

L4Q.1 — Riset Sinyal

Kurikulum Invesmentpedia • Level 4 Profesional • Rumpun Q
(Kuantitatif) • Modul 1

Invesmentpedia
2026

Daftar Isi

- L4Q.1 — Riset Sinyal
 - - 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.1 — Riset Sinyal

1. Identitas Modul

Atribut	Keterangan
Kode	L4Q.1
Nama	Riset Sinyal
Jenjang	Level 4 — Profesional
Rumpun	Q — Kuantitatif
Beban	18 JP (15 jam) — 6 JP teori, 8 JP praktik, 4 JP asesmen
Prasyarat	Seluruh modul inti L4.1–L4.4; L3.4
Pilar	P4 Analisis & Riset (dominan), P5 Risiko, P6 Operasional

Atribut	Keterangan
CPL terkait	CPL-3, CPL-4, CPL-5, CPL-8, CPL-9
Kanon	K-04, K-05, K-10, K-11

Posisi modul. L3.4 mengajarkan mengapa backtest menyesatkan. Modul ini mengajarkan **bagaimana riset sinyal dilakukan ketika Anda tahu itu.**

Kerangka yang mengaturnya adalah **Hukum Dasar Manajemen Aktif:**

$$I R = I C \times \sqrt{\text{breadth}}$$

Dan ketegangan yang dihasilkannya menentukan seluruh modul: **IC yang realistis sangat kecil** — 0,03 menjelaskan **0,09%** variasi imbal hasil — sehingga breadth harus sangat besar. Tetapi **mengukur IC sekecil itu memerlukan 4.444 pengamatan**, dan **18.279** setelah koreksi untuk 1.000 sinyal yang diuji.

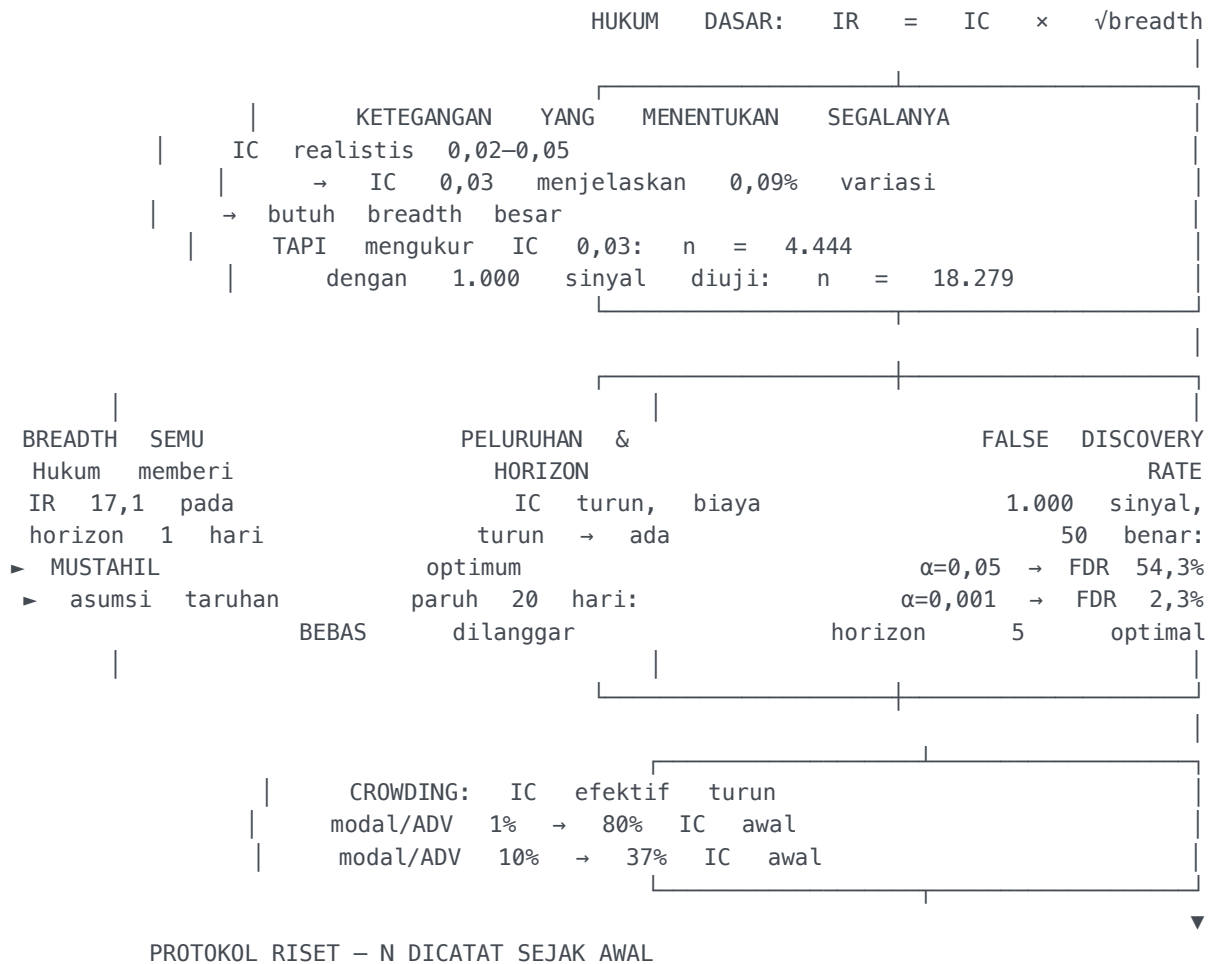
Sinyal yang cukup kecil untuk masuk akal terlalu kecil untuk diukur tanpa data yang sangat besar — dan data yang dibutuhkan tumbuh bersama jumlah sinyal yang pernah Anda coba.

2. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

Kode	Rumusan CPMK	Bloom
CPMK-L4Q.1.1	Menerapkan Hukum Dasar dan Manajemen Aktif menyatakan asumsinya	C4
CPMK-L4Q.1.2	Menghitung IC, galat bakunya, dan jumlah pengamatan yang dibutuhkan	C4
CPMK-L4Q.1.3	Menjelaskan mengapa breadth dalam praktik jauh lebih kecil daripada yang dihitung	C5
CPMK-L4Q.1.4	Mengukur peluruhan sinyal dan memilih horizon yang mengoptimalkan IR bersih	C5
CPMK-L4Q.1.5	Menghitung False Discovery Rate dan memilih ambang yang sesuai skala pengujian	C5
CPMK-L4Q.1.6	Mengestimasi dampak crowding terhadap IC efektif	C4
CPMK-L4Q.1.7	Merancang panel data yang bebas bias look-ahead dan bertahan hidup	C6
CPMK-L4Q.1.8	Menyusun Protokol Riset Sinyal	C6

yang mencatat seluruh pengujian

3. Peta Konsep



4. Materi

4.1 Hukum Dasar Manajemen Aktif

$$IR = IC \times \sqrt{BR}$$

dengan **IC** (*information coefficient*) adalah korelasi antara ramalan sinyal dan imbal hasil yang kemudian terjadi, dan **BR** (*breadth*) adalah jumlah taruhan **independen** per tahun.

