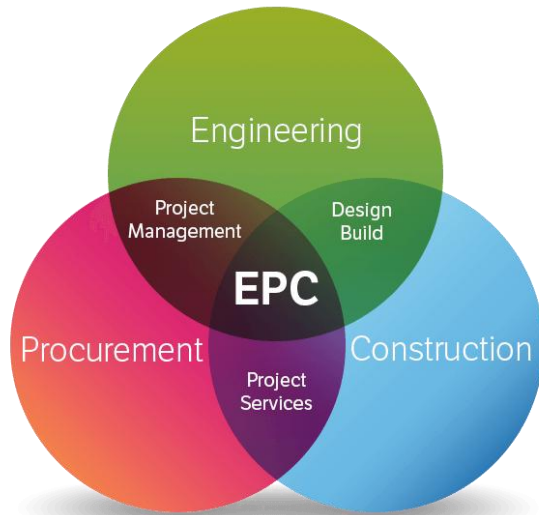




Manajemen Risiko dalam Penyelenggaraan Proyek EPC



Krishna S Pribadi, AMPU, IPMO-P, CCE, CMediator

IAMPI

WEBINAR

MANAJEMEN RISIKO DALAM PENYELENGGARAAN PROYEK
Kerjasama GAPENRI - IAMPI

Jakarta, 22 Juli 2026



<https://iif.co.id/en/project-summary/1011/>

Tujuan Pelatihan dan Capaian Pembelajaran yang diharapkan

Tujuan Pelatihan

Peserta mampu mengidentifikasi, menganalisis, dan memitigasi risiko spesifik pada setiap fase proyek EPC (Engineering, Procurement, Construction) untuk meminimalkan pembengkakan biaya dan keterlambatan jadwal

Capaian Pembelajaran

- Memahami karakteristik risiko unik dalam kontrak dan proyek EPC.
- Mengidentifikasi risiko kritis pada fase desain, pengadaan, dan konstruksi.
- Menerapkan strategi mitigasi praktis menggunakan risk register standar industri.

Outline Pelatihan

- **Sesi 1: Pengantar & Karakteristik Risiko EPC (10 Menit)**
 - Definisi dan keunikan risiko Proyek EPC (kontrak *lump sum turn key*).
 - Dampak kegagalan manajemen risiko pada margin keuntungan.
- **Sesi 2: Identifikasi Risiko Berdasarkan Fase Proyek (30 Menit)**
 - **Engineering:** Perubahan ruang lingkup (*scope creep*) dan keterlambatan persetujuan gambar.
 - **Procurement:** Fluktuasi harga material, kebangkrutan vendor, dan logistik internasional.
 - **Construction:** Kondisi site yang tidak terduga, produktivitas tenaga kerja, dan komisioning.
- **Sesi 3: Matriks Analisis & Strategi Mitigasi (20 Menit)**
 - Metode kualitatif: Mengukur *Likelihood vs Impact*.
 - Metode kuantitatif : Analisis
 - Strategi transfer risiko melalui klausul kontrak dan asuransi.
 - Studi kasus singkat: Kegagalan integrasi antar fase dan solusinya.

Engineering, Procurement, and Construction (EPC) Contract dalam Penyelenggaraan Proyek

- Merupakan salah satu metode yang paling umum digunakan untuk melaksanakan proyek berskala besar dan kompleks.
- Pelaksanaan proyek EPC menuntut pendekatan yang cermat dalam perencanaan, pengadaan, serta pengelolaan material, peralatan, dan jasa yang krusial bagi berbagai usaha konstruksi dan industri berskala besar.
- Proyek-proyek ini—yang mencakup beragam sektor seperti minyak dan gas, energi/ketenagalistrikan, serta pengembangan infrastruktur—melibatkan berbagai tantangan dan risiko di sepanjang siklus hidupnya.

Kontrak EPC

- Kontrak Rekayasa, Pengadaan dan Konstruksi (Kontrak EPC), kadang-kadang dikenal sebagai "Kontrak Turnkey", adalah kontrak konstruksi di mana kontraktor ("Kontraktor EPC") memegang tanggung jawab terhadap desain, pengadaan, konstruksi, commissioning dan serah terima suatu proyek ("Proyek").



Kontrak EPC

- Pemberi Kerja akan menyampaikan kepada Kontraktor EPC lingkup pekerjaan yang terperinci termasuk spesifikasi teknis dan fungsional dari setiap mesin atau fasilitas yang akan dibangun, dan Kontraktor EPC mengembangkan Proyek dari awal hingga penyelesaian akhir.
- Bila Kontraktor EPC menyerahkan Proyek kepada Pemberi Kerja untuk mengoperasikan Proyek secara “turn of a key”, maka disebut “turnkey”.
- Seberapa besar spesifikasi teknis dan kompleksitasnya bergantung pada seberapa besar proyek tersebut mencakup fasilitas peralatan listrik dan mekanikal.



Sumber Foto :
<https://pmpconsulting-ro.translate.goog/portfolio/epc-engineering-procurement-construction-projects>

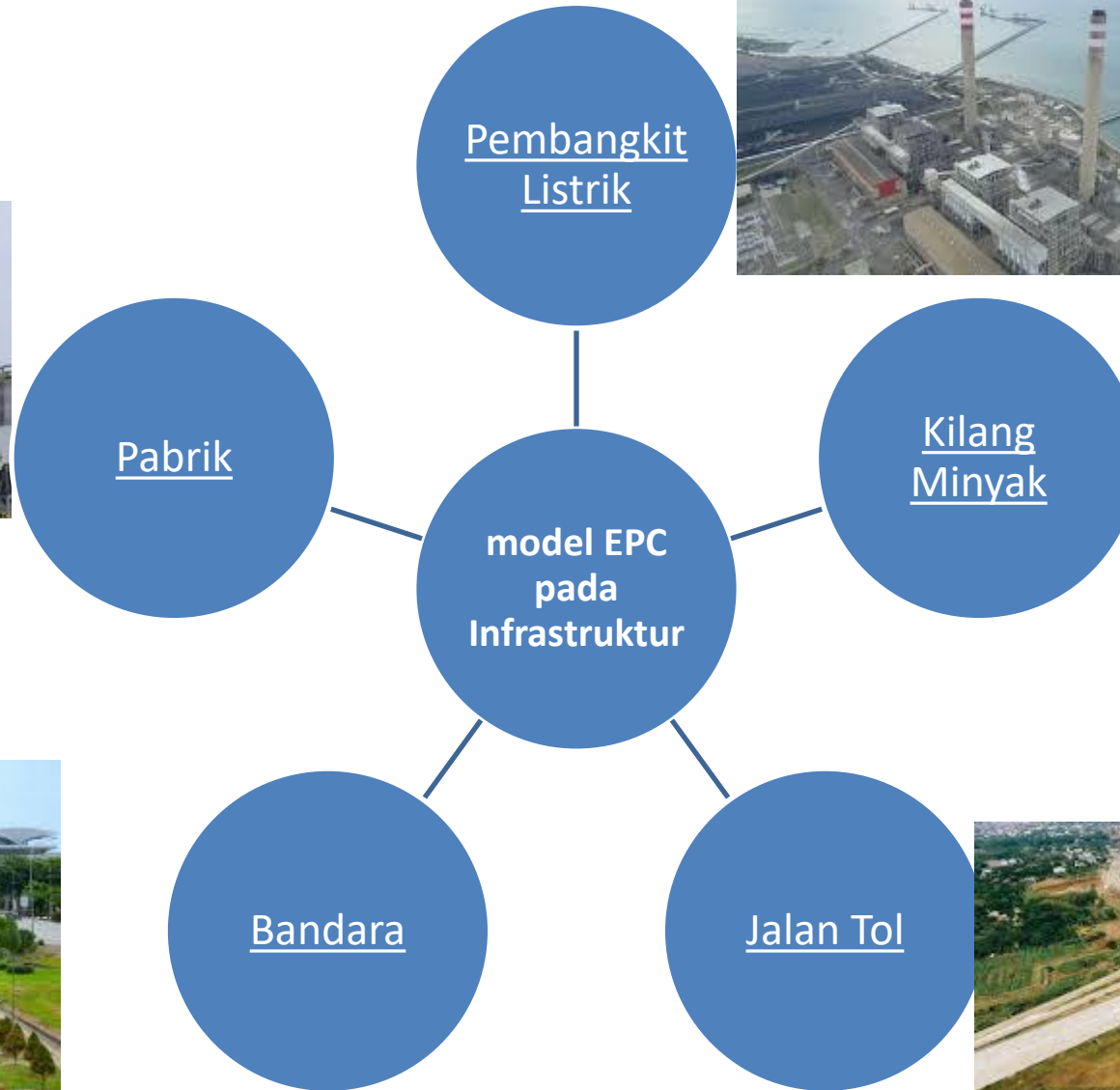
Contoh Penggunaan model EPC Indonesia (GEOBIM Indonesia, 2024)



Pembangunan pabrik polyethylene di Cilegon, Banten senilai \$850 juta oleh konsorsium PT Rekayasa Industri dan Tecnimont.



Pengembangan fasilitas Bandara Internasional Kualanamu di Medan, Sumatera Utara senilai Rp 1,4 triliun oleh PT Wijaya Karya.



Pembangunan PLTU Tanjung Jati B 2x1000MW di Jepara, Jawa Tengah oleh konsorsium Shimizu-IHI-Hyundai Engineering and Construction dengan nilai kontrak \$1,9 miliar.



Pengembangan fasilitas pengolahan dan pemurnian minyak RU V Balikpapan oleh PT Rekayasa Industri senilai \$1,1 miliar.



Pembangunan jalan tol Kunciran-Serpong sepanjang 12,8 km di Banten oleh PT Wijaya Karya senilai Rp 1,8 triliun.

