

Kandungan

Tipografi dan Lesen Fon	3
Pendedahan Risiko Kewangan	4
Prakata Penulis	5
Pengenalan Siri EzyFutures	6
Kenapa ezyHG?	7
Siapa Patut Membaca Buku Ini?	8
Cara Menggunakan Buku Ini	9
Peta Pembelajaran ezyHG	12
BAHAGIAN I • MEMAHAMI DUNIA COPPER FUTURES	13
01 Dr. Copper – Logam Yang Mencerminkan Ekonomi Dunia	14
02 Daripada Lombong ke Pasaran Dunia	20
03 Kontrak COMEX High Grade Copper (HG)	26
04 Micro Copper (MHG) vs Standard HG	35
05 Trading Hours, Order Types dan Platform	41
BAHAGIAN II • FUNDAMENTAL COPPER – SUPPLY & DEMAND	48
06 Global Copper Supply & Demand	49
07 Negara Pengeluar Copper Terbesar	54
08 China – Pemacu Permintaan Copper	59
09 Mining Disruptions, Ore Grades dan Supply Shock	67
10 Treatment Charges & Refining Charges (TC/RC)	73
11 Copper Inventories – COMEX, LME dan SHFE	82
12 Energy Transition, EV dan Electrification	90
13 Copper dan Global Macroeconomics	96
14 CFTC Commitments of Traders & Market Positioning	102
15 Copper Seasonality dan Industrial Cycles	108
BAHAGIAN III • FUTURES CURVE DAN ADVANCED SPREAD TRADING	114
16 Contango dan Backwardation untuk Copper	115
17 HG Calendar Spread Trading	121
18 COMEX vs LME Copper – Dua Benchmark Besar	128
19 SHFE Copper dan China Domestic Market	136
20 Cross-Exchange Copper Spreads & Arbitrage	142
21 Copper Cash-to-3M dan Inventory Signals	149
BAHAGIAN IV • TECHNICAL ANALYSIS UNTUK HG	155
22 Membaca Carta High Grade Copper	156
23 Indicators untuk Copper Trading	162
24 Market Structure, Liquidity & Smart Money Concept	168
25 Chart Patterns untuk Copper	174
BAHAGIAN V • STRATEGI TRADING COMEX HG	180
26 Standard Trading Procedure – HG	181
27 Scalping HG – Support, Resistance & Rebound	186
28 Copper Breakout + Retest Strategy	192
29 Session-Based Opening Range Breakout	200
30 EMA9 High/Low/Close Trend Continuation	207

31	Fibonacci Projection, Engulfing & Divergence	213
32	China PMI & Macro News Trading	219
33	Swing Trading HG — 100 Ticks++ & Trend Following	226
BAHAGIAN VI • RISK MANAGEMENT & TRADING DISCIPLINE		231
34	Position Sizing, Margin & Leverage	232
35	Trading Psychology & Discipline	238
36	Backtesting, Forward Testing & Trading Journal	243
BAHAGIAN VII • HISTORICAL COPPER MARKET CASE STUDIES		249
37	Copper Booms, Crashes & Supply Disruptions	250
38	2025 COMEX-LME Copper Dislocation	257
39	Ten Practical HG Trading Case Studies	266
BAHAGIAN VIII • THE PROFESSIONAL HG TRADER'S PLAYBOOK		274
40	Rutin Harian Trader Copper	275
41	Build Your Personal HG Trading Plan	281
42	30-Day Copper Trading Learning Roadmap	286
BAHAGIAN IX • BONUS & LAMPIRAN		291
43	Optional TradingView & FMC Indicators	292
	Lampiran A-C • Spesifikasi Kontrak HG, MHG dan QC	295
	Lampiran D-G • Kod Bulan, Jadual Tick, Formula Saiz Posisi dan Penukaran Unit	297
	Lampiran H-J • COMEX vs LME, Rujukan SHFE dan Istilah TC/RC	299
	Lampiran K-N • Inventori, Kalendar China, CFTC dan Futures Curve	302
	Lampiran O-S • Kalkulator, Senarai Semak dan Templat	304
	Lampiran T • Glosari	307
	Lampiran U • Bibliografi dan Daftar Sumber	310
	Lampiran V-X • Risiko, Syariah, Penulis dan Volum Seterusnya	317

BAHAGIAN I

Memahami Dunia Copper Futures

Tembaga mengalir melalui setiap grid elektrik, bangunan dan kenderaan di dunia. Bahagian ini membina asas — mengapa copper digelar Dr. Copper, bagaimana logam ini bergerak dari lombong ke pasaran, dan bagaimana kontrak COMEX HG serta Micro Copper sebenarnya berfungsi.

KATEGORI A • METODOLOGI ASAL FMC

KATEGORI B • PENERANGAN DIPERLUAS

KATEGORI C • BAHAN BAHARU EZYHG

BAB 01 Dr. Copper — Logam Yang Mencerminkan Ekonomi Dunia

BAB 02 Daripada Lombong ke Pasaran Dunia

BAB 03 Kontrak COMEX High Grade Copper (HG)

BAB 04 Micro Copper (MHG) vs Standard HG

BAB 05 Trading Hours, Order Types dan Platform

Dr. Copper — Logam Yang Mencerminkan Ekonomi Dunia

KATEGORI B • PENERANGAN DIPERLUAS

KATEGORI C • BAHAN BARU EZYHG

Tembaga ada di dalam dinding rumah anda, di bawah jalan raya, di dalam telefon dan di setiap pencawang elektrik. Kerana itu ramai penganalisis menggelarnya Dr. Copper — logam yang kononnya 'tahu' arah ekonomi dunia. Bab ini menerangkan kenapa gelaran itu wujud, bila bacaan Dr. Copper berguna, dan bila ia boleh menyesatkan trader HG yang terlalu cepat membuat kesimpulan.

OBJEKTIF PEMBELAJARAN

- 1 Menerangkan sifat fizikal tembaga yang menjadikannya logam industri yang sukar diganti.
- 2 Mengenal pasti sektor utama penggunaan tembaga dunia berdasarkan data ICSG.
- 3 Menilai asal-usul dan had gelaran "Dr. Copper" secara kritis.
- 4 Membaca hubungan harga HG dengan kemelesetan AS menggunakan data sebenar sejak 1988.
- 5 Menyenaraikan lima punca harga copper menyimpang daripada keadaan ekonomi sebenar.
- 6 Mengaitkan pasaran tembaga dunia dengan konteks Malaysia tanpa membuat andaian yang tidak bersumber.