Kerangka ini berguna karena ia memisahkan dua hal yang sering dicampur:

Komponen	Pertanyaan yang dijawab
IC	Seberapa baik saya meramal?
$\sqrt{BR}$	Seberapa sering saya dapat menerapkannya?

Tabel IR yang dihasilkan:

IC	BR = 50	BR = 250	BR = 1.000	BR = 5.000
0,02	0,141	0,316	0,632	1,414
0,03	0,212	0,474	0,949	2,121
0,05	0,354	0,791	1,581	3,536
0,08	0,566	1,265	2,530	5,657

Bacaan pertama: IR yang baik dapat dicapai dengan IC yang sangat kecil, asalkan breadth besar. IC 0,03 dengan breadth 1.000 memberi IR 0,949.

Bacaan kedua — dan inilah yang harus dipahami sebelum melanjutkan: IC sekecil itu hampir tidak berarti apa-apa secara penjelasan.

IC	R^2	Variasi imbal hasil yang dijelaskan
0,02	0,0004	0,04%
0,03	0,0009	0,09%
0,05	0,0025	0,25%
0,10	0,0100	1,00%

Sinyal dengan IC 0,03 menjelaskan sembilan per sepuluh ribu dari variasi imbal hasil. Ia salah jauh lebih sering daripada benar — dan tetap dapat menghasilkan IR 0,949 bila diterapkan seribu kali.

Inilah sifat riset kuantitatif yang paling sering disalahpahami dari luar: **keunggulannya tipis dan berulang, bukan tebal dan jarang.**

K-05 — berpikir dalam distribusi. IC adalah pernyataan tentang distribusi ribuan ramalan, bukan tentang satu ramalan.

4.2 Breadth semu: batas Hukum Dasar

Hukum Dasar mudah disalahgunakan, dan penyalahgunaannya menghasilkan angka yang mustahil.

Hitung IR untuk 500 saham yang diseimbangkan ulang setiap hari, dengan IC 0,0483 (paruh peluruhan 20 hari):

$$BR = 500 \times 252 = 126.000$$

$$IR = 0,0483 \times \sqrt{126.000} = 17,144$$

IR 17,1 tidak ada. Ia tidak pernah ada, dan tidak akan pernah ada.

Mengapa perhitungannya keliru: BR adalah jumlah taruhan **independen**. Lima ratus saham yang diseimbangkan setiap hari **sama sekali tidak menghasilkan 126.000 taruhan independen**, karena:

Sumber ketergantungan	Akibat
Saham berkorelasi satu sama lain	Taruhan lintas-saham jauh dari independen
Sinyal hari ini mirip sinyal kemarin	Taruhan lintas-waktu jauh dari independen
Sinyal memiliki paruh peluruhan	Taruhan berulang pada informasi yang sama
Eksposur faktor bersama	Banyak taruhan adalah satu taruhan faktor

Breadth efektif sering satu sampai dua orde besaran lebih kecil daripada perhitungan naif.

Koreksi kasar yang dapat dipertahankan:

$$BR_{\text{efektif}} \approx \frac{N_{\text{aset}}}{1 + (N_{\text{aset}} - 1)\rho} \times \frac{252}{\text{paruh peluruhan}}$$

Untuk 500 saham dengan korelasi rata-rata 0,30 dan paruh 20 hari:

$$\frac{500}{1 + 499(0,30)} \times \frac{252}{20} = \frac{500}{150,7} \times 12,6 = 3,32 \times 12,6 = 41,8$$

$$IR = 0,0483 \times \sqrt{41,8} = 0,312$$

Dari 17,1 menjadi 0,312. Dan **0,312 adalah angka yang masuk akal** — ia berada dalam kisaran yang dilaporkan untuk strategi kuantitatif yang benar-benar bertahan.

Aturan operasional:

Setiap kali Hukum Dasar menghasilkan IR di atas sekitar 1,0, periksa asumsi independensinya lebih dahulu. Hampir selalu di situlah kesalahannya.

K-10 — jika kedengarannya terlalu bagus untuk jadi kenyataan, biasanya memang begitu. Hukum Dasar adalah alat yang sangat mudah menghasilkan angka yang terlalu bagus.

4.3 Mengukur IC dan biayanya

IC diestimasi dari data, sehingga ia memiliki galat baku. Untuk korelasi kecil:

$$SE(IC) \approx \frac{1}{\sqrt{n}}$$

Jumlah pengamatan agar IC signifikan pada $t=2$:

$$n > \left(\frac{2}{IC} \right)^2$$

IC	<i>n</i> dibutuhkan
0,02	10.000
0,03	4.444
0,05	1.600
0,08	625
0,10	400

Dan dengan koreksi banyak-uji, ambangnya naik tajam:

<i>N</i> sinyal diuji	<i>z</i> kritis	<i>n</i> untuk IC 0,03	<i>n</i> untuk IC 0,05
1	1,96	4.271	1.537
100	3,481	13.462	4.846
1.000	4,056	18.279	6.580
10.000	4,565	23.153	8.335

Baca baris ketiga. Peneliti yang telah menguji 1.000 sinyal memerlukan **18.279 pengamatan** untuk menyatakan IC 0,03 nyata.

Apa artinya 18.279 pengamatan? Bila pengamatan adalah pasangan (saham, periode):

Semesta	Frekuensi	Pengamatan/tahun	Tahun dibutuhkan
100 saham	Bulanan	1.200	15,2
500 saham	Bulanan	6.000	3,0
500 saham	Harian	126.000	0,15

Baris ketiga tampak menyelesaikan masalah — dan ia tidak, karena pengamatan harian pada saham yang sama **tidak independen** (§4.2). Jumlah pengamatan efektif jauh lebih kecil daripada hitungan naifnya.

Inilah ketegangan pokok riset sinyal: memperbanyak pengamatan dengan menaikkan frekuensi **tidak menaikkan informasi secara proporsional**, karena pengamatan berdekatan membawa informasi yang tumpang tindih.

4.4 Peluruhan sinyal dan pemilihan horizon

Sinyal meluruh: IC menurun seiring jarak antara pengukuran sinyal dan imbal hasil yang diramalkan.

