang merekam satu atau lebih variabel secara berurutan menurut waktu. Urutan pengamatannya menjadi bagian dari informasi yang dianalisis.

Data univariat: Data runtun waktu yang berfokus pada riwayat satu variabel, seperti penjualan bulanan suatu produk.

Derau: Variasi yang tidak mencerminkan pola utama dan dapat menyulitkan identifikasi kebutuhan atau tren dalam data.

Frekuensi pengamatan: Seberapa sering suatu variabel dicatat, misalnya setiap hari, minggu, atau bulan. Frekuensinya perlu disesuaikan dengan proses yang diamati dan keputusan yang didukung.

Indeks waktu: Penanda urutan periode pada pengamatan runtun waktu, yang dapat berupa hari, minggu, bulan, kuartal, atau tahun.

Observasi ekstrem: Pengamatan yang nilainya jauh berbeda dari pengamatan lain. Penyebabnya perlu diperiksa sebelum nilai tersebut dihapus atau digunakan dalam pemodelan.

Peramalan: Proses memperkirakan nilai atau keadaan pada periode mendatang dengan menggunakan informasi yang tersedia, termasuk pola dalam data historis.

Pemulusan: Pendekatan untuk mengurangi pengaruh variasi jangka pendek agar pola data lebih mudah dikenali.

Perubahan struktural: Perubahan nyata pada mekanisme atau pola yang membentuk data, bukan sekadar lonjakan sesaat.

Rata-rata bergerak: Metode yang meramalkan nilai dengan menghitung rata-rata dari sejumlah pengamatan terbaru dalam jendela periode yang bergeser.

Variabel penjelas: Variabel yang digunakan bersama riwayat variabel sasaran untuk menerangkan atau membantu meramalkan perubahan nilai sasaran.

Analitika deskriptif: Analisis yang merangkum keadaan atau pola yang telah terjadi. Hasilnya membantu menggambarkan

kondisi, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan penyebabnya.

Analitika diagnostik: Analisis yang menelaah faktor-faktor yang berkaitan dengan perubahan suatu keadaan atau indikator. Temuan asosiasi perlu dibedakan dari bukti hubungan sebab-akibat.

Analitika prediktif: Analisis yang menggunakan data dan metode pemodelan untuk memperkirakan kemungkinan hasil pada masa mendatang. Prediksi merupakan perkiraan, bukan kepastian.

Analitika preskriptif: Analisis yang membandingkan pilihan tindakan dengan mempertimbangkan tujuan dan kendala. Keluarannya dapat berupa skenario atau rekomendasi tindakan.

ARIMA: Metode deret waktu yang menggunakan pola autoregresif, pembedaan, dan rata-rata bergerak untuk memodelkan serta meramalkan data.

Business analytics: Penggunaan bukti dan metode analisis untuk menjawab persoalan organisasi, mengevaluasi alternatif, dan mendukung keputusan.

Business intelligence: Pengumpulan, pengelolaan, dan penyajian informasi untuk membantu pemantauan kinerja organisasi.

Dashboard: Tampilan visual yang menyajikan indikator dan informasi secara terhimpun untuk mendukung pemantauan.

Holt-Winters: Metode peramalan deret waktu yang memodelkan tingkat, tren, dan pola musiman dalam data.

Inferensi: Penarikan kesimpulan dari data dengan mempertimbangkan ketidakpastian dan batas metode yang digunakan.

Indikator: Ukuran yang digunakan untuk merepresentasikan aspek tertentu dari kinerja atau tujuan organisasi.

Kualitas data: Tingkat kelayakan data untuk digunakan, yang mencakup kelengkapan, ketepatan, dan kesesuaian dengan kebutuhan analisis.

Statistika: Disiplin untuk mengolah dan menafsirkan data sebagai bukti, termasuk dengan memperhatikan mutu pengukuran dan ketidakpastian kesimpulan.