Contoh struktur kontrak EPC untuk suatu Pembangkit Listrik

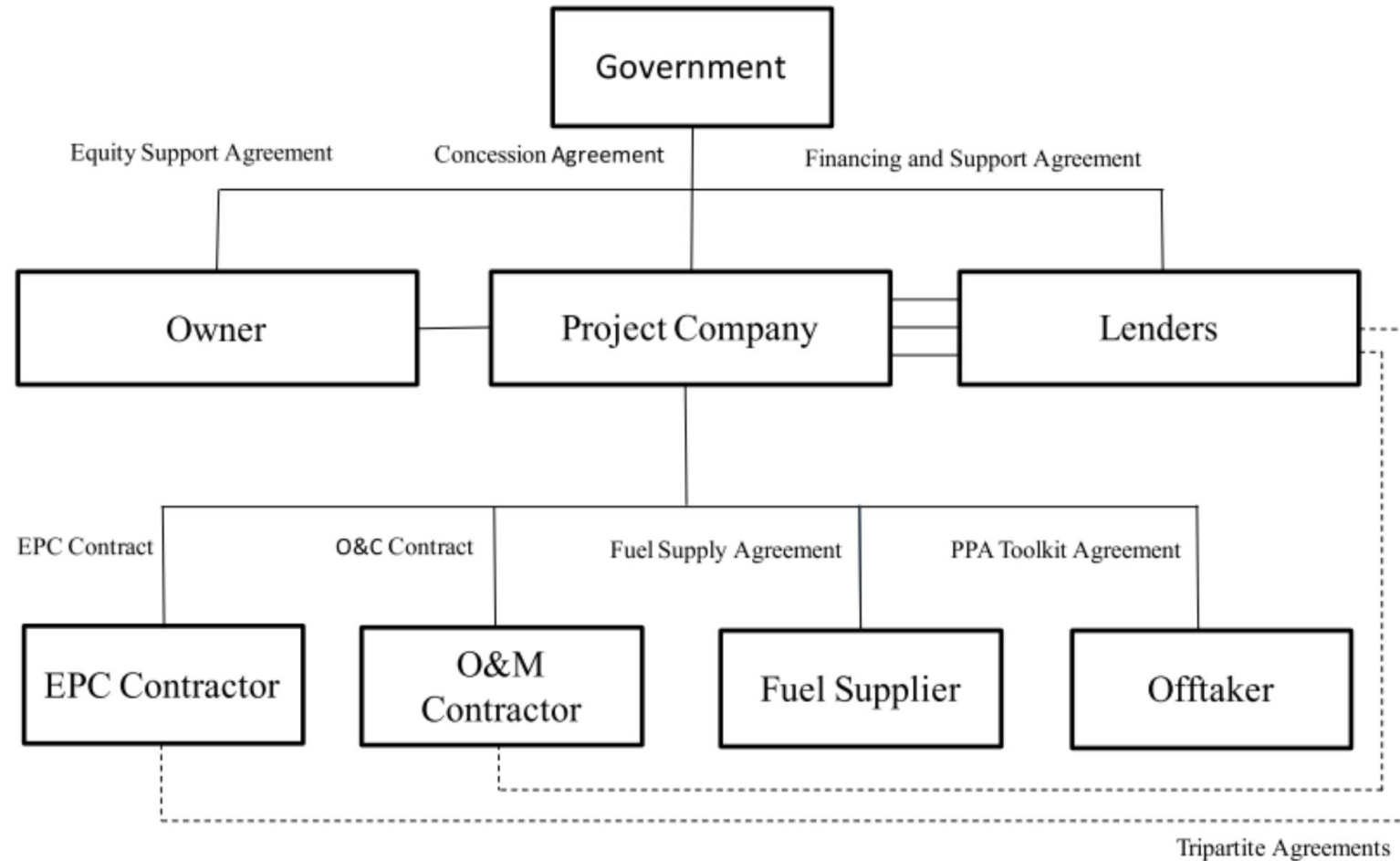


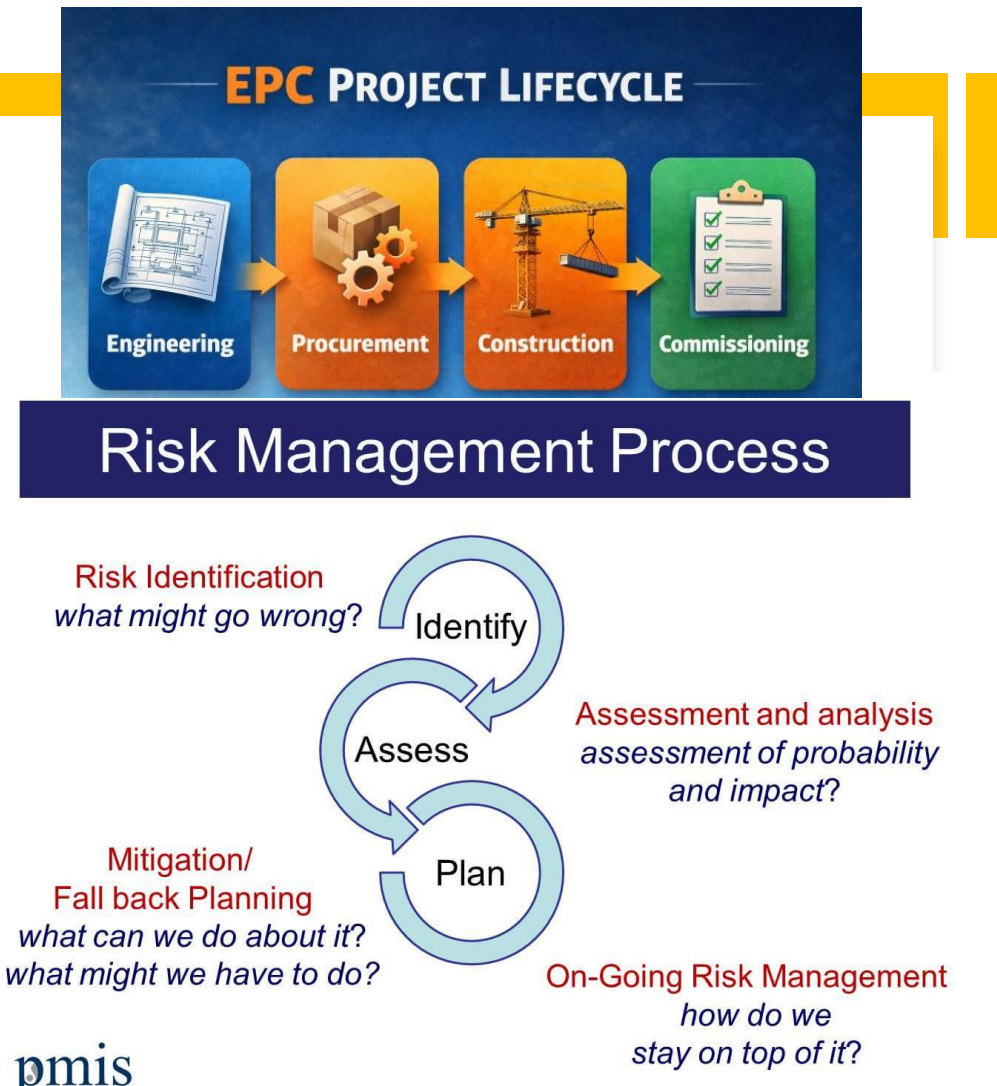
Figure 1. Basic Structure in an EPC Contract

EPC dan Manajemen Risiko

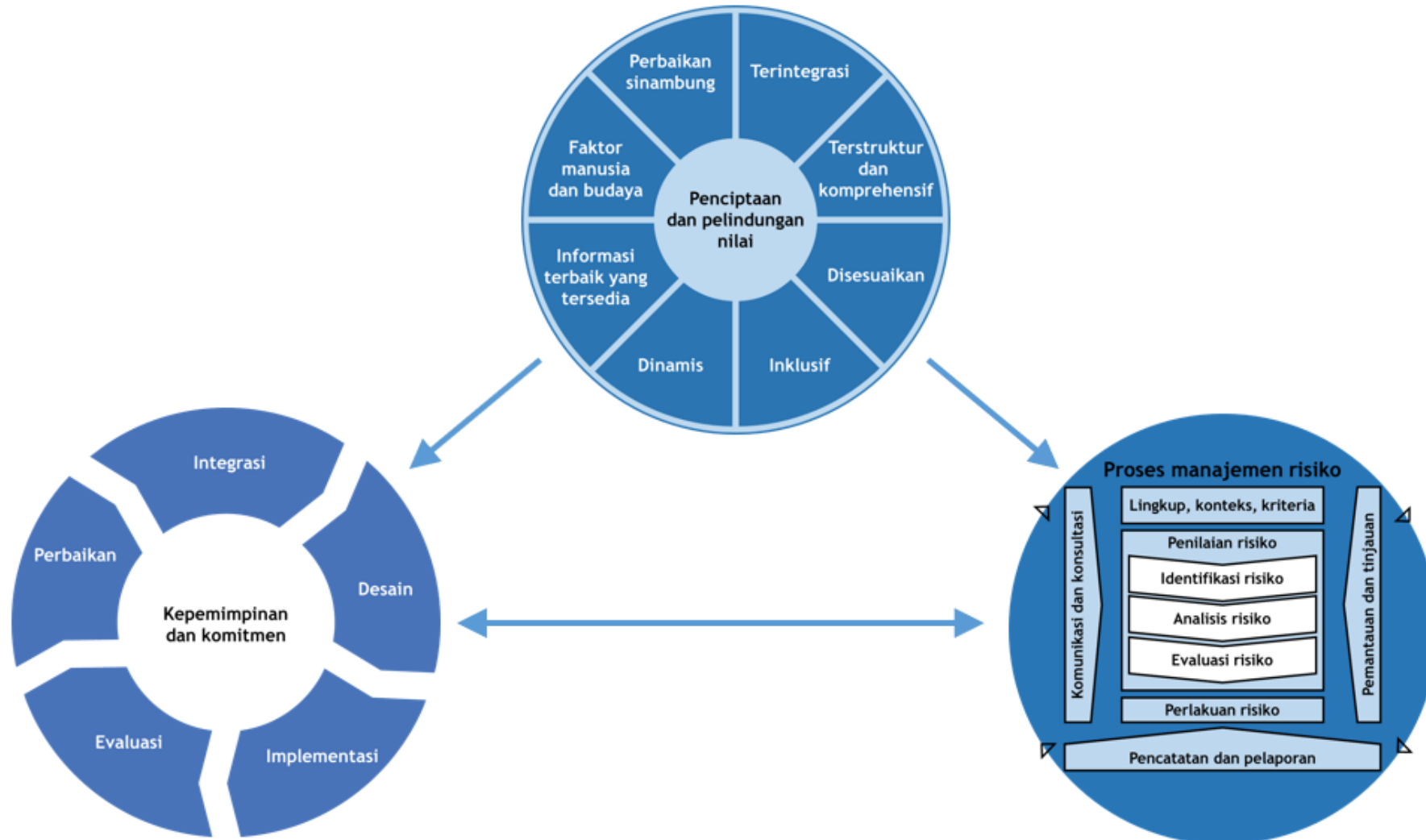
- Pelaksanaan proyek EPC menuntut pendekatan yang cermat dalam perencanaan, pengadaan, serta pengelolaan material, peralatan, dan jasa yang krusial bagi kegiatan konstruksi dan industri berskala besar. Proyek-proyek EPC ini melibatkan beragam tantangan dan risiko di sepanjang siklus hidupnya.
- Tim proyek harus memastikan bahwa proyek rekayasa dan konstruksi mereka direncanakan dengan matang, memiliki tujuan yang jelas beserta faktor-faktor penentu keberhasilan yang telah ditetapkan, serta mampu mengelola risiko pada tingkat yang dapat diterima. Peristiwa tak terduga dapat terjadi dalam proyek yang kompleks; oleh karena itu, sebisa mungkin harus dipastikan tersedianya rencana kontingensi.
- Risiko dapat berdampak buruk terhadap pelaksanaan proyek, khususnya terkait sasaran utama seperti ketepatan waktu penyelesaian, kualitas, dan biaya. Risiko potensial biasanya berkaitan dengan rantai pasok, logistik, serta hubungan atau risiko terkait pemasok, yang semuanya dapat memengaruhi keberhasilan proyek.