IC pada berbagai horizon (IC awal 0,05):

Paruh peluruhan	<i>h</i> =1	<i>h</i> =5	<i>h</i> =20	<i>h</i> =60	<i>h</i> =120
5 hari	0,0435	0,0250	0,0031	~0	~0
20 hari	0,0483	0,0420	0,0250	0,0063	0,0008

Paruh peluruhan	$h=1$	$h=5$	$h=20$	$h=60$	$h=120$
60 hari	0,0494	0,0472	0,0397	0,0250	0,0125

Pertukaran horizon. Horizon pendek memberi IC lebih tinggi **dan** perputaran lebih tinggi. Horizon panjang memberi kebalikannya.

Dengan biaya 15 bps per sisi, volatilitas aktif 5%, dan **breadth efektif** (§4.2):

Horizon	IC (paruh 20)	Perputaran/thn	Biaya	IR bersih
1 hari	0,0483	25.200%	75,60%	negatif
5 hari	0,0420	5.040%	15,12%	tertinggi
20 hari	0,0250	1.260%	3,78%	sedang
60 hari	0,0063	420%	1,26%	mendekati nol
120 hari	0,0008	210%	0,63%	negatif

Ada optimum, dan ia berada di tengah. Horizon terlalu pendek dimakan biaya; horizon terlalu panjang kehabisan sinyal.

Tiga konsekuensi:

1. **Paruh peluruhan harus diukur, bukan diasumsikan** — ia menentukan horizon optimal
2. **Biaya harus dimasukkan sejak awal riset**, bukan setelah sinyal “ditemukan”
3. **Sinyal yang optimal pada biaya 5 bps mungkin tidak dapat dipakai pada biaya 40 bps** — sehingga biaya eksekusi Anda menentukan sinyal mana yang tersedia bagi Anda

Butir ketiga berarti riset sinyal tidak dapat dipisahkan dari infrastruktur eksekusi — yang merupakan isi L4Q.2.

4.5 False Discovery Rate

L3.4 §4.3 memperkenalkan koreksi Bonferroni. Pada skala riset sinyal industri, **Bonferroni sering terlalu ketat**, dan ada kerangka yang lebih sesuai.

Rancangan. 1.000 sinyal diuji; 50 di antaranya (5%) benar-benar memiliki keunggulan; daya uji 80%.

α	Positif palsu	Positif benar	FDR
0,05	47,5	40,0	54,3%
0,01	9,5	40,0	19,2%
0,001	1,0	40,0	2,3%
0,00005 (Bonferroni)	0,05	40,0	0,1%

Baca baris pertama. Pada ambang konvensional $\alpha = 0,05$, 54,3% dari sinyal yang “ditemukan” adalah palsu — lebih dari separuh.

Perbedaan FDR dan Bonferroni:

Kerangka	Mengendalikan	Cocok untuk
Bonferroni	Peluang satu pun positif palsu	Ketika satu kesalahan sangat mahal
FDR	Proporsi positif palsu di antara temuan	Ketika beberapa kesalahan dapat ditoleransi

Untuk riset sinyal, FDR sering lebih sesuai, karena tujuannya bukan menghindari setiap kesalahan melainkan memastikan sebagian besar sinyal yang dipakai benar.

Aturan operasional:

Tetapkan FDR yang dapat diterima sebelum pengujian dimulai. FDR 10% berarti Anda menerima bahwa satu dari sepuluh sinyal dalam portofolio Anda adalah artefak.

Dan nyatakan konsekuensinya: portofolio dengan 20 sinyal pada FDR 10% memuat **sekitar dua sinyal yang tidak nyata**. Bila kedua sinyal itu kebetulan berkorelasi, kerugiannya tidak terdiversifikasi.

4.6 Crowding

Sinyal yang ditemukan banyak pihak menjadi kurang bernilai — bukan karena “rahasianya bocor”, melainkan karena **modal yang menjejarnya menggerakkan harga**.

Perkiraan kasar dampak pasar: $\text{dampak} \approx k \sqrt{\text{modal} / ADV}$

Modal / ADV	Dampak	IC efektif	% dari IC awal
0,1%	0,0032	0,0468	94%
0,5%	0,0071	0,0429	86%
1,0%	0,0100	0,0400	80%
5,0%	0,0224	0,0276	55%
10,0%	0,0316	0,0184	37%

(Angka ilustratif; parameter k berbeda antarpasar.)

Dua bacaan.

Pertama: kapasitas adalah sifat sinyal, bukan sifat pengelola. Sinyal yang memerlukan 10% ADV untuk dijalankan pada modal tertentu **hanya mempertahankan 37% IC-nya** — terlepas dari seberapa baik eksekusinya.

Kedua — dan ini penjelasan yang sering hilang: crowding menjelaskan mengapa sinyal “berhenti bekerja.”

Sinyal tidak berhenti bekerja karena pasar “menjadi efisien” secara abstrak. Ia berhenti bekerja karena **modal yang mengejanya menggerakkan harga cukup jauh sehingga IC efektifnya mendekati nol** — persis mekanisme yang membuat premi faktor meluruh setelah publikasi (L3I.2 §4.5.1).

Konsekuensi untuk riset: ukur **modal/ADV** untuk setiap sinyal sebagai bagian dari pengujian, bukan sesudahnya. Sinyal dengan IC tinggi dan kapasitas kecil mungkin tidak dapat dipakai pada ukuran portofolio Anda.

4.7 Panel data

Seluruh perhitungan di atas menjadi tidak berarti bila datanya cacat. L3.4 §4.2 mendaftar tujuh bias; bagian ini menerapkannya pada panel riset sinyal.

Enam syarat panel:

#	Syarat	Yang dicegah
1	Point-in-time: nilai sebagaimana diketahui pada tanggal itu, bukan versi revisi	Bias penyajian ulang
2	Termasuk yang delisting,	Bias bertahan hidup sampai tanggal delisting
3	Stempel waktu ketersediaan,	Bias melihat ke depan bukan tanggal periode
4	Semesta sebagaimana ada pada tanggal itu, bukan semesta hari ini	Bias bertahan hidup + melihat ke depan
5	Harga yang tidak memuat aksi korporasi yang belum diumumkan	Bias melihat ke depan
6	Catatan perubahan definisi data sepanjang periode	Struktur berubah tanpa disadari

Uji verifikasi yang dapat dijalankan:

Uji	Cara	Hasil yang diharapkan
Uji delisting	Hitung proporsi entitas yang hilang per tahun	> 0; bila nol, panel memuat bias bertahan hidup
Uji stempel waktu	Periksa selisih tanggal periode dan tanggal tersedia	Selalu positif, sering 45–90 hari
Uji semesta	Bandingkan anggota semesta pada	Berbeda dari hari ini

Uji	Cara	Hasil yang diharapkan
	tanggal lama	
Uji revisi	Bandingkan nilai versi pertama dan versi terkini	Berbeda pada sebagian data

Bila uji pertama menghasilkan nol, seluruh riset di atas panel itu tidak dapat ditafsirkan — L3.4 Contoh 1 mengukur bahwa bias bertahan hidup saja bernilai **+6,607 pp per tahun**.

