Cheat Sheet Materi 5

TI5003 / Pemodelan dan Berpikir Sistem · Hard System Methodology

1 · Paradigma Hard OR

- **Masalah jelas:** tujuan & kriteria diketahui, trade-off bisa ditentukan, alternatif & kendala diketahui, data tersedia
- **Terstruktur:** variabel tractable, perilaku sistem bisa dimodelkan matematis, komputasi ekonomis
- Cukup **terisolasi** dari sistem luas; optimalisasi = ideal
- **Teknis, bebas politik**; manusia = objek pasif; konsensus stakeholders; DM berwenang melaksanakan

Versi Daellenbach melonggarkan: masalah **diekstrak** dari situasi, faktor manusia tidak diabaikan. Asumsi tak terpenuhi → tetap bermanfaat bila asumsi dijelaskan + banyak *what-if*.

Hasil: solusi kuantitatif & eksak. Model/teknik kurang tepat → solusi tetap keluar tapi bukan yang terbaik.

2 · 3 fase & 11 langkah

Formulasi	**1. Ringkas situasi masalah (rich picture)**
	2. Identifikasi masalah untuk dianalisis
	3. Deskripsikan sistem relevan (S)
Pemodelan	**4. Bangun model matematik (M)**
	5. Cari solusi terbaik (O)
	6. Uji validitas & kinerja
	7. Analisis sensitivitas solusi
Implementasi	**8. Rencanakan implementasi**
	9. Kendalikan solusi (kontrol)
	10. Implementasi + dokumentasi
	11. Tindak lanjut / audit solusi

Dunia nyata (kualitatif) → dunia abstrak (kuantitatif) → dunia nyata. Iteratif, ada keterkaitan maju & mundur; **tak ada langkah data collection** terpisah (paralel di semua langkah).

3 · Scoping & proposal

- **Scoping** bila manfaat/biaya belum jelas atau proyek besar-kompleks: sistem relevan hanya kasar (subsistem & batas) → **proposal**
- **Formulasi lengkap** bila manfaat pasti → definisi sistem rinci. Beda hanya kedalaman

3 pertanyaan go-ahead:

1. Bisa dinyatakan kuantitatif?
2. Data tersedia / bisa dibuat murah?
3. Biaya analisis sepadan manfaat & ekspektasi sponsor terpenuhi?

Proposal 3–6 hlm: executive summary, masalah, pendekatan non-teknis, langkah, data & sumber daya, manfaat, biaya, jadwal, rekomendasi. Jujur, kelola ekspektasi; info kurang → **studi pendahuluan**.

4 · Enam elemen masalah & stakeholder

Elemen	LOD
Immediate decision maker	manajer LOD
Objective	biaya operasi rendah, layanan tetap
Performance measure	total biaya operasi LOD
Decision criterion	minimasi total biaya
Alternative courses of action	ukuran pengisian Q & cutoff L
Wider system of interest	operasi LOD + kilang

owner: VP Finance → VP Manufacture → manajer LOD

user: stock officer · customer: pelanggan

analis: konsultan internal

World view antar level harus cocok; bila konflik → suboptimisasi (urusan soft OR).

5 · Sistem relevan & diagram

Struktural
struktur umum dikenal, mis. persediaan standar

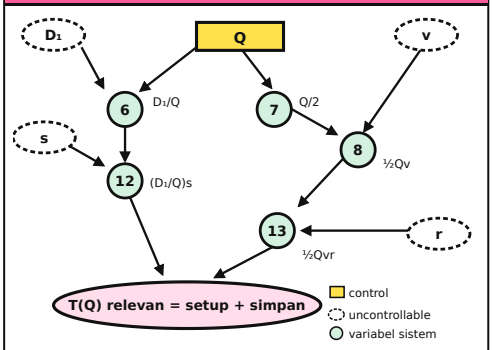
Proses
tak ada asumsi struktur; LOD dipilih ini karena aturan order besar/kecil beda

Situasi	Deskripsi sistem
Struktur dikenal (ada software)	cek kecocokan + batas
Sederhana, tak dikenal	influence diagram lengkap
Sangat kompleks	kasar: diagram struktur / causal loop

▭ control input · ☁ uncontrollable input · ◯ system variable · ⬭ output

Influence diagram: kontrol di atas, output di bawah, **tanpa** aspek optimisasi. Rich picture = ringkasan situasi (bukan deskripsi sistem). Panah melingkar = nilai t memengaruhi t+1.

