

WEBINAR GAPENRI X IAMKRI



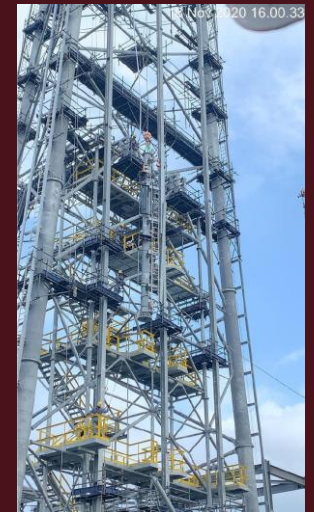
Cost Management

Aspek Kritis dalam Penyelenggaraan Proyek EPC

Mengapa proyek EPC mengalami Cost Overrun, dan bagaimana mengendalikannya sejak tahap paling awal

Rabu, 8 Juli 2026 • 13.30–15.30 WIB • Zoom Meeting

Narasumber: Pundjung Setya Brata — Ketua Badan Pengawas IAMKRI



Narasumber & Daftar Isi

NARASUMBER

Pundjung Setya Brata

Pengurus IAMKRI | 35+ tahun di industri konstruksi & EPC

- 35+ tahun pengalaman konstruksi & EPC, domestik dan internasional (Qatar, India, Filipina, Oman)
- 12 tahun Executive Level — Direktur PT Adhi Karya (Persero) Tbk 2014-2024; Komisaris Independen PT PP (Persero) Tbk 2024-2026
- Mega Proyek & EPC: RFCC Cilacap, PLTU, Flare RDMP, Amonia-Urea Plant, LRT Jabodebek, MRT Jakarta, Indonesia Arena Senayan, proyek-proyek IKN
- Keahlian inti: Project & Operations Management, Lean Construction, Strategic Management, Corporate & Project Finance
- Pendiri & Ketua Dewan Pengawas IAMKRI; S2 Strategic Management (Prasetiya Mulya), S1 Teknik Sipil (Universitas Diponegoro)

DAFTAR ISI

SEGMENT 1	Akar Masalah Overrun — Aspek Psycho -Sosio Politik
SEGMENT 2	Kerangka Siklus & Cost Structure
SEGMENT 3	Cost Baseline Development
SEGMENT 4	Pengendalian Biaya EPC Kontraktor
SEGMENT 5	Production System & Lean Cost Management
PENUTUP	Penutup — Tanya Jawab (Q&A)

SEGMENT 1

Akar Masalah Overrun

Aspek sosial dan psikologis di balik pola cost overrun yang berulang secara statistik selama 70 tahun.



Pembengkakan Biaya Merupakan Pola yang Berulang

98%

megaprojek global mengalami **cost overrun >30%** (McKinsey)

79% / 52%

rata-rata **pembengkakan biaya / keterlambatan jadwal** (McKinsey)

~30%

projek yang selesai dalam batas **10% diatas anggaran awal** (CII)

60%+

organisasi punya rekam jejak proyek yang gagal (KPMG)

McKinsey & Company, dalam kajian atas lebih dari 500 proyek global bernilai di atas USD 100 juta, mencatat angka-angka ini sebagai kondisi normal industri, bukan statistik outlier. Kondisi di Indonesia tidak jauh berbeda dari gambaran global tersebut.

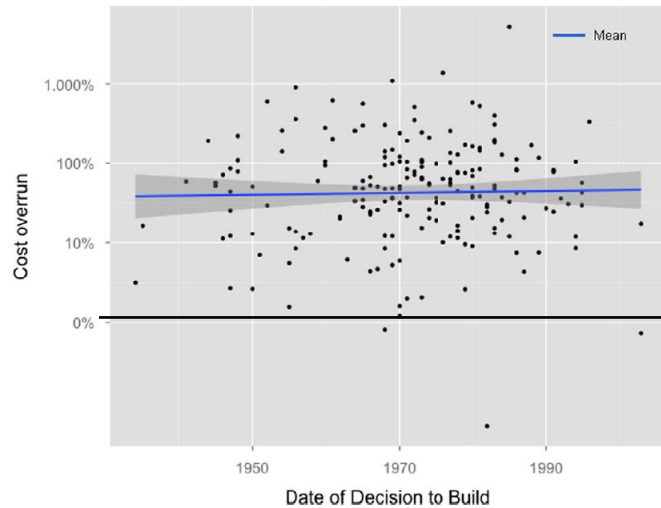
*Kalau **tujuh** dari **sepuluh** proyek mengalami overrun, persoalannya sistemik, maka masalahnya bukan pada individu, tetapi pada system yang kita gunakan.*

“Over budget, over time, over and over again.”

The Iron Law of Megaprojects — Bent Flyvbjerg, Oxford

Flyvbjerg menyebutnya hukum (law) istilah yang jauh lebih kuat daripada sekadar anomali atau kecelakaan. Pola pembengkakan biaya ini punya penyebab yang bisa diidentifikasi dan diantisipasi jauh sebelum proyek dimulai, dan itulah yang dibedah di seluruh segmen ini.

Pola Ini Sudah Berlangsung Lebih dari 70 Tahun , Jadi Bukan Soal Teknologi



Ilustrasi tren rata-rata (garis relatif datar)

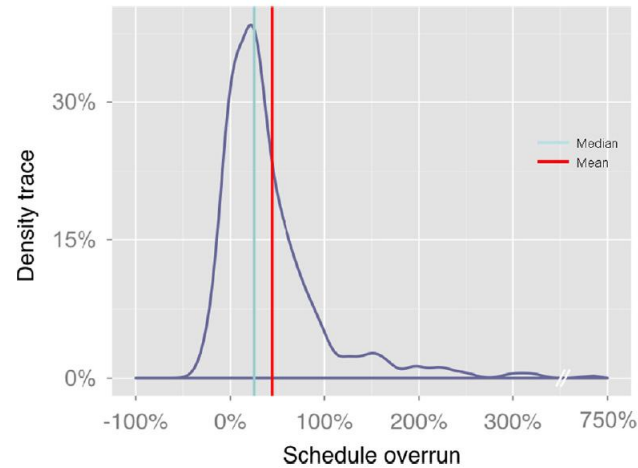


Fig. 5. Density trace of schedule slippage (N=239) with the median and mean.

Ansar, Flyvbjerg, Budzier & Lunn (2014) meneliti 245 bendungan besar lintas 5 benua, dibangun antara 1934 dan 2007. Tiga dari empat proyek mengalami cost overrun, rata-rata 96% di atas estimasi awal. Temuan mereka eksplisit: **“there is no evidence for schedule estimates to have improved over time.”**

Pola yang sama muncul di proyek-proyek ikonik lainnya : Sydney Opera House (overrun 1.400%, molor hampir 10 tahun) dan Terusan Suez (1.900%).

*Desain, material, dan alat kerja sudah jauh lebih canggih dibanding tahun 1934, tapi tren overrun-nya nyaris tidak bergerak. Itu tanda kuat bahwa akar masalahnya ada **di luar soal teknologi** — dan solusinya pun tidak akan datang dari menunggu alat yang lebih canggih.*

Hinkley Point C, Inggris: Satu Keputusan FID yang Berani & Berujung Pembengkakan Dua Kali Lipat

GBP 18 B

anggaran disetujui saat FID, 2016

GBP 35 B

revisi estimasi EDF, 2026 (harga 2015)

GBP 48-49 B

setara harga 2026 — lebih 2x lipat



Hinkley Point C adalah proyek pembangkit listrik tenaga nuklir dengan dua unit reaktor EPR (European Pressurized Reactor, desain reaktor tekanan tinggi Eropa) di Somerset, reaktor nuklir pertama yang dibangun di Inggris dalam lebih dari dua dekade. Pemiliknya EDF (Électricité de France, badan usaha listrik negara Prancis) dengan kepemilikan 66,5%, berbagi dengan China General Nuclear Power Group (CGN) sebesar 33,5%.

FID (Final Investment Decision, keputusan investasi final yang mengunci komitmen dana proyek) diambil 2016 dengan anggaran GBP 18 miliar. **Desain EPR yang dipakai belum pernah dibangun di Inggris sebelumnya, jadi risiko first-of-a-kind** melekat sejak awal. Revisi terbaru pada 2026 dipicu hal yang lebih teknis: produktivitas pekerjaan elektromekanikal yang meleset dari target, mendorong mundurnya jadwal operasi Unit 1 ke 2030.

Keputusan FID diambil dengan kondisi design masih first-of-a-kind dan produktivitas pekerjaan elektromekanikal jauh di bawah asumsi sehingga cost naik dua kali lipat

Ajaokuta Steel Plant, Nigeria: 98% Selesai Dibangun, tanpa pernah memproduksi

USD 1 B

kontrak awal, 1976

USD 12,7 B

biaya membengkak, Februari 1980

98%

pekerjaan erection selesai, 1994



Ajaokuta adalah proyek pabrik baja terintegrasi di Nigeria, dimaksudkan menjadi platform utama industrialisasi nasional, diinisiasi Presiden Shehu Shagari pada 1979. Pemiliknya Pemerintah Federal Nigeria secara penuh (BUMN), dibangun dengan kontraktor Tyazhpromexport asal Uni Soviet.

Konstruksi fisiknya sebenarnya nyaris rampung, 84% pada 1983 dan pekerjaan erection peralatan mencapai 98% pada 1994. Keruntuhan Uni Soviet pada 1991 memutus dukungan teknis dari kontraktor aslinya, **lalu korupsi dan pergantian rezim politik berulang** membuat proyek tak pernah dikomisioning penuh. Total investasi yang tersedot diperkirakan lebih dari USD 8-10 miliar hingga sekarang, dan pabrik ini belum pernah memproduksi sebatang baja pun.

Cost bukan hanya soal Engineering, Governance sama pentingnya dengan execution

Vogle dan VC Summer, Amerika Serikat: Desain dan Kontraktor yang Sama, Dua Nasib Berbeda

USD 14 B → 19 B

Vogle: estimasi 2008 vs proyeksi Morgan Stanley pasca-2017



USD 9,8 B → 25 B

VC Summer: estimasi 2008 vs proyeksi 2017

Vogle Unit 3 dan 4 dimiliki Georgia Power (anak usaha Southern Company); VC Summer Unit 2 dan 3 dimiliki SCE&G (South Carolina Electric & Gas, anak usaha SCANA) bersama Santee Cooper, perusahaan listrik milik negara bagian Carolina Selatan. Kedua proyek dikontrakkan ke Westinghouse pada 2008 dengan desain reaktor AP1000 yang identik.

Westinghouse **memulai konstruksi sebelum desain reaktornya benar-benar final**, ditambah **cacat pada komponen yang diprafabrikasi** dan **rantai pasok yang sudah tiga puluh tahun tidak aktif membangun reaktor baru**. Westinghouse bangkrut pada Maret 2017. VC Summer dihentikan total beberapa bulan kemudian; Vogle dilanjutkan sendiri oleh Southern Company dan baru rampung pada 2023-2024.