Definisi Risiko dan Manajemen Risiko Proyek

- Project Management Institute (PMI) mendefinisikan **risiko proyek** sebagai peristiwa atau kondisi tidak pasti yang, jika terjadi, memiliki dampak positif atau negatif pada satu atau lebih tujuan proyek.
- **Manajemen risiko proyek** adalah proses mengidentifikasi, menganalisis, dan merespons faktor-faktor risiko tersebut di seluruh siklus hidup proyek.
- Tujuan utamanya adalah meminimalkan dampak negatif pada lini masa dan anggaran sekaligus memaksimalkan keberhasilan proyek



Prinsip, Kerangka Kerja, dan Proses Manajemen Risiko menurut ISO 31000:2018



Proses Manajemen Risiko (PMI)



Perencanaan Manajemen Risiko

- Rencana manajemen risiko mendokumentasikan cara mengidentifikasi, menilai, dan memitigasi ketidakpastian dalam proyek atau bisnis.
- Untuk memulai, catat semua risiko potensial, evaluasi probabilitas dan dampaknya, tunjuk penanggung jawab, pilih strategi respons (seperti mengurangi, mentransfer, atau menerima), dan tetapkan protokol pemantauan berkelanjutan.

PROJECT RISK MANAGEMENT PLAN

PROJECT OWNERSHIP		
PROJECT NAME		
PROJECT OVERVIEW		
PROJECT MANAGER NAME		
CONTACT INFO	PHONE	
	EMAIL	
	MAILING ADDRESS	
PLAN VERSION		
VERSION	DATE	AUTHOR
REASON		
SECTIONS IMPACTED		
SECTION TITLE	AMENDMENTS	
DISTRIBUTION		
DELIVERY METHOD	ISSUE DATE	
EXECUTIVE SUMMARY		
RISK ANALYSIS AND EVALUATION PROCESS		
DEVELOPMENT OF RISK PREVENTION MITIGATION STRATEGY		
REVIEW SCHEDULE, PROCESS, AND PARTIES RESPONSIBLE		
RISK MANAGEMENT ROLES AND RESPONSIBILITIES		
NAME	ROLE	RESPONSIBILITIES

PROJECT RISK MANAGEMENT PLAN RATING KEYS

RISK MATRIX					
		SECTIONS IMPACTED			
		LOW	MEDIUM	HIGH	EXTREME
LIKELIHOOD	LOW	N	D	C	A
	MEDIUM	D	C	B	A
	HIGH	C	B	A	A

RISK MITIGATION BASED UPON GRADE	
GRADE	POSSIBLE ACTION
A	As a priority, mitigation actions reducing both likelihood and seriousness are to be identified and implemented at the start of project.
B	Mitigation actions reducing both likelihood and seriousness are to be identified and implemented throughout course of project.
C	Mitigation actions reducing both likelihood and seriousness are to be identified and coded for possible action should funds permit execution.
D	Risk to be noted with action only required should grading increase over time.
N	Risk to be noted with action only required should grading increase over time.

Isi Dokumen Rencana Manajemen Risiko

- **Identifikasi Risiko:** Menggali potensi ancaman dan peluang, lalu mencatatnya dalam **Daftar Risiko** (*Risk Register*).
- **Matriks Penilaian Risiko:** Mengevaluasi setiap risiko berdasarkan **kemungkinan terjadi** (probabilitas) dan **dampaknya** untuk menentukan prioritas utama.
- **Strategi Mitigasi:** Menentukan rencana tindakan yang jelas untuk mengurangi kemungkinan terjadinya risiko atau meminimalkan dampaknya jika terjadi.
- **Peran & Tanggung Jawab:** Menunjuk penanggung jawab spesifik untuk setiap risiko guna memastikan akuntabilitas.
- **Pemantauan & Komunikasi:** Menetapkan jadwal tinjauan risiko secara berkala dan menentukan jalur komunikasi untuk melaporkan pembaruan kepada pemangku kepentingan.

Proses Identifikasi Risiko pada proyek EPC

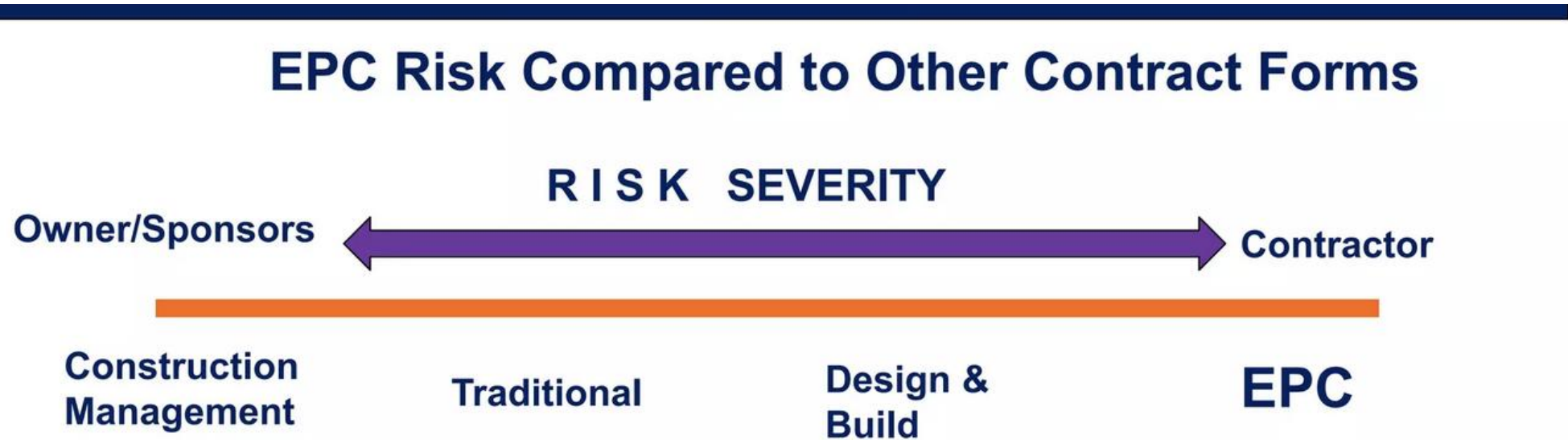
- Proses ini membutuhkan penetapan ruang lingkup yang jelas dengan memanfaatkan alat seperti **curah pendapat lintas disiplin, daftar periksa historis, analisis SWOT, dan wawancara ahli** untuk mendokumentasikan **Daftar Risiko (Risk Register)** yang komprehensif.
- Karena proyek EPC mengintegrasikan desain, pengadaan peralatan, dan perakitan fisik, identifikasi risiko yang efektif menargetkan domain spesifik berikut:
 - **Risiko Rekayasa (Engineering):** Perubahan ruang lingkup, kesalahan desain, keterlambatan persetujuan pemilik proyek, dan ketidaksesuaian spesifikasi teknis yang kompleks.
 - **Risiko Pengadaan (Procurement):** Gangguan rantai pasok global, volatilitas harga material, serta kegagalan atau keterlambatan dari vendor dan subkontraktor utama.
 - **Risiko Konstruksi (Construction):** Keterlambatan akibat cuaca buruk, kondisi tapak dan geoteknis yang tidak terduga, kelangkaan tenaga kerja, serta bahaya keselamatan kerja.
 - **Risiko Komersial & Kontraktual:** Klausul kontrak yang ambigu, masalah arus kas dan pendanaan, serta perubahan regulasi atau kepatuhan hukum.

Isi dokumen Perencanaan Mannajemen Risiko

- Purpose/background/approach
- Goals/objectives
- Scope
- Deliverables
- Constraints/assumptions
- Related projects/critical dependencies
- Schedule and milestones
- Budget/cost-benefit assessment
- Risk assessment
- WBS
- Quality management approach
- Tools and techniques to be used
- Resource estimates
- Standards
- Change and control procedures
- Roles/responsibilities
- Work plan
- Team contact directory
- Approval sign-off form

Risiko pada Kontrak EPC

Risks of EPC Contractor



The Contractor retains most of the risk in an EPC Contract when compared to other contract forms.

Risk in EPC Project

Table 1 Project Risk Sources

External Environments Predictable Sources	Internal Environment		External Environments Unknown uncertainties
Political and Legal	Scope change, Time overrun, Cost Overrun	Leadership and organizational failure	Acts of God
Design and Specification	Technology Change	Resource Failure	Ecology
Financial and Economical	Quality and specification failure	Contractor Failure	Safety and Health

Table 2 Classification of Risks Involved in Project

S. no	Risk Description	S.no	Risk Description
1	Project Scope Risk / Feasibility Risk	11	Force majeure & ecological Risk
2	Design & Specification Risk	12	Political, Legal and Social Risks
3	Quality Risk	13	Financial & Economical Risk
4	Time overrun Risk	14	Safety Health and environmental Risk
5	Cost Overrun Risk	15	Funding Failure Risk
6	Leadership Risk	16	Communication and network failure Risks
7	Organizational Risk	17	Project Execution Risks
8	Physical Resource mobilization and utilization Risk	18	Installation Risks of Mechanical and Electrical works.
9	Technology Risk	19	Purchase and Procurement Risks
10	Contractual Risk		

Metod identifikasi risiko

- Metoda Expert investigation *
- Metoda Check list
- Metoda Project WBS./ Risk Breakdown Structure *
- Accident Tree Analysis

Sumber : Ma Shenglin, 2023

DOI: 10.9734/JERR/2023/v25i1872



Kategori Risiko Utama pada proyek EPC

- **Finansial & Komersial:** Kontrak *Lump Sum Turnkey* (LSTK) membebankan risiko inflasi dan fluktuasi harga material sepenuhnya kepada kontraktor.
- **Pengadaan & Rantai Pasok:** Keterlambatan pengiriman peralatan utama (LLIs) dan kenaikan tarif logistik dapat menghentikan aktivitas lapangan.
- **Teknis & Desain:** Perubahan desain yang terlambat memicu kesalahan fatal pada pengadaan material dan metode konstruksi di lapangan.
- **Eksekusi Lapangan:** Kondisi tanah yang tidak terduga, cuaca buruk, dan produktivitas tenaga kerja yang rendah menghambat linimasa.
- **Hukum & Regulasi:** Hambatan izin lingkungan serta perubahan mendadak pada regulasi lokal atau pajak dapat menghentikan proyek.

Identifikasi Risiko Kontrak EPC (GEOBIM Indonesia, 2024)

Risiko keterlambatan proyek

Keterlambatan penyelesaian proyek merupakan risiko yang paling umum dalam proyek konstruksi. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti keterlambatan pengadaan material, cuaca buruk, atau kurangnya tenaga kerja. Untuk memitigasi risiko ini, dapat dilakukan perencanaan yang matang, jadwal cadangan, serta komunikasi yang baik antara owner dan kontraktor.

Risiko peningkatan biaya

Biaya proyek bisa membengkak akibat eskalasi harga material, perubahan desain, atau penambahan lingkup pekerjaan. Oleh karena itu, kontrak harus mencantumkan mekanisme kontrol biaya yang jelas, termasuk formula adjustment harga dan prosedur persetujuan perubahan pekerjaan.

Risiko perubahan desain

Perubahan desain yang terlambat atau tidak terencana dapat mengganggu jadwal dan anggaran proyek. Mekanisme persetujuan dan pemberitahuan tentang perubahan desain perlu diatur secara tegas dalam kontrak.

Risiko kualitas pekerjaan

Kualitas pekerjaan yang buruk dapat berakibat fatal dan mahal. Untuk itu, standar dan toleransi kualitas harus ditetapkan secara rinci. Pengawasan mutu juga perlu dilakukan secara ketat selama pelaksanaan.