SUMBER: ICSG World Copper Factbook 2026 dan ramalan ICSG 14 Okt 2026; USGS MCS 2026; NBER; data bulanan COMEX:H61! (TradingView, diambil 20 Okt 2026); The Globe and Mail (2009); CNBC (2016); Akram (2009); OEC. Lihat Lampiran U.

SUMBER & KATEGORI

Status kandungan bab ini

Bahan baharu ezyHG (Kategori C) dengan penerangan konsep asas (B). ID sumber seperti R2-S05 merujuk Lampiran U; data harga HG ialah siri bulanan COMEX:H61! (data/ohlcv/H61_monthly.json). Tafsiran hubungan harga dengan ekonomi ialah **analisis penulis**, bukan peraturan pasaran.

1.1 Kenapa Tembaga Begitu Penting

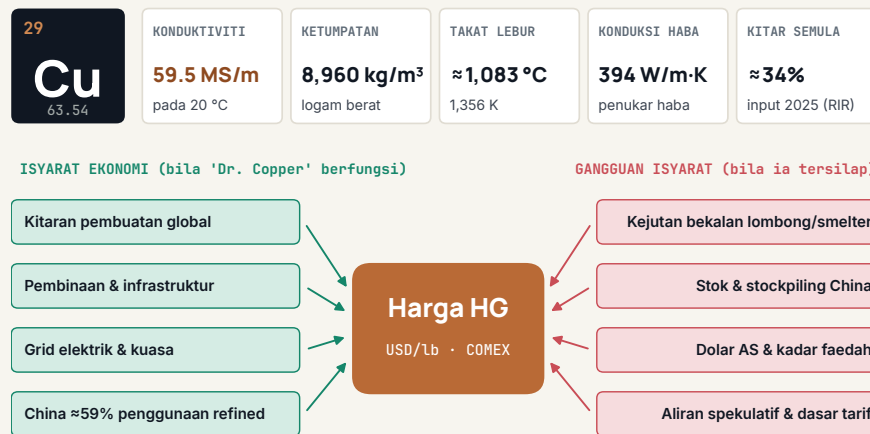
Panel suis di rumah mengandungi wayar tembaga; pemampat penghawa dingin mengandungi tiub tembaga. Tembaga bukan logam glamor seperti emas, tetapi ekonomi moden hampir mustahil berfungsi tanpanya. Empat sifat menerangkan sebabnya.

1. **Konduktiviti elektrik yang tinggi.** Kira-kira **59.5 MS/m pada 20 °C** (R2-S05); piawaian International Annealed Copper Standard (IACS) menggunakan tembaga sebagai rujukan 100% konduktiviti (R2-S69). Kurang tenaga hilang sebagai haba dalam kabel kuasa.

2. **Mudah dibentuk (ductility).** Tembaga boleh ditarik menjadi wayar halus tanpa retak — sebab itu kira-kira **63%** tembaga dunia pertama kali digunakan dalam bentuk wayar (R2-S05).
3. **Tahan kakisan dan konduksi haba tinggi.** Konduktiviti haba sekitar **394 W/m·K** (R2-S05) menjadikannya pilihan untuk penukar haba, radiator dan sistem penyejukan.
4. **Boleh dikitar semula.** ICSG menganggarkan kira-kira **34%** daripada jumlah penggunaan tembaga dunia pada 2025 datang daripada input kitar semula (Recycling Input Rate, R2-S05). Bab 2 menerangkan bagaimana scrap kembali ke rantai bekalan.

Dr. Copper dan ekonomi dunia

Kenapa tembaga dibaca sebagai barometer — dan apa yang mengaburkan bacaannya



Harga ialah hasil bersih SEMUA kuasa ini — bukan bacaan tunggal ekonomi.

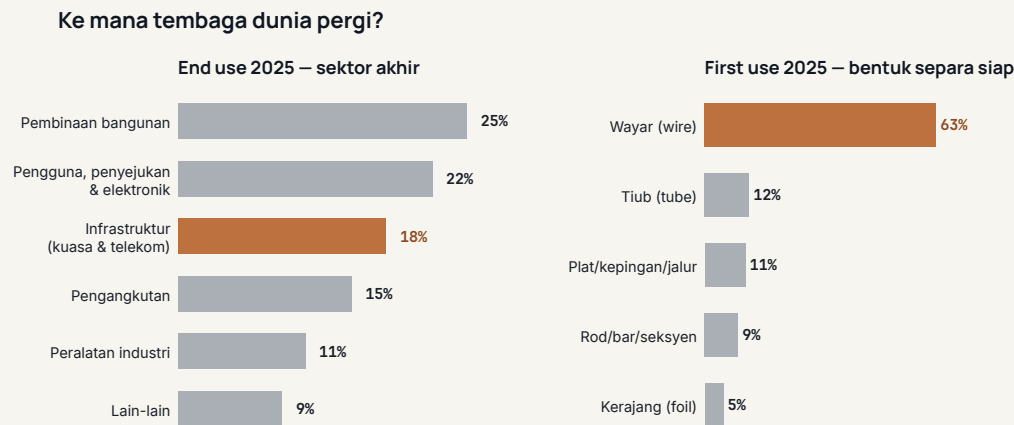
Sifat fizikal: ICSG World Copper Factbook 2026 (R2-S05); kitar semula ≈34% & China ≈59%; ICSG 2025 prelim (R2-S05, R2-S01)

RAJAH 1.1 Dr. Copper dan ekonomi dunia: sifat tembaga, saluran isyarat ekonomi dan punca gangguan isyarat

Gabungan sifat ini menjadikan tembaga **sukar diganti dalam jangka pendek**. Aluminium boleh menggantikannya dalam sesetengah kabel kuasa, radiator kenderaan dan tiub penyejukan (R2-S06), tetapi peralihan itu memerlukan reka bentuk semula produk dan masa bertahun-tahun. Implikasinya: dalam tempoh beberapa bulan, permintaan tembaga lebih ditentukan oleh **aktiviti ekonomi** berbanding oleh harga — asas kepada idea bahawa harga tembaga mencerminkan kesihatan ekonomi.

1.2 Di Mana Tembaga Digunakan

ICSG, melalui data International Wrought Copper Council (IWCC), membahagikan penggunaan tembaga dunia kepada dua cara pandang: **first use** (bentuk separa siap yang dihasilkan kilang fabrikasi) dan **end use** (sektor ekonomi yang akhirnya menggunakan tembaga). **Rajah 1.2** menunjukkan kedua-duanya bagi 2025.



