

# L4Q.2 — Infrastruktur Data dan Eksekusi Algoritmik

Kurikulum Invesmentpedia · Level 4 Profesional · Rumpun Q  
(Kuantitatif) · Modul 2

Invesmentpedia

2026

## Daftar Isi

- L4Q.2 — Infrastruktur Data dan Eksekusi Algoritmik
  - - 1. Identitas Modul
    - 2. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)
    - 3. Peta Konsep
    - 4. Materi
    - 5. Contoh Terhitung
    - 6. Lembar Kerja Peserta
    - 7. Bank Soal
    - 8. Rubrik Penilaian
    - 9. Panduan Fasilitator
    - 10. Penafian

## L4Q.2 — Infrastruktur Data dan Eksekusi Algoritmik

### 1. Identitas Modul

| Atribut   | Keterangan                                              |
|-----------|---------------------------------------------------------|
| Kode      | L4Q.2                                                   |
| Nama      | Infrastruktur Data dan Eksekusi Algoritmik              |
| Jenjang   | Level 4 — Profesional                                   |
| Rumpun    | Q — Kuantitatif                                         |
| Beban     | 18 JP (15 jam) — 5 JP teori, 9 JP praktik, 4 JP asesmen |
| Prasyarat | L4Q.1; L3T.4; L4.4                                      |

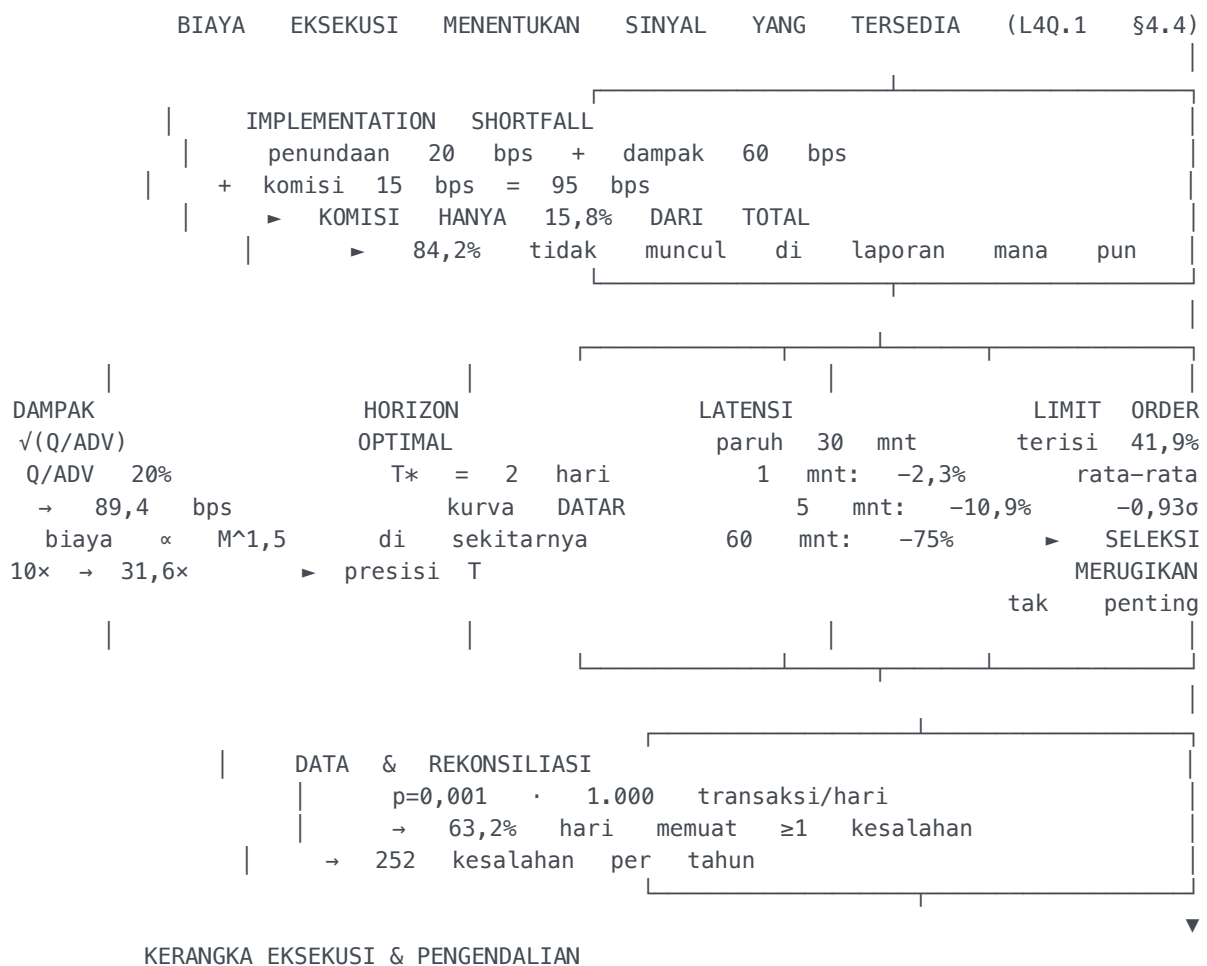
| Atribut                                                                                                                                                                                                                                       | Keterangan                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Pilar                                                                                                                                                                                                                                         | P6 Operasional (dominan), P4 Analisis, P5 Risiko                  |
| CPL terkait                                                                                                                                                                                                                                   | CPL-4, CPL-5, CPL-6, CPL-8, CPL-9                                 |
| Kanon                                                                                                                                                                                                                                         | K-04, K-06, K-09, K-10, K-12                                      |
| <p><b>Posisi modul.</b> L4Q.1 berakhir pada satu kesimpulan: <b>biaya eksekusi menentukan sinyal mana yang tersedia bagi Anda.</b> Modul ini mengambil kesimpulan itu sebagai titik berangkat.</p> <p>Tiga angka mengatur seluruh isinya:</p> |                                                                   |
| Temuan                                                                                                                                                                                                                                        | Angka                                                             |
| Komisi — satu-satunya biaya yang terlihat di laporan                                                                                                                                                                                          | <b>15,8% dari total biaya</b>                                     |
| Dampak pasar tumbuh dengan akar kuadrat, sehingga <b>biaya total</b> tumbuh dengan pangkat 1,5                                                                                                                                                | modal $10\times \rightarrow$ biaya <b><math>31,6\times</math></b> |
| Limit order terisi <b>justru ketika Anda salah</b>                                                                                                                                                                                            | rata-rata bersyarat <b><math>-0,93\sigma</math></b>               |
| <p><b>Infrastruktur bukan urusan teknis di belakang layar. Ia adalah tempat sebagian besar keunggulan hilang</b> — dan satu-satunya bagian dari proses investasi yang dapat Anda perbaiki tanpa meramal apa pun.</p>                          |                                                                   |

## 2. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

| Kode         | Rumusan CPMK                                                              | Bloom |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------|-------|
| CPMK-L4Q.2.1 | Menguraikan <i>implementation shortfall</i> ke dalam komponen-komponennya | C4    |
| CPMK-L4Q.2.2 | Menerapkan hukum akar kuadrat dampak pasar dan menghitung kapasitas       | C4    |
| CPMK-L4Q.2.3 | Menentukan horizon eksekusi optimal dari pertukaran dampak–risiko         | C5    |
| CPMK-L4Q.2.4 | Menilai secara kritis nilai latensi untuk strategi tertentu               | C5    |
| CPMK-L4Q.2.5 | Menjelaskan seleksi merugikan pada limit order dan konsekuensinya         | C5    |
| CPMK-L4Q.2.6 | Merancang sistem rekonsiliasi dan menghitung laju kesalahan               | C6    |

| Kode         | Rumusan CPMK                                               | Bloom |
|--------------|------------------------------------------------------------|-------|
|              | yang diharapkan                                            |       |
| CPMK-L4Q.2.7 | Memilih algoritma eksekusi sesuai sifat pesanan dan sinyal | C5    |
| CPMK-L4Q.2.8 | Menyusun Kerangka Eksekusi dan Pengendalian Operasional    | C6    |