Risk in EPC Contract

General Categories of Project Risks

- **Construction Related Risks**
- **Financial and Economic Risks**
- **Geographical and Political Risks**
- **Incomplete and Unbalanced Contract**
- **Project Management Risks**

CRITERIUM CONSULTING GROUP, 2013

Construction Related Risks

- Contractor experience and expertise: Does the contractor have experience performing similar projects or working in the area (or country)?
- Contractor financial stability: Can the contractor fund the project especially if problems are encountered?
- Procurement: Can the contractor or vendor keep up with the procurement demands of the project?
- Operational Risks: Has the contractor taken into account local labor and subcontractor risk?
- Force Majeure: What unexpected or uncontrollable event may disrupt construction?

CRITERIUM

Financial & Economic Related Risks

- Offshore payment security and accounts: Does the Owner have accounts set up for payment to the Contractor?
- Payment for cost overruns: Does the contract provide payment for cost overruns during the course of the Project?
- Payment milestones: Are payment milestones in advance of cost incurred to provide adequate cash flow for the Contractor?

Risk in EPC Contract

Geographical and Political Risks

- Political Instability: Is there a risk of terrorism, mass labor strikes, civil wars, rioting?
- Regulatory Changes: Have the risks of regulatory changes specific to the host country been analyzed?
- Customs Requirements: Have the customs requirements been investigated to ensure that any impact to procurement has been accounted for?
- Social Customs: Have social customs been analyzed such as extended public or religious holidays or working hours?
- Labor Market: Is skilled labor available in the region or will expats have to be utilized?
- Supplier Availability: Is there a local source for materials or will materials have to be imported?

Incomplete & Unbalanced Contract

- Uncontrollable work scope expansion: Are the parameters of the contractor's work scope defined enough to limit scope expansion?
- Deficient changes or dispute provisions: Does the Contract adequately address scope changes, contractor compensation, and dispute resolution?
- Disproportional allocation of risk and reward benefits: Does the Contract disproportionately allocate risk to one of the parties?
- Adverse legal forum: Is the contractor or Owner subjected to an adverse legal forum or choice of law?

Risk in EPC Contract

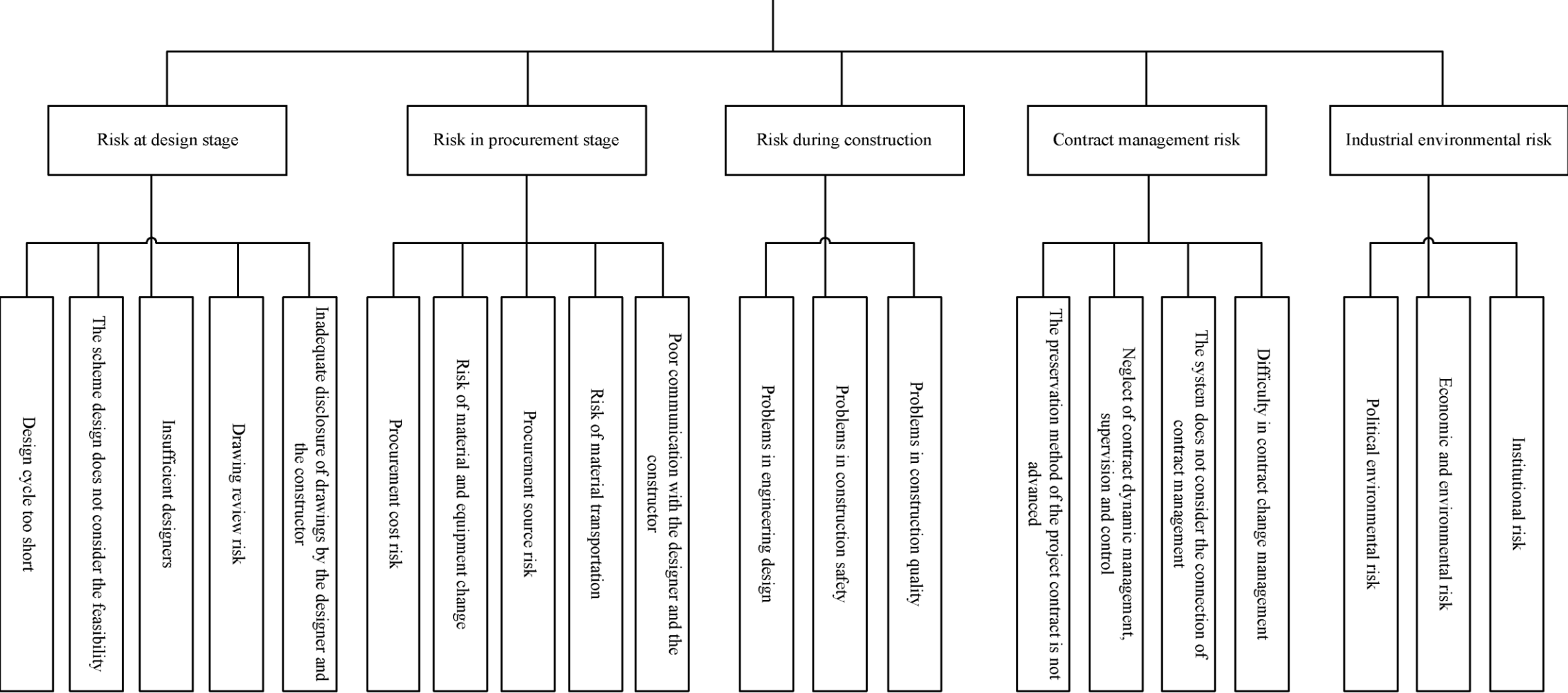
Project Management Risks

- Deviation from Contract: Is the contractor performing work without approval or additional compensation?
- Failing to Document Impacts: Is the contractor waiving its contractual rights?
- Failing to manage costs: Is the contractor monitoring cost expenditures against an established budget?
- Failing to sufficiently staff project: Is the project properly staffed from the beginning of the project so that schedule and costs are properly managed?

Contoh riisiko teridentifikasi dari suatu proyek EPC Hydropower

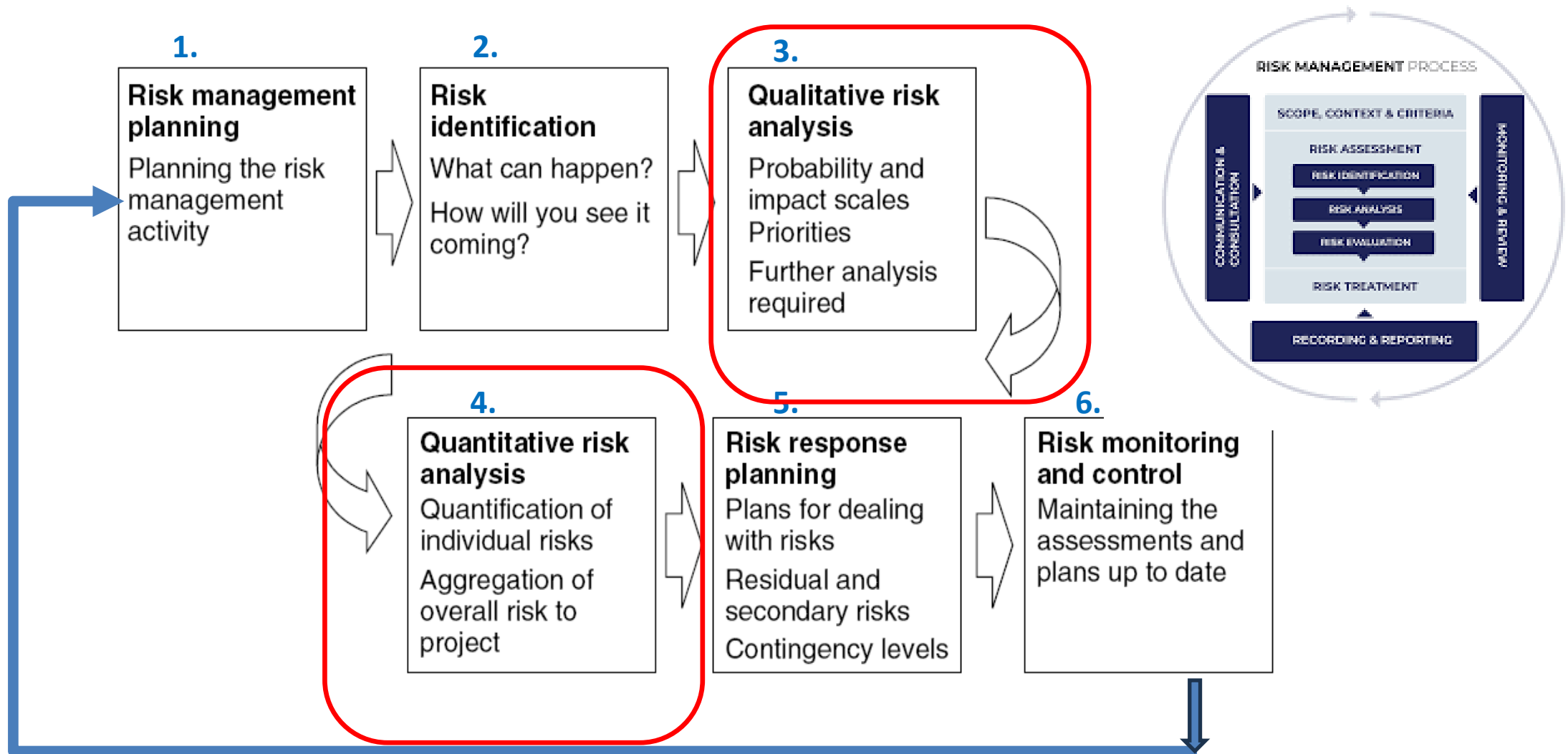
Risk Assessment Index System for EPC Projects in Water Resources and
Hydropower Engineering

Qian Li et al., 2023
<https://www.mdpi.com/2079-8954/11/7/327>



PENILAIAN RISIKO PROYEK EPC

Proses Penilaian Risiko



Penilaian Risiko

- **Metode analisis risiko untuk proyek EPC** (Engineering, Procurement, Construction) menggunakan kombinasi analisis kualitatif dan kuantitatif karena skala proyeknya yang besar, kompleks, dan melibatkan banyak pihak.

