

P E R T E M U A N 6

Data, Variabilitas, dan Ketidakpastian dalam Sistem Bisnis



Mata Kuliah Simulasi Bisnis

Magister Manajemen — FEB Universitas Negeri Jakarta

Semester Genap 2026

Dr. Despinur Dara, S.T., M.M.

Apa yang Akan Anda Kuasai Hari Ini



Memahami Peran Data dalam Simulasi

Data sebagai fondasi kredibilitas model prinsip garbage in, garbage out



Mengidentifikasi Sumber Variabilitas

Permintaan, waktu layanan, dan proses operasional sebagai input simulasi



Membedakan Risiko dan Ketidakpastian

Measurable risk vs true uncertainty dalam konteks keputusan manajerial



Mengenali Pola Data Historis

Penggunaan distribusi data secara konseptual untuk memahami perilaku sistem

Agenda Hari Ini

- 
- 1 Peran Data dalam Simulasi 10'
 - 2 Sumber Variabilitas Sistem 15'
 - 3 Ketidakpastian Manajerial 10'
 - 4 Data Historis & Distribusi 10'
 - 5 Studi Kasus E-Commerce 10'
 - 6 Workshop Kelompok 45'

01

Peran Data dalam Pemodelan & Simulasi

Data sebagai fondasi kredibilitas model



Garbage In, Garbage Out

Model simulasi hanya sebaik data yang membangunnya. Model canggih di atas data buruk akan menghasilkan rekomendasi menyesatkan dan keputusan manajerial yang berbahaya.



Akurasi

Data harus mencerminkan kondisi nyata. Waktu layanan yang dicatat harus benar-benar waktu aktual, bukan estimasi kasar.



Representativitas

Data harus mewakili seluruh kondisi operasional peak hours, hari biasa, musim ramai, dan situasi anomali.



Kecukupan

Jumlah data harus cukup untuk menangkap pola dan variabilitas. Data 1 minggu tidak cukup untuk siklus bulanan.

Jenis Data untuk Simulasi

Lima kategori data
yang dibutuhkan
untuk membangun
model yang valid



Data Struktural

3 loket, 2 mesin sortir, 5 kurir/shift



Data Operasional

Waktu picking 4.2 menit, throughput 120/jam



Data Demand

200 pesanan/jam, peak di 12.00 & 19.00 WIB



Data Historis

Log transaksi 6 bulan, data antrian, catatan retur



Data Kualitatif

"Senior 2x lebih cepat", "jam 14-15 selalu sepi"

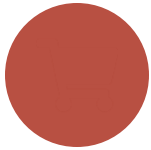
02

Sumber Variabilitas dalam Sistem Bisnis

Permintaan — Waktu Layanan — Proses

Mengapa Tidak Ada Dua Hari Operasional yang Sama?

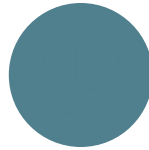
Variabilitas adalah fluktuasi dalam parameter sistem dari waktu ke waktu. Tidak ada proses yang berjalan persis sama setiap saat dan inilah yang membuat model deterministik (rata-rata saja) tidak cukup.



Variabilitas Permintaan

Fluktuasi jumlah pelanggan per jam, hari, minggu, musim

Senin: 300 pemohon
Jumat: 150 pemohon
12.12 sale: 10x normal



Variabilitas Waktu Layanan

Perbedaan durasi pelayanan tergantung kompleksitas dan petugas

KTP baru: 5 menit
Ganti data: 15 menit
Senior: 3 mnt , Junior: 8 mnt



Variabilitas Proses

Gangguan, rework, ketidaktersediaan SDM yang menyebabkan delay

Server down: 30 mnt
Dokumen kurang: 40% rework
Kurir unavailable: 20 mnt

Variabilitas Permintaan

Pola Fluktuasi yang Harus Dipahami Manajer



Harian (Intra-day)

Peak e-commerce bergeser: data SIRCLO 2024 menunjukkan puncak di jam 12.00 WIB (istirahat siang) dan 19.00 WIB (pulang kerja) bergeser dari 20.00 WIB di tahun 2023.



Mingguan

Kantor pelayanan publik sepi Jumat sore tapi padat Senin pagi. E-commerce justru ramai di akhir pekan. Pola berbeda untuk industri berbeda.



Event-driven

Flash sale 11.11 meningkatkan transaksi +21% dari bulan sebelumnya; Mega Sale 12.12 menghasilkan penjualan 6.6x lipat rata-rata harian. Ini lonjakan ekstrem.