4.8 Protokol Riset Sinyal

PROTOKOL RISET SINYAL — Templat

Bagian 1 — Sebelum data dibuka (*K-11*) 1.1 Hipotesis dalam satu kalimat: ____ 1.2 **Mekanisme ekonomi:** mengapa keunggulan ini seharusnya ada? ____ 1.3 Siapa yang berada di sisi lain, dan mengapa mereka bersedia? ____ 1.4 **Ruang pencarian:** ____ varian $\times$ ____ parameter = $N =$ ____ 1.5 **FDR yang dapat diterima:** ____% $\cdot \alpha$ yang tersirat: ____ 1.6 Data keluar-sampel yang disisihkan: ____ sampai ____

Bagian 2 — Panel

#	Syarat	Terpenuhi?	Cara verifikasi
1	Point-in-time	☐	
2	Termasuk delisting	☐	
3	Stempel waktu ketersediaan	☐	
4	Semesta historis	☐	
5	Harga bebas aksi korporasi belum diumumkan	☐	
6	Catatan perubahan definisi	☐	

2.1 Uji delisting: proporsi hilang per tahun = ____% ☐ > 0 2.2 Uji stempel waktu: jeda median = ____ hari ☐ > 0

Bagian 3 — Pengukuran IC 3.1 IC yang diukur: ____ $\cdot$ Pengamatan $n =$ ____ 3.2 $SE(IC) = 1/\sqrt{n} =$ ____ $\cdot t =$ ____ 3.3 n yang dibutuhkan pada $N =$ ____ (**Bagian 1.4**): ____ 3.4 **Apakah 3.1 $\geq$ 3.3?** ☐ Ya ☐ Tidak $\rightarrow$ **sinyal belum dapat dinyatakan nyata** 3.5 Pengamatan **efektif** setelah memperhitungkan ketergantungan: ____ (*lihat 4.2*)

Bagian 4 — Breadth 4.1 Jumlah aset: ____ $\cdot$ Korelasi rata-rata: ____ 4.2 Paruh peluruhan yang **diukur:** ____

hari 4.3 $BR_{\text{efektif}} = \frac{N}{1 + (N-1)\hat{\rho}} \times \frac{252}{\text{paruh}} =$ ____ 4.4 $IR = IC \times \sqrt{BR_{\text{efektif}}} =$ ____ 4.5 **Apakah 4.4 di atas**

1,0? ☐ Tidak ☐ Ya $\rightarrow$ **periksa ulang asumsi independensi**

Bagian 5 — Horizon dan biaya 5.1 Horizon yang diuji: ____ · IC pada tiap horizon: ____ 5.2 Perputaran pada tiap horizon: ____ · Biaya per sisi: ____ bps 5.3 **IR bersih pada tiap horizon:** ____ 5.4 **Horizon optimal:** ____ · Alasan: ____ 5.5 Apakah sinyal tetap layak pada biaya ____ bps (biaya saya)? ☐ Ya ☐ Tidak

Bagian 6 — Kapasitas 6.1 ADV instrumen dalam semesta: ____ 6.2 Modal yang direncanakan: ____ · **Modal/ADV:** ____% 6.3 **IC efektif setelah dampak:** ____ (____% dari IC awal) 6.4 Modal maksimum agar IC efektif $\geq 80\%$ IC awal: ____

Bagian 7 — Catatan pengujian (diisi terus-menerus, tidak pernah dihapus)

#	Tanggal	Varian	IC	t	Keputusan
TOTAL N					_____
AKHIR					

7.1 N akhir vs N yang direncanakan (1.4): ____ vs ____ 7.2 Ambang yang dihitung ulang pada N akhir: _____

Bagian 8 — Keputusan 8.1 IC keluar-sampel: ____ · vs dalam-sampel: ____ · **Degradasi:** ____% 8.2 Melampaui ambang pada N akhir? ☐ Ya ☐ **Tidak** → **ditolak** 8.3 FDR yang tersirat pada ambang yang dipakai: ____% 8.4 ☐ Data keluar-sampel sudah terpakai dan tidak dapat dipakai lagi

Tanda tangan dan tanggal: _____

5. Contoh Terhitung

Contoh 1 — Hukum Dasar dan breadth semu

Seorang peneliti melaporkan: “Sinyal ini memiliki IC 0,0483 pada 500 saham dengan penyeimbangan harian. Menurut Hukum Dasar, IR-nya 17,1.”

Langkah 1 — verifikasi perhitungannya.

$$BR = 500 \times 252 = 126.000$$

$$IR = 0,0483 \times \sqrt{126.000} = 0,0483 \times 354,96 = 17,144$$

Perhitungannya benar.

Langkah 2 — periksa kewajarannya. IR 17,1 berarti imbal hasil aktif 17,1 kali volatilitas aktifnya. Pada volatilitas aktif 5%, itu **imbal hasil aktif 85,7% per tahun, setiap tahun.**

IR sebesar itu tidak ada. Terapkan **K-10**.

Langkah 3 — temukan kesalahannya. BR adalah jumlah taruhan **independen**. Lima ratus saham yang diseimbangkan harian tidak menghasilkan 126.000 taruhan independen karena:

Sumber	Akibat
Korelasi antarsaham 0,30	Taruhan lintas-saham tumpang tindih
Paruh peluruhan 20 hari	Sinyal hari ini $\approx$ sinyal kemarin

Langkah 4 — hitung breadth efektif.

$$B R_{\text{efektif}} \approx \frac{500}{1 + 499(0,30)} \times \frac{252}{20}$$

$$= \frac{500}{150,7} \times 12,6 = 3,32 \times 12,6 = 41,8$$

Langkah 5 — hitung ulang IR.

$$I R = 0,0483 \times \sqrt{41,8} = 0,0483 \times 6,466 = 0,312$$

Dari 17,1 menjadi 0,312 — faktor 55.

Langkah 6 — periksa kewajaran angka baru. IR 0,312 berada dalam kisaran yang dilaporkan untuk strategi kuantitatif yang bertahan.

Langkah 7 — nyatakan aturannya.

Setiap kali Hukum Dasar menghasilkan IR di atas sekitar 1,0, periksa asumsi independensinya lebih dahulu. Hampir selalu di situlah kesalahannya.