Teknologi sama, Kontraktor sama, Negara sama tetapi hasilnya berbeda

Proyek EPC Punya Karakteristik Struktural yang Membuatnya Lebih Rentan Terhadap Pola Ini

Ketiga studi kasus di atas berasal dari luar sektor EPC (Engineering, Procurement, Construction rekayasa, pengadaan, dan konstruksi) migas, tapi pola yang sama terjadi berulang dan justru lebih parah pada proyek EPC karena tiga karakteristik struktural berikut.

- 1 **Capital intensive** — eksposur besar terhadap fluktuasi pasar; satu keputusan yang salah bisa bernilai triliunan rupiah.
- 2 **Schedule Compression**— sedikit ruang untuk recovery begitu terjadi keterlambatan di satu titik rantai kerja.
- 3 **Interface Complexity** — banyak disiplin teknik, kontraktor, dan vendor yang harus terkoordinasi presisi di waktu yang bersamaan.

Ketiga karakteristik ini bekerja sebagai pengganda dampak begitu overrun mulai terjadi, dan itulah mengapa disiplin cost management jauh lebih kritis di proyek EPC dibanding proyek pada umumnya.

Lima Cacat Struktural yang Berulang di Setiap Kasus Pembengkakan Biaya EPC

- 1 Scope immaturity** — CII (Construction Industry Institute) menyebutnya “Front End Planning deficit”: estimasi dibuat dengan kematangan scope yang jauh lebih rendah dari yang diklaim.
- 2 Optimism bias** — asumsi terlalu optimistis soal harga material, produktivitas, dan jam-orang, didorong tekanan agar proyek disetujui, bukan agar angkanya akurat.
- 3 Kontrak adversarial** — pola LSTK (Lump Sum Turnkey, kontrak harga tetap sekaligus) yang menciptakan permainan zero-sum antara owner dan kontraktor. Bain & Company mencatat beralih ke collaborative contracting memberi improvement biaya-jadwal 15-50%.
- 4 Manajemen risiko yang ritualistik** — PwC (PricewaterhouseCoopers) menemukan proyek berhasil dan gagal sama-sama punya risk register; bedanya ada pada apakah leading indicators di dalamnya benar-benar dipantau aktif.
- 5 Production System diabaikan** — Dominasi Project Management, Proyek diperlakukan sebagai aktivitas administrasi yang dikendalikan melalui monitoring dan pelaporan, bukan sebagai system produksi yang harus dirancang dan dioptimalkan.

Kelima factor tersebut saling memperkuat satu sama lain sehingga membentuk kegagalan sistemik, bukan sekedar karea kesalahan individual

The Iron Law of Megaprojects, Lima Mekanisme Flyvbjerg Menjelaskan Mengapa Pola Ini Bertahan Secara Psiko-Sosio Politik

Mekanisme	Definisi singkat	Siapa yang terlibat
Optimism Bias	Meremehkan biaya secara bawah sadar	Sponsor proyek, engineer, planner
Strategic Misrepresentation	Kebohongan strategis yang disengaja	Politisi, promotor proyek, konsultan dibayar
Anchoring	Angka pertama terus jadi rujukan meski keliru	Semua pihak
Escalation of Commitment / Sunk cost Fallacy	Terus mendanai proyek yang sudah bermasalah	Pemerintah, owner, investor
Uniqueness Bias	Yakin proyeknya beda dari pola umum (menjadi factor yang memperkuat seluruh proses)	Project champions

*Polanya bisa diprediksi, karena itu bisa dimitigasi secara sistematis, ini bukan rangkaian kegagalan teknis tapi lebih bersifat **Sosio Psikologis**, ini merupakan aspek penting yang harus disadari sebelum masuk ke aspek teknis.*

Cost Overrun Adalah Kegagalan Kolektif — Enam Pemangku Kepentingan Berkontribusi secara Berbeda

Stakeholder	Penyebab utama cost overrun	Bias/mekanisme Flyvbjerg dominan
Pemerintah & Politik	Strategic misrepresentation, korupsi, intervensi tender	Strategic Misrepresentation; Escalation of Commitment
Owner	FEL lemah, optimism bias, perubahan scope berulang	Optimism Bias; Uniqueness Bias
Konsultan/Desainer	Estimasi tidak akurat, desain tidak buildable	Optimism Bias (ringan)
Kontraktor EPC	Estimasi bid tidak akurat	Overconfidence Bias; Optimism Bias
Subkontraktor & Pemasok	Underperformance, kualitas material rendah	Dipengaruhi Optimism Bias hilir
Lembaga Keuangan	Tekanan memangkas contingency	Overconfidence dalam due diligence

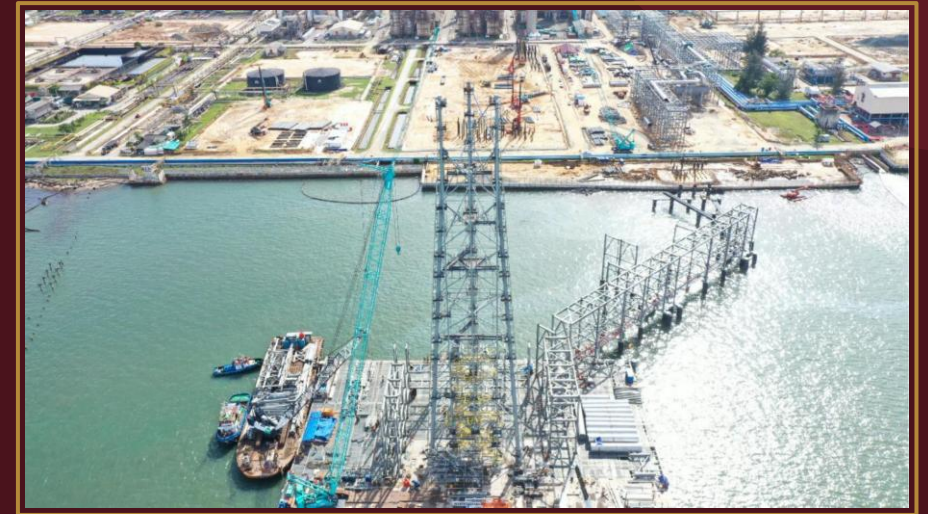
Owner sendiri punya tujuh pola kegagalan spesifik yang berulang: front-end loading lemah, optimism bias dalam estimasi, PMT tidak kompeten, perubahan scope berulang, keputusan lambat, kegagalan interface management, dan pengabaian risk management.

Solusi yang hanya menysar satu pihak, misalnya menuntut kontraktor lebih disiplin, tidak akan menutup celah kalau owner dan pemerintah tidak ikut berubah bersamaan.

SEGMENT 2

Kerangka Siklus EPC & Cost Structure

Aspek Kritis Golden Period, gerbang keputusan, dan struktur biaya di sepanjang siklus proyek EPC.



Fase Proyek EPC

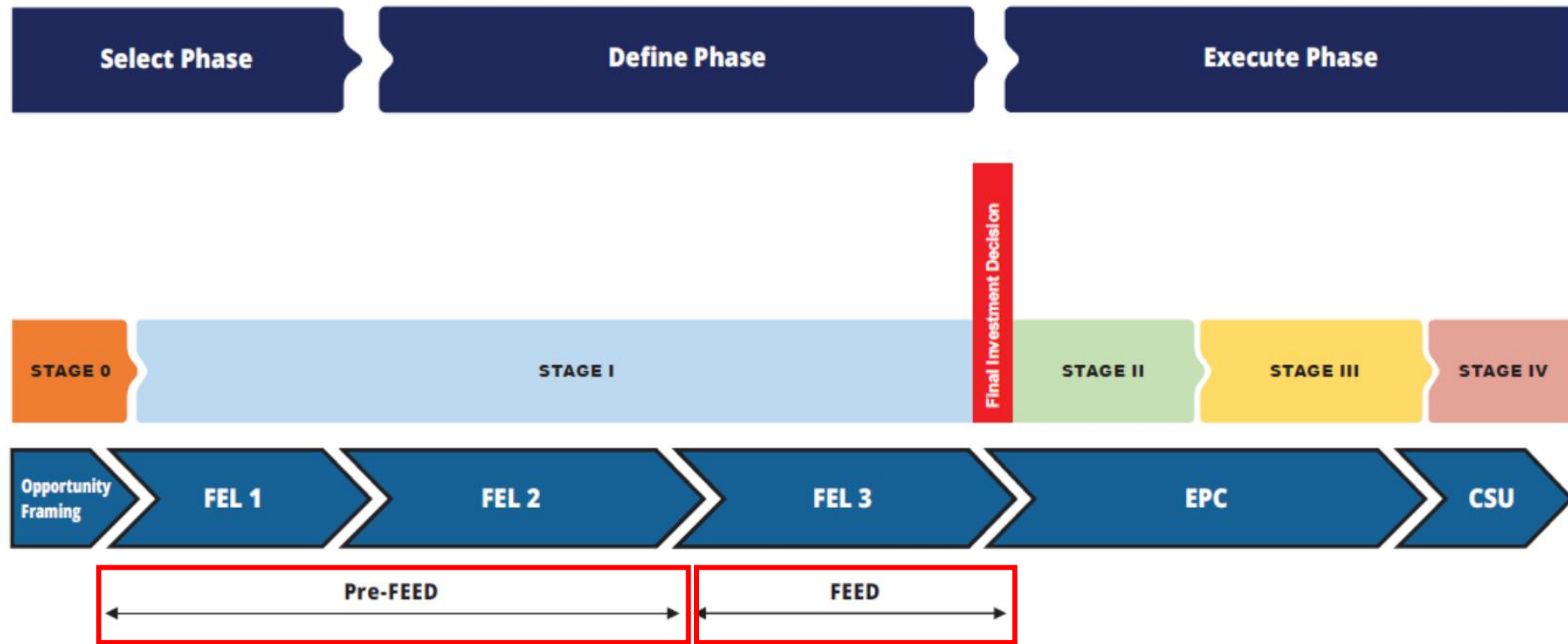


Figure B-9. Reconciling the Terminologies Used to Describe the Phases of a Construction Project

Ada yang menyebutnya Select, Define, dan Execute Phase; kalangan migas menyebutnya Pre-FEED dan FEED (Front-End Engineering Design); praktisi FEL (Front-End Loading, pematangan perencanaan di awal proyek) membaginya jadi FEL 1 sampai FEL 3 ,

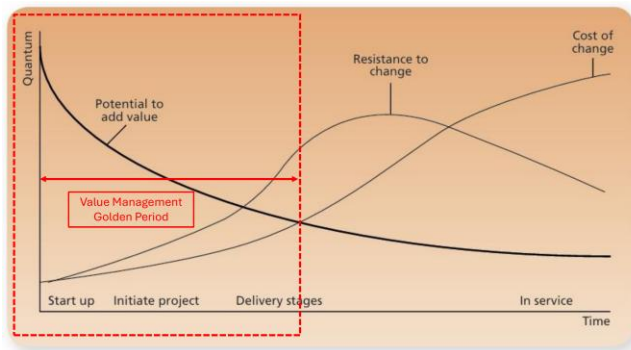
Berbagai industry menggunakan istilah berbeda, tetapi seluruhnya menggambarkan perjalanan yang sama: dari mematangkan konsep hingga mengoperasikan fasilitas.