### 3. Peta Konsep



## 4. Materi

### 4.1 Implementation Shortfall

**Biaya transaksi yang sebenarnya bukan komisi.** Ukuran yang benar adalah selisih antara **harga pada saat keputusan diambil** dan **harga yang sebenarnya diperoleh**, ditambah biaya eksplisit.

$$IS = (P_{\text{tiba}} - P_{\text{keputusan}}) + (P_{\text{eksekusi}} - P_{\text{tiba}}) + \text{komisi}$$

**Contoh terurai** (beli 1.000.000 unit; harga keputusan 1.000):

| Komponen                         | Harga | Biaya              | Bagian       |
|----------------------------------|-------|--------------------|--------------|
| Harga keputusan                  | 1.000 | —                  | —            |
| Harga saat pesanan tiba di pasar | 1.002 | <b>20,0 bps</b>    | 21,1%        |
| Harga rata-rata eksekusi         | 1.008 | <b>60,0 bps</b>    | 63,2%        |
| Komisi                           | —     | <b>15,0 bps</b>    | <b>15,8%</b> |
| <b>Total</b>                     |       | <b>95,0 bps</b>    | 100%         |
| <b>Nilai rupiah</b>              |       | <b>Rp9.500.000</b> |              |

**Baca kolom terakhir.** Komisi — satu-satunya komponen yang muncul sebagai baris di laporan transaksi — adalah **15,8%** dari biaya. Sisanya, **84,2%**, tidak muncul di mana pun kecuali diukur dengan sengaja.

**Empat konsekuensi:**

1. **Menegosiasikan komisi memberi hasil terbatas.** Memotong komisi separuh menghemat 7,5 bps dari 95 bps — **7,9%**.
2. **Biaya penundaan sering dapat dihilangkan tanpa biaya** — ia berasal dari proses internal, bukan dari pasar.
3. **Dampak pasar dikendalikan oleh keputusan ukuran dan horizon**, bukan oleh broker.
4. **Yang tidak diukur tidak dapat dikelola.** Organisasi yang hanya melaporkan komisi buta terhadap 84,2% biayanya.

**K-09 — proses sebelum hasil.** Pengukuran IS adalah proses. Ia tidak menjamin biaya turun, tetapi tanpanya penurunan biaya tidak dapat diketahui.

## 4.2 Hukum akar kuadrat dampak pasar

Dampak pasar tumbuh mendekati **akar kuadrat** dari ukuran pesanan relatif terhadap likuiditas:

$$\text{dampak (bps)} \approx Y \times \sigma_{\text{harian}} \times \sqrt{\frac{Q}{ADV}}$$

Dengan  $\sigma_{\text{harian}} = 200$  bps dan  $Y = 1$ :

| $Q / ADV$ | Dampak    |
|-----------|-----------|
| 0,1%      | 6,32 bps  |
| 0,5%      | 14,14 bps |
| 1,0%      | 20,00 bps |

| $Q / ADV$    | Dampak           |
|--------------|------------------|
| 5,0%         | 44,72 bps        |
| <b>10,0%</b> | <b>63,25 bps</b> |
| 25,0%        | 100,00 bps       |
| 50,0%        | 141,42 bps       |

Dan inilah bagian yang sering terlewat. Dampak per unit tumbuh dengan  $\sqrt{Q}$ , tetapi **biaya total** adalah dampak dikalikan ukuran:

$$\text{Biaya total} \propto Q \times \sqrt{Q} = Q^{1,5}$$

**Biaya total tumbuh lebih cepat daripada modal.**

| Modal               | $Q / ADV$ | Dampak    | Biaya total            |
|---------------------|-----------|-----------|------------------------|
| Rp1 miliar          | 2,00%     | 28,3 bps  | Rp2.828.427            |
| Rp5 miliar          | 10,00%    | 63,2 bps  | Rp31.622.777           |
| <b>Rp10 miliar</b>  | 20,00%    | 89,4 bps  | <b>Rp89.442.719</b>    |
| Rp50 miliar         | 100,00%   | 200,0 bps | Rp1.000.000.000        |
| <b>Rp100 miliar</b> | 200,00%   | 282,8 bps | <b>Rp2.828.427.125</b> |

**Modal 10 kali lipat menghasilkan biaya 31,6 kali lipat** — karena  $10^{1,5} = 31,6$ .

**Inilah alasan matematis mengapa strategi memiliki kapasitas.** Keunggulan tumbuh linear dengan modal; biaya tumbuh dengan pangkat 1,5. Ada titik di mana keduanya berpotongan, dan **setelah titik itu modal tambahan merugikan**.

**K-10 — jika kedengarannya terlalu bagus untuk jadi kenyataan.** Strategi yang diklaim dapat menyerap modal tanpa batas melanggar aritmetika ini.

### 4.3 Horizon eksekusi optimal

Mengeksekusi cepat menaikkan dampak. Mengeksekusi lambat menaikkan risiko harga bergerak melawan Anda. Ada optimum di antaranya.

$$\text{Biaya}(T) = \sigma \sqrt{\frac{Q / ADV}{T}} + \lambda \cdot \frac{\sigma \sqrt{T}}{2}$$

**Pesanan sebesar 20% ADV,  $\sigma$  harian 200 bps,  $\lambda = 0,5$ :**

| $T$ (hari) | Dampak | Risiko (1 sd) | Total        |
|------------|--------|---------------|--------------|
| 1          | 89,4   | 100,0         | 139,4        |
| 2          | 63,2   | 141,4         | <b>134,0</b> |

| $T$ (hari) | Dampak | Risiko (1 sd) | Total |
|------------|--------|---------------|-------|
| 3          | 51,6   | 173,2         | 138,2 |
| 5          | 40,0   | 223,6         | 151,8 |
| 8          | 31,6   | 282,8         | 173,0 |
| 10         | 28,3   | 316,2         | 186,4 |
| 20         | 20,0   | 447,2         | 243,6 |

**Optimum:  $T = 2$  hari, biaya 134,0 bps.**

**Dan inilah pelajaran yang lebih berguna daripada optimumnya sendiri: kurvanya datar di sekitar optimum.**

| $T$ | Total        | Selisih dari optimum |
|-----|--------------|----------------------|
| 1   | 139,4        | +5,4 bps (+4,0%)     |
| 2   | <b>134,0</b> | —                    |
| 3   | 138,2        | +4,2 bps (+3,1%)     |

**Salah memilih  $T$  sebesar satu hari di kedua arah hanya menaikkan biaya sekitar 4%. Tetapi memilih  $T = 20$  menaikkan biaya 81,8%.**

**Prinsipnya:**

**Presisi dalam memilih horizon tidak penting. Berada di wilayah yang benar sangat penting.**

Ini menghemat usaha yang sering terbuang: mengoptimalkan  $T$  sampai desimal, sementara kesalahan yang mahal adalah kesalahan orde besaran.