Langkah 8 — susun tanggapan.

“Perhitungan Anda benar untuk breadth 126.000. Tetapi breadth adalah jumlah taruhan independen, dan 500 saham dengan korelasi rata-rata 0,30 yang diseimbangkan harian pada sinyal berparuh 20 hari menghasilkan sekitar 42 taruhan independen — bukan 126.000. IR-nya sekitar 0,31, yang merupakan angka yang masuk akal. IR 17 akan menjadi yang tertinggi yang pernah didokumentasikan.”

Contoh 2 — Mengukur IC dan biayanya

Sebuah tim menguji 1.000 varian sinyal dan menemukan satu dengan **IC 0,03** pada **5.000** pengamatan.

Langkah 1 — hitung galat baku dan t .

$$S E(I C) = \frac{1}{\sqrt{5.000}} = 0,01414$$

$$t = \frac{0,03}{0,01414} = 2,12$$

Pada satu hipotesis tunggal, $t = 2,12$ akan signifikan.

Langkah 2 — terapkan koreksi banyak-uji. Dengan $N = 1.000$:

$$\alpha' = \frac{0,05}{1.000} = 0,00005 \Rightarrow z_{\text{kritis}} = 4,056$$

$$2,12 \ll 4,056 \Rightarrow \text{gagal}$$

Langkah 3 — hitung berapa pengamatan yang dibutuhkan.

$$n > \left(\frac{4,056}{0,03} \right)^2 = (135,2)^2 = 18.279$$

Tersedia 5.000. Kurang 13.279.

Langkah 4 — terjemahkan ke waktu.

Semesta	Frekuensi	Pengamatan/tahun	Tahun dibutuhkan
100 saham	Bulanan	1.200	15,2
500 saham	Bulanan	6.000	3,0

Langkah 5 — dan inilah jebakan yang harus dihindari. Godaan berikutnya adalah menaikkan frekuensi: 500 saham harian memberi 126.000 pengamatan per tahun, sehingga 18.279 tercapai dalam **0,15 tahun**.

Itu keliru, karena pengamatan harian pada saham yang sama **tidak independen** — persis masalah yang sama dengan breadth semu (§4.2). Jumlah pengamatan **efektif** jauh lebih kecil.

Langkah 6 — nyatakan prinsipnya.

Memperbanyak pengamatan dengan menaikkan frekuensi tidak menaikkan informasi secara proporsional. Pengamatan yang berdekatan membawa informasi yang tumpang tindih.

Langkah 7 — keputusan yang benar.

*“IC 0,03 pada 5.000 pengamatan memberi $t = 2,12$. Kami menguji 1.000 varian, sehingga ambang kami 4,056, bukan 1,96. Untuk mencapainya dibutuhkan 18.279 pengamatan independen. Kami memiliki 5.000, dan menaikkan frekuensi tidak menyelesaikannya karena pengamatan harian tidak independen. Sinyal ini **belum dapat dinyatakan nyata**.”*

Langkah 8 — dan pilihan yang tersedia.

Pilihan	Efek
Kurangi N — uji lebih sedikit varian, ditetapkan lebih dahulu	Ambang turun
Perluas semesta (lebih banyak aset, bukan frekuensi)	Pengamatan independen naik
Tunggu lebih banyak data	Lambat tetapi sah
Terima FDR lebih tinggi (§4.5)	Ambang turun; sebagian sinyal palsu diterima

Contoh 3 — Horizon, peluruhan, dan biaya

Langkah 1 — ukur paruh peluruhan. Sinyal memiliki IC 0,05 pada horizon 0 dan meluruh dengan paruh 20 hari:

$$IC(h) = 0,05 \times 0,5^{h/20}$$

h	IC
1	0,0483
5	0,0420
20	0,0250
60	0,0063
120	0,0008

Langkah 2 — hitung perputaran dan biaya.

$$\text{Perputaran} \approx \frac{252}{h} \quad \text{Biaya} = \text{perputaran} \times 2 \times 15 \text{ bps}$$

h	Perputaran/thn	Biaya
1	25.200%	75,60%
5	5.040%	15,12%
20	1.260%	3,78%
60	420%	1,26%
120	210%	0,63%

Langkah 3 — baca baris pertama. Biaya 75,60% per tahun. **Tidak ada sinyal yang bertahan.**

Langkah 4 — hitung IR bersih. Dengan breadth efektif (§4.2) dan volatilitas aktif 5%:

$$IR_{\text{bersih}} = IC \times \sqrt{BR_{\text{efektif}}} - \frac{\text{biaya}}{\sigma_{\text{aktif}}}$$

Optimum berada pada horizon **sekitar 5 hari** — cukup pendek untuk mempertahankan IC, cukup panjang agar biaya tidak menelannya.

Langkah 5 — uji sensitivitas terhadap biaya. Pada biaya 40 bps per sisi (instrumen kurang likuid):

h	Biaya @15 bps	Biaya @40 bps
5	15,12%	40,32%
20	3,78%	10,08%
60	1,26%	3,36%

Pada biaya 40 bps, horizon 5 hari menjadi tidak layak, dan optimumnya bergeser ke horizon yang jauh lebih panjang — di mana IC-nya sudah jauh lebih kecil.

Langkah 6 — nyatakan konsekuensinya.

Biaya eksekusi Anda menentukan sinyal mana yang tersedia bagi Anda. Sinyal yang menguntungkan bagi pengelola dengan biaya 5 bps mungkin merugi bagi pengelola dengan biaya 40 bps — pada sinyal yang persis sama.

Langkah 7 — implikasi untuk riset. Biaya harus dimasukkan **sejak awal** pengujian, bukan setelah sinyal “ditemukan”. Sinyal yang diuji tanpa biaya dan kemudian dikurangi biaya menghasilkan urutan peringkat yang berbeda dari sinyal yang diuji dengan biaya sejak awal.

Langkah 8 — hubungan dengan L4Q.2. Karena biaya eksekusi menentukan sinyal yang tersedia, **riset sinyal dan infrastruktur eksekusi tidak dapat dipisahkan**. Menurunkan biaya eksekusi memperluas ruang sinyal yang dapat dipakai — yang sering lebih bernilai daripada menemukan sinyal baru.

Contoh 4 — FDR dan crowding

Bagian A — False Discovery Rate

Langkah 1 — susun rancangannya. 1.000 sinyal diuji; 50 (5%) benar-benar memiliki keunggulan; daya uji 80%.