Setiap Tahap Mempunyai Kelas Estimasi dan Aturan Gerbang Keputusan

Sistem Istilah	FEL 1	FEL 2	FEL 3	EPC	CSU
CII	Opportunity Framing	Select Phase	Define Phase	Execute Phase	Execute Phase
Istilah Umum	Konsep	Pre-FEED	FEED	EPC	Commissioning & Startup
AACE Class	Class 5	Class 4	Class 3 → 2	Class 2 → 1	Class 1
Gate	Gate 0	Gate 1	Gate 2/3	Gate 4	Gate 5

Kelas akurasi estimasi AACE (Association for the Advancement of Cost Engineering International), dan gerbang keputusan (gate) yang mengunci setiap transisi fase.

Prinsip Value Management menyebut rentang Pre-FEED hingga awal FEED sebagai golden period: titik saat potensi menambah nilai proyek berada paling tinggi, sementara biaya untuk mengubah keputusan masih paling rendah. Begitu proyek memasuki detail engineering dan konstruksi, hubungan itu berbalik sepenuhnya.



Sebagian besar biaya proyek sebenarnya “dikunci” jauh sebelum proyek mulai dibangun

Enam Gerbang Keputusan yang Menjaga Perpindahan Antar Fase

Gate	Transisi Fase	AACE Class	Syarat Minimum
Gate 0	Konsep → Pre-FEED	Class 5	Business rationale, rough capacity
Gate 1	Pre-FEED → FEED	Class 4	Teknologi proses dipilih
Gate 2/FEL-2	FEED Awal → FEED Final	Class 3	P&ID 30%, equipment list lengkap
Gate 3/FID	FEED Final → EPC	Class 2	P&ID IFC, 3D model 70%, BQ firm, QRA selesai
Gate 4	EPC → EPCI	Class 1–2	Mechanical Completion Certificate
Gate 5	EPCI → Operasi	Class 1	Performance test lulus, punch list tertutup

Setiap perpindahan fase harus melewati gerbang keputusan mempunyai syarat minimum yang harus dipenuhi untuk bisa melangkah ke fase selanjutnya

Anatomi Total Project Cost

EPC Contractor Price vs Owner's Project Cost



A. EPC Contractor Price

Seluruh biaya yang ditanggung kontraktor EPC: Engineering, Procurement, Construction Direct & Indirect Cost, Commissioning, Subcontract, Home Office & Overhead, Bonds/Insurance/Finance Charges, Contractor Contingency, hingga Fee/Profit kontraktor.



B. Owner's Project Cost

Biaya yang ditanggung owner di luar kontrak EPC: FEED/Pre-EPC, Owner PM Team, PMC/Consultant, Land/ROW, Permits, Owner Furnished Equipment, Tax & Duties, Insurance, Financing Cost (IDC), hingga Contingency & Management Reserve.

Total Project Cost = EPC Contractor Price + Owner's Cost + Escalation + Management Reserve

Total Project Cost -> Owner Cost -> Contract Price -> Construction Cost

Cost Breakdown Structure (CBS): Disiplin × Kategori Biaya

CBS untuk estimasi & procurement – sedangkan WBS dipakai untuk pengendalian eksekusi. Disiplin dikoordinasikan di dalam tiap area fisik.

Disiplin	Main Equipment	Bulk Material	Instalasi/Subkontrak
Civil & Structural	—	Site work, beton, baja struktur, pondasi	Pekerjaan sipil, erection struktur
Piping	—	Pipa underground & above ground, valve, fitting	Fabrikasi, instalasi, NDE, hydrotest
Mechanical – Static	Vessel, kolom, HE, tank, boiler	Insulasi	Instalasi & alignment
Mechanical – Rotary	Pompa, kompresor, turbin	Coupling, lube oil system	Instalasi, running test
Electrical	Transformer, switchgear	Kabel, cable tray, power supply	Instalasi, termination, testing
Instrumentation & Control	DCS/PLC, control system	Kabel instrumen, junction box	Loop check, commissioning I&C
Architectural/Buildings	—	Exterior shell, floors/walls/ceiling	Konstruksi bangunan (control room)
Specialty/Finishing Trades	—	Painting, fireproofing, insulation, scaffolding	Aplikasi lapangan (subkontrak)

Strategi Pengendalian Biaya Berbeda di Tiap Tahapan



Pre-FEED

Class 5 Estimate

FOKUS

Kelayakan kasar; indirect cost & contingency masih lebar.

COST MANAGEMENT

- Screening opsi teknis
- Estimasi order-of-magnitude
- Keputusan go/no-go awal



FEED

Class 3 Estimate

FOKUS

Presisi direct cost naik; contingency menyempit; mulai kunci scope Licensor.

COST MANAGEMENT

- MTO lebih detail
- Pengadaan awal (long-lead)
- Dasar anggaran investasi (FID)



EPCI

Eksekusi & Commissioning

FOKUS

Direct cost dominan; kontrol margin & risiko LSTK kritis. Internal: 12 kategori fase EPC.

COST MANAGEMENT

- Monitoring cash flow vs IDC
- Change order control, EVM
- Kontrol biaya CSU & LD

Fokus dan kelas cost estimate berbeda-beda pada setiap tahapan sehingga strategi Cost Managementnya pun berbeda

SEGMENT 3

Cost Baseline Development

*AACE Class Estimation,
WBS diikat ke Path of Construction
Membangun Cost Baseline yang benar dimulai dari memahami
bagaimana proyek akan dieksekusi*



Cost Management Kontraktor EPC dari Tender sampai Eksekusi

- 1 **Go/No-Go** — memutuskan apakah tender ini layak dikejar sama sekali, sebelum satu rupiah pun dihabiskan untuk menyiapkan bid.
- 2 **Pra-Tender** — rekayasa dan pengadaan awal (site visit, constructability, MTO awal) untuk memvalidasi asumsi sebelum harga ditetapkan.
- 3 **Kuantifikasi Risiko & Contingency** — mengubah daftar risiko kualitatif menjadi angka contingency yang bisa dipertanggungjawabkan.
- 4 **Negosiasi Kontrak** — mengunci alokasi risiko lewat klausul, sejalan dengan angka yang sudah dihitung tim estimasi.
- 5 **Eksekusi** — menerjemahkan kontrak menjadi Work Package yang punya batas ruang lingkup, jadwal, dan biaya yang jelas.

Setiap titik keputusan ini adalah tempat di mana risiko biaya dikunci atau dilepas, begitu satu titik terlewati tanpa kajian yang cukup, opsi untuk mundur ikut tertutup.

Profitabilitas Proyek Ditentukan Saat Go/No-Go Bukan Saat Pelaksanaan

5:1 / 3:1

rasio tender sehat (Bid:Win) untuk hard-bid / negosiasi

60–70%

Target win rate dengan selective bidding disiplin

~30%

win rate rata-rata bila mengikuti hampir semua tender

Penilaian mencakup enam dimensi dengan sinyal merahnya:

- **CLIENT** (riwayat pembayaran & dispute),
- **PROJECT** (kejelasan SoW),
- **COMPETITION** (Tingkat kompetisi & posisi pesaing)
- **RESOURCES** (ketersediaan tim kunci di proyek),
- **CONDITION of CONTRACT** (risk allocation, LD & klausul utama).
- **TIMING** (kecukupan waktu untuk pembuatan proposal),

Mengejar volume tender dengan mengikuti semuanya justru menurunkan win rate secara statistik dan membengkakkan biaya bid yang terbuang percuma.

Selektif mengikuti tender sering kali menghasilkan laba yang lebih tinggi dibanding mengejar volume tender tanpa disiplin Go/No-Go

Rekayasa dan Pengadaan Pra-Tender yang Matang Mencegah Risiko yang Baru Terlihat Setelah Kontrak Berjalan

- 1 **Site visit & assessment** — memvalidasi kondisi lapangan aktual, menghasilkan site condition report.
- 2 **Constructability review awal** — mengidentifikasi elemen desain berisiko, menghasilkan daftar clarification questions ke owner.
- 3 **Preliminary Production Strategy** — mengidentifikasi logistics concept, erection philosophy, modularization, work packaging.
- 4 **Preliminary process/equipment review** — mengidentifikasi long-lead items sejak awal.
- 5 **Preliminary MTO (Material Take-Off) development** — validasi quantity terhadap dokumen tender.
- 6 **Subcontractor pre-qualification** — pemetaan subkontraktor yang tersedia di lokasi.
- 7 **Value engineering alternatives** — identifikasi alternatif teknis penghemat biaya; di sisi procurement, early vendor BQ (Bill of Quantity) dan pemetaan TKDN (Tingkat Komponen Dalam Negeri) sejak sebelum bid diajukan.

Estimasi biaya yang baik selalu didahului oleh pemahaman yang baik Tentang Produk yang akan dibangun & bagaimana cara proyek akan dibangun

Class 5, 4, dan 3 Estimasi berbasis Faktor dan Model Parametrik, karena Detail Komponen Belum Tersedia

Class	Definisi Desain	Metode Utama	Contoh Ilustrasi	Akurasi
Class 5	0–2%	Capacity factoring (faktor Lang/Hand/Chilton/Guthrie); rumus six-tenths rule	Kapasitas acuan 100.000 ton/thn = Rp500 M → proyek baru 150.000 ton/thn ≈ Rp638 M	-20/-50% s.d +30/+100%
Class 4	1–15%	Equipment factoring (faktor Lang ≈4,74; metode Miller)	Harga equipment utama Rp100 M × 4,74 ≈ Rp474 M	-15/-30% s.d +20/+50%
Class 3	10–40%	Semi-detailed unit cost per assembly	5 assembly (reaktor/vessel, perpipaan, kelistrikan, struktur, utilitas) dijumlahkan ≈ Rp450 M	-10/-20% s.d +10/+30%

Ketiganya memakai faktor dan model, bukan hitungan komponen individual, karena memang belum ada cukup detail desain untuk dihitung satu per satu.

Class 5 menjawab soal kelayakan kasar, Class 4 soal skrining konsep, Class 3 soal otorisasi anggaran awal, ketiganya belum menyentuh detail eksekusi, sehingga awareness tentang Tingkat akurasi harus dipahami dalam penetapan dasar kelayakan.