Sumber: ICSG World Copper Factbook 2026, data IWCC; anggaran 2025 (R2-S05, hlm. 46). Jumlah = 100% (dibundarkan).

RAJAH 1.2 Penggunaan tembaga dunia 2025 mengikut sektor akhir (end use) dan bentuk pertama (first use)

Tiga pemerhatian daripada rajah ini:

- **Tiada satu sektor yang dominan.** Pembinaan bangunan terbesar (25%), tetapi produk pengguna dan elektronik (22%), infrastruktur kuasa dan telekom (18%), pengangkutan (15%) serta peralatan industri (11%) bersama-sama jauh lebih besar — sebab harga tembaga sensitif kepada kitaran ekonomi keseluruhan, bukan satu industri.
- **Struktur berbeza mengikut negara.** Di AS, pembinaan bangunan mewakili 42% penggunaan (data CDA melalui USGS, R2-S06). Jangan gunakan pecahan AS untuk menilai permintaan global.
- **Wayar ialah segala-galanya.** Dengan 63% first use dalam bentuk wayar, tembaga pada asasnya ialah logam elektrifikasi.

Kajian ICA/IDTechEx (2017) menganggarkan kenderaan elektrik bateri (BEV) menggunakan kira-kira **83 kg** tembaga berbanding **23 kg** bagi kereta enjin pembakaran dalaman (R2-S62). ICSG memetik unjuran IEA bahawa penggunaan elektrik pusat data boleh meningkat daripada **485 TWh (2025)** kepada **950 TWh (2030)** (R2-S05). Ini anggaran dan ramalan pihak ketiga, bukan permintaan yang sudah berlaku (Bab 12).

1.3 Asal Gelaran “Dr. Copper”

■ DEFINISI

Dr. Copper

Gelaran tidak rasmi bagi tembaga dalam kalangan penganalisis pasaran, berasaskan idea bahawa harga tembaga seolah-olah dapat “mendiagnosis” kesihatan ekonomi — ia naik apabila ekonomi global berkembang dan jatuh sebelum atau semasa kemelesetan, kerana tembaga digunakan dalam hampir semua aktiviti pembinaan dan pembuatan.

The Globe and Mail (Oktober 2009) menerangkan bahawa gelaran ini digunakan kerana tembaga “seolah-olah tahu” arah ekonomi, tetapi tidak menamakan penciptanya (R3-S47). Semakan fakta buku ini juga tidak dapat mengesan gelaran ini kepada seorang individu atau tarikh tertentu — ia lama digunakan dalam ulasan pasaran, tetapi asal-usulnya tidak didokumentasikan. Jadi gelaran ini ialah **kebiasaan bahasa pasaran**, bukan hasil kajian saintifik; ia patut diuji, bukan diterima begitu sahaja.

1.4 Copper Sebagai Barometer Ekonomi – Bila Ia Berfungsi

Logiknya mudah: apabila kilang menerima lebih banyak tempahan, utiliti membina grid dan pemaju memulakan projek baharu, permintaan wayar, kabel dan tiub meningkat dan harga naik; apabila aktiviti perlahan, prosesnya terbalik. Pada skala dunia, faktor terbesar ialah China, yang menggunakan kira-kira **59%** tembaga refined dunia pada 2025 (R2-S05, R2-S01). Sebab itu Dr. Copper hari ini lebih tepat digambarkan

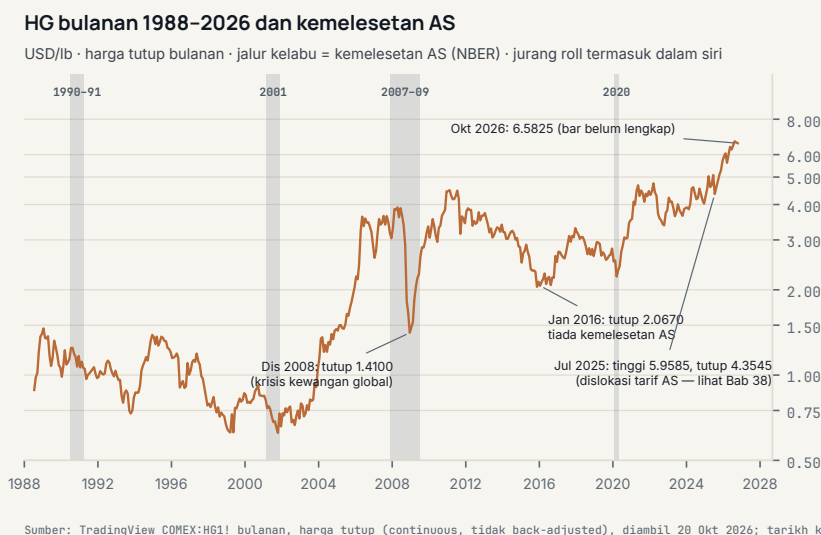
sebagai **barometer kitaran perindustrian global yang berpusat di China**, bukan barometer ekonomi AS semata-mata (Bab 8).

Cara terbaik menilai dakwaan ini ialah dengan data. **Rajah 1.3** memaparkan harga tutup bulanan HG sejak Julai 1988 bersama empat kemelesetan AS yang ditetapkan oleh National Bureau of Economic Research (NBER): Jul 1990–Mac 1991, Mac–Nov 2001, Dis 2007–Jun 2009 dan Feb–Apr 2020.

JADUAL 1.1 Tingkah laku HG di sekitar kemelesetan AS (harga tutup bulanan HG1!, USD/lb)

KEMELESETAN (NBER)	PERUBAHAN 12 BULAN SEBELUM BERMULA	PARAS TERENDAH SEMASA KEMELESETAN	BACAAN PENULIS
Jul 1990 – Mac 1991	+5.9%	1.0310 (-9.6%)	Tiada amaran awal
Mac – Nov 2001	+2.3%	0.6035 (-26.0%)	Lemah sejak puncak Sep 2000; jatuh semasa kemelesetan
Dis 2007 – Jun 2009	-0.3%	1.2550 (-60.6%)	Paras tinggi baharu Mei 2008; jatuh Sep–Dis 2008
Feb – Apr 2020	-9.6%	1.9725 (-21.6%)	Bertindak balas kepada kejutan pandemik

Note: Pengiraan penulis daripada data/ohlcv/HG1_monthly.json (TradingView COMEX:HG1!, continuous, tidak back-adjusted; diambil 20 Okt 2026). “Perubahan 12 bulan” = harga tutup bulan sebelum kemelesetan berbanding 12 bulan lebih awal. Peratus dalam kurungan = paras terendah bulanan berbanding harga tutup bulan sebelum kemelesetan. Tarikh kemelesetan: NBER.