Musiman

Ramadan-Lebaran, tahun ajaran baru, akhir tahun fiskal. Terprediksi secara umum tetapi tetap memiliki variabilitas internal yang signifikan.

Mengapa Rata-Rata Saja Tidak Cukup



Sistem A

Variabilitas Rendah

Rata-rata: 10 menit

Rentang: 8 – 12 menit

Antrian: pendek, stabil

Prediktabilitas: tinggi

RATA-RATA SAMA

KINERJA BERBEDA DRASTIS



Sistem B

Variabilitas Tinggi

Rata-rata: 10 menit

Rentang: 2 – 45 menit

Antrian: panjang, tidak terprediksi

Prediktabilitas: sangat rendah

Laguna & Marklund (2019): "Variability is the root cause of most queuing and congestion in service and production systems." Model deterministik yang hanya menggunakan rata-rata akan gagal menangkap realitas operasional.

Variabilitas Proses

Gangguan, Rework, dan Ketidaktersediaan



Rework

Dokumen salah input → verifikasi ulang. Produk defect → kembali ke produksi. Rate rework 5-20% umum di banyak organisasi.



Downtime Sistem

Server crash, printer mati, sistem offline. Semakin tinggi ketergantungan teknologi, semakin besar dampak.



Ketidaktersediaan SDM

Cuti, sakit, terlambat, meeting. Kapasitas efektif sering hanya 70-80% dari kapasitas nominal.



Variasi Kompetensi

Senior 2x lebih cepat dari junior. Perbedaan skill antar pegawai menciptakan variabilitas yang harus dimodelkan.

Rantai Dampak Variabilitas



Bukti dari Industri E-Commerce Indonesia

- 80% konsumen menghindari platform tanpa pengiriman cepat
- Cart abandonment rate Indonesia: 82.5–83% sebagian karena waktu pengiriman tidak pasti
- Flash sale 11.11 menaikkan transaksi 21% sekaligus keluhan pengiriman terlambat
- Variabilitas waktu layanan yang tak terkelola → customer churn 15-20% per kuartal

03

Konsep Ketidakpastian dalam Sistem Operasional

Perspektif Manajerial



Risiko vs Ketidakpastian

Dua konsep yang sering dicampur-adukkan



RISIKO

Measurable Risk

- Probabilitas dapat dihitung dari data historis
- "20% pesanan retur" bisa dimodelkan
- Dimitigasi lewat perencanaan dan buffer
- Simulasi menangani via distribusi probabilitas



KETIDAKPASTIAN

True Uncertainty

- Tidak ada data historis hanya kejadian baru
- "Dampak regulasi baru?" tak bisa dihitung
- Memerlukan scenario planning & stress test
- Simulasi menangani via what-if analysis

Frank Knight (1921): risk memiliki distribusi yang diketahui, uncertainty tidak.

Strategi Manajerial Menghadapi Ketidakpastian



Buffer & Safety Stock

Cadangan kapasitas untuk antisipasi variabilitas. Trade-off: biaya simpan vs risiko stockout.



Flexible Capacity

Kemampuan scale up/down: pekerja paruh waktu, cloud computing, kurir on-demand.



Standardisasi

Mengurangi variabilitas waktu layanan melalui SOP, training, dan otomatisasi.



Scenario Planning

Rencana untuk berbagai kemungkinan, bukan hanya skenario most likely.



Real-time Monitoring

Pantau KPI real-time untuk deteksi deviasi dari pola normal.



Data-Driven Decision

Ganti intuisi dengan evidence, gunakan data historis dan output simulasi.

04

Data Historis dan Distribusi Data

Pendekatan konseptual tanpa komputasi mendalam

Lima Langkah Menggunakan Data Historis

1

Kumpulkan

Log sistem, catatan manual, laporan kinerja, survei, observasi langsung

2

Bersihkan

Identifikasi outlier, data hilang, inkonsistensi. Outlier = noise atau sinyal?

3

Visualisasikan

Histogram, time-series, scatter plot.
Ada tren? Musiman?
Cluster?

4

Identifikasi Pola

Simetris? Skewed?
Bimodal? Ini menentukan distribusi model stokastik

5

Validasi

Apakah pola konsisten sepanjang waktu?
Representatif untuk kondisi simulasi?