Class 2 dan 1 Mengandalkan Take-Off Detail Perbedaannya pada Seberapa Banyak Hal yang Masih Diasumsikan

Class	Definisi Desain	Metode Utama	Contoh Ilustrasi	Akurasi
Class 2	30–70%	Detailed unit cost dengan forced detailed take-off	Piping terdefinisi 3.200 m × Rp8,5 jt/m ≈ Rp27,2 M; area belum terdesain diasumsikan 800 m dengan rate sama ≈ Rp6,8 M → total Rp34 M	-5/-15% s.d +5/+20%
Class 1	50–100%	Detailed unit cost dengan take-off penuh dari BQ aktual	Seluruh item dihitung dari kuantitas desain aktual (Bill of Quantity), tanpa asumsi di area manapun	-3/-10% s.d +3/+15%

Class 2 dipakai kontraktor sebagai estimasi bid; Class 1 dipakai untuk area kritis proyek atau sebagai check estimate melawan tawaran subkontraktor.

Yang membedakan Class 2 dari Class 1 adalah proporsi proyek yang masih ditutup dengan asumsi take-off, makin kecil proporsi itu, makin dekat estimasi ke Class 1.

Kelas Estimasi bukan label administrative, tetapi cermin kematangan desain, kualitas data dan Tingkat asumsi yang masih tersembunyi di dalam angka biaya – akurasi biaya tidak bisa dipaksa melampaui kematangan scope

WBS Menjawab Pekerjaan Apa, CBS Menjawab Biayanya Berapa Struktur Keduanya Sama

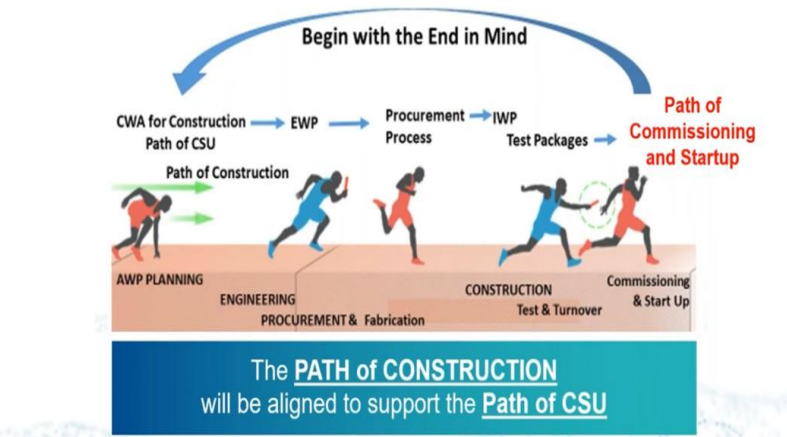
Aspek	WBS (Work Breakdown Structure)	CBS (Cost Breakdown Structure)
Fokus	Apa yang dikerjakan	Berapa biayanya
Unit dasar	Work Package (mis. CWP)	Cost Account — align satu-satu dengan Work Package
Basis penyusunan	Dekomposisi hierarkis berbasis deliverable (PMBOK)	Code of Accounts, disusun align dengan struktur WBS
Kegunaan utama	Basis jadwal dan RAM (Responsibility Assignment Matrix)	Basis roll-up biaya berjenjang ke total proyek

WBS dan CBS ibarat dua sisi dari mata uang yang sama. Satu tidak dapat berfungsi optimal tanpa yang lain

AWP Menyusun Deliverable dari Hilir, Path of Construction Diselaraskan untuk Mendukung Path of CSU

Prinsip AWP menyebutnya “begin with the true end in mind”: urutan CWA (Construction Work Area) untuk konstruksi dan Path of CSU (Commissioning & Startup) ditentukan lebih dulu, baru EWP (Engineering Work Package), proses pengadaan, dan IWP (Installation Work Package)/Test Package disusun mundur untuk mendukungnya , seperti estafet yang setiap pelarinya sudah tahu di mana ia harus menyerahkan baton.

Begin with the **TRUE End** in Mind



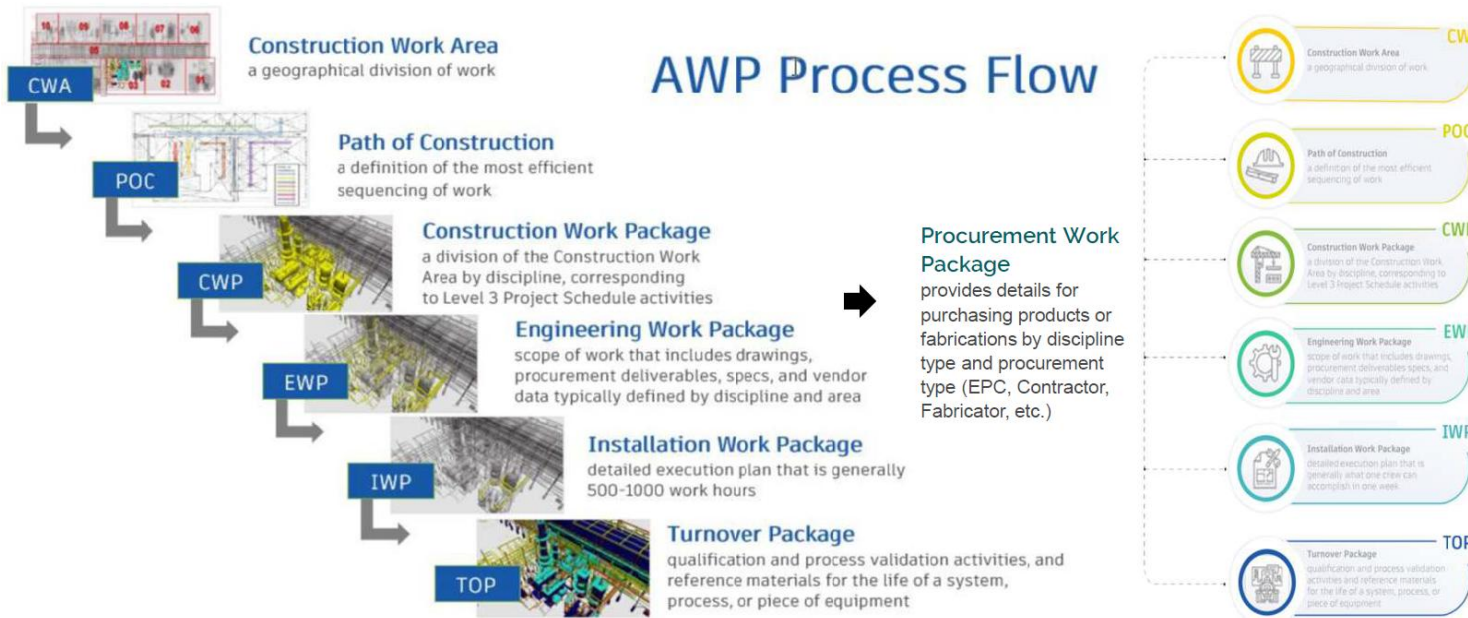
Elemen	Definisi
CWA	Construction Work Area — pembagian pekerjaan secara geografis.
PoC	Path of Construction — definisi urutan pekerjaan yang paling efisien.
CWP	Construction Work Package — pembagian CWA per disiplin, selaras dengan aktivitas Level 3 Project Schedule.
EWP	Engineering Work Package — lingkup kerja berisi gambar, deliverable pengadaan, spesifikasi, dan data vendor per disiplin dan area.
PWP	Procurement Work Package — rincian pembelian produk atau fabrikasi per disiplin dan tipe pengadaan (EPC, kontraktor, fabricator, dsb.).
IWP	Installation Work Package — rencana eksekusi rinci, umumnya 500–1.000 jam kerja.
TOP	Turnover Package — aktivitas kualifikasi dan validasi proses beserta materi referensi sepanjang usia sistem, proses, atau peralatan.

Path of Construction dirancang mundur dari titik commissioning dan startup, bukan sekadar maju dari titik engineering , itulah maksud “begin with the true end in mind.”

WBS Kontraktor EPC Menjadi Robust Ketika Diikat ke Path of Construction dan Urutan CSU

Begitu dokumen kontrak diterima, WBS (Work Breakdown Structure) yang efektif langsung diikat ke PoC (Path of Construction, urutan strategis pekerjaan konstruksi) dan urutan CSU (Commissioning & Startup) sejak awal, jauh lebih kuat dibanding WBS generik yang hanya menyalin daftar deliverable dari spesifikasi kontrak.

AWP Process Flow



Setiap Construction Work Package yang lolos dari proses ini otomatis punya batas ruang lingkup, jadwal, dan yang paling penting untuk cost management menjadi unit yang bisa langsung di-cost.

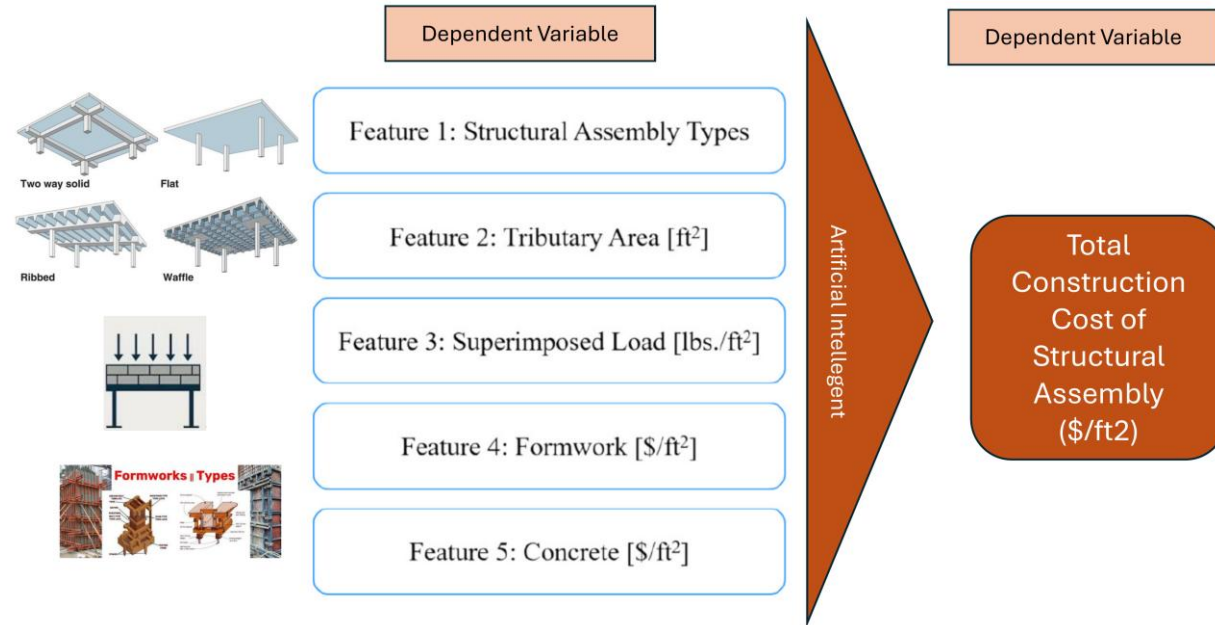
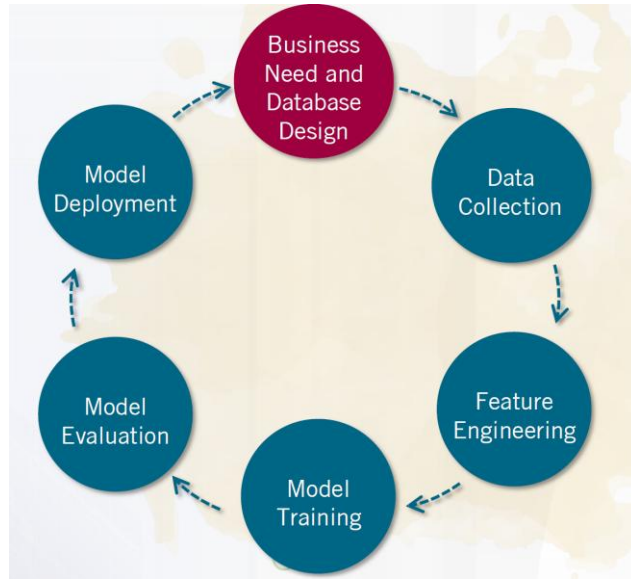
Bottom-Up Estimating : Membangun Cost Baseline dari Work Package berbasis Data Historis Korporat