RAJAH 1.3 Harga tutup bulanan HG (HG1!) 1988–2026 dengan kemelesetan AS (NBER) berlorek

Jadual ini menunjukkan sesuatu yang jarang disebut dalam artikel popular: **HG jatuh dengan ketara dalam setiap kemelesetan, tetapi hanya sekali-sekala memberi amaran awal**. Pada 2007–2008, copper malah mencatat paras bulanan tertinggi 4.2700 pada Mei 2008 — lima bulan selepas kemelesetan bermula — sebelum runtuh 60% dalam suku keempat 2008. Data ini selari dengan laporan CNBC (2016) bahawa penganalisis Wells Fargo Investment Institute mendapati copper hanya mendahului tiga daripada lima kemelesetan AS sejak 1980 (R3–S72, dilaporkan).

■ TRADING INSIGHT

Apa yang sebenarnya diukur oleh Dr. Copper

Analisis penulis: Dr. Copper lebih baik sebagai **pengesah** (confirming indicator) kitaran perindustrian berbanding **peramal** kemelesetan. Isyarat lebih dipercayai apabila HG, PMI pembuatan dan import China bergerak seiring; apabila HG bergerak bersendirian, cari dahulu punca bukan-ekonomi (seksyen seterusnya).

1.5 Bila Dr. Copper Tersilap

Rajah 1.3 juga menunjukkan isyarat palsu yang besar. Daripada paras bulanan tertinggi 4.6495 pada Februari 2011, HG jatuh ke 1.9355 pada Januari 2016 — penurunan kira-kira 58% — **tanpa sebarang kemelesetan AS** dalam tempoh antara Jun 2009 dan Februari 2020 menurut NBER. Kejatuhan itu mencerminkan perlambatan China dan pertambahan bekalan, bukan kemelesetan dunia. Ada lima punca utama mengapa harga tembaga menyimpang daripada keadaan ekonomi.

1. Kejutan bekalan

Harga boleh naik kerana bekalan terganggu, bukan kerana permintaan kukuh. Contohnya mud rush di lombong Grasberg, Indonesia pada 8 September 2025 dan pengisytiharan force majeure pada 24 September 2025 (R2-S50, dilaporkan), serta banjir dan aktiviti seismik di Kamo-a-Kakula, DRC pada Mei 2025 (R2-S51, dilaporkan). Kenaikan akibat kekurangan bekalan **bukan isyarat ekonomi kukuh** — malah ia membebankan pengguna industri (Bab 9).

2. Stockpiling dan destocking China

ICSG mengira penggunaan “ketara” (apparent usage) China daripada pengeluaran dan perdagangan bersih, tetapi **tidak** dapat mengukur stok tidak dilaporkan — simpanan strategik kerajaan, pengeluaran, pengguna dan zon berikat (R2-S01, R2-S04). Pembelian untuk stok kelihatan seperti permintaan kukuh; pengurangan stok kelihatan seperti permintaan lemah (Bab 8, Bab 11).

3. Dolar AS dan kadar faedah

Tembaga dipetik dalam dolar AS. Kajian Norges Bank oleh Akram (2009) mendapati penurunan nilai dolar cenderung diikuti oleh kenaikan harga komoditi, termasuk logam (R3-S74, berdasarkan ringkasan kajian). Kenaikan HG akibat dolar lemah tidak semestinya bermaksud permintaan fizikal bertambah. Bab 13 membincangkan hubungan makro ini.

4. Aliran spekulatif

Artikel The Globe and Mail (2009) yang sama mencatatkan bahawa stockpiling, hedging dan spekulasi mengaburkan nilai tembaga sebagai penunjuk awal (R3-S47). Apabila dana besar membeli atau menjual copper sebagai kelas aset, harga boleh bergerak jauh melebihi perubahan permintaan fizikal (data CFTC: Bab 14).

5. Dasar dan tarif — kes 2025

Pada 2025, jangkaan tarif import AS menarik cathode ke gudang COMEX dan menolak HG jauh di atas harga London. HG mencatat paras tertinggi intraday **USD5.9585/lb pada 24 Julai 2025** (R3-S13). Proklamasi presiden pada 30 Julai 2025 mengenakan tarif 50% ke atas produk tembaga separa siap tetapi **mengecualikan cathode** (R3-S02), dan HG jatuh kira-kira 20% dalam satu sesi — kejatuhan harian terbesar dalam rekod (R3-S15, R3-S16). Data bulanan menunjukkan HG ditutup pada 4.3545 bagi Julai 2025. Tiada satu pun pergerakan ini berpunca daripada perubahan ekonomi dunia. Bab 38 mengupas peristiwa ini secara penuh.

■ AMARAN RISIKO

Harga rekod bukan bukti ekonomi meledak

Pada Oktober 2026, HG didagangkan sekitar **USD6.5/lb** (bar bulanan Oktober 2026 masih terbentuk: 6.5825; harga rujukan CME bagi HGV6 ≈ USD6.53/lb, R1-S07). Namun pada masa yang sama ICSG meramalkan **lebih** (surplus) refined copper sebanyak 104 kt bagi 2026 (R2-S01), stok gabungan LME, COMEX dan SHFE mencapai paras tertinggi sejak Jun 2003 pada akhir Ogos 2026 (R2-S04), dan pelaburan hartanah China jatuh 19.9% bagi Jan–Ogos 2026 (R2-S12). Sumber pasaran lebih mengaitkan harga tinggi ini dengan gangguan bekalan, tarif dan elektrifikasi (R3-S36) — membaca HG sebagai “ekonomi sedang meledak” ialah kesimpulan yang salah.