**Dan perhatikan  $\lambda$ .** Parameter itu adalah **keengganan risiko Anda**, bukan sifat pasar. Pengelola yang lebih toleran terhadap risiko memilih  $T$  lebih panjang dan membayar dampak lebih kecil. **Horizon eksekusi adalah keputusan risiko, bukan keputusan teknis.**

#### 4.4 Latensi: kapan ia penting dan kapan tidak

Perlombaan latensi mendapat perhatian yang tidak sebanding dengan relevansinya bagi sebagian besar strategi. **Nilai latensi sepenuhnya ditentukan oleh seberapa cepat sinyal Anda meluruh.**

**Sinyal dengan paruh peluruhan 30 menit, alfa awal 20 bps:**

| Penundaan           | Alfa tersisa | %      |
|---------------------|--------------|--------|
| 0,001 menit (60 ms) | 20,00 bps    | 100,0% |
| 0,1 menit (6 detik) | 19,95 bps    | 99,8%  |
| 1 menit             | 19,54 bps    | 97,7%  |
| 5 menit             | 17,82 bps    | 89,1%  |

| Penundaan       | Alfa tersisa     | %            |
|-----------------|------------------|--------------|
| <b>30 menit</b> | <b>10,00 bps</b> | <b>50,0%</b> |
| 60 menit        | 5,00 bps         | 25,0%        |
| 240 menit       | 0,08 bps         | 0,4%         |

**Baca dua baris pertama.** Perbedaan antara 60 milidetik dan 6 detik adalah **0,2% dari alfa** — pada sinyal berparuh 30 menit, perlombaan latensi **tidak bernilai apa-apa**.

**Tetapi baca baris kelima.** Penundaan 30 menit memakan separuh alfa.

**Aturan yang dapat dipakai:**

| Paruh sinyal     | Latensi yang relevan | Investasi yang masuk akal                        |
|------------------|----------------------|--------------------------------------------------|
| Detik            | Mikrodetik           | Infrastruktur khusus (di luar cakupan modul ini) |
| <b>Menit–jam</b> | <b>Detik</b>         | Konektivitas andal; otomasi tanpa langkah manual |
| Hari             | Menit                | Proses harian yang tertib                        |
| Minggu–bulan     | Jam                  | Tidak ada yang khusus                            |

**Bagi hampir seluruh strategi yang diajarkan dalam kurikulum ini** — dengan paruh sinyal diukur dalam hari (L4Q.1 §4.4) — **latensi di bawah satu menit tidak memberi nilai tambah yang dapat diukur**.

**Yang jauh lebih bernilai:** menghilangkan **biaya penundaan** pada §4.1 (20 bps), yang berasal dari proses internal — persetujuan manual, penyalinan data, jeda antara sinyal dan pesanan — bukan dari kecepatan jaringan.

**K-10.** Menghabiskan anggaran untuk mikrodetik sementara proses internal memakan 20 bps adalah kesalahan alokasi yang umum.

## 4.5 Seleksi merugikan pada limit order

Limit order tampak lebih murah daripada market order: Anda membayar harga yang Anda tentukan, bukan harga yang ditawarkan pasar. **Perhitungan itu keliru, dan kekeliruannya besar.**

**Simulasi.** 200.000 limit order beli ditempatkan  $0,2\sigma$  di bawah harga berjalan. Pesanan terisi hanya bila harga turun sampai ke sana.

| Ukuran                                           | Nilai                             |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Imbal hasil rata-rata <b>semua</b> periode       | <b>+0,0015<math>\sigma</math></b> |
| Proporsi pesanan yang <b>terisi</b>              | <b>41,9%</b>                      |
| Imbal hasil rata-rata pada periode <b>terisi</b> | <b>−0,9320<math>\sigma</math></b> |
| <b>Selisih</b>                                   | <b>−0,9335<math>\sigma</math></b> |

**Anda mendapat pengisian justru ketika harga bergerak melawan Anda.**

**Mekanismenya sederhana dan tidak dapat dihindari:** limit order beli terisi **hanya bila** harga turun. Pesanan yang tidak terisi adalah persis pesanan yang seharusnya Anda inginkan.

**Empat konsekuensi:**

1. **Penghematan spread pada limit order sebagian bersifat semu** — ia dibayar oleh seleksi merugikan.
2. **Tingkat pengisian adalah informasi.** Tingkat pengisian yang sangat tinggi sering menandakan limit order yang ditempatkan terlalu agresif.
3. **Pesanan yang tidak terisi punya biaya:** sinyal tetap meluruh (§4.4) sementara Anda menunggu.
4. **Membandingkan harga eksekusi limit order dengan harga pasar saat itu menyesatkan** — perbandingan yang benar adalah terhadap harga keputusan (§4.1).

**Inilah alasan *implementation shortfall* adalah ukuran yang benar.** Ukuran yang membandingkan eksekusi dengan harga pasar sesaat akan memuji limit order yang, diukur dengan benar, merugikan.

---

## 4.6 Algoritma eksekusi

| Algoritma                      | Cara kerja                                      | Cocok bila                                    | Kelemahan                              |
|--------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>TWAP</b>                    | Membagi rata sepanjang waktu                    | Sederhana; tidak ada pandangan tentang volume | Mengabaikan pola likuiditas            |
| <b>VWAP</b>                    | Mengikuti pola volume historis                  | Volume harian berpola stabil                  | Berpatokan pada rata-rata, bukan biaya |
| <b>POV</b> (persentase volume) | Menjaga proporsi tetap terhadap volume berjalan | Ukuran pesanan besar                          | Horizon tidak dapat dipastikan         |
| <b>IS / adaptif</b>            | Meminimalkan IS yang diharapkan                 | Ada pandangan tentang urgensi                 | Bergantung pada parameter $\lambda$    |

**Tiga catatan yang lebih penting daripada memilih di antaranya:**

**Pertama, tolok ukur menentukan perilaku.** Algoritma yang dinilai terhadap VWAP akan mengejar VWAP — **termasuk ketika mengejar VWAP bukan kepentingan Anda.** Bila harga bergerak menguntungkan sepanjang hari, VWAP memaksa Anda membeli lebih banyak pada harga yang lebih buruk.

**Kedua, pilihan algoritma jauh kurang penting daripada pilihan ukuran dan horizon.** §4.2 dan §4.3 menunjukkan perbedaan puluhan hingga ratusan bps; perbedaan antaralgoritma pada pesanan yang sama umumnya beberapa bps.

**Ketiga, ukurlah sendiri.** Laporan kinerja algoritma yang disediakan oleh penyedia algoritma memiliki konflik kepentingan yang jelas (L4.2). Ukuran yang sah adalah IS yang Anda hitung dari harga keputusan Anda sendiri.

---

## 4.7 Data dan rekonsiliasi

Kesalahan data tidak jarang. Ia terjadi setiap hari, dan aritmetikanya tidak memaafkan.

Peluang setidaknya satu kesalahan per hari:

| Laju kesalahan $p$ | 100 transaksi/hari | 1.000 transaksi/hari |
|--------------------|--------------------|----------------------|
| 0,0001             | 1,00%              | 9,52%                |
| <b>0,001</b>       | 9,52%              | <b>63,23%</b>        |
| 0,005              | 39,42%             | 99,33%               |
| 0,01               | 63,40%             | ~100%                |

Dan jumlah kesalahan per tahun:

| $p$          | 100/hari | 1.000/hari |
|--------------|----------|------------|
| 0,0001       | 3        | 25         |
| <b>0,001</b> | 25       | <b>252</b> |
| 0,01         | 252      | 2.520      |

**Baca sel yang ditebalkan.** Laju kesalahan satu per seribu — yang terdengar sangat baik — menghasilkan kesalahan pada 63,2% hari kerja dan 252 kesalahan per tahun pada operasi 1.000 transaksi per hari.