- 1 Quantity take-off × unit rate — untuk material dan peralatan pada tiap Work Package.
- 2 Jam-orang × tarif upah — untuk komponen tenaga kerja langsung.
- 3 Biaya alat dan subkontrak — ditambahkan per Work Package sebelum di-roll-up berjenjang mengikuti struktur WBS/CBS ke total proyek.

Database historis korporat (disebut organizational process assets dalam PMBOK) menyimpan unit rate, produktivitas tenaga kerja, dan faktor eskalasi dari proyek-proyek sebelumnya. Disiplin mensistematisasi praktik cost engineering semacam ini banyak dirujuk ke pustaka klasik seperti Project and Cost Engineers' Handbook (editor Kenneth K. Humphreys, AACE International).

Cost database merupakan asset strategis yang meningkatkan akurasi estimasi berikutnya; perusahaan yang tidak mendokumentasikan biaya aktual proyek harus memulai dari nol setiap kali menawar.

AI Mulai Bergeser dari Eksperimen Menjadi Alat Bantu Praktis untuk Estimasi Biaya



Chen dkk. (2025) melatih sepuluh model machine learning pada 4.477 data biaya konstruksi riil untuk memprediksi total biaya structural assembly hanya dari lima input sederhana seperti pada diagram di atas. Model terbaik mencapai akurasi 98,8% pada data uji, dan dilengkapi teknik penjelasan (SHAP) yang menunjukkan faktor mana yang paling mendorong biaya — formwork dan tributary area terbukti paling berpengaruh, mengatasi kesan “kotak hitam” yang selama ini bikin praktisi ragu memakai AI.

Tren ini baru permulaan: survei AGC 2026 mencatat 61% perusahaan konstruksi sudah memakai atau berencana menambah investasi AI, naik dari 44% pada 2024, dengan cost estimating sebagai salah satu area penerapan paling awal.

AI tidak menggantikan estimator, tetapi mempercepat analisis alternatif dan meningkatkan kualitas Keputusan, Judgement tetap berada pada Cost Engineer

Bid Cost Estimate dan Contingency Mesti Dibangun dari Risiko yang Benar-Benar Dikuantifikasi

Komponen Biaya Bid	% Tipikal	Komponen Biaya Bid	% Tipikal
Direct Engineering	6–12%	Home Office Overhead	2–4%
Procurement	40–55%	Contingency (known unknowns)	5–15%
Konstruksi — Labor	15–25%	Management Reserve	2–5%
Konstruksi — Indirect	5–10%	Profit Margin (target)	3–8%
Komisioning	2–5%	Biaya tender sendiri	0,1–0,5% nilai proyek

Contoh kecil perhitungan EMV (Expected Monetary Value) untuk tiga risiko ilustratif: eskalasi harga baja (probabilitas 40% × dampak Rp12 M = EMV Rp4,8 M), keterlambatan equipment kritis dari vendor tunggal (25% × Rp20 M = EMV Rp5,0 M), perubahan scope minor tanpa kompensasi (30% × Rp8 M = EMV Rp2,4 M). Total EMV ≈ Rp12,2 M, atau 8,1% dari nilai kontrak ilustrasi Rp150 M — persis di rentang 5–15% pada tabel di atas.

Contingency 10% yang sama dipakai di semua bid, tanpa perhitungan EMV, adalah tanda bid belum benar-benar dianalisis, bukan tanda kehati-hatian.

Contingency (known unknown) tidak sama dengan Management Reserve (unknown unknown)

Konteks Makro 2026 Menambah Tekanan Biaya yang Berada di Luar Kendali Langsung Proyek

Deloitte, dalam Engineering & Construction Industry Outlook 2025-2026, mencatat tarif baja dan aluminium, tembaga, stainless steel mencapai rekor 40 tahun tertinggi di 25–30%.

Untuk konteks Indonesia, tantangan ini diperparah oleh ketergantungan tinggi pada material impor, basis data benchmark yang masih terbatas, kapasitas tenaga ahli cost engineering yang belum memadai, serta pola procurement yang masih didominasi pendekatan lowest price winner.

Kondisi Geo-politik, Ukraina-Rusia & US-Iran, serta tekanan terhadap nilai tukar rupiah masih merupakan factor yang sangat berpengaruh ke depannya.

Semua factor resiko diatas seperti eskalasi material dan tenaga kerja sudah semestinya menjadi sesuatu yang didata secara eksplisit dengan angka di risk register, bukan asumsi umum yang diambil tanpa perhitungan.

Risiko Harus Naik dari Daftar Kualitatif ke Angka Kuantitatif Sebelum Menjadi Contingency

Lapisan RBS	Contoh Penyebab
Eksternal	Harga komoditas, nilai tukar, kondisi pasar, regulasi, force majeure
Internal	Kematangan scope, kualitas estimasi, strategi kontrak, procurement, jadwal
Organisasi	Kompetensi cost engineer, komunikasi owner–kontraktor EPC–vendor

RBS (Risk Breakdown Structure) di atas adalah tahap kualitatif: mengelompokkan risiko lalu menyaringnya lewat matriks probability-impact (kemungkinan × tingkat keparahan). Risiko yang lolos penyaringan itu baru dinaikkan ke tahap kuantitatif, dihitung dengan EMV (Expected Monetary Value, probabilitas dikali dampak) untuk risiko individual, atau Monte Carlo simulation dan PERT three-point estimating (skenario optimis/paling mungkin/pesimis) untuk portofolio risiko yang saling berkorelasi.

$$\text{EMV} = \text{Probability} \times \text{Impact}$$

Contingency yang sehat lahir dari proses kuantifikasi ini, angka yang dipilih lebih dulu lalu dicari pembenarannya menandakan proses yang terbalik.

Klausul Kontrak Adalah Alokasi Risiko, Lengkap dengan Jenis Responsnya

Klausul	Posisi Ideal Kontraktor	Risiko Jika Tidak Ada	Contoh Respons Risiko
Eskalasi material	Berbasis indeks harga	Kenaikan baja/tembaga 20–30% ditanggung penuh	Transfer
Definisi scope of work	Jelas, dengan mekanisme CO (Change Order)	Owner menambah scope tanpa kompensasi	Mitigate
Timeline variation order	Direspons dalam 30 hari	Cash flow terganggu, kontraktor mendanai sendiri	Mitigate
Force majeure	Mencakup pandemi & sanksi	Kontraktor menanggung sendiri biaya keterlambatan	Avoid/Accept
Cap Liquidated Damages	Dibatasi 10% nilai kontrak	LD tak terbatas jadi liability tak terbatas	Mitigate

Negosiasi kontrak menjadi baik ketika tim komersial dan cost engineering duduk bersama sejak awal, menyusun bahasa kontrak dan estimasi sebagai satu paket yang terintegrasi.

Contingency bukan hanya ditentukan besarnya resiko, tetapi juga siapa yang menanggung resiko tersebut

Strategi Harga Mesti Eksplisit Terhadap Posisi Kompetitor

Segmen Kompetitor	Keunggulan Kompetitif	Implikasi Harga
EPC Barat (Fluor, Bechtel, Technip)	Engineering excellence, teknologi, rekam jejak	20–35% di atas pasar
EPC Korea (Samsung E&A, GS E&C)	Cost efficient, delivery-focused	10–20% di bawah Barat
EPC China (CNOOC, CNPC, Sinopec)	Harga agresif, sering disubsidi	Undercut hingga 20% vs Barat
EPC lokal Indonesia	TKDN advantage, jaringan lokal	Home advantage di TKDN compliance

Winning Bid bukan selalu Lowest Bid, Harga Kompetitif harus sejalan dengan Risk Appetite Perusahaan

Kontraktor lokal yang mencoba bersaing murni di harga melawan kontraktor Tiongkok akan kalah ,keunggulan kompetitifnya semestinya dibangun di TKDN, kedekatan rantai pasok, dan diferensiasi nilai.

Disiplin Estimasi dan Manajemen Risiko Menutup Celah Antara Kontrak dan Kenyataan di Lapangan

Go/No-Go yang selektif, pra-tender yang matang, kuantifikasi risiko yang jujur, kelas estimasi yang sesuai kematangan desain, klausul kontrak yang mengalokasikan risiko dengan jelas, sampai WBS yang diikat ke Path of Construction dan CSU — semuanya adalah lapisan pertahanan berurutan terhadap pola overr

Cost Overrun dicegah jauh sebelum pekerjaan dimulai

SEGMENT 4

Pengendalian Biaya EPC Kontraktor

EVM, risk heat map, commitment accounting, dan log pengendalian selama eksekusi.



Begitu Kontrak Berjalan, Fokus Bergeser dari Estimasi ke Pengendalian Selama Eksekusi

Work Package dan Cost Account yang dibangun di Segmen 3 sekarang menjadi baseline yang dilacak, bukan lagi sekadar dasar penawaran. Pertanyaannya berubah dari "berapa perkiraan biayanya" menjadi "seberapa jauh biaya aktual menyimpang dari rencana, dan seberapa cepat penyimpangan itu terdeteksi".