■ SENARAI SEMAK

Sebelum mentafsir pergerakan HG sebagai isyarat ekonomi

- ☐ Adakah PMI pembuatan China dan global bergerak ke arah yang sama? (Bab 8, Bab 13)
- ☐ Adakah terdapat berita gangguan lombong atau smelter dalam dua minggu terakhir? (Bab 9)
- ☐ Adakah stok bursa naik di satu lokasi tetapi turun di lokasi lain? (Bab 11)
- ☐ Bagaimana pergerakan indeks dolar AS dalam tempoh yang sama? (Bab 13)
- ☐ Adakah premium COMEX berbanding LME berubah luar biasa? (Bab 18, Bab 38)

1.6 Tembaga Dalam Konteks Malaysia

Malaysia bukan pengeluar tembaga lombong yang penting dalam statistik USGS, tetapi World Copper Factbook 2026 menyenaraikan Malaysia antara ekonomi dengan **intensiti penggunaan tembaga refined tertinggi** berbanding saiz KDNK, bersama China, UAE dan Vietnam — mencerminkan industri fabrikasi dan elektrik-elektronik (R2-S05). Profil Observatory of Economic Complexity (OEC, disemak 20 Okt 2026) melaporkan eksport wayar tembaga Malaysia kira-kira RM5.71 bilion pada 2025 — antara 40 eksport utama negara — terutamanya ke Arab Saudi, India dan Singapura, dan eksport serbuk tembaga kira-kira RM641 juta, kebanyakannya ke China (FC-S29, FC-S30, dilaporkan). Ini angka agregator, bukan DOSM; semak Malaysia External Trade Statistics (DOSM) bagi angka rasmi.

Bagi pengeluar kabel dan komponen elektrik, tembaga ialah **kos bahan mentah utama**. Tiada kontrak tembaga di Bursa Malaysia Derivatives setakat semakan penyelidikan (R3-S80), jadi akses biasanya melalui broker CME (Bab 5). Kelebihan geografi: masa Beijing sama dengan MYT, jadi PMI NBS China diterbitkan pada **09:30 MYT** (R2-S10) — semasa trader Malaysia sudah di hadapan skrin (Bab 32).

■ RUMUSAN UTAMA

Rumusan Bab 1

- Sifat fizikalnya menjadikan tembaga logam elektrifikasi yang sukar diganti dalam jangka pendek; 63% digunakan pertama kali sebagai wayar.
- Penggunaan tersebar luas: pembinaan 25%, pengguna & elektronik 22%, infrastruktur 18%, pengangkutan 15%, peralatan industri 11% (ICSG/IWCC 2025).
- “Dr. Copper” ialah kebiasaan bahasa pasaran tanpa asal-usul yang disahkan.
- Sejak 1988 HG jatuh dalam setiap kemelesetan AS tetapi jarang memberi amaran awal; ia juga memberi isyarat palsu besar pada 2011–2016.
- Bekalan, stok China, dolar AS, aliran spekulatif dan tarif boleh memisahkan HG daripada ekonomi sebenar — seperti pada 2025–2026.

■ LATIHAN BAB

Latihan Bab 1

1. Namakan dua sifat fizikal tembaga dan kepentingannya kepada permintaan industri.
2. Kenapa pecahan penggunaan AS (pembinaan 42%) tidak boleh digunakan untuk menilai permintaan global?
3. Merujuk **Jadual 1.1**, dalam kemelesetan mana HG mencapai paras tinggi baharu selepas kemelesetan bermula? Apakah pengajarannya?
4. HG naik 8% dalam sebulan, tetapi PMI China di bawah 50 dan stok COMEX meningkat. Senaraikan tiga penjelasan yang perlu anda semak.

Jawapan ringkas: (1) Konduktiviti elektrik — kabel dan grid; kebolehbentukan — wayar (63% first use). (2) Struktur ekonomi berbeza; pecahan global ICSG/IWCC: pembinaan hanya 25%. (3) 2007–2009: tinggi baharu 4.2700 pada Mei 2008; copper boleh lewat bertindak. (4) Gangguan bekalan, dolar AS lemah, aliran spekulatif atau premium tarif COMEX.

Daripada Lombong ke Pasaran Dunia

KATEGORI B • PENERANGAN DIPERLUAS

KATEGORI C • BAHAN BAHARU EZYHG

Cathode yang dihantar ke gudang COMEX bermula sebagai batu di dalam lombong — biasanya batu yang mengandungi kurang daripada satu peratus tembaga. Bab ini menjejaki perjalanan tembaga daripada bijih kepada concentrate, anode, cathode dan wayar, serta menunjukkan kenapa statistik lombong, smelter, refined dan scrap tidak boleh dicampur aduk apabila menganalisis bekalan.

OBJEKTIF PEMBELAJARAN

- 1 Menerangkan jenis deposit tembaga utama dan perbezaan lombong terbuka dengan lombong bawah tanah.
- 2 Menjejaki laluan pirometalurgi daripada bijih sulfida kepada cathode, termasuk ketulenan setiap peringkat.
- 3 Membezakan laluan SX-EW dan laluan sekunder (scrap) daripada laluan smelter tradisional.
- 4 Membaca statistik mine, smelter, refined dan secondary production tanpa menyamakan satu sama lain.
- 5 Menjelaskan kenapa kekurangan concentrate boleh wujud serentak dengan pengeluaran refined yang tinggi.

SUMBER: ICSG World Copper Factbook 2026; ICSG monthly press release 24 Sep 2026 dan ramalan 14 Okt 2026; USGS MCS 2026; IEA (2026); CME Group (spesifikasi HG). Lihat Lampiran J dan U.

SUMBER & KATEGORI

Status kandungan bab ini

Definisi dan statistik pengeluaran diambil daripada ICSG dan USGS melalui nota penyelidikan R2 (ID sumber R2-Sxx, Lampiran U). Rajah imbalan jisim bijih ke cathode ialah **ilustrasi hipotetikal** dengan andaian penulis. Penjelasan tentang kesan kepada HG ialah **analisis penulis** (Kategori C).

2.1 Deposit Tembaga dan Gred Bijih

Tembaga jarang ditemui sebagai logam tulen. Ia hadir sebagai **mineral sulfida** (tembaga bergabung dengan sulfur) atau **mineral oksida** (deposit terdedah kepada udara dan air) — dan jenis mineral menentukan laluan pemprosesan. Dua jenis deposit mendominasi: **porphyry** (deposit besar bergred rendah di sekitar intrusi magma) dan **sediment-hosted** (dalam lapisan batuan sedimen, seperti Copperbelt Afrika Tengah). Menurut penilaian USGS (2015) yang dipetik ICSG, kedua-dua jenis ini menyumbang kira-kira **80%** bekalan tembaga global (R2-S05).

■ DEFINISI

Gred bijih (ore grade)

Peratusan tembaga di dalam bijih yang dilombong. Bijih bergred 0.6% bermaksud setiap 1,000 tan batuan mengandungi 6 tan tembaga — sebelum kehilangan dalam pemprosesan.

Gred bijih semakin menurun. IEA menganggarkan purata gred bijih tembaga telah jatuh kira-kira **40% sejak 1991** (R2-S35). Bagi Chile, pengeluar terbesar dunia, purata berwajaran gred bijih dilaporkan sekitar **0.62% pada 2024** berbanding 1.13% pada 2002 (R2-S70, dilaporkan). Gred lebih rendah bermaksud lebih banyak batuan diproses untuk tembaga yang sama — lebih banyak tenaga, air dan kos (Bab 7).