6 · Influence diagram LOD (awal)



L dibuat tetap (mis. 12), kendala kapasitas diabaikan dulu → hanya Q yang jadi variabel keputusan; D₁ = input.

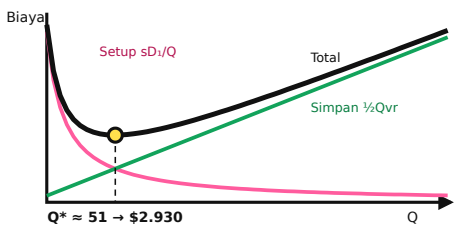
7 · Model matematik: istilah

Istilah	Arti / contoh LOD
Decision variable	controllable: Q, L (integer ≥ 0)
Parameter	uncontrollable: v, s, r, h_1, h_2, pola order
Performance measure / objective function	total biaya tahunan semua produk
Constraint	mis. lantai gudang ≤ 2.000 m²; melanggar = infeasible

Deterministik (semua pasti) vs probabilistik/stokastik (ada input acak). Model baik: generalisasi tinggi, **transparan**, bisa dikembangkan, peka asumsi; sesederhana mungkin tapi aspek esensial masuk.

Boundary judgement tersembunyi: data lalu = masa depan (tren perlu diekstrapolasi); subsistem lain dianggap sudah optimal.

8 · LOD model 1: T(Q) & EOQ



$T(Q) = \frac{1}{2}Qvr + sD_1/Q + h_1D_1 + vD_1$

relevan = $\frac{1}{2}Qvr + sD_1/Q$

$EOQ = \sqrt{(2\ s\ D_1\ /\ v\ r)}$

setup $(D_1/Q)s$ · simpan $(\frac{1}{2}Qv)r$ · rata-rata stok Q/2 (gigi gergaji) · handling & nilai permintaan = biaya tetap

Produk Y: D_1=4.140, v=320, s=18, r=0,18 → EOQ 50,9 ≈ **51**, biaya **$2.930**. Q=125 → 4.196; Q=40 → 3.015. Slide: Q dibagi dua berulang, lalu persempit di sekitar titik turun-naik.

9 · LOD model 2: T(L,Q)

$T(L,Q) = sN + h_2D_2 + [\frac{1}{2}Qvr + sD_1/Q] + h_1D_1$

order ≥ L → produksi khusus (N run, volume D_2); order < L → stok (D_1). Model 1 = submodel (nested). D = Σ ukuran × jumlah

L	D_1	Q*	T total
1 (semua khusus)	0	–	25.997
12	4.140	50,9	12.196
20	6.108	61,8	**11.494**
24	6.568	64,1	11.511
tanpa khusus	7.132	66,8	11.691

Optimum: L=20, Q≈62 → palet 4 drum → **Q=60**, T=11.495 (+$1, kurva datar). Kebijakan lama (12; 80) = **12.502** → hemat ≈ $1.007; investasi stok −$3.200 (25%). Kendala gudang & produksi dicek setelah semua produk dihitung. Ekstensi dipakai: total order harian; model 3 dibuang (komputasi).

10 · Metode mencari solusi

Metode	Catatan
Enumerasi	alternatif sedikit & murah dievaluasi; one-off
Search (interval elimination, golden section)	fungsi unimodal / U
Algoritma	iterasi dari solusi awal + stopping rules
Kalkulus	f'(x)=0, cek tanda turunan (− → 0 → +); EOQ
Heuristik	intuisi & pengalaman; *satisficing* (Simon)
Simulasi	tiru perilaku sistem; kebijakan baik, bukan optimal; verifikasi solusi

4 sifat algoritma praktis: tiap solusi lebih baik · konvergen · konvergen dalam iterasi wajar · komputasi per iterasi kecil.