INDEKS

agregasi....35, 61, 69
agregat.... 34, 70, 106
analisis....2, 25, 47
analisis hubungan antarvariabel.... 223
analisis regresi.... 233, 249
analitika....1, 25, 47
analitika deskriptif.... 8, 297
analitika prediktif.... 21, 201, 297
analitika preskriptif.... 8, 297
anomali.... 68, 69
ARIMA.... 21, 35, 147
asosiasi.... 223, 250, 308
asumsi....4, 39, 53
batas inferensi....1, 25, 57
bias....4, 25, 49
bias seleksi....20, 43, 60
bobot.... 92, 123, 159
boxplot.... 69, 97
business analytics.... 295
business intelligence.... 295
cabang....3, 26, 49
catatan operasional.... 51, 271
catatan penjualan.... 12, 48
daftar pelanggan.... 59, 155
dashboard....5, 69, 109
data....1, 25, 47
data administratif.... 49
data bisnis....4, 25, 69
data digital.... 22, 48, 153
data ekonomi.... 227, 250, 272
data kualitatif.... 26, 48
data kuantitatif....13, 26, 78
data multivariat.... 37, 273
data observasional.... 225, 257
data runtun waktu....10, 34, 61
data sampel.... 6, 178, 202

desain sampel 167, 183, 204
distribusi 7, 28, 56
distribusi empiris 135
distribusi probabilitas 95, 131, 167
distribusi sampling 7, 56, 99
distribusi teoretis 135
dokumentasi 47, 95, 123
EDA 69
estimasi 7, 35, 47
estimator 177
frekuensi 2, 28, 53
frekuensi relatif 75, 114
galat 56, 188, 208
hasil 2, 30, 52
hipotesis alternatif 202, 238
hipotesis nol 202, 227
hipotesis statistik 201
histogram 69, 105, 262
Holt-Winters 23, 35, 147
hubungan 3, 29, 49
independensi pengamatan 173, 204
indikator 5, 27, 50
inferensi 1, 25, 49
inferensi statistik 26, 153
instruksi 12, 50, 218
intensitas promosi 227, 258
intersep 251
kausalitas 71, 107, 192
kausalitas terbalik 226
kelompok 13, 29, 53
keputusan 1, 25, 47
keputusan manajerial 1, 25, 47
kerangka sampel 162, 179
kerangka sampling 153
ketidakpastian 1, 56, 69
ketidakpastian sampling 160, 181, 203
klasifikasi 26, 97, 115
koefisien 89, 137, 170

konsekuensi 1, 45, 56
konstruk 9, 39, 49
kontinu 27, 131, 258
korelasi linear 225
korelasi Pearson 223
kualitas data 11, 25, 52
kuesioner 41, 47
linearitas 231, 252
mean 89, 184, 285
median 41, 79, 89
modus 38, 89
multikolinearitas 252
nilai ekstrem 65, 89, 149
nilai harapan 123, 134, 183
nilai prediksi 251
nilai transaksi 26, 65, 75
nonrespons 60, 163, 179
observasi 18, 30, 48
organisasi 1, 25, 47
p-value 201
parameter 1, 60, 137
parameter populasi 15, 146, 163
parameter sasaran 178
pelanggan 2, 25, 48
pelatihan 48, 129, 192
peluang 20, 56, 111
pembobotan 92, 159, 190
pemulusan 274
pencilan 41, 47, 73
pengamatan ekstrem 98, 252, 274
pengambilan keputusan 1, 25, 69
pengambilan keputusan manajerial 1, 110, 135
pengambilan sampel 7, 56, 159
pengiriman 33, 71, 98
pengiriman bahan baku 114
pengujian hipotesis 7, 170, 192
pengukuran 1, 25, 47
pengumpulan data 4, 30, 47