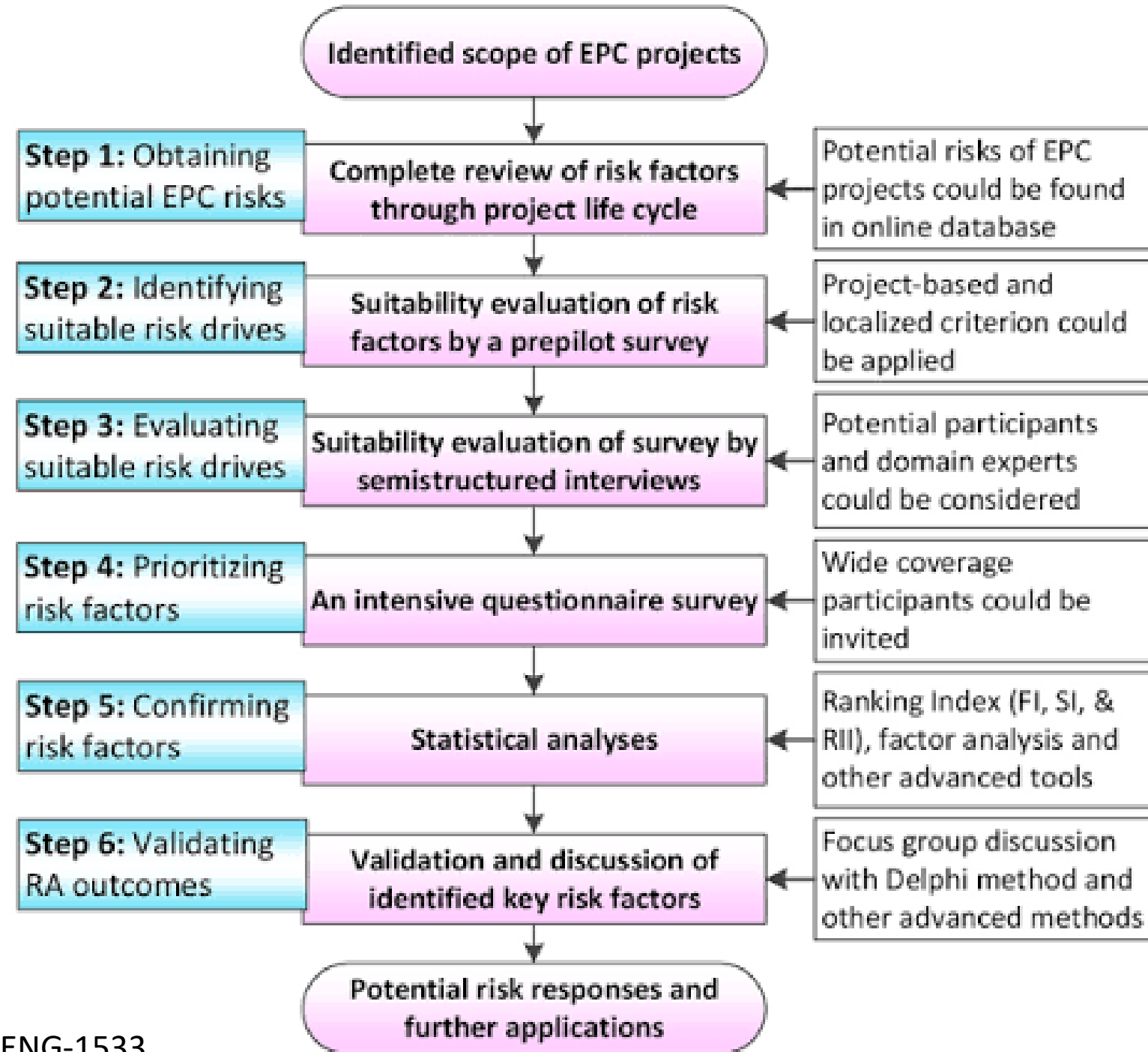
Jenis jenis Penilaian Risiko

Metode Analisis	Jenis Analisis	Kegunaan Utama dalam Proyek EPC
Hazop & What-If	Kualitatif	Mengidentifikasi bahaya operasional dan keselamatan pada tahap rancang bangun (<i>Engineering</i>).
Risk Matrix (5x5).	Kualitatif	Memprioritaskan risiko material, keterlambatan vendor, dan cuaca berdasarkan peluang dan dampak
Simulasi Monte Carlo	Kuantitatif	Memprediksi pembengkakan biaya (<i>cost overrun</i>) dan keterlambatan jadwal secara statistik keseluruhan.

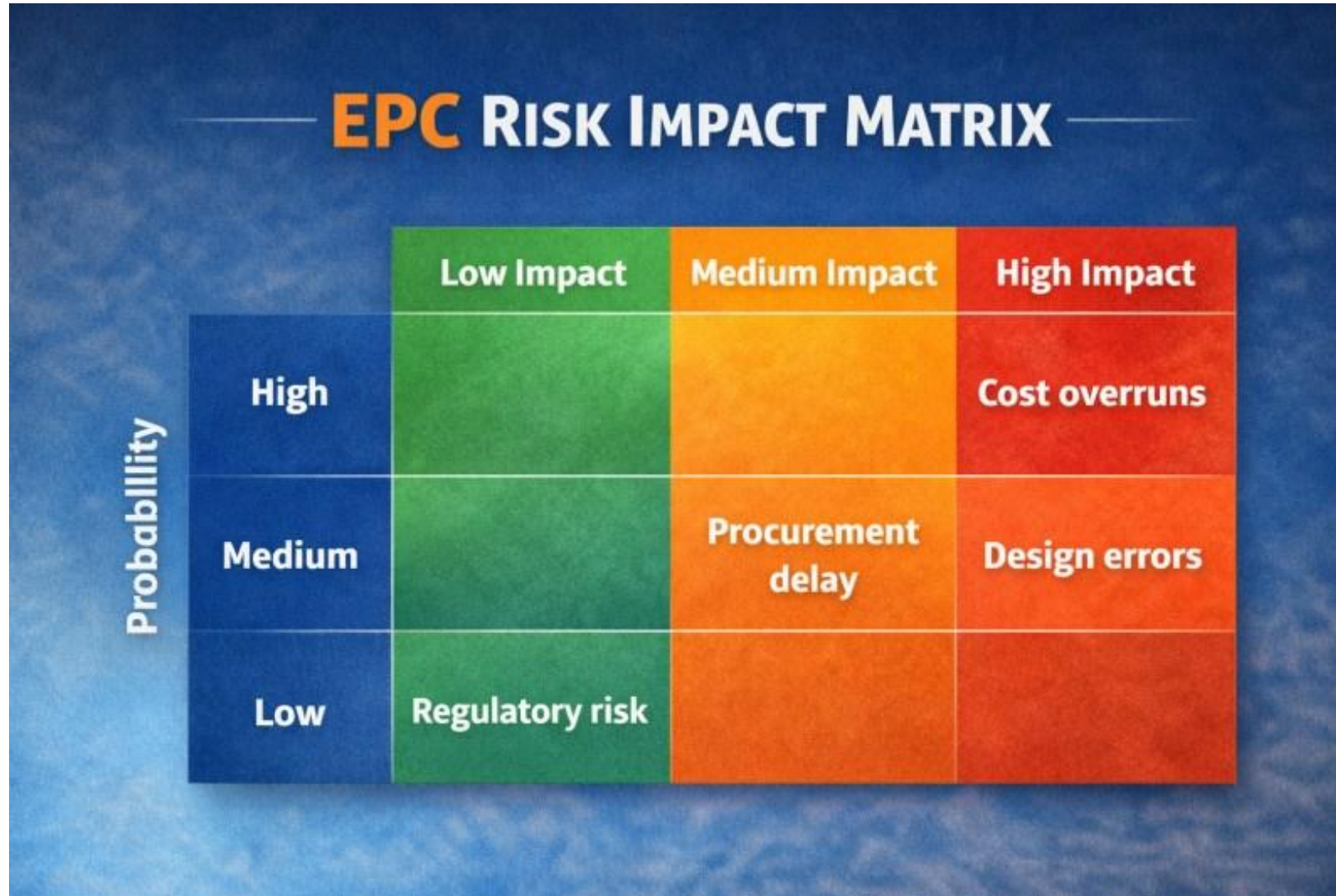
3 Metode Utama yang Paling Sering Digunakan:

- **Analisis Kualitatif (Matriks Risiko):** Metode cepat untuk memetakan risiko finansial, legal, dan teknis ke dalam area merah (tinggi), kuning (sedang), atau hijau (rendah).
- **Simulasi Monte Carlo (Kuantitatif):** Menggunakan perangkat lunak untuk menjalankan ribuan skenario guna melihat probabilitas proyek selesai tepat waktu dan sesuai anggaran (*schedule & cost risk analysis*).
- **FMEA (Failure Mode and Effects Analysis):** Menganalisis potensi kegagalan pada alat berat atau material kritis yang dibeli (*Procurement*) serta dampaknya terhadap proses konstruksi. [[1](#)]

- Contoh Proses evaluasi Risiko untuk Proyek EPC



Top Risks pada Proyek EPC



1. Procurement Delays

Procurement is a critical stage in EPC projects because construction activities depend heavily on the timely delivery of materials, equipment, and specialized components. Delays in procurement can disrupt construction schedules and significantly impact project timelines.

Why does this risk occurs

- Inefficient procurement process
- Incomplete procurement documentation
- Delays in supplier response to RFQs
- Poor supplier evaluation during the procurement process steps

Impact on projects

- Construction teams are waiting for materials
- Increased project costs due to idle labor
- Project schedule extensions

Mitigation strategies

- Establish clear **procurement process steps**
- Create detailed procurement schedules aligned with project timelines
- Prequalify reliable suppliers
- Use digital procurement tracking systems
- Maintain buffer time for critical equipment deliveries

2. Contractor Performance Issues

Contractor performance is a major risk factor in EPC projects because contractors are responsible for executing engineering, procurement, and construction activities.

Why does this risk occurs

- Lack of contractor experience
- Poor project supervision
- Resource shortages
- Inadequate project management systems

Impact on projects

- Construction delays
- Reduced quality of work
- Increased project rework and costs

Mitigation strategies

- Conduct contractor capability assessments
- Monitor contractor performance regularly
- Use performance-based contracts
- Implement structured progress reporting systems

3. Design Errors and Engineering Changes

Engineering design forms the foundation of an EPC project. Errors in design or frequent design modifications can lead to construction problems and increased project costs.

Why does this risk occurs

- Incomplete project specifications
- Insufficient engineering review
- Communication gaps between design teams
- Client-driven scope changes

Impact on projects

- Construction rework
- Material wastage
- Delays in project milestones

Mitigation strategies

- Implement detailed engineering design reviews
- Use [Building Information Modeling \(BIM\)](#)
- Conduct constructability analysis
- Establish strict change management procedures

4. Cost Overruns

Cost overruns are one of the most common challenges in large infrastructure and industrial projects. When project expenses exceed the original budget, contractors and owners may face serious financial risks.

Why does this risk occurs

- Inaccurate project cost estimation
- Design changes during construction
- Inflation in material prices
- Poor financial monitoring

Impact on projects

- Reduced contractor profitability
- Budget constraints
- Potential project financing issues

Mitigation strategies

- Develop accurate cost estimation models
- Maintain contingency budgets
- Monitor project expenditures regularly
- Use financial forecasting tools

5. Supply Chain Disruption

Global supply chains play a crucial role in EPC projects because many specialized components are sourced internationally. Supply chain disruptions can delay project progress significantly.

Why does this risk occurs

- Transportation delays
- Port congestion
- Supplier production issues
- Geopolitical disruptions

Impact on projects

- Delayed equipment delivery
- Increased logistics costs
- Construction schedule disruptions

Mitigation strategies

- Diversify supplier networks
- Identify alternative suppliers
- Monitor supplier performance
- Implement supply chain risk monitoring systems

6. Regulatory and Compliance Risks

EPC projects must comply with various environmental, safety, and construction regulations. Failure to meet regulatory requirements can result in project delays or legal penalties.

Why does this risk occurs

- Complex government approval processes
- Environmental compliance requirements
- Changes in regulatory policies
- Incomplete documentation

Impact on projects

- Project shutdowns
- Legal penalties
- Design modifications

Mitigation strategies

- Conduct regulatory compliance reviews
- Maintain proper documentation
- Work closely with regulatory authorities
- Engage legal advisors during project planning

7. Schedule Delays

Schedule delays can occur when project milestones are not achieved as planned. These delays can cascade through the project lifecycle and affect overall project delivery.