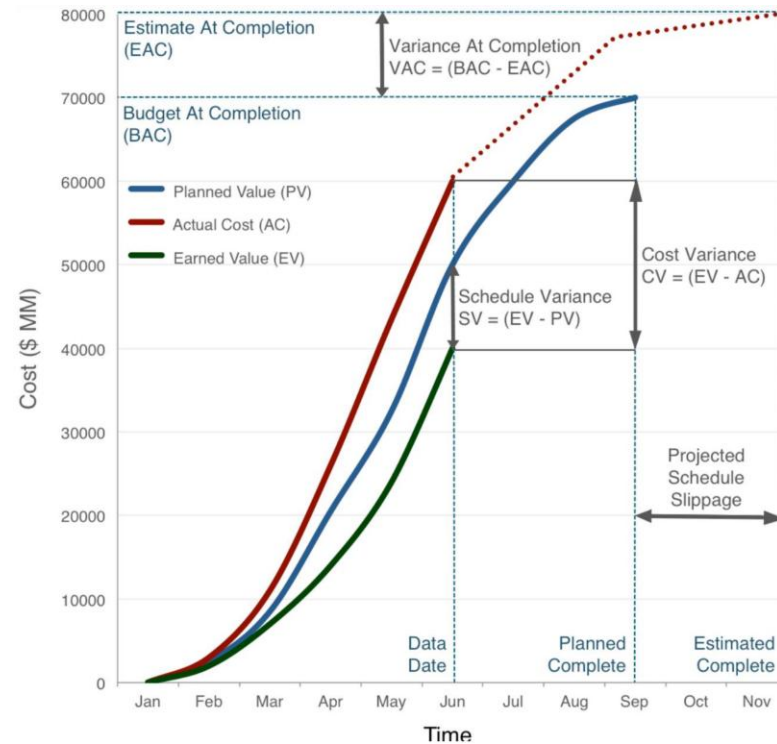
- 1 **Baseline** — anggaran dan jadwal yang disepakati, diturunkan dari WBS/CBS (Work Breakdown Structure/Cost Breakdown Structure) Segmen 3.
- 2 **Tracking & Measure** — pencatatan biaya dan progres aktual terhadap baseline itu, periode demi periode.
- 3 **Diagnosis** — memisahkan apakah penyimpangan berasal dari sisi biaya, sisi jadwal, atau keduanya.
- 4 **Respons/ Corrective Action** — tindakan korektif yang diambil berdasarkan hasil diagnosis, bukan sekadar dicatat dan dilaporkan.

Keefektifan alat yang dipakai menentukan seberapa cepat penyimpangan biaya terdeteksi, bukan tergantung pada seberapa banyak laporan yang dihasilkan.

S-Curve Report Menyatukan Sinyal PV, AC, EV, dan Proyeksi EAC dalam Satu Grafik

Angka-angka EVM biasanya disajikan sebagai satu kurva-S gabungan seperti berikut, sehingga tren penyimpangan biaya dan jadwal terlihat sekaligus dalam satu laporan periodik.

Bayangkan kita sedang membangun ammonia plant senilai Rp8 triliun. Bulan keenam, manajemen berkata, 'Biaya masih aman kok, baru keluar 35%.' Tetapi apakah proyek benar-benar aman? Belum tentu. Di sinilah EVM mulai bekerja.



Data Date
When is this project data as of?

Planned Value > Earned Value
We are behind schedule

Actual Cost > Earned Value
We are over budget

$VAC = BAC - EAC$ (Negative Value)
How far over budget do we expect to be?

Estimated Complete Date vs.
Planned Complete Date
When do we expect to finish?

Kurva AC yang berada di atas PV dan EV secara konsisten adalah sinyal dini overrun EVM menunjukkan gejala (lagging indicator) Lean Production System memperbaiki penyebabnya (Leading indicator) melalui peningkatan flow dan stability

EVM Memisahkan Sinyal Biaya dari Sinyal Jadwal Lewat Tiga Angka Dasar

Istilah	Arti	Formula/Interpretasi
PV (Planned Value)	Biaya yang seharusnya terpakai sesuai rencana	= BCWS (Budgeted Cost of Work Scheduled)
EV (Earned Value)	Nilai pekerjaan yang benar-benar selesai, dihargai pada rate rencana	= BCWP (Budgeted Cost of Work Performed)
AC (Actual Cost)	Biaya aktual yang sudah dikeluarkan	= ACWP (Actual Cost of Work Performed)
CV (Cost Variance)	Selisih biaya	EV – AC; negatif berarti boros
SV (Schedule Variance)	Selisih jadwal dalam satuan nilai	EV – PV; negatif berarti terlambat
CPI (Cost Performance Index)	Efisiensi biaya	EV/AC; di bawah 1,0 berarti boros
SPI (Schedule Performance Index)	Efisiensi jadwal	EV/PV; di bawah 1,0 berarti terlambat

CV mendiagnosis sisi biaya dan SV mendiagnosis sisi jadwal secara terpisah

EAC Bukan Satu Angka, tetapi Rentang Proyeksi Berdasarkan Asumsi yang Berbeda

“Enam bulan kemudian CFO bertanya satu pertanyaan sederhana: ‘Kalau proyek terus berjalan seperti ini, nanti selesai habis berapa?’ Yang dibutuhkan bukan histori biaya, tetapi proyeksi biaya akhir. Itulah fungsi EAC.”

Skenario EAC (Estimate at Completion)	Formula	Asumsi
Kinerja masa depan sama seperti sekarang	$BAC \text{ (Budget at Completion)} / CPI$	“Kalau cara kerja kita sampai hari ini tidak berubah, proyek akan selesai di biaya berapa”
Sisa pekerjaan sesuai rencana awal	$AC + (BAC - EV)$	“Kalau penyimpangan yang terjadi sejauh ini hanya insiden, lalu sisa pekerjaan kembali normal, biaya akhirnya berapa”
Skenario konservatif (biaya & jadwal)	$AC + (BAC - EV) / (CPI \times SPI)$	“Kalau keterlambatan jadwal juga terus menekan produktivitas dan biaya, scenario terburuknya berapa?”

TCPI (To-Complete Performance Index) = $(BAC - EV) / (BAC - AC)$ menunjukkan % efisiensi yang wajib dicapai sisa proyek agar tetap di anggaran awal. TCPI Adalah ukuran apakah masa depan itu masih mungkin dicapai (bila terlalu besar nilainya maka akan mustahil)

Perbedaan hasil EAC bukan berasal dari rumus yang berbeda, tetapi dari asumsi yang berbeda mengenai masa depan proyek

Beyond EVM: Committed Cost & Uncommitted Cost

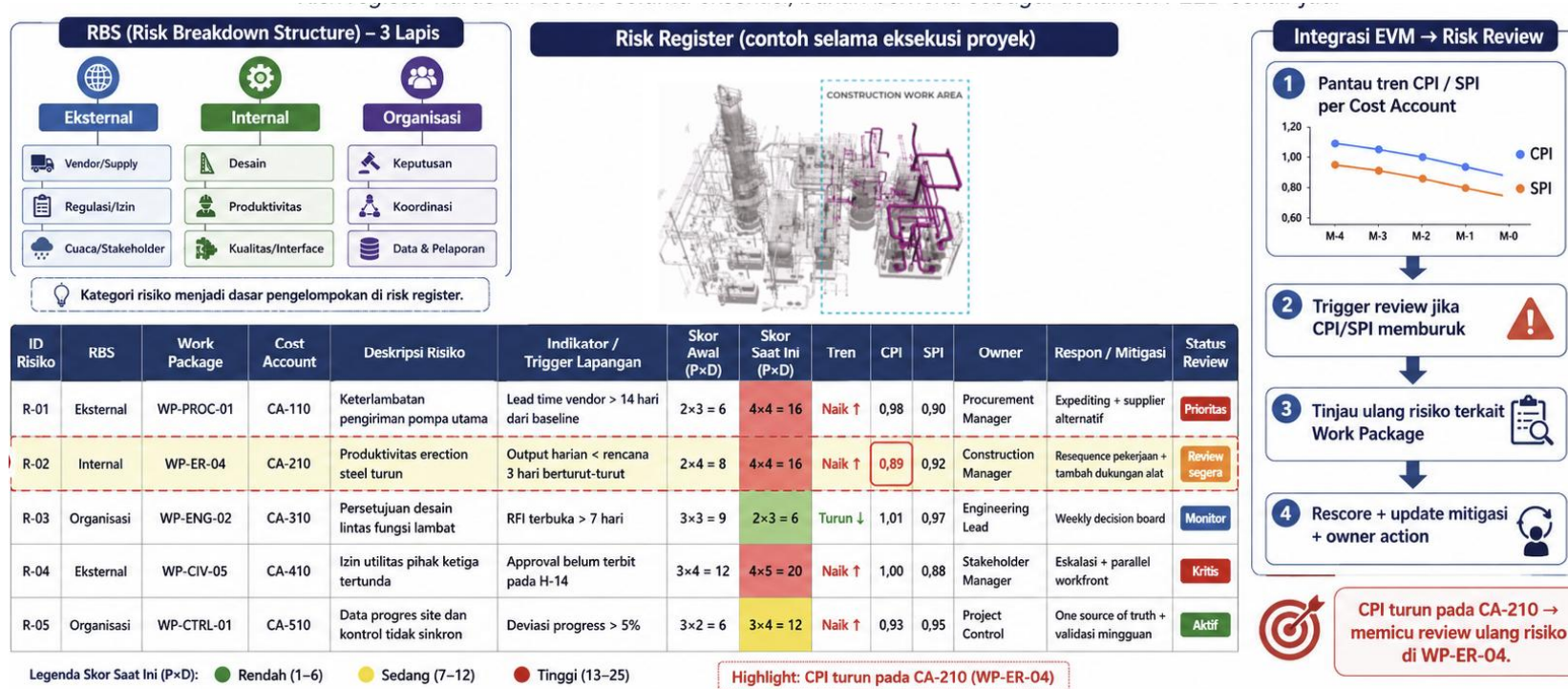
Elemen	Definisi	Kapan Terjadi
Budget	Total anggaran yang disetujui untuk Cost Account.	Ditetapkan di awal, sebelum eksekusi.
Committed Cost	Nilai PO (Purchase Order)/subkontrak yang sudah diterbitkan — kewajiban yang sudah terkunci.	Saat kontrak/PO ditandatangani, sebelum barang/jasa diterima.
Accrued Cost	Biaya atas pekerjaan atau barang yang sudah diterima tapi belum ditagih.	Saat pekerjaan selesai/barang tiba, sebelum invoice diterbitkan.
Actual/Invoiced Cost	Biaya yang benar-benar ditagih dan dibayar.	Akrual atau Setelah invoice diproses.

Sering kali yang membunuh margin bukan biaya yang sudah dibayar, tetapi biaya yang sudah telanjur dikomitkan melalui PO dan subkontrak.

Budget 100M Actual Cost 35M Committed Cost 82 M : walaupun AC baru 35%, proyek sebenarnya hampir menghabiskan seluruh anggarannya.

Tim yang hanya memantau actual cost akan selalu telat satu langkah dibanding tim yang juga memantau committed cost.