11 · Validasi & uji (langkah 6)

Internal
verifikasi, *do things right*: logika & matematika benar, data benar, dimensi konsisten, konstanta di sel input unik, cek hitung manual

Eksternal
do the right thing: cukup merepresentasikan realitas? tak bisa dibuktikan, hanya ditunjukkan salah → **kredibilitas**

Respons model thd perubahan input harus sesuai harapan; perilaku counterintuitive harus bisa dijelaskan. Testing: bandingkan kinerja vs cara kini (LOD: hemat > $90.000/th dari sampel stratifikasi ~5%).

Sistem S sistem sempit → **Sistem M** pemodelan → **Sistem O** optimisasi

S → M → O: boundary judgement memengaruhi ketiganya.

12 · Sensitivitas & analisis error

Sensitivitas = respons solusi optimal thd perubahan parameter (k = nilai baru / lama):

Parameter ×k	EOQ	T(EOQ)
D atau s	×√k	×√k
v atau r	×1/√k	×√k

k=1,5: √=1,225 (+22,5%); v +50% → EOQ −18,35%. D: 4.140→2.070 → EOQ & T −29,3%. r: 0,18→0,09 → EOQ +41,4%, T −29,3%.

```
Error: p = kP
kenaikan biaya = [(√k + 1/√k)/2 − 1] × 100%
hanya fungsi k, bukan nilai parameter → EOQ robust
```

k	0,2	0,5	0,8	1,2	1,5	2	4
+%	34	6,1	0,6	0,4	2,1	6,1	25

Tujuan: robust & kredibel; nilai sumber daya langka; akurasi data; **control range** untuk langkah 9.

13 · Implementasi & etika

- **8** rencana (tugas, orang, jadwal) · **9** kontrol: rentang input valid, prosedur update, penanggung jawab · **10** implementasi + dokumentasi & manual · **11** audit manfaat/biaya
- Rencana implementasi dimulai sejak **kontak pertama**; libatkan owner & user agar "memiliki" hasil; sederhanakan model bila skill pengguna terbatas
- **Laporan proyek:** executive summary, kekuatan & kelemahan, asumsi, data, sensitivitas (etika & proteksi analis)
- **Hentikan proyek** bila manfaat tambahan < biaya tambahan; **sunk cost** diabaikan

Data: cek sumber sebelum langkah 3, skeptis pada jaminan "semua data ada". LOD: studi penuh 120 hari × $400 = $48.000, hemat ≈ $92.000/th → balik modal ≈ 6 bulan.

14 · Alur pemodelan matematik (slide)

1. Pemahaman masalah riel (RPD)
2. Formulasi masalah
3. **Deskripsi sistem relevan** (struktur/proses, sistem S, CATWOE)
4. **Model konseptual** (influence diagram, causal loop)
5. **Model matematis** (deskriptif, optimisasi, heuristik, meta-heuristik)
6. Estimasi parameter (agregasi data historis)
7. Validasi & uji (verifikasi, sensitivitas, uji kesalahan)
8. Rekomendasi solusi

Prinsip: *start simple* (elaborasi), *use similarity* (analogi), *refine again and again* (iterasi). Tujuan model: kerangka pikir, komunikasi, prediksi, kontrol, latihan.

15 · Athill, Jenkins, Hard vs Soft

Athill (1975): problem briefing → analisis masalah → pengembangan alternatif → evaluasi alternatif → pemilihan optimal (+ sensitivitas) → tindakan seleksi.

Jenkins (1969): analisis sistem → perancangan sistem → implementasi → operasi. **V-model**: reduksi risiko kegagalan; implementasi & operasi oleh user.

Hard	Soft
define problem → model sistem ada → solusi teknis → model baru optimal → bandingkan	visualisasi situasi → definisi sistem relevan → model konseptual → bandingkan dg ideal → perubahan layak

Kalau masalah belum diketahui → pendekatan proses; sudah diketahui → struktural.

Dirangkum dari Daellenbach & McNickle Bab 6 dan slide kuliah TI5003. Cocokkan lagi dengan slide untuk detail lengkap.