Why does this risk occurs

- Late procurement deliveries
- Poor coordination between contractors
- Weather disruptions
- Labor shortages

Impact on projects

- Increased project costs
- Contract penalties
- Delayed revenue generation

Mitigation strategies

- Use project scheduling software
- Perform critical path analysis
- Conduct regular project progress reviews
- Improve coordination between project teams

Risiko Pengadaan pada Proyek EPC



MITIGASI RISIKO PROYEK EPC

Mitigasi Risiko EPC dari sisi Owner

Owner Risk Mitigation

- Fixed price/lump sum Contracts which limit price escalation
- Clear identification of performance and completion targets/milestones
- Inclusion of a liquidated damages provision for delay and underperformance
- Testing and rejection rights
- Extended warranties and provisions addressing defects liability
- Requirement for contractor to provide performance guarantees
- Favourable choice of law/venue provisions
- Contract change provisions which require strict notice procedures and limit compensability

Mitigasi Risiko EPC dari sisi Kontraktor

Contractor Risk Mitigation

- **Contract Provisions**
 - Change provisions which allow for an extension of time and increased costs for delay as a result of circumstances beyond the contractor's control
 - Broad force majeure protection which allows contractor to pursue compensation for both cost and time
 - Clear contract provisions which require the Owner to timely process payments and turnaround submittals
 - Caps on liquidated damages exposure and inclusion of favourable limitation of liability provisions
 - Payment provisions which allow contractor to maintain a positive cash flow

Contractor Risk Mitigation

- **Contract Provisions (Cont.)**
 - Performance requirements that can be reasonably achieved including an achievable contract schedule
 - Clearly defined dispute resolution procedure with favorable venue/choice of law
 - Termination clause allowing contractor to terminate for lack of payment, material breach by Owner or prolonged force majeure event
 - Clearly defined scope parameters which limit Owner's ability to cause "scope growth" without being subjected to the Changes provisions

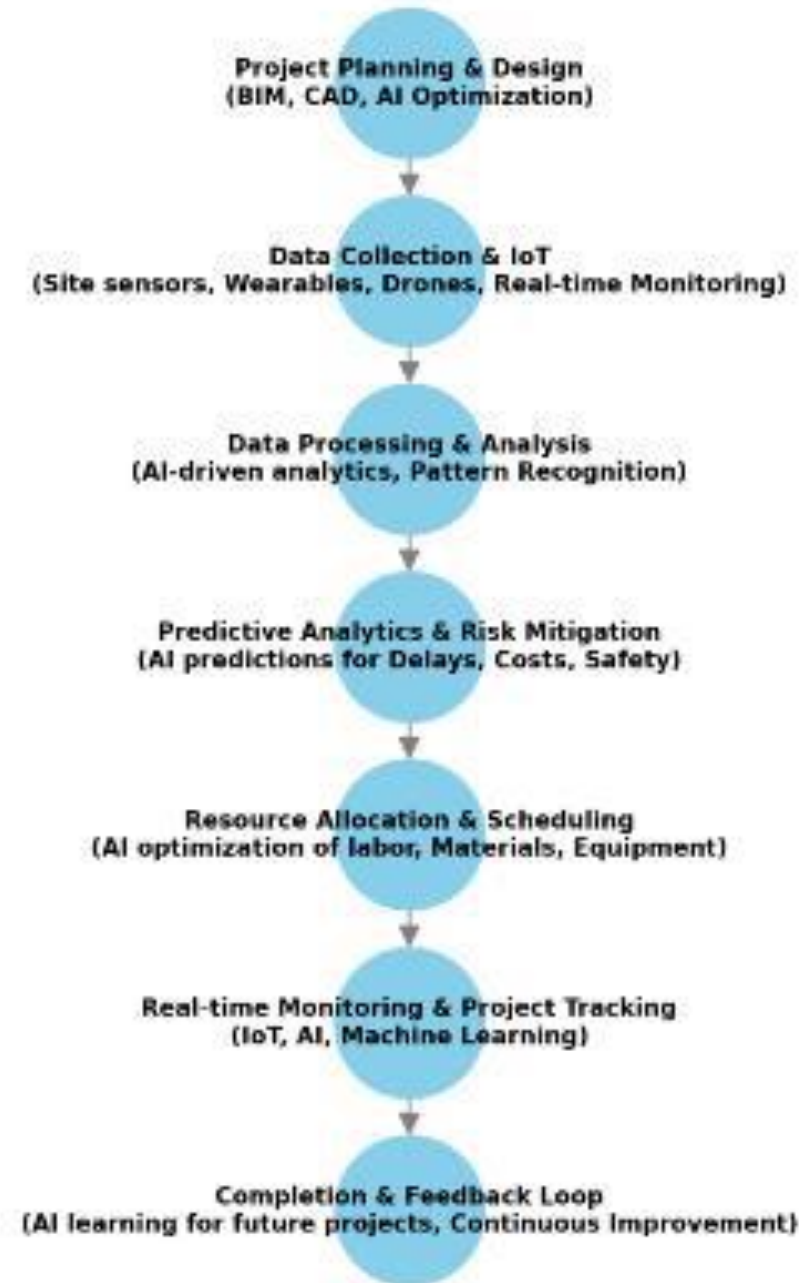
Mitigasi Risiko EPC dari sisi Kontraktor

Contractor Risk Mitigation

- **Project Management Risk Mitigation**
 - **JV partnerships or subcontractor arrangements to compensate for contractor's inexperience or lack of in-house resources**
 - **Understand host country risks and procure in-country assistance to address financial, procurement, construction, and legal related risks**
 - **Adequately staff project from inception with experienced individuals rather than waiting until it is too late**
 - **Manage project costs on a continuing basis to identify potential overruns before they occur and can be mitigated**
 - **Provide accurate and timely updates to the project schedule and project critical path**
 - **Ensure management personnel understands scope and does not proceed with extra work without a Change Order**

TEKNOLOGI AI DALAM MANAJEMEN RISIKO

integration of
AI and
technology in
construction
project
management



MEMAHAMI AI RISK MANAGEMENT FRAMEWORK

Kerangka untuk mengelola risiko AI agar implementasi lebih aman, bertanggung jawab, dan bernilai bisnis

APA ITU AI RISK MANAGEMENT?



AI Risk Management adalah proses mengenali, menilai, memantau, dan mengendalikan risiko dari seperti bias, ketidakakuratan, masalah keamanan, kurangnya transparansi, dan dampak terhadap privasi atau keputusan bisnis.

AI Risk Management adalah proses mengenali, menilai, memantau, dan mengendalikan risiko dari



NIST AI RMF is a voluntary framework focused on AI risk and Trustworthy AI



MENGAPA PENTING BAGI ORGANISASI?