Rizab dunia dianggarkan **980 juta tan** (USGS, R2-S06), dan hayat rizab purata kekal sekitar 40 tahun sejak 1960 kerana penemuan baharu (R2-S05). Masalahnya ialah **masa**: IEA menganggarkan purata kira-kira **17 tahun** daripada penemuan kepada pengeluaran (R2-S35).

2.2 Lombong Terbuka dan Lombong Bawah Tanah

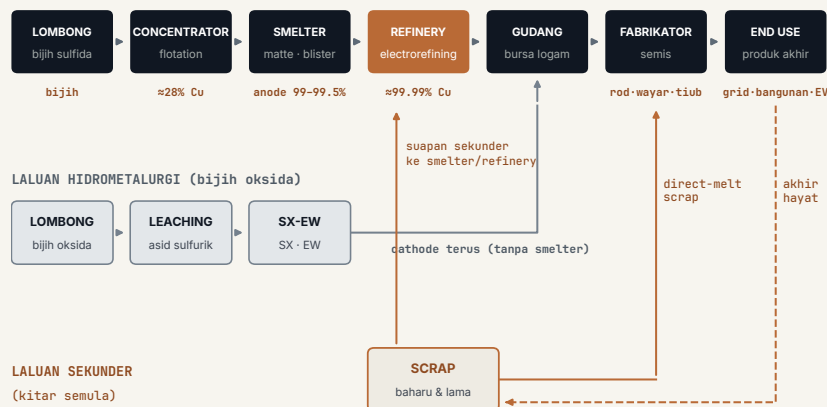
Deposit porphyry yang besar dan dekat permukaan biasanya dilombong secara **open-pit** (lombong terbuka): batuan tidak bernilai dibuang dan bijih digali dalam jenjang berperingkat — sesuai untuk volum besar bergred rendah, tetapi dengan batuan sisa yang sangat banyak.

Apabila bijih terletak lebih dalam, syarikat beralih kepada **lombong bawah tanah** — termasuk kaedah block caving, di mana blok bijih dibiarkan runtuh secara terkawal dan dikeluarkan dari bawah. Insiden mud rush di Grasberg Block Cave, Indonesia pada September 2025 menunjukkan bagaimana risiko geoteknikal bawah tanah boleh mengganggu bekalan dunia selama berbulan-bulan (R2-S50, R2-S49; Bab 9). **Rajah 2.1** meringkaskan tiga laluan yang bertemu pada satu produk: cathode.

Rantaian bekalan tembaga: daripada lombong ke produk akhir

Tiga laluan menghasilkan cathode — hanya cathode Grade 1 jenama diluluskan boleh dihantar bagi kontrak HG

LALUAN PIROMETALURGI (bijih sulfida)



Ketulenan: ICSG World Copper Factbook 2026 (R2-S05) · gambar rajah konseptual

RAJAH 2.1 Rantaian bekalan tembaga: laluan sulfida, SX-EW dan scrap daripada lombong ke produk akhir

2.3 Concentrator dan Flotation

Bijih yang digali dihancurkan dan dikisar menjadi serbuk halus. Dalam proses **flotation**, serbuk ini dicampur dengan air dan bahan kimia supaya zarah mineral tembaga melekat pada buih udara dan terapung, manakala batuan tidak bernilai tenggelam sebagai tailings. Hasilnya ialah **concentrate**.

■ DEFINISI

Copper concentrate

Produk perantaraan berbentuk serbuk lembap yang mengandungi tembaga pada gred tipikal sekitar **28%**, dalam julat kira-kira 20% hingga lebih 40% (ICSG, R2-S05). Concentrate dijual kepada smelter, yang mengenakan Treatment Charges dan Refining Charges (TC/RC) untuk memprosesnya — lihat Bab 10.

Rajah 2.2 menunjukkan betapa kecilnya hasil tembaga berbanding batuan yang diproses. Dengan andaian hipotetikal gred 0.6%, recovery concentrator 88%, gred concentrate 28% dan recovery smelter + refinery 97.5%: 1,000 t bijih → 6.00 t Cu terkandung → 18.9 t concentrate (5.28 t Cu) → kira-kira **5.15 t cathode**. Satu kontrak HG (25,000 lb = 11.34 t) memerlukan kira-kira 2,203 t bijih dalam andaian ini; gred dan recovery sebenar berbeza mengikut lombong.

Daripada bijih ke cathode: imbalan jisim

Contoh 1,000 t bijih · gred dan kadar perolehan ialah andaian ilustrasi, bukan purata industri



ILUSTRASI HIPOTETIKAL — BUKAN DATA PASARAN SEBENAR

RAJAH 2.2 Imbalan jisim hipotetikal: 1,000 t bijih pada gred 0.6% menghasilkan kira-kira 5.15 t cathode

Dua pengajaran: **98% bahan yang dilombong ialah sisa** dalam contoh ini; dan concentrate yang padat boleh diangkut merentas lautan (Chile dan Peru ke smelter China) — sebab pasaran concentrate dan cathode boleh bergerak dengan kadar berbeza.

2.4 Smelting: Matte, Blister dan Anode

Di **smelter**, concentrate dilebur pada suhu tinggi. Sulfur dan besi disingkirkan secara berperingkat, menghasilkan produk yang semakin tulen. Menurut ICSG (R2-S05), **matte** mengandungi kira-kira 50–70% tembaga, **blister** 98.5–99.5%, dan **anode** (blister yang telah ditapis dan dituang menjadi plat) 99–99.5%.

Sulfur ditangkap sebagai **asid sulfurik** — produk sampingan penting bersama emas dan perak (R2-S35), yang membolehkan sesetengah smelter beroperasi walaupun TC sifar atau negatif (Bab 10).

Smelting tertumpu di Asia. ICSG menganggarkan China menghasilkan kira-kira **56%** pengeluaran smelter dunia pada 2025, dan memegang **44%** kapasiti smelting global (12.7 daripada 29.1 juta tan) (R2-S05).

2.5 Electrorefining: Lahirnya Cathode

Anode dihantar ke **refinery**. Dalam proses **electrorefining**, anode dan plat pemula direndam dalam larutan elektrolit; arus elektrik memindahkan tembaga daripada anode ke cathode, manakala bendasing jatuh sebagai lumpur (anode slime) yang mengandungi logam berharga.