Langkah 2 — hitung pada $\alpha = 0,05$.

$$\text{Positif palsu} = (1.000 - 50) \times 0,05 = 47,5$$

$$\text{Positif benar} = 50 \times 0,80 = 40,0$$

$$FDR = \frac{47,5}{47,5 + 40,0} = 54,3\%$$

Lebih dari separuh “temuan” adalah palsu.

Langkah 3 — hitung pada ambang lain.

α	Positif palsu	Positif benar	FDR
0,05	47,5	40,0	54,3%
0,01	9,5	40,0	19,2%
0,001	1,0	40,0	2,3%
0,00005	0,05	40,0	0,1%

Langkah 4 — pilih ambang dari FDR yang dapat diterima, bukan dari kebiasaan.

FDR yang diterima	α yang dibutuhkan
50%	~0,042
20%	~0,011

FDR yang diterima	α yang dibutuhkan
10%	~0,005
2%	~0,001

Langkah 5 — nyatakan konsekuensi FDR yang dipilih. Portofolio dengan 20 sinyal pada FDR 10% memuat:

$$20 \times 0,10 = 2 \text{ sinyal yang tidak nyata}$$

Dan bila kedua sinyal itu berkorelasi, kerugiannya tidak terdiversifikasi — sehingga dampaknya melampaui 10% portofolio.

Langkah 6 — bandingkan FDR dan Bonferroni.

Kerangka	Mengendalikan	Pada kasus ini
Bonferroni	Peluang satu pun positif palsu	$\alpha = 0,00005$; FDR 0,1%; sangat ketat
FDR 10%	Proporsi palsu di antara temuan	$\alpha \approx 0,005$; menemukan lebih banyak sinyal benar

Bonferroni menghindari hampir seluruh kesalahan dengan mengorbankan penemuan. FDR menerima sebagian kesalahan demi menemukan lebih banyak yang benar.

Untuk riset sinyal, FDR sering lebih sesuai — tetapi **hanya bila FDR yang diterima dinyatakan sebelum pengujian** (K-11).

Bagian B — Crowding

Langkah 7 — hitung IC efektif pada berbagai ukuran modal. IC awal 0,05:

Modal/ADV	Dampak	IC efektif	% awal
0,1%	0,0032	0,0468	94%
1,0%	0,0100	0,0400	80%
5,0%	0,0224	0,0276	55%
10,0%	0,0316	0,0184	37%

Langkah 8 — hitung modal maksimum. Bila syaratnya IC efektif $\geq 80\%$ IC awal, batasnya **modal/ADV $\leq 1,0\%$.**

Pada semesta dengan ADV rata-rata Rp50.000.000.000 per instrumen dan 100 instrumen:

$$\text{Modal maksimum} \approx 0,01 \times 50.000.000.000 \times 100 = \text{Rp } 50.000.000.000$$

Langkah 9 — hitung dampaknya terhadap IR. Pada IC efektif 0,0184 (modal/ADV 10%) dengan breadth efektif 42:

$$IR = 0,0184 \times \sqrt{41,8} = 0,119$$

dibanding IR 0,312 pada IC penuh — **turun 61,9%**.

Langkah 10 — nyatakan sifatnya.

Kapasitas adalah sifat sinyal, bukan sifat pengelola. Sinyal dengan IC tinggi dan kapasitas kecil tidak dapat dipakai pada modal besar, betapapun baik eksekusinya.

Langkah 11 — dan penjelasan yang sering hilang. Sinyal tidak berhenti bekerja karena pasar “menjadi efisien” secara abstrak.

Ia berhenti bekerja karena modal yang mengejanya menggerakkan harga cukup jauh sehingga IC efektifnya mendekati nol — mekanisme yang identik dengan peluruhan premi faktor pasca-publikasi (L3I.2 §4.5.1).

Langkah 12 — konsekuensi untuk riset. Ukur modal/ADV sebagai **bagian dari pengujian**, bukan sesudahnya. Sinyal dengan IC 0,08 dan kapasitas Rp5 miliar lebih rendah nilainya bagi pengelola Rp500 miliar daripada sinyal dengan IC 0,03 dan kapasitas Rp500 miliar.

6. Lembar Kerja Peserta

Bagian A — Hukum Dasar dan breadth efektif

- IC sinyal saya: ____ · Jumlah aset: ____ · Korelasi rata-rata: ____
- Paruh peluruhan yang diukur: ____ hari
- $BR_{naif} = N \times 252 / h = \text{____}$
- $BR_{efektif} = \frac{N}{1 + (N - 1)\hat{\rho}} \times \frac{252}{\text{paruh}} = \text{____}$
- $IR_{naif} = \text{____} \cdot IR_{efektif} = \text{____}$
- Rasio: ____×
- ☐ $IR_{efektif}$ saya di bawah 1,0 (bila tidak, periksa asumsi independensi)

Bagian B — Kecukupan data

- IC: ____ · n pengamatan: ____ · $SE = 1/\sqrt{n} = \text{____}$ · $t = \text{____}$
- N varian yang saya uji (jujur, termasuk yang gagal): ____
- z kritis pada N itu: ____
- $n \text{ dibutuhkan} = (z / IC)^2 = \text{____}$
- Apakah cukup? ☐ Ya ☐ Tidak → kurang ____ pengamatan
- Pengamatan efektif setelah ketergantungan: ____
- Pilihan yang saya ambil: ☐ kurangi N ☐ perluas semesta ☐ tunggu data ☐ terima FDR lebih tinggi

Bagian C — Horizon dan biaya

Horizon	IC	Perputaran	Biaya @____bps	IR bersih
---------	----	------------	-------------------	-----------

- **Horizon optimal:** ____
- Biaya eksekusi saya: ____ bps
- **Apakah sinyal tetap layak pada biaya saya?** ☐ Ya ☐ Tidak
- Bila biaya saya turun ke ____ bps, horizon optimal menjadi: ____

Bagian D — FDR

- Jumlah sinyal yang saya uji: ____
- Proporsi yang saya perkirakan benar-benar punya keunggulan: ____%
- **FDR yang saya terima (ditetapkan sebelum pengujian):** ____%
- α yang tersirat: ____
- Jumlah sinyal dalam portofolio saya: ____
- **Sinyal yang diperkirakan tidak nyata:** ____
- Apakah sinyal-sinyal itu mungkin berkorelasi? ☐ Ya → dampaknya melampaui FDR ☐ Tidak

Bagian E — Kapasitas

- ADV rata-rata semesta: Rp____ · Jumlah instrumen: ____
- Modal yang direncanakan: Rp____ · **Modal/ADV:** ____%
- **IC efektif:** ____ (____% dari awal)
- **IR** pada IC efektif: ____ · vs IC penuh: ____ · **Turun** ____%
- **Modal maksimum agar IC efektif $\geq 80\%$: Rp____**

Bagian F — Protokol

Isi templat §4.8 secara lengkap, **terutama Bagian 7** (catatan pengujian). 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 4 · C2 Memahami 1 · C3 Menerapkan 11 · C4 Menganalisis 7 · C5 Mengevaluasi 2.