Konsekuensinya bukan “perbaiki laju kesalahan menjadi nol” — itu tidak dapat dicapai. Konsekuensinya adalah:

**Rancang sistem dengan asumsi kesalahan terjadi setiap hari, dan pastikan ia terdeteksi pada hari yang sama.**

Enam rekonsiliasi harian minimum:

| # | Rekonsiliasi     | Membandingkan                     |
|---|------------------|-----------------------------------|
| 1 | Posisi           | Catatan internal vs kustodian     |
| 2 | Kas              | Catatan internal vs bank/broker   |
| 3 | Transaksi        | Pesanan terkirim vs konfirmasi    |
| 4 | Harga            | Sumber utama vs sumber pembanding |
| 5 | Nilai portofolio | Dihitung ulang secara independen  |
| 6 | Eksposur         | Terhadap batas yang               |

| # Rekonsiliasi | Membandingkan |
|----------------|---------------|
|                | ditetapkan    |

**Uji harga dengan dua sumber** menangkap kelas kesalahan yang paling merusak: harga basi.

| Harga salah | Bobot aktual vs target | Selisih   |
|-------------|------------------------|-----------|
|             | 0,2000%                |           |
| 2%          | 0,1961%                | 0,0039 pp |
| 5%          | 0,1905%                | 0,0095 pp |
| 10%         | 0,1818%                | 0,0182 pp |
| 20%         | 0,1667%                | 0,0333 pp |

Pada satu posisi, dampaknya kecil. Bahayanya adalah **harga basi jarang menyerang satu posisi** — ia biasanya berasal dari kegagalan umpan data yang memengaruhi banyak posisi sekaligus, dan **portofolio terlihat normal** karena seluruh nilai bergerak bersama.

Karena itu uji yang benar bukan “apakah nilainya masuk akal”, melainkan “apakah timestamp setiap harga adalah hari ini”.

## 4.8 Kerangka Eksekusi dan Pengendalian Operasional

### KERANGKA EKSEKUSI DAN PENGENDALIAN — Templat

**Bagian 1 — Pengukuran biaya** 1.1 Harga keputusan dicatat secara otomatis pada saat sinyal terbentuk? ☐ Ya ☐ Tidak → **IS tidak dapat dihitung** 1.2 IS bulan lalu: penundaan \_\_\_\_ bps · dampak \_\_\_\_ bps · komisi \_\_\_\_ bps · **total** \_\_\_\_ bps 1.3 **Komisi sebagai % total:** \_\_\_\_% 1.4 Komponen terbesar: \_\_\_\_ · Rencana perbaikannya: \_\_\_\_

**Bagian 2 — Ukuran dan kapasitas** 2.1 ADV rata-rata semesta: Rp\_\_\_\_ · Modal: Rp\_\_\_\_ ·  $Q / ADV$ : \_\_\_\_% 2.2 Dampak diperkirakan  $= \sigma \sqrt{Q / ADV} =$  \_\_\_\_ bps 2.3 **Biaya total per rotasi: Rp\_** 2.4 **Bila modal naik 2×, biaya total naik 2,83×\*\* menjadi Rp\_** 2.5 Modal maksimum sebelum biaya melampaui keunggulan: Rp\_\_\_\_\*\*

**Bagian 3 — Horizon** 3.1  $\lambda$  (keengganan risiko) yang saya pilih: \_\_\_\_ · **Alasan:** \_\_\_\_ 3.2 Tabel biaya untuk  $T = 1, 2, 3, 5, 10, 20$ : \_\_\_\_ 3.3  $T^* =$  \_\_\_\_ · Biaya pada  $T^*$ : \_\_\_\_ bps 3.4 Biaya pada  $T^* \pm 1$ : \_\_\_\_ dan \_\_\_\_ bps — **selisih** \_\_\_\_% 3.5 ☐ Saya memahami kurvanya datar dan tidak akan mengoptimalkan  $T$  lebih jauh

**Bagian 4 — Latensi** 4.1 **Paruh peluruhan sinyal saya:** \_\_\_\_ (dari L4Q.1 Bagian 4.2) 4.2 Latensi ujung-ke-ujung saat ini: \_\_\_\_ 4.3 Alfa yang hilang karenanya: \_\_\_\_ bps (\_\_\_\_%) 4.4 **Apakah investasi latensi dibenarkan?** ☐ Ya, karena \_\_\_\_ ☐ Tidak 4.5 **Biaya penundaan internal (1.2):** \_\_\_\_ bps — apakah lebih besar daripada 4.3? ☐ Ya → perbaiki ini lebih dahulu

**Bagian 5 — Jenis pesanan** 5.1 Proporsi limit order: \_\_\_\_% · **Tingkat pengisian:** \_\_\_\_% 5.2 IS rata-rata limit order \_\_\_\_ bps vs market order \_\_\_\_ bps (diukur dari harga keputusan) 5.3 ☐ Saya tidak

membandingkan eksekusi limit terhadap harga pasar sesaat 5.4 Biaya pesanan tidak terisi (peluruhan sinyal selama menunggu): \_\_\_\_ bps

**Bagian 6 — Algoritma** 6.1 Algoritma yang dipakai: \_\_\_\_ · Tolok ukur yang dipakainya: \_\_\_\_ 6.2 **Apakah tolok ukur itu selaras dengan kepentingan saya?** \_\_\_\_ 6.3 ☐ IS dihitung sendiri, tidak hanya dari laporan penyedia

### Bagian 7 — Rekonsiliasi harian

|  | # | Rekonsiliasi                             | Otomatis?                | Waktu | Penanggung jawab |
|--|---|------------------------------------------|--------------------------|-------|------------------|
|  | 1 | Posisi vs kustodian                      | <input type="checkbox"/> |       |                  |
|  | 2 | Kas vs broker                            | <input type="checkbox"/> |       |                  |
|  | 3 | Pesanan vs konfirmasi                    | <input type="checkbox"/> |       |                  |
|  | 4 | <b>Harga: dua sumber + uji timestamp</b> | <input type="checkbox"/> |       |                  |
|  | 5 | Nilai portofolio independen              | <input type="checkbox"/> |       |                  |
|  | 6 | Eksposur vs batas                        | <input type="checkbox"/> |       |                  |

7.1 Laju kesalahan yang diamati  $p = \text{____} \cdot \text{Transaksi/hari} = \text{____}$  7.2 **Kesalahan yang diharapkan per tahun:** \_\_\_\_ 7.3 ☐ Sistem dirancang dengan asumsi kesalahan terjadi, bukan dengan asumsi ia tidak terjadi

**Bagian 8 — Kegagalan dan pemulihan** 8.1 Apa yang terjadi bila umpan data mati di tengah hari? \_\_\_\_ 8.2 Apa yang terjadi bila konektivitas broker putus dengan pesanan terbuka? \_\_\_\_ 8.3 **Saklar mati:** siapa yang berwenang, dan atas dasar apa? \_\_\_\_ 8.4 Kapan prosedur ini terakhir **diuji**, bukan hanya ditulis? \_\_\_\_

**Tanda tangan dan tanggal:** \_\_\_\_

---

## 5. Contoh Terhitung

### Contoh 1 — Menguraikan biaya yang sebenarnya

Sebuah tim melaporkan: “*Biaya transaksi kami 15 bps — sangat kompetitif.*”

**Langkah 1 — tanyakan apa yang diukur.** Angka 15 bps adalah komisi. Ia tidak memuat dampak pasar maupun biaya penundaan.