■ DEFINISI

Copper cathode

Plat tembaga berketulenan tinggi, lazimnya kira-kira **99.99% Cu** (ICSG, R2-S05), yang dihasilkan melalui electrorefining atau electrowinning. Cathode ialah bentuk tembaga yang didagangkan di bursa. Bagi kontrak HG, hanya **Grade 1 Electrolytic Copper Cathode** mengikut ASTM B115, daripada jenama yang diluluskan bursa, boleh dihantar (R2-S43; lihat Bab 3).

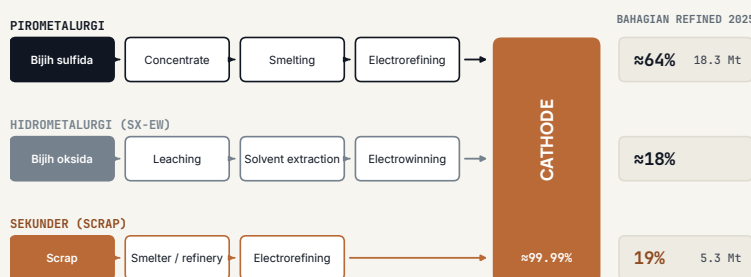
Cathode ialah **titik pertemuan** semua laluan (Rajah 2.1): ia disimpan di gudang bursa (LME, COMEX, SHFE), dipegang pedagang dan pengguna, atau dihantar ke fabrikator.

2.6 Hidrometalurgi dan SX-EW

Bijih oksida tidak sesuai untuk flotation; ia dilonggokkan dan disiram larutan asid sulfurik (heap leaching). Tembaga larut, kemudian dipekatkan melalui **solvent extraction (SX)** dan dimendapkan sebagai cathode melalui **electrowinning (EW)**. Laluan ini dipanggil **SX-EW**.

Tiga laluan ke cathode

Pirometalurgi, SX-EW dan sekunder menghasilkan produk sama — tetapi bertindak balas kepada kejutan yang berbeza



Sumber: ICSG World Copper Factbook 2026, hlm. 27 (R2-S05); anggaran awal 2025. Jumlah melebihi 100% kerana pembundaran.

RAJAH 2.3 Tiga laluan ke cathode dan bahagian masing-masing dalam pengeluaran refined dunia 2025

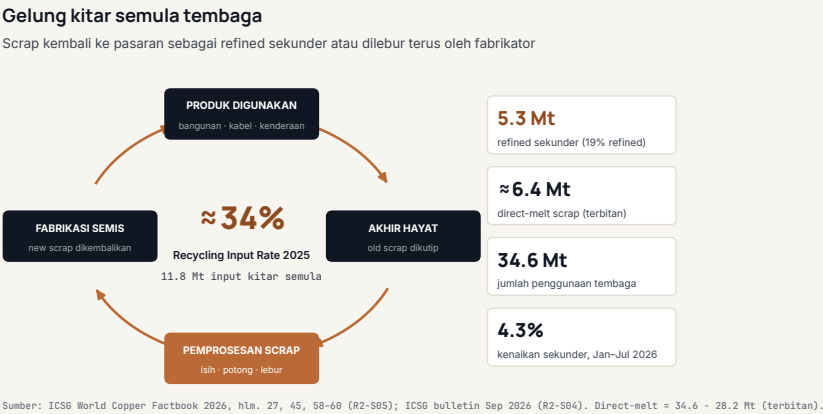
Kelebihan utama SX-EW ialah ia menghasilkan **cathode terus di lokasi lombong tanpa melalui smelter**. ICSG menganggarkan SX-EW menyumbang kira-kira **22%** pengeluaran lombong dunia pada 2025 (sekitar 5.1 juta tan) (R2-S05). Kepentingannya berbeza mengikut negara: sebahagian besar pengeluaran lombong DRC ialah SX-EW, dan kesemua 2.8 juta tan refined DRC pada 2025 dihasilkan melalui laluan ini; kira-kira dua pertiga pengeluaran refined Chile juga daripada SX-EW (R2-S05).

Kelemahannya ialah kebergantungan kepada **asid sulfurik**. IEA melaporkan China menyekat eksport asid sulfurik pada Mei 2026, dan bagi sesetengah operasi leaching kos asid melebihi kos tenaga (R2-S36). Kira-kira 45% pengeluaran DRC dilaporkan bergantung kepada leaching berasaskan asid (R2-S36, dilaporkan) — dasar asid China boleh menjejaskan bekalan cathode Afrika.

2.7 Scrap, Kitar Semula dan Pengeluaran Sekunder

ICSG membahagikan scrap kepada dua jenis (R2-S05): **new scrap** — sisa daripada proses fabrikasi seperti potongan wayar dan kepingan — dan **old scrap** — produk yang sampai ke akhir hayat seperti kabel lama, radiator dan peralatan elektrik. Scrap kembali ke pasaran melalui dua laluan:

1. **Pengeluaran refined sekunder.** Scrap dilebur dan ditapis di smelter atau refinery menjadi cathode. Pada 2025, refined sekunder dianggarkan **5.3 juta tan**, atau **19%** pengeluaran refined dunia (R2-S05). China menyumbang lebih 60% pengeluaran smelter yang menggunakan suapan sekunder (R2-S05).
2. **Direct-melt scrap.** Scrap bersih dilebur terus oleh fabrikator tanpa ditapis semula. Laluan ini **tidak** dikira dalam penggunaan refined. Jumlah penggunaan tembaga dunia 2025 ialah 34.6 juta tan berbanding penggunaan refined 28.2 juta tan, jadi direct-melt dianggarkan sekitar **6.4 juta tan** (pengiraan penulis daripada R2-S05).



RAJAH 2.4 Gelung kitar semula tembaga dan saiznya berbanding penggunaan dunia 2025

Secara keseluruhan, input kitar semula berjumlah **11.8 juta tan** pada 2025, iaitu kira-kira **34%** jumlah penggunaan (R2-S05). Bekalan scrap **bertindak balas kepada harga**: pada Januari–Julai 2026, ketika harga di paras rekod, pengeluaran refined sekunder meningkat **4.3%** berbanding tahun sebelumnya (R2-S04) — “injak keselamatan” yang meredakan kesan gangguan lombong.