Distribusi Data dalam Simulasi



Normal

Kapan: Waktu layanan standar

Simetris, mayoritas di sekitar rata-rata



Eksponensial

Kapan: Waktu antar kedatangan

Skewed kanan, banyak nilai kecil



Uniform

Kapan: Ketidaktahuan total

Semua nilai probabilitas sama



Poisson

Kapan: Jumlah kejadian per periode

Berapa kali terjadi dalam interval



Triangular

Kapan: Estimasi: min, likely, max

Praktis dengan hanya 3 titik data



Lognormal

Kapan: Waktu proses dgn outlier

Skewed kanan, ekor lebih tebal

05

Studi Kasus

Variabilitas di E-Commerce Indonesia

Data nyata dari industri quick commerce dan marketplace

Lonjakan Permintaan yang Ekstrem

6.6x

Penjualan Mega Sale
vs hari normal

NielsenIQ 2024

+21%

Lonjakan transaksi
11.11 vs bulan lalu

SIRCLO 2024

82.8%

Cart abandonment
rate Indonesia

ECDB 2025

Implikasi untuk Simulasi

- Model rata-rata harian meremehkan antrian peak dan overestimate idle time
- Flash sale membutuhkan distribusi heavy-tail, bukan normal
- Pergeseran pola (peak 20.00→12.00 WIB) artinya model harus di-update berkala
- Cart abandonment 82.8% = sistem harus siap untuk volume jauh lebih besar dari completed orders

Skenario: Fulfillment Center

Hari Normal vs Flash Sale

Parameter	Hari Normal	Flash Sale 11.11	Lonjakan
Pesanan per jam	150 – 250	1.500 – 3.000	10x
Waktu picking	3 – 5 menit	5 – 12 menit	+140%
Ketersediaan stok	95%	70 – 80%	-15-25%
Error rate packing	1 – 2%	5 – 8%	+300%
Delivery success	97%	85 – 90%	-7-12%



Pertanyaan Analitis:

Jika Anda harus memilih SATU parameter untuk dimodelkan dengan distribusi stokastik (bukan rata-rata) dalam simulasi fulfillment center ini, mana yang Anda pilih dan mengapa?



Di organisasi Anda

**Sumber variabilitas mana yang
paling dominan?**

Dan apakah organisasi Anda sudah memiliki
data yang cukup untuk mengukurnya?

06

Workshop & Diskusi Kelompok

Analisis Data Variabilitas di Organisasi Anda

Instruksi Workshop

1

Sajikan Data

Data variabilitas dari organisasi kelompok: fluktuasi pelanggan, variasi waktu layanan, perbedaan beban kerja.

10'

2

Identifikasi Sumber

Kelompokkan ke 3 kategori: permintaan, waktu layanan, proses. Mana paling dominan?

10'

3

Diskusi Dampak

Bagaimana variabilitas mempengaruhi kinerja: antrian, delay, kualitas, kepuasan, biaya?

10'

4

Rencana Data

Identifikasi data yang perlu dikumpulkan untuk proyek Final Project kelompok.

10'

5

Presentasi

Presentasikan temuan ke kelas. Fokus pada insight, bukan deskripsi data.

5'/kel

Template Analisis Variabilitas

ORGANISASI & SISTEM

VARIABILITAS PERMINTAAN
(per jam, hari, musim)

VARIABILITAS WAKTU LAYANAN
(antar petugas, jenis layanan)

VARIABILITAS PROSES
(gangguan, rework, downtime)

DATA YANG PERLU DIKUMPULKAN
(jenis, sumber, ketersediaan)

DAMPAK TERHADAP KINERJA
(antrian, delay, kepuasan, biaya)

Konsep Kunci Hari Ini

1

Data = Fondasi

Kualitas model ditentukan oleh akurasi, representativitas, dan kecukupan data

2

Garbage In, Garbage Out

Model canggih + data buruk = rekomendasi menyesatkan

3

3 Sumber Variabilitas

Permintaan, waktu layanan, dan proses ketiganya harus diidentifikasi

4

Rata-rata $\neq$ Realitas

Dua sistem dengan rata-rata sama bisa kinerja sangat berbeda

5

Risk vs Uncertainty

Risiko $\rightarrow$ distribusi probabilitas; Ketidakpastian $\rightarrow$ skenario analysis

6

Data Historis + Distribusi

Pola masa lalu $\rightarrow$ dasar pemilihan distribusi stokastik untuk simulasi

Materi Hari Ini → Fondasi Proyek Anda

Identifikasi variabilitas



Model deterministik atau stokastik?