Mengurangi risiko kesalahan keputusan AI



Meningkatkan kepercayaan pelanggan dan regulator



Mendukung kepatuhan dan tata kelola



Mempercepat adopsi AI yang bertanggung jawab

CONTOH RISIKO AI

Bias pada hasil AI

Kebocoran data atau privasi

Model tidak akurat

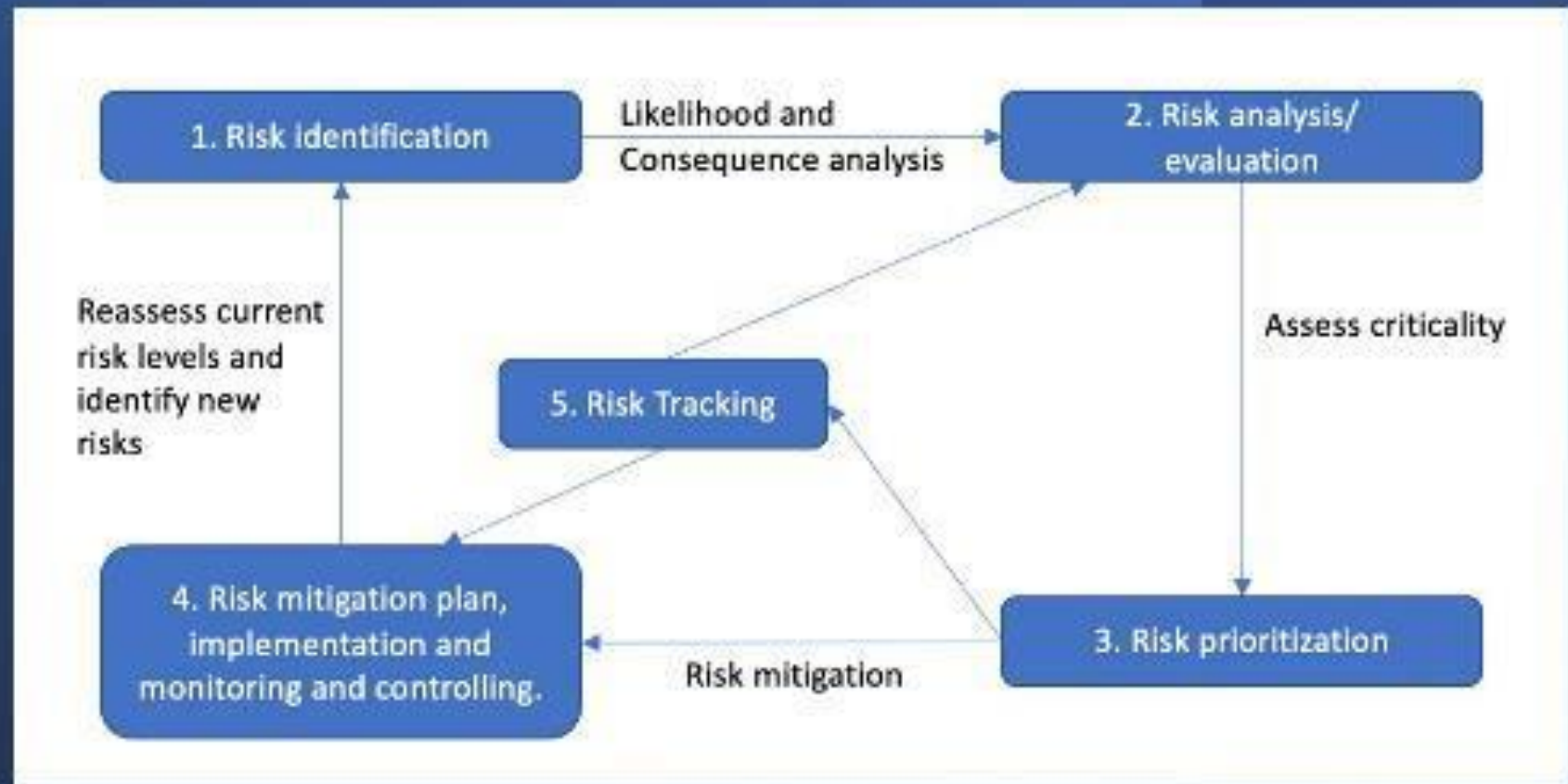
Kurang transparan

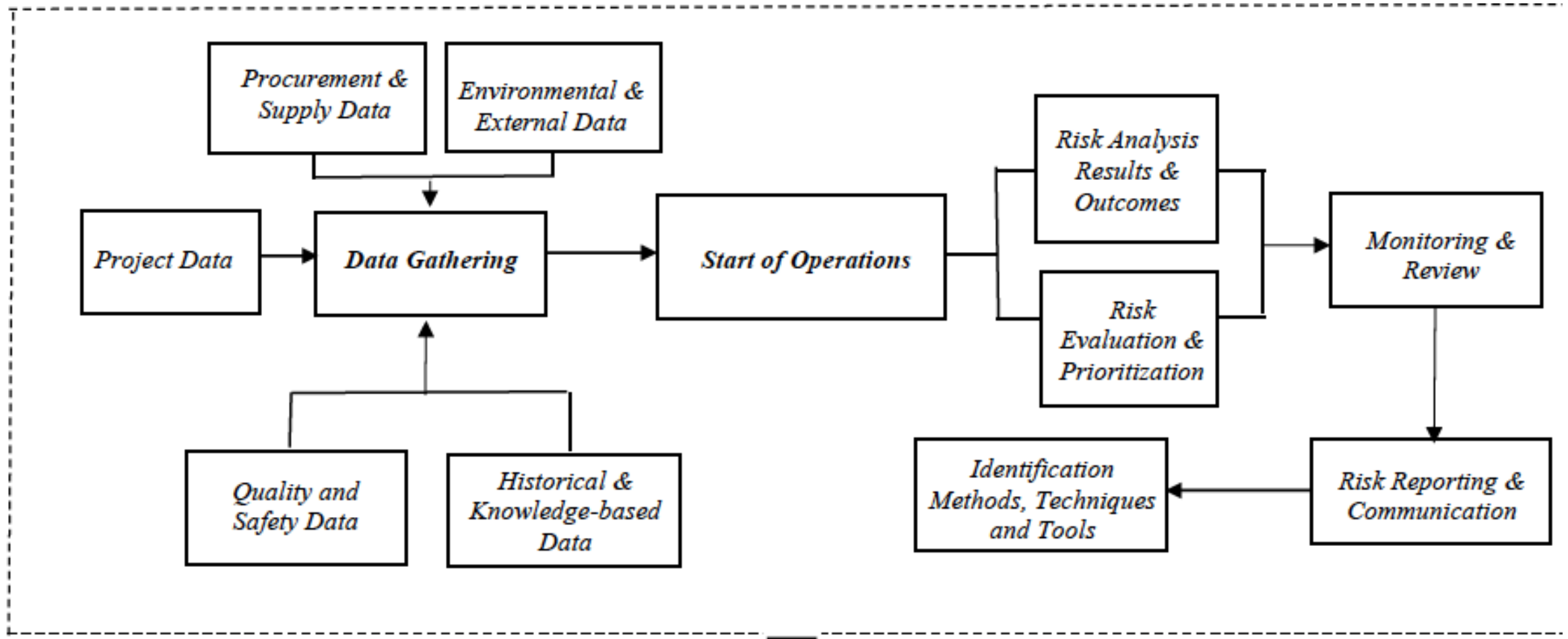
Ketergantungan berlebihan pada AI

Risiko hukum atau reputasi

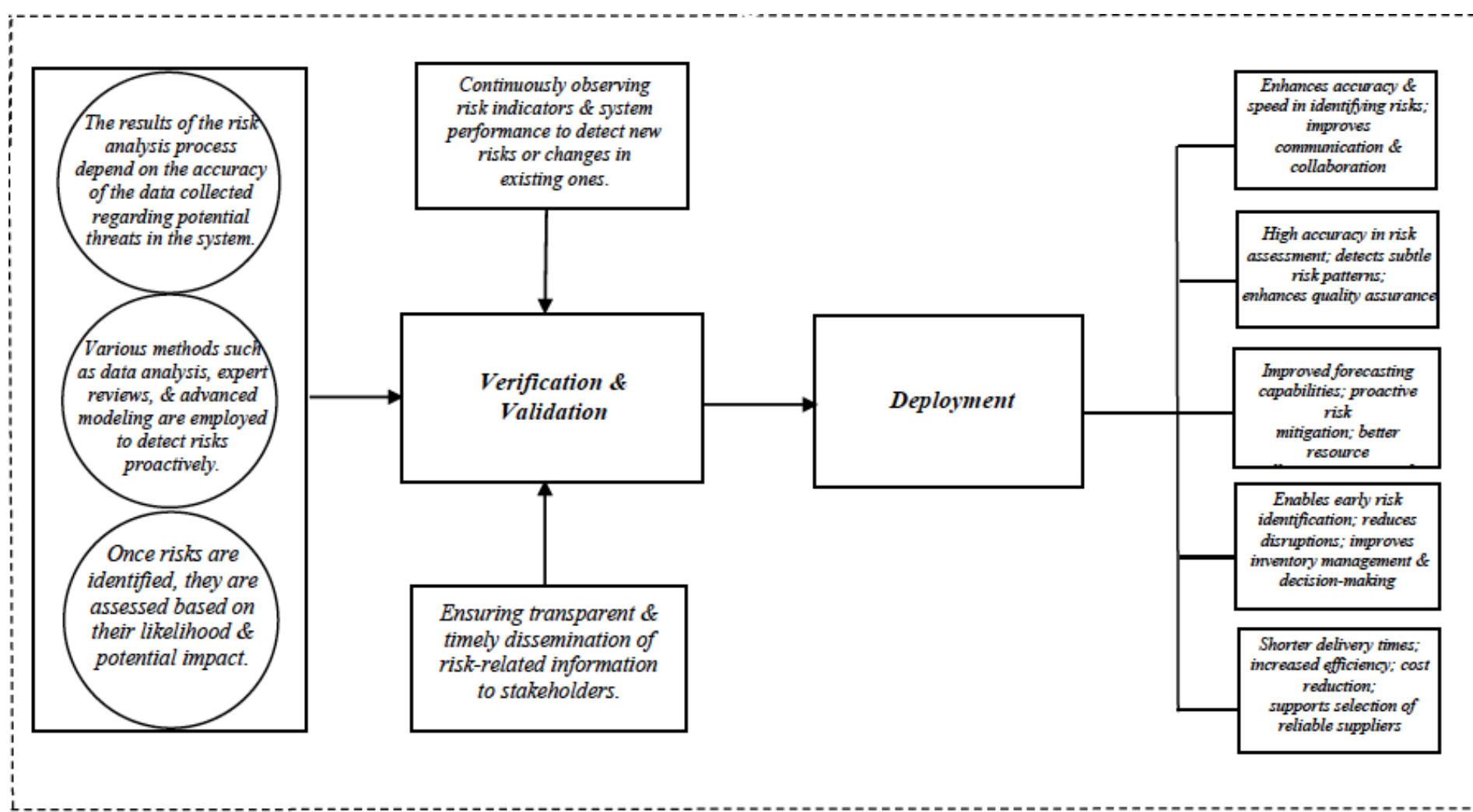
AI YANG BAIK BUKAN HANYA CERDAS, TETAPI JUGA TERKELOLA RISIKONYA.

Role of AI in Risk Mitigation

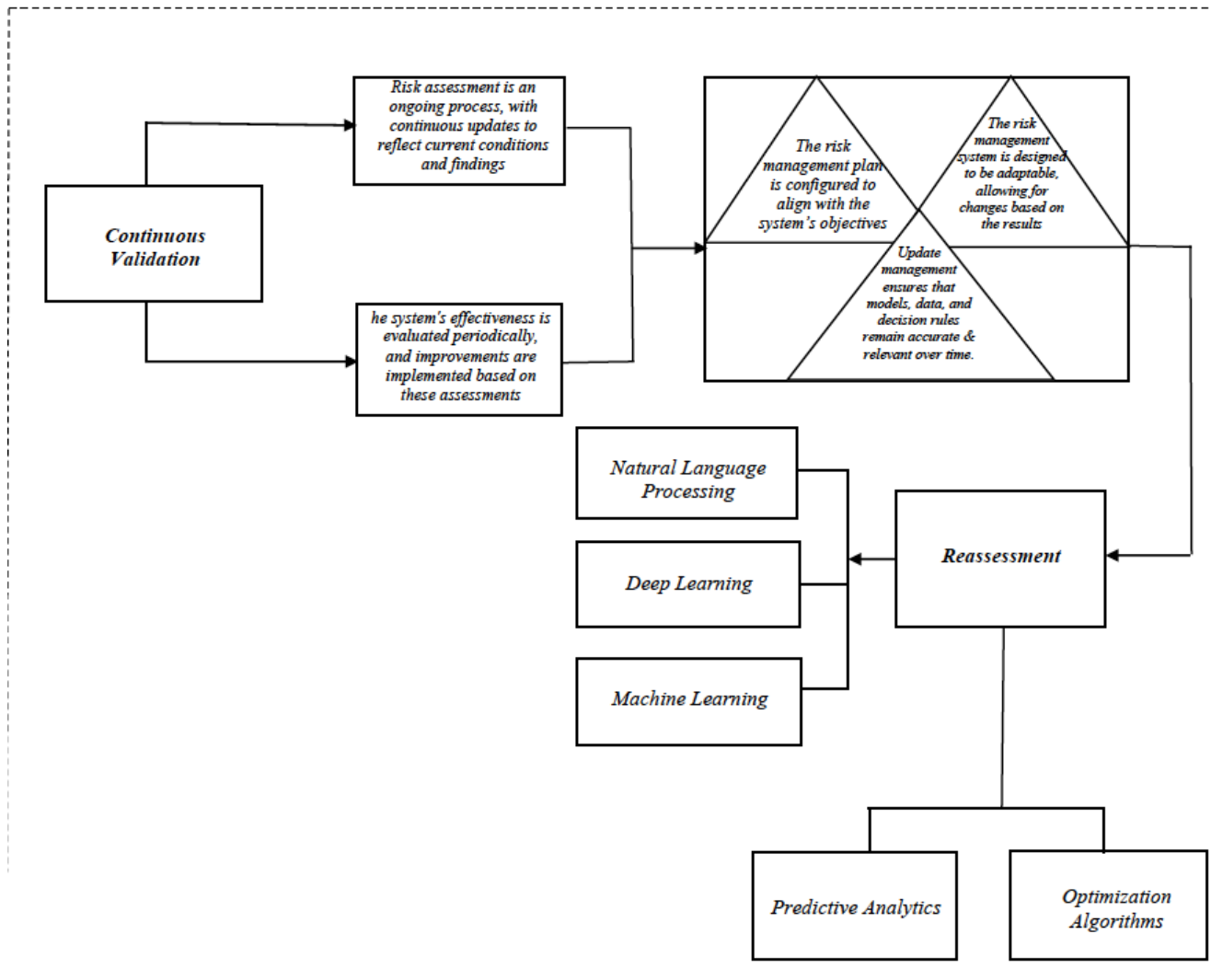




Proses Integrasi AI dalam Manajemen Risiko Tahap 1



Proses Integrasi AI dalam Manajemen Risiko Tahap 2



Proses Integrasi AI dalam Manajemen Risiko Tahap 3

- Dalam industri *Engineering, Procurement, and Construction* (EPC), **AI Prediktif** (Machine Learning/Predictive Analytics) dan **AI Generatif** adalah dua tipe utama yang paling efektif untuk memitigasi pembengkakan biaya, keterlambatan jadwal, dan risiko keselamatan

1. AI Prediktif (Pembelajaran Mesin / *Machine Learning*)

Tipe AI ini menganalisis data historis dan metrik harian untuk mengidentifikasi pola dan memperkirakan risiko sebelum terjadi.