**Langkah 2 — kumpulkan tiga harga** untuk satu pesanan beli 1.000.000 unit:

| Harga                             | Nilai |
|-----------------------------------|-------|
| Saat sinyal terbentuk (keputusan) | 1.000 |
| Saat pesanan tiba di pasar        | 1.002 |
| Rata-rata eksekusi                | 1.008 |

**Langkah 3 — hitung tiap komponen.**

$$\text{Penundaan} = \frac{1.002 - 1.000}{1.000} \times 10.000 = 20,0 \text{ bps}$$

$$\text{Dampak} = \frac{1.008 - 1.002}{1.000} \times 10.000 = 60,0 \text{ bps}$$

$$\text{Komisi} = 15,0 \text{ bps}$$

**Langkah 4 — jumlahkan.**

$$IS = 20,0 + 60,0 + 15,0 = 95,0 \text{ bps}$$

$$\text{Nilai} = 0,0095 \times 1.000 \times 1.000.000 = \text{Rp } 9.500.000$$

**Langkah 5 — hitung bagian komisi.**

$$\frac{15,0}{95,0} = 15,8\%$$

**Biaya yang dilaporkan adalah 15,8% dari biaya yang sebenarnya.**

**Langkah 6 — uji rencana penghematan yang biasa diusulkan.** Menegosiasikan komisi turun separuh:

$$\text{Hemat} = 7,5 \text{ bps dari } 95,0 = 7,9\%$$

**Langkah 7 — bandingkan dengan perbaikan lain.** Menghilangkan biaya penundaan — yang berasal dari proses internal, bukan dari pasar:

$$\text{Hemat} = 20,0 \text{ bps dari } 95,0 = 21,1\%$$

**Menghapus jeda internal bernilai 2,67 kali lipat dibanding memotong komisi separuh — dan tidak memerlukan negosiasi dengan siapa pun.**

**Langkah 8 — nyatakan kesimpulannya.**

*“Komisi kami 15 bps, tetapi biaya total kami 95 bps. Komisi adalah 15,8% dari biaya kami. Penghematan terbesar yang tersedia bukan pada komisi — melainkan pada 20 bps biaya penundaan yang berasal dari proses kami sendiri.”*

---

## Contoh 2 — Kapasitas dan pangkat 1,5

Sebuah strategi memberi keunggulan kotor **150 bps per rotasi** pada modal Rp1 miliar, dengan ADV semesta Rp50 miliar dan  $\sigma$  harian 200 bps.

**Langkah 1 — hitung biaya pada modal awal.**

$$Q / A D V = \frac{1}{50} = 2,00\% \Rightarrow \text{dampak} = 200 \sqrt{0,02} = 28,3 \text{ bps}$$

$$\text{Biaya total} = 0,00283 \times \text{Rp } 1.000.000.000 = \text{Rp } 2.828.427$$

**Keunggulan bersih:  $150 - 28,3 = 121,7$  bps. Sehat.**

**Langkah 2 — naikan modal 10 kali lipat.**

$$Q / A D V = 20,00\% \Rightarrow \text{dampak} = 200 \sqrt{0,20} = 89,4 \text{ bps}$$

$$\text{Biaya total} = 0,00894 \times \text{Rp } 10.000.000.000 = \text{Rp } 89.442.719$$

**Langkah 3 — bandingkan pertumbuhan.**

|              | Modal       | Biaya total  | Rasio        |
|--------------|-------------|--------------|--------------|
| Awal         | Rp1 miliar  | Rp2.828.427  | 1×           |
| Sepuluh kali | Rp10 miliar | Rp89.442.719 | <b>31,6×</b> |

$$10^{1,5} = 31,62 \checkmark$$

**Langkah 4 — keunggulan bersih pada modal baru.**

$$150 - 89,4 = 60,6 \text{ bps}$$

**Masih positif, tetapi turun 50,2% dari 121,7 bps.**

**Langkah 5 — cari titik di mana keunggulan habis.** Keunggulan habis ketika dampak = 150 bps:

$$200 \sqrt{Q / A D V} = 150 \Rightarrow Q / A D V = \left( \frac{150}{200} \right)^2 = 0,5625 = 56,25\%$$

$$\text{Modal} = 0,5625 \times \text{Rp } 50.000.000.000 = \text{Rp } 28.125.000.000$$

**Langkah 6 — tetapi jangan berhenti di situ.** Modal maksimum bukan titik di mana keunggulan **habis** — itu titik di mana Anda bekerja gratis. Titik yang relevan adalah di mana keunggulan bersih masih membenarkan risikonya.

Bila syaratnya keunggulan bersih  $\geq 100$  bps:

$$200 \sqrt{Q / A D V} = 100 \Rightarrow Q / A D V = 0,25\% \Rightarrow \text{Rp } 3.125.000.000$$

**Langkah 7 — nyatakan hubungannya dengan L4Q.1.** Ini adalah crowding (L4Q.1 §4.6) dilihat dari sisi biaya alih-alih dari sisi IC. **Keduanya mengukur hal yang sama:** modal yang mengejar keunggulan menggerakkan harga.

**Langkah 8 — konsekuensi bagi pengelola.**

**Kapasitas harus dihitung sebelum modal diterima, bukan setelah kinerja memburuk.** Menerima modal melampaui kapasitas merugikan seluruh pemegang unit yang sudah ada — termasuk yang masuk lebih dahulu.

Ini adalah persoalan fidusia, bukan hanya persoalan teknis (L4.2 §4.2).

---

### Contoh 3 — Horizon dan latensi

#### *Bagian A — Horizon*

**Langkah 1 — susun pertukaran.** Pesanan 20% ADV,  $\sigma$  harian 200 bps,  $\lambda = 0,5$ :

| $T$ | Dampak | Risiko | Total        |
|-----|--------|--------|--------------|
| 1   | 89,4   | 100,0  | 139,4        |
| 2   | 63,2   | 141,4  | <b>134,0</b> |
| 3   | 51,6   | 173,2  | 138,2        |
| 5   | 40,0   | 223,6  | 151,8        |
| 20  | 20,0   | 447,2  | 243,6        |

**Langkah 2 — optimum:**  $T = 2$  hari, 134,0 bps.

**Langkah 3 — ukur kedalaman optimum.**

| $T$ | Selisih dari 134,0           |
|-----|------------------------------|
| 1   | +5,4 bps (+ <b>4,0%</b> )    |
| 3   | +4,2 bps (+ <b>3,1%</b> )    |
| 20  | +109,6 bps (+ <b>81,8%</b> ) |

**Langkah 4 — nyatakan prinsipnya.**

**Presisi dalam memilih horizon tidak penting; berada di wilayah yang benar sangat penting.**

Salah satu hari ke kedua arah berbiaya sekitar 4%. Salah orde besaran berbiaya 81,8%.

**Langkah 5 — perhatikan apa itu  $\lambda$ .** Parameter itu adalah **keengganan risiko Anda**, bukan sifat pasar. Dua pengelola dengan pesanan identik dapat memilih  $T$  berbeda secara sah.

**Horizon eksekusi adalah keputusan risiko yang harus dinyatakan, bukan setelan teknis yang diserahkan kepada vendor.**

## Bagian B — Latensi

**Langkah 6 — ukur paruh sinyal.** Misalkan 30 menit.

**Langkah 7 — hitung alfa yang tersisa.**

| Penundaan | Alfa tersisa | %            |
|-----------|--------------|--------------|
| 60 ms     | 20,00 bps    | 100,0%       |
| 6 detik   | 19,95 bps    | <b>99,8%</b> |
| 1 menit   | 19,54 bps    | 97,7%        |
| 5 menit   | 17,82 bps    | 89,1%        |
| 60 menit  | 5,00 bps     | 25,0%        |

**Langkah 8 — hitung nilai perbaikan latensi dari 6 detik ke 60 milidetik.**

$$20,00 - 19,95 = 0,05 \text{ bps}$$

**Langkah 9 — bandingkan dengan biaya penundaan internal** dari Contoh 1: **20,0 bps.**

$$\frac{20,0}{0,05} = 400 \times$$

**Menghapus jeda proses internal bernilai 400 kali lipat dibanding memangkas latensi jaringan dari 6 detik ke 60 milidetik.**

**Langkah 10 — aturan yang dihasilkan.**

**Nilai latensi ditentukan oleh paruh sinyal Anda, bukan oleh apa yang dilakukan orang lain.** Untuk sinyal berparuh 30 menit, latensi di bawah beberapa detik tidak memberi nilai yang dapat diukur.

**Langkah 11 — dan kesalahan alokasi yang harus dihindari.** Anggaran infrastruktur yang dihabiskan untuk mikrodetik, sementara persetujuan manual menambah 20 bps, adalah kesalahan yang dapat dihitung — dan besarnya 400×.

---

## Contoh 4 — Seleksi merugikan dan rekonsiliasi

### Bagian A — Limit order

**Langkah 1 — susun simulasi.** 200.000 limit order beli ditempatkan  $0,2\sigma$  di bawah harga berjalan; terisi bila harga turun sampai ke sana.