Risk Register Efektif Diperbarui Setiap Minggu



RBS (Risk Breakdown Structure) tiga lapis : eksternal, internal, organisasi , semestinya terus di-rescore selama eksekusi, bukan berhenti sebagai dokumen sekali-jadi dari tahap FEED (Front-End Engineering Design). Risiko yang semula berprobabilitas rendah bisa naik statusnya begitu indikator lapangan berubah, dan sebaliknya.

Integrasi paling berguna adalah menghubungkan tren CPI/SPI dari EVM dengan risk register: penurunan CPI pada satu Cost Account. semestinya memicu peninjauan ulang risiko yang terkait dengan Work Package tersebut, bukan berjalan sebagai dua proses terpisah yang baru dipertemukan saat rapat bulanan.

Risk register yang tidak pernah direvisi setelah kontrak diteken pada dasarnya sudah berhenti menjadi alat kendali sejak hari pertama eksekusi.

Risk Heat Map Menerjemahkan Risk Register Jadi Prioritas Tindakan Harian di Lapangan

Skoring probabilitas-dampak dari risk register diplot ke matriks visual ini setiap kali diperbarui , versi dan tanggal setiap update disimpan, karena risiko yang semula rendah probabilitasnya di awal proyek bisa naik tajam begitu eksekusi berjalan, dan risiko baru muncul seiring scope makin jelas.

Probabilitas: Rendah → Sangat Tinggi (bawah ke atas)

Probabilitas / Dampak	Kecil	Sedang	Besar	Kritis
Sangat Tinggi	Sedang	Tinggi	Kritis	Kritis
Tinggi	Rendah	Sedang	Tinggi	Kritis
Sedang	Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi
Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Sedang

Dampak: Kecil → Kritis

Contoh trigger event yang idealnya menaikkan status risiko secara otomatis di lapangan: penurunan produktivitas mendadak, defect/rework berulang, keterlambatan pengiriman subkontraktor, cuaca di luar batas historis, dan keterlambatan izin/regulasi , bukan menunggu jadwal review bulanan.

Risk Register menjawab “apa resikonya” Heat Map menjawab “mana yang harus ditindak lanjuti dan menjadi prioritas hari ini”

Delay Event Log Memisahkan Penyebab Client, Kontraktor, dan Force Majeure Sejak Peristiwa Terjadi

Tanggal	Deskripsi Kejadian	Penyebab	Dampak Jadwal	Status Klaim EOT
dd/mm/yy	Keterlambatan approval gambar oleh owner	Client	X hari	Diajukan
dd/mm/yy	Cuaca ekstrem di luar batas normal historis	Force Majeure	X hari	Dalam kajian
dd/mm/yy	Rework akibat kesalahan fabrikasi	Kontraktor	X hari	Tidak diklaim (internal)

Pencatatan real-time sejak kejadian pertama, lengkap dengan bukti pendukung, adalah dasar substansiasi klaim EOT (Extension of Time, perpanjangan waktu kontraktual). Log yang baru disusun menjelang sengketa akan jauh lebih lemah dibanding log yang dipelihara berkelanjutan sejak hari pertama.

Memisahkan penyebab sejak awal juga melindungi kontraktor dari klaim balik sehingga jelas mana keterlambatan yang bisa dimintakan kompensasi dan mana yang menjadi tanggung jawab sendiri.

VO Log Dipelihara Terpisah untuk Client dan Subkontraktor Karena Posisi Kontraktor Berbeda di Keduanya

No.	Deskripsi Perubahan	Diajukan Oleh	Nilai	Status
VO-01	Perubahan spesifikasi material oleh owner	Client	Rp X	Disetujui
VO-02	Penambahan scope di luar BQ (Bill of Quantity) awal	Client	Rp X	Dinegosiasikan
SC-01	Klaim eskalasi dari subkontraktor piping	Subkontraktor	Rp X	Ditolak

Di hadapan Client, kontraktor EPC berperan sebagai pihak yang mengajukan klaim VO (Variation Order); di hadapan subkontraktor, kontraktor EPC menjadi pihak yang menerima dan mengevaluasi klaim. Mencampur kedua hal ini dalam satu log membuat kontraktor kehilangan gambaran net exposure-nya sendiri.

VO log bukan sekedar administrasi kontrak, tetapi merupakan alat yang menjaga margin kontraktor

VO yang menumpuk tanpa keputusan berlarut-larut punya efek yang sama dengan contingency yang tidak pernah dihitung ulang, risiko yang dibiarkan mengambang.

SEGMENT 5

Production System & Lean Cost Management

Pandangan EPC Project sebagai suatu system Produksi



Cost Overrun Bisa Berasal dari Estimasi, Eksekusi, atau Keduanya Sekaligus



Estimasi yang terlalu optimis merupakan perwujudan optimism bias Flyvbjerg; eksekusi buruk mencakup produktivitas rendah, rework, dan koordinasi antar-disiplin yang lemah. Mendeteksi overrun saja tidak cukup, tanpa memisahkan sumbernya, respons yang diambil bisa salah sasaran: menekan kontraktor lebih keras tidak akan menolong kalau akar masalahnya ada di estimasi awal yang sudah bias.

Inilah sebabnya kualitas eksekusi produksi di lapangan menjadi tidak kalah pentingnya dengan proses estimasi itu sendiri, bahkan lebih penting karena ini yang akan menjadi realitas.

PROJECT CONTROLS dan PROJECT PRODUCTION CONTROL Adalah Dua Disiplin Berbeda

*“The word ‘controls’ is not the plural of the word ‘control’ ... the two words have different meanings altogether. The synonyms for controls are ‘measurements’ and ‘information’. The synonym for control is direction ... **Controls** deal with facts, that is with events of the past. **Control** deals with expectations, that is, with the future.”*

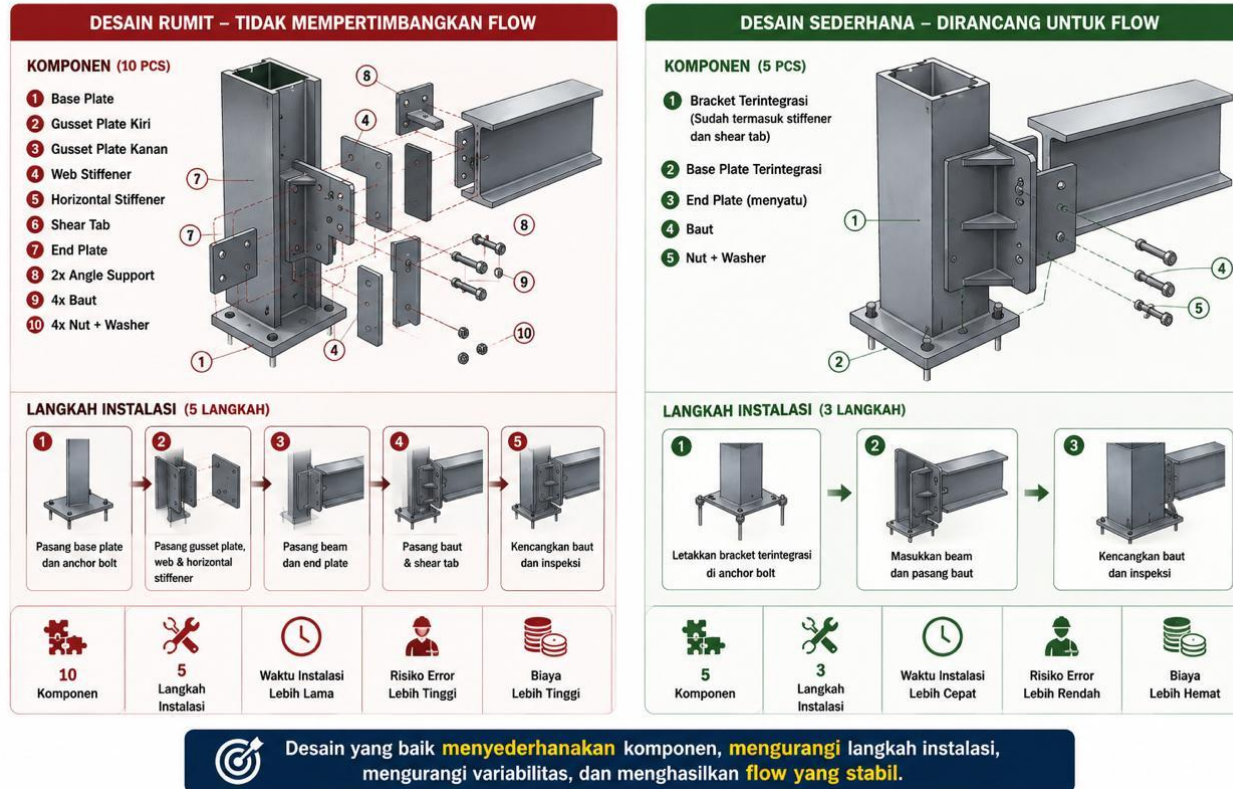
— Peter Drucker, Management: Tasks, Responsibilities, Practices (1974)

Aspek	Project Controls	Project Production Control
Akar sejarah	Scientific Management Taylor, Gantt Chart, CPM/PERT (1900-an-1950-an)	Production control industri manufaktur — jauh lebih tua, berakar dari metode galangan kapal abad pertengahan
Fokus utama	Akuntansi, forecasting, pelaporan terhadap baseline	Bagaimana pekerjaan direncanakan, dieksekusi, dan diperbaiki
Pendekatan perencanaan	Terpusat — satu scheduler menyusun master schedule	Terdistribusi — yang mengeksekusi ikut merencanakan pekerjaannya sendiri
Orientasi waktu (Drucker)	Controls — fakta masa lalu, varians vs baseline	Control — ekspektasi ke depan, siklus kerja berikutnya
Alat khas	EVM, S-curve, Gantt/CPM	Production Schedule, Production Plan, buffer capacity/inventory/WIP

Keduanya saling melengkapi, bukan saling menggantikan. EVM berfungsi “Mengukur Hasil” tapi tanpa Production Control di lapisan eksekusi harian, proyek kehilangan mekanisme untuk benar-benar ‘control’, bukan sekadar ‘controls’.