Pengumpulan data historis



Input parameter model simulasi valid

Memahami distribusi data



Distribusi tepat untuk arrival & service time

Analisis dampak variabilitas



Bottleneck tersembunyi dari rata-rata

Membedakan risk vs uncertainty



Monte Carlo vs scenario analysis

Penugasan

Tugas Individu Proyek UTS

Susun rencana pengumpulan data:

- Jenis data yang diperlukan (struktural, operasional, demand, historis, kualitatif)
- Sumber data masing-masing (sistem IT, observasi, wawancara, laporan)
- Estimasi ketersediaan dan aksesibilitas data
- Identifikasi minimal 2 sumber variabilitas utama di sistem Anda

Bacaan TM7: Law (2015), Bab 5 & 10–11; Banks et al. (2010), Bab 10

Siapkan draf model konseptual proyek UTS akan dipresentasikan di pertemuan 7.

Preview Pertemuan 7

Verifikasi dan Validasi Model Simulasi

Memastikan model yang kita bangun benar-benar valid dan dapat dipercaya sebelum dijadikan dasar pengambilan keputusan.



Verifikasi Model

Apakah model berjalan sesuai logika yang kita rancang?



Validasi Model

Apakah model merepresentasikan realitas?



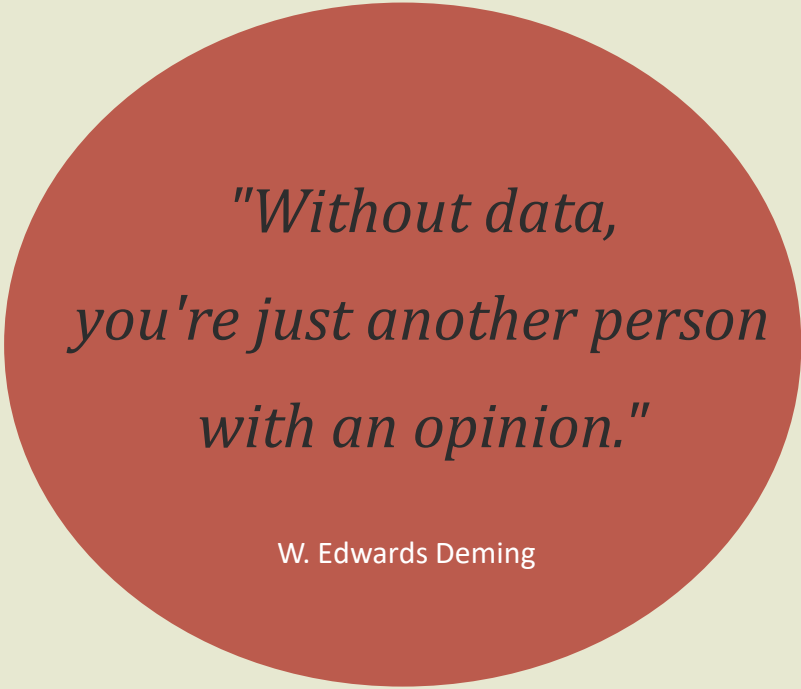
Presentasi Progres UTS

Kelompok 1–3: deskripsi sistem, model konseptual, bottleneck awal

Laporan UTS harus dikumpulkan sebelum pertemuan ke-8. Mulai persiapkan dari sekarang.

Referensi

1. Laguna, M. & Marklund, J. (2019). Business Process Modeling, Simulation and Design (3rd ed.). Pearson.
2. Law, A.M. (2015). Simulation Modeling and Analysis (5th ed.). McGraw-Hill.
3. Banks, J. et al. (2010). Discrete-Event System Simulation (5th ed.). Pearson.
4. Sterman, J.D. (2000). Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. McGraw-Hill.
5. Kelton, W.D. et al. (2024). Simulation with Arena (7th ed.). McGraw-Hill.
6. SIRCLO (2025). Menelaah Lanskap E-Commerce Indonesia: Tren 2024 dan Proyeksi 2025.
7. NielsenIQ Indonesia (2025). Indonesia Mega Sales: 5 Key Consumer Insights.
8. ECDB (2025). Indonesia E-Commerce Market Analytics.



*"Without data,
you're just another person
with an opinion."*

W. Edwards Deming

Kritis terhadap data sama pentingnya dengan memiliki data.



Terima Kasih

Simulasi Bisnis Pertemuan 6

Data, Variabilitas, dan Ketidakpastian

Dr. Despinur Dara, S.T., M.M.