**Langkah 2 — hasil.**

| Ukuran                         | Nilai                             |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| Rata-rata <b>semua</b> periode | <b>+0,0015<math>\sigma</math></b> |
| Proporsi <b>terisi</b>         | <b>41,9%</b>                      |

| Ukuran                               | Nilai                             |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Rata-rata pada periode <b>terisi</b> | <b>-0,9320<math>\sigma</math></b> |
| Selisih                              | <b>-0,9335<math>\sigma</math></b> |

**Langkah 3 — baca hasilnya.** Ketika pesanan Anda terisi, harga rata-rata bergerak **-0,93 $\sigma$**  melawan Anda. Ketika tidak terisi, harga bergerak menguntungkan — tetapi Anda tidak memiliki posisinya.

**Langkah 4 — jelaskan mekanismenya.** Limit order beli terisi **hanya bila harga turun**. Pengisian bukan peristiwa acak; ia **bersyarat pada pergerakan yang merugikan**. Tidak ada penempatan yang menghindarinya — ia adalah sifat jenis pesannya.

**Langkah 5 — uji klaim “limit order menghemat spread”.** Spread yang dihemat mungkin 5 bps. Seleksi merugikan yang diterima adalah 0,93 $\sigma$ . Pada  $\sigma$  harian 200 bps dengan periode yang relevan lebih pendek, besarannya tetap **jauh melampaui 5 bps**.

**Langkah 6 — tiga konsekuensi operasional.**

| Konsekuensi                             | Tindakan                                             |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Tingkat pengisian adalah informasi      | Pengisian sangat tinggi = penempatan terlalu agresif |
| Pesanan tak terisi punya biaya          | Sinyal meluruh selama menunggu (\$4.4)               |
| Perbandingan harus dari harga keputusan | Bukan dari harga pasar sesaat                        |

**Langkah 7 — dan inilah alasan IS adalah ukuran yang benar.** Ukuran yang membandingkan eksekusi limit terhadap harga pasar saat pengisian akan **memuji** strategi yang, diukur dari harga keputusan, merugikan.

### **Bagian B — Rekonsiliasi**

**Langkah 8 — hitung peluang kesalahan.** Operasi dengan 1.000 transaksi per hari dan laju kesalahan  $p=0,001$ :

$$P(\geq 1 \text{ kesalahan/hari}) = 1 - (1 - 0,001)^{1.000} = 63,23 \%$$

$$\text{Kesalahan/tahun} = 0,001 \times 1.000 \times 252 = 252$$

**Langkah 9 — baca artinya.** Laju kesalahan **satu per seribu** — yang terdengar sangat baik — menghasilkan kesalahan pada **hampir dua dari tiga hari kerja**.

**Langkah 10 — tarik kesimpulan yang benar.** Kesimpulan yang **keliru** adalah “turunkan  $p$  ke nol”. Itu tidak dapat dicapai.

**Kesimpulan yang benar: rancang sistem dengan asumsi kesalahan terjadi setiap hari, dan pastikan ia terdeteksi pada hari yang sama.**

**Langkah 11 — uji harga basi.** Satu harga basi pada posisi berbobot 0,2%:

| Harga salah | Bobot aktual | Selisih   |
|-------------|--------------|-----------|
| 5%          | 0,1905%      | 0,0095 pp |

| Harga salah | Bobot aktual | Selisih   |
|-------------|--------------|-----------|
| 20%         | 0,1667%      | 0,0333 pp |

**Pada satu posisi, kecil.** Tetapi harga basi jarang menyerang satu posisi — ia berasal dari kegagalan umpan data yang memengaruhi banyak posisi **sekaligus**, dan portofolio **terlihat normal** karena semuanya bergerak bersama.

**Langkah 12 — uji yang benar.**

**Jangan menguji “apakah nilainya masuk akal”. Uji “apakah timestamp setiap harga adalah hari ini”.**

Uji pertama lolos ketika seluruh umpan basi bersama-sama. Uji kedua tidak.

## 6. Lembar Kerja Peserta

### Bagian A — Implementation Shortfall

- Harga keputusan: \_\_\_\_ · Harga tiba: \_\_\_\_ · Harga eksekusi: \_\_\_\_
- Penundaan: \_\_\_\_ bps · Dampak: \_\_\_\_ bps · Komisi: \_\_\_\_ bps
- **Total IS: \_\_\_\_ bps** · Nilai: Rp \_\_\_\_
- **Komisi sebagai % total: \_\_\_\_ %**
- Komponen terbesar: \_\_\_\_
- Penghematan dari memotong komisi separuh: \_\_\_\_ %
- Penghematan dari menghapus penundaan: \_\_\_\_ %
- **Mana yang lebih besar, dan mana yang lebih mudah? \_\_\_\_**

### Bagian B — Kapasitas

- ADV semesta: Rp \_\_\_\_ · Modal: Rp \_\_\_\_ ·  $Q / ADV$ : \_\_\_\_ %
- Dampak =  $\sigma \sqrt{Q / ADV}$  = \_\_\_\_ bps · Biaya total: Rp \_\_\_\_
- Bila modal 10×: dampak \_\_\_\_ bps · biaya total \_\_\_\_ × (*harus 31,6×*)
- Keunggulan kotor: \_\_\_\_ bps
- \*\*Modal ketika keunggulan habis: Rp \_\_\_\_ \*\*
- \*\*Modal ketika keunggulan bersih = \_\_\_\_ bps (syarat saya): Rp \_\_\_\_ \*\*

### Bagian C — Horizon

| $T$ | Dampak | Risiko | Total |
|-----|--------|--------|-------|
| 1   |        |        |       |
| 2   |        |        |       |
| 3   |        |        |       |

| $T$ | Dampak | Risiko | Total |
|-----|--------|--------|-------|
| 5   |        |        |       |
| 20  |        |        |       |

- $T^* = \text{____} \cdot \lambda$  saya =  $\text{____} \cdot$  Alasan memilih  $\lambda$  itu:  $\text{____}$
- Biaya pada  $T^* \pm 1$ :  $\text{____}\%$  lebih tinggi
- Biaya pada  $T = 20$ :  $\text{____}\%$  lebih tinggi
- ☐ Saya tidak akan mengoptimalkan  $T$  lebih jauh dari ini

### Bagian D — Latensi

- Paruh sinyal saya:  $\text{____}$
- Latensi saat ini:  $\text{____} \cdot$  Alfa hilang:  $\text{____}$  bps
- Nilai perbaikan latensi yang dipertimbangkan:  $\text{____}$  bps
- **Biaya penundaan internal (Bagian A):  $\text{____}$  bps**
- **Rasio:**  $\text{____} \times$  • Mana yang saya perbaiki lebih dahulu?  $\text{____}$

### Bagian E — Jenis pesanan

- Proporsi limit order:  $\text{____}\%$  • Tingkat pengisian:  $\text{____}\%$
- IS limit order (dari harga keputusan):  $\text{____}$  bps
- IS market order (dari harga keputusan):  $\text{____}$  bps
- ☐ Saya tidak membandingkan terhadap harga pasar sesaat
- Apakah tingkat pengisian saya menandakan penempatan terlalu agresif? ☐ Ya ☐ Tidak

### Bagian F — Rekonsiliasi

- Transaksi/hari:  $\text{____} \cdot$  Laju kesalahan  $p$ :  $\text{____}$
- $P(\geq 1 \text{ kesalahan/hari}) = \text{____}\%$  • Kesalahan/tahun:  $\text{____}$
- Rekonsiliasi yang sudah otomatis:  $\text{____}$  dari 6
- ☐ Uji timestamp harga berjalan setiap hari
- Kapan prosedur kegagalan terakhir **diuji**?  $\text{____}$

### Bagian G — Kerangka

Isi templat §4.8 secara lengkap. **Bagian 8 (kegagalan dan pemulihan) wajib diisi dengan prosedur yang sudah diuji, bukan yang baru ditulis.** Dokumen ini menjadi lampiran **Capstone Level 4**.