1. Tuliskan Hukum Dasar Manajemen Aktif dan jelaskan kedua komponennya. (C1) (Kunci: $IR = IC \sqrt{BR}$; IC — seberapa baik meramal; $\sqrt{BR}$ — seberapa sering dapat diterapkan)
2. Hitung IR untuk IC 0,03 dengan breadth 1.000. (C3) (Kunci: $0,03 \sqrt{1000} = 0,949$)
3. Hitung R^2 untuk IC 0,03 dan nyatakan artinya. (C4) (Kunci: $0,0009 \rightarrow 0,09\%$ variasi imbal hasil dijelaskan)
4. Apa sifat keunggulan kuantitatif yang paling sering disalahpahami? (C2) (Kunci: tipis dan berulang, bukan tebal dan jarang)
5. Hitung IR untuk 500 saham, penyeimbangan harian, IC 0,0483 menurut hitungan naif. (C3) (Kunci: $BR = 126.000$; $IR = 17,144$)
6. Mengapa hasil soal 5 mustahil? (C5) (Kunci: IR 17,1 pada vol aktif 5% berarti imbal hasil aktif 85,7%/tahun setiap tahun — tidak pernah ada)
7. Sebutkan empat sumber ketergantungan yang melanggar asumsi breadth. (C1) (Kunci: korelasi antarsaham; sinyal hari ini mirip kemarin; paruh peluruhan; eksposur faktor bersama)
8. Hitung breadth efektif untuk 500 saham, $\rho = 0,30$, paruh 20 hari. (C3) (Kunci:
$$\frac{500}{1 + 499(0,30)} \times \frac{252}{20} = 3,32 \times 12,6 = 41,8$$
)
9. Hitung ulang IR pada breadth efektif itu. (C3) (Kunci: $0,0483 \sqrt{41,8} = 0,312$ — faktor 55 lebih kecil)
10. Tuliskan aturan operasional tentang Hukum Dasar. (C1) (Kunci: bila menghasilkan IR di atas $\sim 1,0$, periksa asumsi independensinya lebih dahulu)
11. Tuliskan rumus $SE(IC)$ dan n yang dibutuhkan pada $t=2$. (C1) (Kunci: $1/\sqrt{n}$; $n > (2/IC)^2$)
12. Hitung n untuk IC 0,03 dan IC 0,05 pada $t=2$. (C3) (Kunci: 4.444 dan 1.600)
13. Dengan 1.000 sinyal diuji, hitung z kritis dan n untuk IC 0,03. (C3) (Kunci: $z = 4,056$; $n > (4,056/0,03)^2 = 18.279$)
14. Mengapa menaikkan frekuensi tidak menyelesaikan kekurangan pengamatan? (C4) (Kunci: pengamatan harian pada saham yang sama tidak independen — informasinya tumpang tindih)
15. Sinyal IC awal 0,05, paruh 20 hari. Hitung IC pada horizon 5 dan 60. (C3) (Kunci: $0,05 \times 0,5^{5/20} = 0,0420$; $0,05 \times 0,5^3 = 0,0063$)
16. Hitung perputaran dan biaya pada horizon 1 hari dengan biaya 15 bps/sisi. (C3) (Kunci: $25.200\%/tahun$; $252 \times 2 \times 0,0015 = 75,60\%$)
17. Mengapa ada horizon optimal di tengah? (C4) (Kunci: horizon terlalu pendek dimakan biaya; terlalu panjang kehabisan sinyal)
18. Bagaimana biaya eksekusi memengaruhi sinyal yang tersedia? (C4) (Kunci: sinyal yang menguntungkan pada 5 bps dapat merugi pada 40 bps — biaya eksekusi menentukan ruang sinyal yang tersedia)
19. 1.000 sinyal diuji, 50 benar, daya 80%, $\alpha = 0,05$. Hitung FDR. (C3) (Kunci: FP 47,5; TP 40,0; FDR = 54,3%)
20. Hitung FDR pada $\alpha = 0,001$. (C3) (Kunci: FP 1,0; TP 40,0; FDR = 2,3%)
21. Bedakan apa yang dikendalikan Bonferroni dan FDR. (C4) (Kunci: Bonferroni mengendalikan peluang satu pun positif palsu; FDR mengendalikan proporsi palsu di antara temuan)

22. Portofolio 20 sinyal pada FDR 10%. Berapa yang tidak nyata, dan mengapa dampaknya bisa lebih besar? (C4) (Kunci: 2 sinyal; bila keduanya berkorelasi, kerugiannya tidak terdiversifikasi)
23. Hitung IC efektif pada modal/ADV 1% dan 10% dari IC awal 0,05. (C3) (Kunci: 0,0400 (80%) dan 0,0184 (37%))
24. Hitung IR pada IC efektif 0,0184 dengan breadth efektif 41,8, dan bandingkan. (C4) (Kunci: 0,119 vs 0,312 — turun 61,9%)
25. Mengapa sinyal “berhenti bekerja”, dan apa paralelnya di kurikulum ini? (C5) (Kunci: modal yang mengejanya menggerakkan harga sehingga IC efektif mendekati nol; mekanisme identik dengan peluruhan premi faktor pasca-publikasi, L3I.2 §4.5.1)

8. Rubrik Penilaian

Dim	Aspek	4	3	2	1
D1	Penguasaan konsep	Menjelaskan mengapa breadth efektif jauh lebih kecil dan mengapa IC kecil tetap bernilai	Menguasai Hukum Dasar dan IC	Menguasai sebagian	Memakai breadth naif
D2	Ketepatan kuantitatif	IC, SE, breadth efektif, FDR, dan kapasitas benar dan diperiksa silang	Benar dengan kekeliruan kecil	Beberapa kekeliruan	Tidak dapat direproduksi
D3	Penalaran & kerangka	Protokol utuh; horizon dipilih dari IR bersih, bukan IC saja	Protokol koheren	Komponen terpisah	Tidak ada protokol
D4	Perlakuan risiko (knockout)	Kapasitas diukur sebagai bagian pengujian; biaya dimasukkan sejak awal; FDR dinyatakan	Risiko dinilai memadai	Disebut tanpa angka	Kapasitas tidak diukur, atau biaya ditambahkan setelah sinyal ditemukan → GAGAL
D5	Disiplin proses (knockout)	N dicatat sejak awal; panel diverifikasi	Terdokumentasi	Sebagian	N tidak dicatat, atau panel tidak

Dim	Aspek	4	3	2	1
		keenam syaratnya; data keluar-sampel disentuh sekali			lolos uji delisting → GAGAL
D6	Komunikasi & etika	Melaporkan <i>N</i> dan FDR tanpa diminta; menyatakan breadth efektif, bukan naif	Jujur	Kurang lengkap	Melaporkan IR dari breadth naif

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 IR dari breadth naif **gagal pada D6**, betapapun benar aritmetikanya. §4.2 menunjukkan bahwa angka itu dapat 55 kali lebih besar daripada yang sebenarnya.