Sistem Produksi yang Baik Dimulai dari Integrasi DESIGN PRODUCT dengan DESIGN PROCESS

DESAIN PRODUK MENENTUKAN KOMPLEKSITAS FABRIKASI & INSTALASI



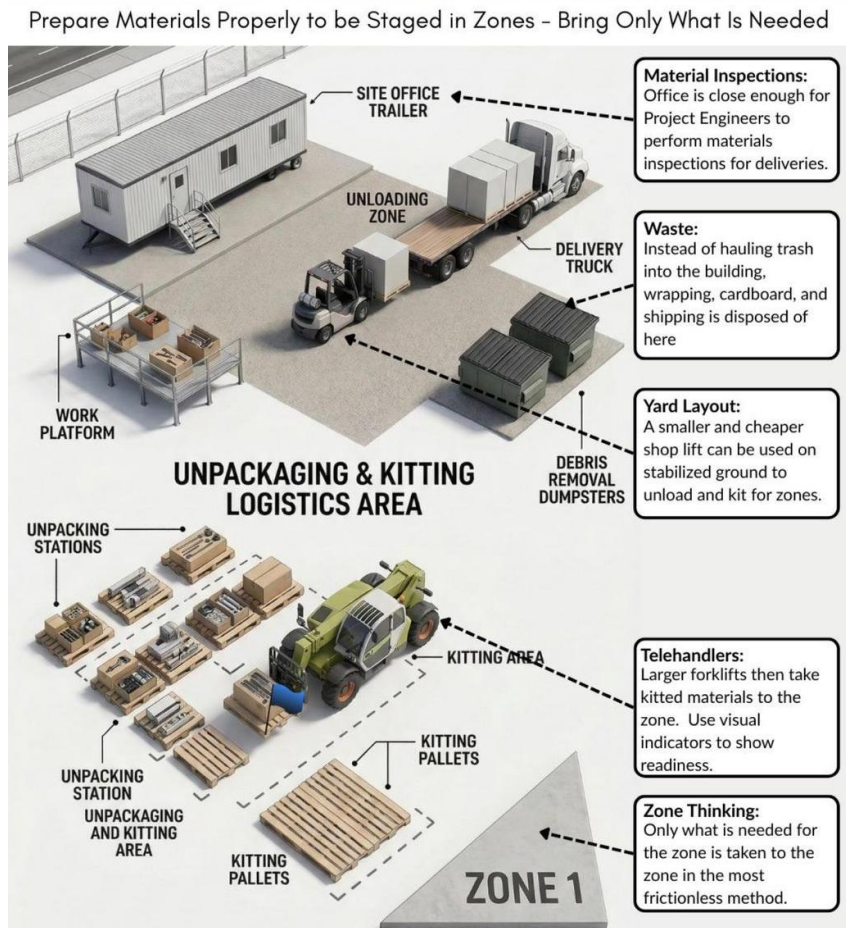
Koskela (1992) menegaskan bahwa dalam Lean Construction, **DESIGN PRODUCT** (apa yang dibangun) harus dirancang bersama **DESIGN PROCESS** (bagaimana cara membangunnya). Jika desain teknis diselesaikan lebih dulu lalu metode pelaksanaan dipikirkan belakangan, hasilnya sering benar secara desain, tetapi mahal, sulit, atau tidak efisien saat dibangun.

EMPAT ISTILAH, SATU PRINSIP

- DfMA (Design for Manufacture and Assembly) — dipinjam dari manufaktur, mengintegrasikan desain dengan cara fabrikasi & instalasi sejak awal.
- DfConstruction — perluasan prinsip yang sama, fokus pada constructability lapangan.
- Modularization & Prefabrication — *Modularisasi memindahkan risiko dari lapangan yang penuh variabilitas ke pabrik yang bisa dikendalikan.*

Modularisasi memindahkan risiko dari lapangan yang penuh variabilitas ke pabrik yang bisa dikendalikan dan mengurangi eksposur terhadap risiko Long Lead Equipment, tapi hanya efektif kalau interface antar modul dirancang sejak Design Process, bukan ditambal belakangan.

Lean Logistics Menyalurkan Material Persis Saat Dibutuhkan, Kitting sebagai Contoh Konkret



Material kitting adalah strategi logistik dengan mengelompokkan material sesuai paket instalasi, lalu mengirimkannya secara JIT ke titik kerja. Tujuannya adalah mengurangi waktu mencari material, mencegah penumpukan di lapangan, dan menjaga kelancaran mobilitas serta produktivitas.

Kitting adalah salah satu bentuk production control dan merupakan bagian dari strategi Lean Logistik, yang akan sangat powerful manakala dikombinasikan dengan system produksi lean seperti Takt planning & control

PPM Menjalankan Dua Fungsi Inti: Production Engineering dan Production Control

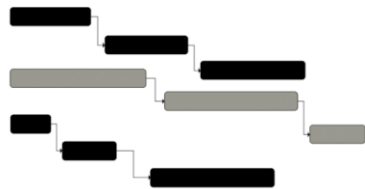
PRODUCTION ENGINEERING

Fokus pada bagaimana part, assembly, dan modul akan dibangun, ditransportasikan, dipasang, dan dikomisioning, termasuk bagaimana kebutuhan maintenance diakomodasi. Dijalankan lebih awal dalam siklus, bersinggungan langsung dengan Design Process

PRODUCTION CONTROL

Mengelola eksekusi harian/mingguan: WIP, buffer (capacity, inventory, time), dan variabilitas, lewat Production Schedule (terdistribusi) dan Production Plan (siklus kontrol pendek: shift/hari/minggu), berbeda dari Project Controls yang berjalan bulanan.

Demand (Schedule)



Should / Want Happen



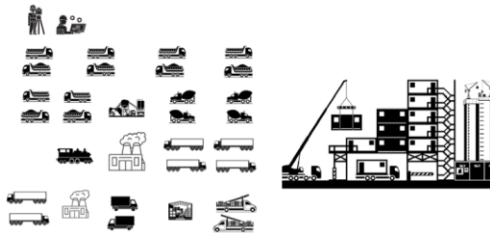
Can / Will Happen



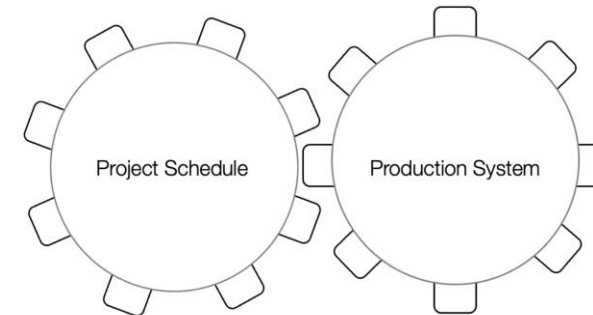
Dates

Copyright Project Production Institute

Supply (Production System)



Rates



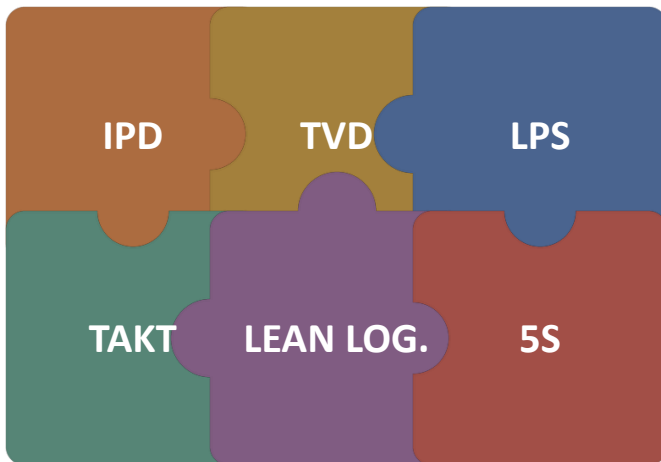
©Copyright Project Production Institute

Master Schedule (Project Controls) → Production Schedule → Production Plan → Execute Work

Cost management yang hanya mengukur demand (budget) tanpa merancang supply (production plan) untuk memenuhinya maka hanya mengandalkan Nasib baik untuk terkendali.

Enam Praktik Lean Construction — dari Trust Kontraktual sampai Disiplin Lapangan

IPD mengunci kepercayaan kontraktual dan TVD mengunci target biaya sejak desain, dua prasyarat di hulu. LPS, Lean Logistics, Takt, dan 5S baru bisa berjalan efektif kalau kedua prasyarat itu sudah terpasang; tanpanya, praktik lapangan ini mudah berhenti jadi teknik terisolasi.



Integrated Project Delivery

Perjanjian multi-pihak (AIA C191) & waiver klaim timbal-balik menyelaraskan insentif owner-desainer-kontraktor sejak hari pertama.

Target Value Design

Biaya-target jadi input desain sejak awal, bukan output — menyatukan Value dengan Design Process.

Last Planner System

Perencanaan kolaboratif bertingkat; PPC menyingkap variabilitas sedini mungkin.

Takt Planning & Control

Zona kerja & irama waktu seragam antar-trade — mengalirkan crew tanpa tumpukan WIP.

Lean Logistics (Kitting)

Material dikirim just-in-time ke titik instalasi — mengurangi waktu cari material & tumpukan WIP di lapangan

5S (Sort-Set-Shine-Standardize-Sustain)

Area kerja tertata mengurangi waktu cari-alat/material — pemborosan flow paling kasat mata.

Keenam elemen ini saling mendukung seperti puzzle: IPD mendorong kolaborasi, LPS menyingkap variabilitas, Takt mengatur irama aliran, 5S menghilangkan pemborosan mikro di flow, TVD mengikat semuanya ke Value sejak desain

Benang Merah Paparan Lima Segmen :

Segmen	Pertanyaan Inti	Jawaban Inti
1 — Akar Masalah	Mengapa overrun terus terjadi?	Pola psikologis & struktural — optimism bias dan insentif tak selaras di antara 6 pemangku kepentingan sejak FID.
2 — Kerangka Siklus	Kapan keputusan paling menentukan biaya?	Golden Period di awal siklus — pengaruh terhadap biaya masih tinggi, biaya perubahan masih rendah.
3 — Baseline Cost Development	Bagaimana Cost Baseline dibuat?	AACE Class Estimation bertingkat, WBS diikat Path of Construction, bottom-up estimating.
4 — Pengendalian Biaya	Bagaimana biaya dikendalikan?	EVM, risk heat map, commitment accounting — tapi mengukur gejala, belum tentu akar penyebab.
5 — Sistem Produksi	Bagaimana system produksi mencegah overrun?	EPC sebagai production system — integrasi Design Product-Process, PPM (Production Engineering & Control), budget sebagai demand vs rencana produksi sebagai supply. Lean Construction menawarkan Solusi secara comprehensive.

Benang Merah: Segmen 3 & 4 memberi alat analitis yang tajam untuk mengestimasi dan mengendalikan biaya, dan Segmen 5 menunjukkan bahwa alat ukur saja tidak cukup, EPC perlu dipandang sebagai sistem produksi yang dirancang dan dikendalikan, bukan sekadar dipantau. Keduanya bekerja di dalam kerangka kontrak yang menurut Segmen 1 justru jadi salah satu sumber masalah. Segmen 5 menawarkan pelengkap struktural: IPD TVD, LPS, Takt, Lean Logistic, 5S.

PENUTUP

Tanya Jawab

*Terima kasih atas partisipasi Bapak/Ibu sekalian
Webinar Cost Management, GAPENRI x IAMKRI, 8 Juli 2026.*