---

## 7. Bank Soal

Butir disusun mengikuti urutan materi §4 agar dapat dipakai per sesi, bukan menaik menurut tingkat kognitif. **Setiap butir diberi label kognitif**, sehingga fasilitator dapat menyusun kuis pendek menurut bagian §4 yang sedang diajarkan, menurut tingkat kognitif, atau keduanya.

Sebaran modul ini: **C1** Mengingat 5 · **C2** Memahami 1 · **C3** Menerapkan 10 · **C4** Menganalisis 6 · **C5** Mengevaluasi 3.

1. Tuliskan tiga komponen *implementation shortfall*. (C1) (Kunci: biaya penundaan; dampak pasar; komisi)
2. Harga keputusan 1.000, tiba 1.002, eksekusi 1.008, komisi 15 bps. Hitung IS. (C3) (Kunci:  $20 + 60 + 15 = 95$  bps)
3. Hitung komisi sebagai persentase total pada soal 2. (C3) (Kunci:  $15/95 = 15,8\%$ )
4. Berapa penghematan dari memotong komisi separuh, dan dari menghapus penundaan? (C3) (Kunci:  $7,5/95 = 7,9\%$ ;  $20/95 = 21,1\%$ ; rasio  $2,67\times$ )
5. Tuliskan hukum akar kuadrat dampak pasar. (C1) (Kunci:  $\text{dampak} \approx Y \sigma \sqrt{Q / ADV}$ )
6. Hitung dampak pada  $Q / ADV = 1\%$  dan  $10\%$  dengan  $\sigma = 200$  bps. (C3) (Kunci: 20,0 bps; 63,25 bps)
7. Mengapa biaya **total** tumbuh dengan pangkat 1,5? (C4) (Kunci:  $\text{biaya} = \text{dampak} \times \text{ukuran} = \sqrt{Q} \times Q = Q^{1,5}$ )
8. Modal naik  $10\times$ . Berapa kali lipat biaya totalnya? (C3) (Kunci:  $10^{1,5} = 31,6\times$ )
9. Keunggulan 150 bps,  $\sigma$  200 bps, ADV Rp50 miliar. Hitung modal ketika keunggulan habis. (C3) (Kunci:  $Q / ADV = (150 / 200)^2 = 56,25\% \rightarrow \text{Rp}28.125.000.000$ )
10. Mengapa strategi memiliki kapasitas? (C4) (Kunci: *keunggulan tumbuh linear dengan modal; biaya tumbuh pangkat 1,5 — keduanya berpotongan*)
11. Tuliskan kedua komponen yang dipertukarkan dalam memilih horizon eksekusi. (C1) (Kunci: *dampak menurun dengan  $T$ ; risiko waktu meningkat dengan  $T$* )
12. Pada tabel §4.3, berapa  $T^*$  dan biayanya? (C1) (Kunci:  $T = 2$  hari; 134,0 bps)
13. Berapa kenaikan biaya pada  $T = 1$  dan  $T = 3$  dari optimum? (C3) (Kunci: +4,0% dan +3,1%)
14. Berapa kenaikan biaya pada  $T = 20$ ? (C3) (Kunci: 243,6 vs 134,0 = +81,8%)
15. Nyatakan prinsip yang dihasilkan soal 13–14. (C4) (Kunci: *presisi memilih horizon tidak penting; berada di wilayah yang benar sangat penting*)
16. Apa itu  $\lambda$ , dan mengapa dua pengelola dapat memilih  $T$  berbeda secara sah? (C4) (Kunci: *keengganan risiko pengelola, bukan sifat pasar — horizon eksekusi adalah keputusan risiko*)
17. Sinyal berparuh 30 menit. Berapa alfa tersisa setelah 6 detik dan setelah 60 menit? (C3) (Kunci: 99,8%; 25,0%)
18. Hitung nilai memangkas latensi dari 6 detik ke 60 ms, dan bandingkan dengan penundaan internal 20 bps. (C4) (Kunci: 0,05 bps; rasio  $400\times$ )
19. Apa yang menentukan nilai latensi bagi sebuah strategi? (C4) (Kunci: *paruh peluruhan sinyalnya, bukan apa yang dilakukan orang lain*)

20. Simulasi limit order: berapa tingkat pengisian dan imbal hasil rata-rata bersyarat? (C1) (Kunci:  $41,9\%$ ;  $-0,9320\sigma$  vs  $+0,0015\sigma$  tanpa syarat)
21. Jelaskan mekanisme seleksi merugikan pada limit order beli. (C2) (Kunci: terisi hanya bila harga turun — pengisian bersyarat pada pergerakan merugikan; tidak dapat dihindari dengan penempatan)
22. Mengapa membandingkan eksekusi limit terhadap harga pasar sesaat menyesatkan? (C5) (Kunci: ukuran itu memuji strategi yang, diukur dari harga keputusan, merugikan)
23.  $p = 0,001$ , 1.000 transaksi/hari. Hitung peluang  $\geq 1$  kesalahan per hari dan kesalahan per tahun. (C3) (Kunci:  $1 - 0,999^{1000} = 63,23\%$ ; 252)
24. Apa kesimpulan yang benar dari soal 23? (C5) (Kunci: bukan “turunkan  $p$  ke nol” — melainkan rancang sistem dengan asumsi kesalahan terjadi setiap hari dan deteksi pada hari yang sama)
25. Mengapa menguji “apakah nilai portofolio masuk akal” tidak menangkap harga basi? (C5) (Kunci: kegagalan umpan memengaruhi banyak posisi sekaligus sehingga portofolio terlihat normal; uji yang benar adalah timestamp setiap harga)

## 8. Rubrik Penilaian

| Dim | Aspek                       | 4                                                                                                 | 3                             | 2                   | 1                                                              |
|-----|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------|
| D1  | Penguasaan konsep           | Menjelaskan mengapa biaya tumbuh pangkat 1,5 dan mengapa limit order menghadapi seleksi merugikan | Menguasai IS dan dampak       | Menguasai sebagian  | Menyamakan biaya dengan komisi                                 |
| D2  | Ketepatan kuantitatif       | IS, kapasitas, $T^*$ , dan laju kesalahan benar dan diperiksa silang                              | Benar dengan kekeliruan kecil | Beberapa kekeliruan | Tidak dapat direproduksi                                       |
| D3  | Penalaran kerangka          | & Kerangka utuh; prioritas perbaikan diurutkan dari besarannya                                    | Kerangka koheren              | Komponen terpisah   | Tidak ada kerangka                                             |
| D4  | Perlakuan risiko (knockout) | Kapasitas dihitung sebelum modal diterima; prosedur                                               | Risiko dinilai memadai        | Disebut tanpa angka | Kapasitas tidak dihitung, atau prosedur kegagalan belum pernah |

| Dim | Aspek                             | 4                                                                                            | 3              | 2              | 1                                                                                                  |
|-----|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                                   | kegagalan sudah diuji                                                                        |                |                | <b>diuji</b> →<br><b>GAGAL</b>                                                                     |
| D5  | <b>Disiplin proses (knockout)</b> | Enam rekonsiliasi harian berjalan; uji timestamp harga aktif; IS diukur dari harga keputusan | Terdokumentasi | Sebagian       | <b>Rekonsiliasi harga tidak berjalan, atau IS diukur dari harga pasar sesaat</b> →<br><b>GAGAL</b> |
| D6  | Komunikasi & etika                | Melaporkan IS penuh tanpa diminta; menyatakan kapasitas kepada pemegang mandat               | Jujur          | Kurang lengkap | Melaporkan komisi sebagai “biaya transaksi”                                                        |

**Ambang lulus:** rata-rata  $\geq 3,0$  dan D4  $\geq 2$  dan D5  $\geq 2$ .

D4 (perlakuan risiko) dan D5 (disiplin proses) bersifat menggugurkan: nilai 1 pada salah satunya membuat tugas harus diulang, berapa pun nilai dimensi lain.