9. Panduan Fasilitator

Alokasi waktu (18 JP)

Sesi	Isi	JP
1	§4.1 Hukum Dasar dan sifat IC	2,5
2	§4.2 Breadth semu; Contoh 1 — sesi kunci	3
3	§4.3 Mengukur IC; Contoh 2	3
4	§4.4 Peluruhan dan horizon; Contoh 3	3
5	§4.5 FDR; Contoh 4 Bagian A	2,5
6	§4.6 Crowding; Contoh 4 Bagian B	2
7	§4.7–4.8 Panel dan Protokol	1
8	Asesmen	1

Urutan yang disarankan

Sesi 1 dibuka dengan angka yang mengejutkan dari arah sebaliknya. Tanyakan: “*Berapa persen variasi imbal hasil yang dijelaskan sinyal dengan IC 0,03?*”

Tebakan tipikal jauh di atas **0,09%**. Bahwa sinyal yang hampir tidak menjelaskan apa pun tetap dapat menghasilkan IR mendekati 1,0 adalah wawasan yang mengubah cara peserta memandang riset kuantitatif.

Sesi 2 dibuka dengan klaim IR 17,1 dan dibiarkan berdiri sebentar. Minta peserta memeriksa perhitungannya — yang **benar**. Baru kemudian minta mereka memeriksa kewajarannya.

Peserta yang menemukan sendiri bahwa aritmetika yang benar dapat menghasilkan kesimpulan yang mustahil telah mempelajari sesuatu yang berlaku jauh melampaui Hukum Dasar.

Momen pengajaran kunci

Contoh 1 Langkah 5 layak ditulis di papan: faktor 55. Dari 17,1 menjadi 0,312. Satu asumsi yang tidak diperiksa menghasilkan kesalahan dua orde besaran.

Contoh 2 Langkah 5 memuat jebakan yang akan dicoba hampir semua peserta. Ketika mereka melihat butuh 18.279 pengamatan dan hanya punya 5.000, godaan pertama adalah menaikkan frekuensi. Biarkan mereka mengusulkannya, lalu tunjukkan mengapa ia tidak menyelesaikan apa pun.

Contoh 3 Langkah 6 mengubah cara peserta memandang infrastruktur. Biaya eksekusi bukan detail operasional — **ia menentukan sinyal mana yang tersedia bagi Anda.** Menurunkan biaya sering lebih bernilai daripada menemukan sinyal baru, dan itu adalah pengantar langsung ke L4Q.2.

Angka 54,3% pada Contoh 4 Langkah 2 harus disampaikan dengan tenang. Pada ambang konvensional, lebih dari separuh temuan adalah palsu. Itu bukan tuduhan terhadap peneliti mana pun; itu konsekuensi aritmetis dari menguji seribu hal.

Kesalahan umum peserta

Kesalahan	Koreksi
Memakai breadth naif	§4.2; faktor 55 pada contoh
Mengira IC kecil berarti tidak berguna	§4.1; IC 0,03 dengan breadth 1.000 memberi IR 0,949
Menaikkan frekuensi untuk menambah pengamatan	Contoh 2 Langkah 5; tidak independen
Memilih horizon dari IC saja	§4.4; optimum dari IR bersih
Menambahkan biaya setelah sinyal ditemukan	Contoh 3 Langkah 7; urutan peringkat berubah
Memakai $\alpha=0,05$ pada ribuan pengujian	§4.5; FDR 54,3%
Mengukur kapasitas setelah riset selesai	§4.6; ia bagian dari pengujian
Panel tanpa entitas yang delisting	§4.7; L3.4 mengukur bias +6,607 pp/tahun

Aturan keras bagi fasilitator

1. **Dilarang menyajikan sinyal tertentu sebagai bekerja**, termasuk sebagai contoh. Seluruh sinyal dalam modul ini adalah konstruksi ajar.
 2. **Dilarang menyebutkan penyedia data, platform riset, atau perusahaan kuantitatif tertentu.**
 3. **Dilarang membantu peserta menyiapkan sinyal untuk dipasarkan** kepada pihak ketiga atau untuk mengelola dana pihak lain.
 4. **Dilarang menyajikan IR atau IC tanpa menyertakan N pengujian dan breadth yang dipakai.**
 5. **Dilarang menerima imbalan** dari penyedia data, platform, broker, atau perusahaan *prop trading*. Kepentingan finansial apa pun wajib diungkapkan di awal sesi.
 6. **Wajib menyampaikan** bahwa seluruh angka IC, breadth, biaya, dan kapasitas dalam modul ini bersifat ilustratif dan tidak diukur dari pasar nyata mana pun.
-

10. Penafian

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

Seluruh nilai IC, breadth, paruh peluruhan, biaya transaksi, tingkat crowding, dan hasil perhitungan dalam modul ini bersifat **ilustratif dan dibuat untuk keperluan pengajaran**. Tidak satu pun diukur dari data pasar nyata, dan tidak satu pun merujuk pada sinyal, strategi, atau pengelola nyata mana pun.

Modul ini tidak menyatakan bahwa sinyal mana pun bekerja. Sebagaimana diuraikan pada §4.3 dan §4.5, data yang dibutuhkan untuk menyatakan sebuah sinyal nyata — terutama setelah memperhitungkan jumlah sinyal yang diuji — sering melampaui apa yang tersedia.

Perhitungan breadth efektif pada §4.2 adalah **pendekatan kasar** yang mengilustrasikan arah koreksi, bukan rumus yang tepat. Breadth efektif yang sebenarnya bergantung pada struktur korelasi dan dinamika sinyal yang lebih rumit daripada yang dimodelkan.

Menyediakan sinyal perdagangan berbayar, mengelola dana pihak lain, dan kegiatan sejenis memerlukan izin dari otoritas yang berwenang. Modul ini tidak mempersiapkan peserta untuk kegiatan tersebut.

Kinerja masa lalu, termasuk kinerja dalam pengujian historis, tidak menjamin hasil di masa depan. Investasi dan perdagangan mengandung risiko kerugian, termasuk kehilangan seluruh modal yang ditempatkan.

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