2.8 Fabrikasi: Daripada Cathode kepada Semis

Fabrikator membeli cathode dan scrap untuk menghasilkan produk separa siap (semis): wire rod untuk wayar dan kabel, tiub, kepingan dan jalur, rod dan bar. Pengeluaran semis dunia pada 2025 dianggarkan **32.5 juta tan** (berat kasar), dengan Asia menyumbang **86%**; wire rod mewakili 62% kapasiti semis (R2-S05). Semis kemudian menjadi produk akhir dalam sektor yang dibincangkan dalam Bab 1.

Fabrikator biasanya membayar **harga bursa campur Price Premium** serantau, yang mencerminkan kos penghantaran, jenama dan ketat atau longgarnya bekalan setempat (Bab 18, Bab 19).

2.9 Mine, Smelter, Refined dan Secondary – Bukan Statistik Yang Sama

Kesilapan paling lazim ialah membandingkan nombor daripada peringkat berbeza seolah-olah ia mengukur perkara yang sama. Jadual berikut menyusun statistik ICSG 2025 mengikut peringkat.

JADUAL 2.1 Statistik pengeluaran dan penggunaan tembaga dunia 2025 (anggaran awal ICSG)

STATISTIK	2025	APA YANG DIUKUR	PERANGKAP
Mine production	23.2 Mt	Tembaga dalam bijih yang dilombong: concentrate + SX-EW	SX-EW tidak melalui smelter
Smelter production	24.4 Mt	Output smelter: suapan primer 20.1 Mt + sekunder 4.2 Mt	Termasuk scrap
Refined production	28.7 Mt	Cathode: primer 23.3 Mt + sekunder 5.3 Mt	Termasuk SX-EW dan scrap
Refined usage	28.2 Mt	Cathode yang digunakan fabrikator (ketara)	Tidak termasuk direct-melt
Jumlah penggunaan	34.6 Mt	Refined usage + direct-melt scrap	Bukan asas imbalan ICSG

Note: Sumber: ICSG World Copper Factbook 2026 dan monthly press release 24 Sep 2026 (R2-S05, R2-S04). Angka 2025 ialah anggaran awal dan disemak setiap bulan; sebut sentiasa tarikh terbitan (vintage).

Kenapa refined (28.7 Mt) lebih besar daripada mine (23.2 Mt)? Refined primer 23,315 kt + sekunder 5,348 kt = **28,663 kt**, berbanding mine 23,205 kt (R2-S04). Jurang utama ialah scrap; selebihnya mencerminkan stok, masa dan kehilangan pemprosesan.

Peraturan: **jangan menjumlahkan** mine, smelter dan refined production, dan jangan campur angka USGS dengan ICSG dalam jadual yang sama. Contohnya, refinery China 2025: USGS 14.0 juta tan, ICSG 13.6 juta tan (48% dunia) — liputan dan kaedah berbeza (R2-S06, R2-S05).

2.10 Kekurangan Concentrate, Tetapi Refined Terus Meningkat

Pada 2026, TC spot negatif sejak 2024 (R2-S36) dan benchmark tahunan 2026 pada USD0 (Bab 10) menandakan kekurangan concentrate. Namun data ICSG Januari–Julai 2026 kelihatan bercanggah (R2-S04):

- Pengeluaran lombong **turun 1%** (concentrate -2%, SX-EW +3.6%).
- Pengeluaran refined **naik 1.7%** (primer +1%, sekunder +4.3%).
- Pengeluaran refined China dan DRC bersama-sama naik 4.8%, manakala refined electrolytic Chile jatuh 35%.

Lima mekanisme menerangkannya:

1. **SX-EW memintas smelter** — ia tidak memerlukan concentrate.
2. **Scrap mengisi jurang** — harga tinggi menarik lebih banyak scrap ke refinery sekunder.
3. **Stok concentrate**. Smelter dan pedagang memegang stok beberapa bulan; import concentrate China mencatat rekod 30.31 juta tan pada 2025 (R2-S07, dilaporkan).
4. **Ketinggalan masa (lag)**. Concentrate hari ini menjadi cathode beberapa bulan kemudian.
5. **Persaingan antara smelter**. Kapasiti smelting bertambah kira-kira 3.4 juta tan pada 2024–2025 (R2-S05); smelter kompetitif terus beroperasi, manakala yang lain (seperti di Chile) mengurangkan output.

■ TRADING INSIGHT

Kesan kepada HG

Analisis penulis: kekurangan concentrate muncul dahulu dalam **TC/RC** dan margin smelter, bukan terus dalam harga cathode; ia bullish bagi HG hanya apabila pengeluaran refined benar-benar turun dan stok cathode susut. ICSG menjangkakan refined primer electrolytic menurun pada 2026 (R2-S01) — pantau data refined dan inventori (Bab 6, Bab 11). Bagi setiap berita bekalan, tanya: **peringkat mana yang terjejas** — concentrate, smelter, asid SX-EW atau scrap?

■ RUMUSAN UTAMA

Rumusan Bab 2

- Deposit porphyry dan sediment-hosted menyumbang kira-kira 80% bekalan; gred bijih terus menurun dan projek baharu mengambil masa sekitar 17 tahun.
- Laluan sulfida: bijih → concentrate (≈28% Cu) → matte → blister → anode → cathode (≈99.99%); SX-EW menghasilkan cathode tanpa smelter (≈22% pengeluaran lombong 2025) tetapi bergantung kepada asid sulfurik.
- Scrap membekalkan kira-kira 34% jumlah penggunaan dan bertindak balas kepada harga. Mine, smelter, refined dan secondary production mengukur peringkat berbeza — jangan dijumlah atau dibandingkan terus.
- Kekurangan concentrate boleh wujud bersama pertumbuhan refined; kesannya kepada HG bergantung kepada output refined dan stok cathode.

■ LATIHAN BAB

Latihan Bab 2

1. Lombong memproses 2,000 t bijih bergred 0.5%, recovery concentrator 90% (andaian). Berapa tan Cu dalam concentrate?
 2. Kenapa SX-EW tidak terjejas secara langsung oleh TC negatif?
 3. "Lombong 23.2 Mt tetapi penggunaan 28.2 Mt, jadi dunia defisit 5 Mt." Apakah kesilapannya?
 4. Apakah dua laluan scrap kembali ke pasaran, dan yang mana tidak dikira dalam refined usage?
- Jawapan ringkas: (1) $2,000 \times 0.005 = 10$ t; $10 \times 0.9 = 9$ t Cu. (2) SX-EW tidak menggunakan concentrate atau smelter. (3) Peringkat berbeza — refined production (28.7 Mt) termasuk 5.3 Mt sekunder; ICSG membandingkan refined production dengan refined usage. (4) Refined sekunder dan direct-melt; direct-melt tidak dikira.