**Catatan penilai.** Peserta yang melaporkan komisi sebagai “biaya transaksi” **gagal pada D6**. §4.1 menunjukkan angka itu adalah 15,8% dari biaya yang sebenarnya, dan menyajikannya sebagai keseluruhan menyesatkan pemegang mandat.

## 9. Panduan Fasilitator

### Alokasi waktu (18 JP)

| Sesi | Isi                                        | JP  |
|------|--------------------------------------------|-----|
| 1    | §4.1 Implementation<br>Shortfall; Contoh 1 | 3   |
| 2    | §4.2 Dampak dan kapasitas;<br>Contoh 2     | 3   |
| 3    | §4.3 Horizon; Contoh 3<br>Bagian A         | 2,5 |
| 4    | §4.4 Latensi; Contoh 3<br>Bagian B         | 2   |

| Sesi | Isi                                                              | JP  |
|------|------------------------------------------------------------------|-----|
| 5    | §4.5 Seleksi merugikan;<br>Contoh 4 Bagian A — <b>sesi kunci</b> | 2,5 |
| 6    | §4.6 Algoritma                                                   | 1,5 |
| 7    | §4.7–4.8 Rekonsiliasi dan Kerangka; Contoh 4 Bagian B            | 2,5 |
| 8    | Asesmen                                                          | 1   |

### Urutan yang disarankan

**Sesi 1 dibuka dengan pertanyaan, bukan dengan materi.** Tanyakan: “Berapa biaya transaksi Anda?” Hampir seluruh jawaban menyebut komisi.

Kemudian bangun tabel §4.1 bersama-sama dan biarkan **15,8%** muncul dari perhitungan mereka sendiri.

**Sesi 5 adalah sesi yang paling mengubah cara peserta berpikir.** Hampir semua peserta datang dengan keyakinan bahwa limit order lebih murah. Tampilkan dua angka berdampingan:

| Semua periode                     | Periode terisi                    |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| <b>+0,0015<math>\sigma</math></b> | <b>−0,9320<math>\sigma</math></b> |

Lalu biarkan hening sejenak sebelum menjelaskan mekanismenya. Wawasan bahwa **Anda mendapat pengisian justru ketika Anda salah** berlaku jauh melampaui limit order — ia adalah seleksi merugikan dalam bentuknya yang paling murni.

### Momen pengajaran kunci

**Contoh 2 Langkah 3 layak ditulis di papan: modal 10 $\times$ , biaya 31,6 $\times$ .** Banyak peserta memperkirakan 10 $\times$ . Selisih antara intuisi linear dan kenyataan pangkat 1,5 adalah inti persoalan kapasitas.

**Contoh 3 Langkah 4 menghemat usaha peserta selama bertahun-tahun.** Kurva biaya datar di sekitar optimum: salah satu hari berbiaya 4%, salah orde besaran berbiaya 81,8%. Peserta yang memahami ini berhenti mengoptimalkan hal yang tidak penting.

**Contoh 3 Langkah 9 — rasio 400 $\times$  — layak disampaikan kepada peserta yang datang dari latar belakang teknologi.** Anggaran infrastruktur sering mengalir ke tempat yang salah karena besarnya tidak pernah dibandingkan.

**Contoh 4 Langkah 12 harus disampaikan sebagai aturan, bukan saran.** Menguji “apakah nilainya masuk akal” lolos ketika seluruh umpan basi bersama-sama — yaitu persis pada kegagalan yang paling merusak.

## Kesalahan umum peserta

| Kesalahan                                        | Koreksi                                                         |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Menyamakan biaya transaksi dengan komisi         | §4.1; komisi 15,8% dari total                                   |
| Mengira biaya total tumbuh linear dengan modal   | §4.2; pangkat 1,5; $10\times \rightarrow 31,6\times$            |
| Mengoptimalkan $T$ sampai desimal                | §4.3; kurva datar; $\pm 1$ hari = 4%                            |
| Memperlakukan $\lambda$ sebagai parameter teknis | §4.3; ia keengganan risiko pengelola                            |
| Mengejar latensi tanpa mengukur paruh sinyal     | §4.4; rasio $400\times$ pada contoh                             |
| Mengira limit order lebih murah                  | §4.5; $-0,93\sigma$ bersyarat                                   |
| Menilai algoritma dari laporan penyediannya      | §4.6; konflik kepentingan (L4.2)                                |
| Menargetkan laju kesalahan nol                   | §4.7; rancang untuk mendeteksi, bukan untuk mencegah seluruhnya |

## Aturan keras bagi fasilitator

1. **Dilarang menyebutkan atau merekomendasikan broker, bursa, penyedia algoritma, penyedia data, atau vendor infrastruktur tertentu.**
2. **Dilarang menerima imbalan, rabat, atau fasilitas** dari pihak mana pun dalam daftar di atas. Kepentingan finansial apa pun wajib diungkapkan di awal sesi.
3. **Dilarang membantu peserta menghubungkan sistem otomatis ke akun nyata** dalam sesi pelatihan. Seluruh praktik dilakukan pada data historis atau simulasi.
4. **Dilarang menyajikan angka biaya dalam modul ini sebagai biaya pasar yang sebenarnya.** Seluruhnya ilustratif.
5. **Wajib menyampaikan** bahwa mengelola dana pihak lain, menyediakan layanan eksekusi, dan kegiatan sejenis memerlukan izin dari otoritas yang berwenang.
6. **Wajib menolak** permintaan peserta untuk meninjau atau memperbaiki sistem perdagangan yang sedang berjalan dengan dana nyata — itu adalah pekerjaan konsultasi, bukan pengajaran, dan berada di luar cakupan peran fasilitator.

## 10. Penafian

Materi ini disusun untuk tujuan pendidikan dan peningkatan literasi keuangan. Materi ini **bukan** nasihat investasi, bukan rekomendasi strategi atau infrastruktur, dan bukan ajakan untuk melakukan transaksi.

Seluruh angka biaya, dampak pasar, volatilitas, latensi, tingkat pengisian, dan laju kesalahan dalam modul ini bersifat **ilustratif dan dibuat untuk keperluan pengajaran**. Tidak satu pun diukur dari pasar, broker, atau sistem nyata mana pun.

Koefisien dampak pasar bervariasi besar antarpasar, antarinstrumen, dan antarkondisi likuiditas. Rumus akar kuadrat pada §4.2 adalah **pendekatan yang mengilustrasikan arah hubungan**, bukan model yang dapat dipakai untuk memperkirakan biaya nyata tanpa kalibrasi.

Modul ini **tidak mempersiapkan peserta untuk menjalankan sistem perdagangan otomatis dengan dana nyata**. Menjalankan sistem semacam itu memerlukan pengendalian operasional, pengujian, dan pengawasan yang jauh melampaui cakupan pelatihan 18 JP.

Menyediakan layanan eksekusi, mengelola dana pihak lain, dan kegiatan sejenis memerlukan izin dari otoritas yang berwenang di yurisdiksi masing-masing.

Kinerja masa lalu, termasuk kinerja dalam pengujian historis, tidak menjamin hasil di masa depan. Perdagangan mengandung risiko kerugian, termasuk kehilangan seluruh modal yang ditempatkan. Kegagalan sistem, kesalahan data, dan gangguan konektivitas dapat menyebabkan kerugian yang melampaui yang diperkirakan.

Invesmentpedia dan fasilitatornya tidak memberikan nasihat investasi yang dipersonalisasi dan tidak berizin sebagai penasihat investasi.