penjualan 2, 28, 48
penjualan bulanan 34, 79, 258
peramalan 10, 34, 105
perancu 222, 225
periode pengamatan 16, 30, 76
peristiwa 112, 131, 308
persediaan 5, 29, 48
pertanyaan 1, 25, 47
perubahan proses 10, 66, 123
perubahan struktural 274
pola 1, 25, 50
populasi 1, 30, 56
populasi konseptual 156
populasi sasaran 19, 56, 154
populasi terhingga 156
populasi terjangkau 154
prediktor 249
presisi 23, 27, 57
probabilitas 47, 95, 111
produktivitas 42, 50, 89
promosi 7, 30, 55
proporsi 2, 38, 64
proporsi sampel 159, 179
prosedur 3, 28, 49
proses acak 113, 132
protokol 50, 242
rancangan penelitian 52, 158, 187
rata-rata 2, 28, 65
rata-rata populasi 18, 178
rata-rata sampel 159, 178, 204
rata-rata sederhana 92
rata-rata transaksi 2, 91, 181
regresi linear 231, 249, 307
residu 238, 251
responden 13, 30, 48
respons 7, 30, 49
risiko 8, 25, 51
ruang sampel 111, 132

saling lepas 113
sama mungkin..... 114, 167
sampel 1, 40, 56
sebaran 73, 90, 131
signifikansi statistik..... 201, 223, 259
simpangan baku..... 89, 125, 134
skala pengukuran.....18, 25, 61
spesifikasi..... 180, 224, 249
standard error..... 153, 178
statistik 1, 25, 47
statistik deskriptif 1, 89, 112
statistik sampel..... 17, 163, 178
statistik uji 203, 238
statistika 2, 296
struktur data 6, 36, 60
survei 19, 30, 47
taraf signifikansi..... 203
teknik pengumpulan data..... 13, 47, 155
tepat waktu 113
tingkat respons 49, 161, 179
transaksi.....2, 25, 47
ukuran efek..... 206, 227
ukuran pemusatan.....7, 65, 89
unit analisis 2, 27, 48
validitas generalisasi..... 173, 179
variabel 1, 26, 60
variabel acak..... 131
variabel acak diskret 133
variabel penjelas..... 229, 273
varians 89, 125, 134
visualisasi 4, 69, 102
waktu 9, 25, 50
waktu layanan.....17, 67, 74
wawancara.....13, 30, 48
weighted mean 89

TENTANG PENULIS

Dr. Ahmad Syukron, M.Pd.

SINOPSIS BUKU

Penggunaan data dalam manajemen berkembang lebih cepat daripada kemampuan banyak organisasi untuk menilai mutu bukti, ketepatan model, dan konsekuensi keputusan yang dihasilkan. Kesenjangan tersebut membuat angka prediksi kerap diperlakukan sebagai penjelasan, sementara korelasi disalahartikan sebagai hubungan sebab-akibat. Buku ini mengisi ruang itu dengan menempatkan statistika dan analitika data dalam satu kerangka penalaran manajerial yang menghubungkan masalah substantif, desain penelitian, kualitas data, pemilihan metode, dan keputusan.

Pembahasannya mencakup inferensi statistik, regresi dan pemodelan multivariat, analisis longitudinal dan kausal, pendekatan Bayesian, serta pembelajaran mesin untuk prediksi dan segmentasi. Sintesis kajian empiris dari beragam ranah manajemen menunjukkan bagaimana metode tersebut dapat digunakan untuk membaca perilaku konsumen, kinerja organisasi, sumber daya manusia, operasi, dan strategi—seraya mengungkap batas interpretasi, ketidakpastian, dan risiko bias. Perhatian pada validasi, reproduksibilitas, privasi, tata kelola, serta keterjelasan model memperluas pembahasan dari ketepatan teknis menuju akuntabilitas keputusan. Dengan demikian, analitika dipahami bukan sebagai pengganti pertimbangan manajerial, melainkan sebagai dasar bukti yang harus diuji secara kritis dan ditempatkan sesuai konteks. Buku ini ditujukan kepada peneliti, dosen, mahasiswa pascasarjana, dan praktisi senior yang membutuhkan pijakan konseptual serta metodologis untuk menghasilkan dan menggunakan bukti kuantitatif dalam pengambilan keputusan.