- **Manajemen Jadwal:** Menganalisis lintasan kritis dan mensimulasikan ribuan skenario konstruksi untuk memprediksi potensi *delay* atau hambatan rantai pasokan.
- **Pengendalian Biaya (Cost Overrun):** Mendeteksi anomali biaya dan memprediksi lonjakan harga material berdasarkan tren historis.
- **Keselamatan Kerja (HSSE):** Menganalisis data harian untuk memprediksi area kerja berisiko tinggi guna mencegah kecelakaan sebelum terjadi.

2. AI Generatif (*Generative AI*)

Tipe AI ini berfokus pada pembuatan teks, dokumen, atau desain baru berdasarkan instruksi dan data yang diberikan.

- **Analisis Kontrak Otomatis:** Membaca dokumen penawaran (ITT) atau spesifikasi teknis untuk mengidentifikasi klausul kontrak berisiko dan menyusun kalender kewajiban secara instan.
- **Pembuatan *Risk Register*:** Membantu tim menyusun draf awal daftar risiko dan strategi mitigasi berdasarkan data proyek masa lalu, memangkas waktu pengerjaan hingga 80%.

3. Visi Komputer (*Computer Vision*)

Tipe AI ini menggunakan umpan balik visual untuk pemantauan lapangan yang akurat.

- **Validasi Progres Real-Time:** Menganalisis rekaman *drone* dan kamera pengawas untuk membandingkan progres lapangan aktual dengan model desain (BIM), meminimalkan risiko pelaporan subjektif.
- **Kepatuhan Keselamatan:** Mengidentifikasi pelanggaran penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) dan potensi bahaya di lokasi proyek.

Contoh Platform & Aplikasi AI untuk EPC:

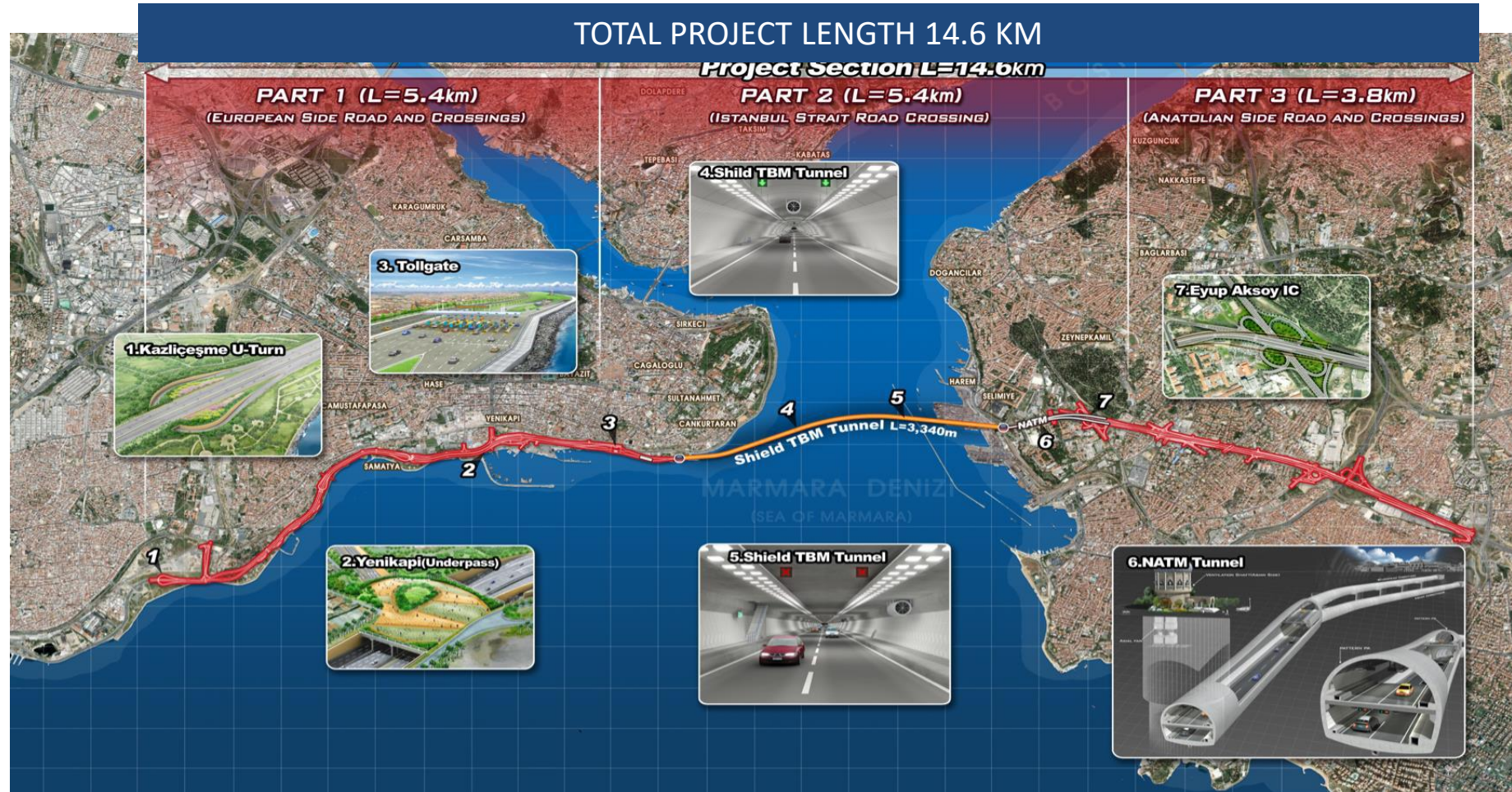
- **Penjadwalan & Optimasi:** Platform seperti [ALICE Technologies](#) menggunakan kecerdasan buatan generatif untuk menguji berbagai skenario urutan konstruksi.
- **Manajemen Risiko Terintegrasi:** Tools spesifik konstruksi seperti [NeoBram AI](#) fokus pada fusi sinyal dan prediksi risiko untuk alur kerja proyek.
- **Visual Progress:** Perusahaan lokal dan regional seperti [Widya Robotics](#) menawarkan solusi AI untuk *monitoring* dan verifikasi progres proyek secara objektif.

Studi Kasus

Eurasia Tunnel – Marmara Strait, Turkiye

<https://www.comcec.org/wp-content/uploads/2021/07/9-mustafa-kocar.pdf>

Eurasia Tunnel – Marmara Strait, Türkiye

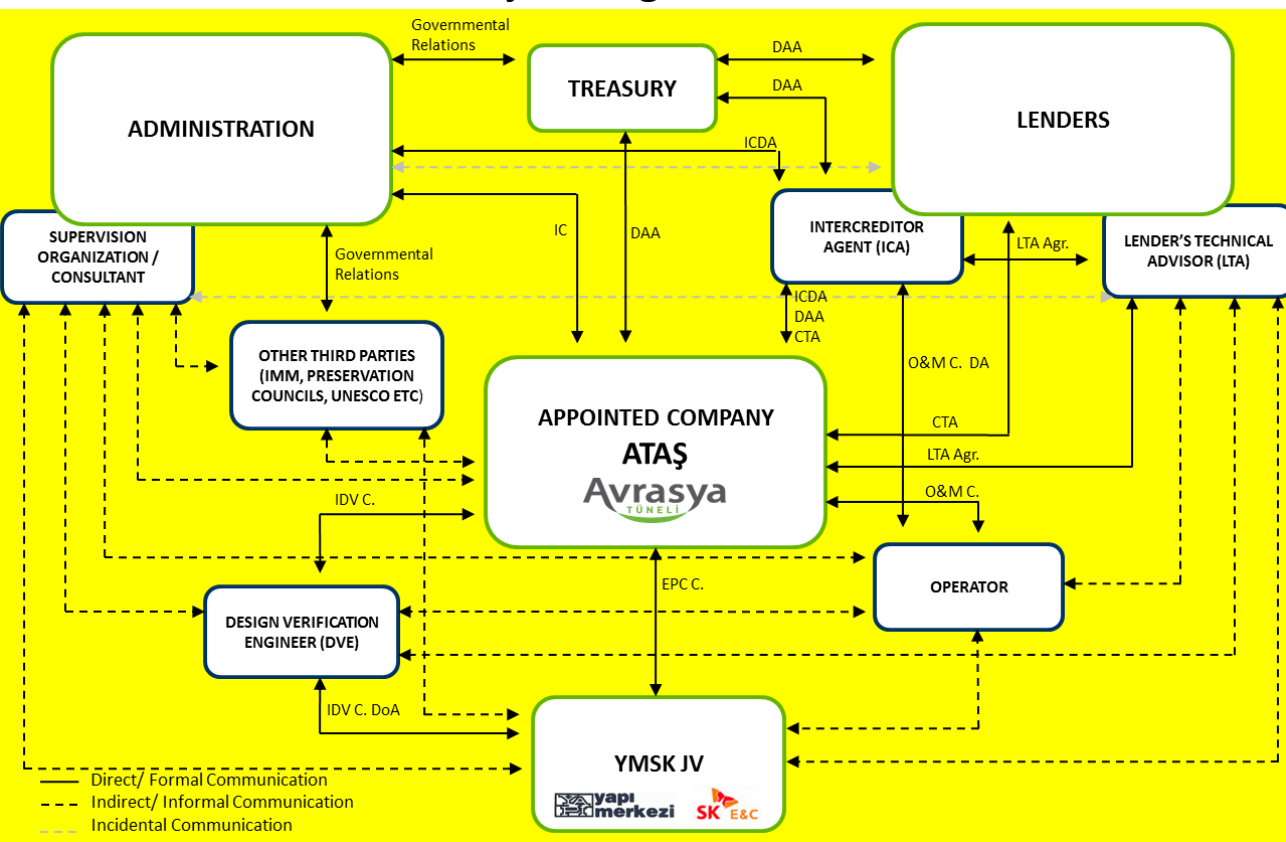


- Project Model: Build – Operate Transfer
- Total Investment: 1.25 Billion\$
- Traffic Capacity: 120,000 vehicle/day

- Concession Period: 29 Years
- Construction Period: 47 Months 3 Days
- Operation Period: 25 Years 28 Days
- 8 Months Early Completion!

CASE STUDY : EURASIA TUNNEL

Project Organization



Case Study : Eurasia Tunnel

Finance Package

- European Investment Bank (EIB)
- European Bank for Reconstruction and Development (EBRD)
- The Export Import Bank of Korea (KEXIM)
- Korea Trade Insurance Corporation (K-SURE)
 - Sumitomo Mitsui Banking Corporation
 - Standard Chartered Bank
 - Mizuho Bank
 - Yapı ve Kredi Bankası
 - Türkiye İş Bankası
 - Garanti Bankası

Investment (USD)	
Total Investment	1.245.121.188
• Equity:	285.121.188 (%22.90)
• Loans:	960.000.000

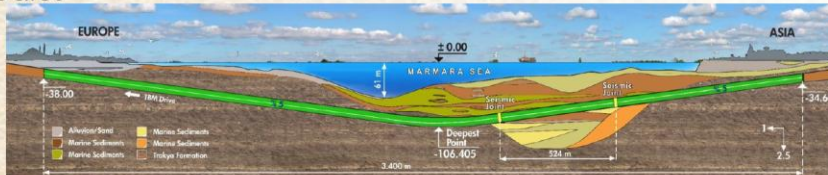
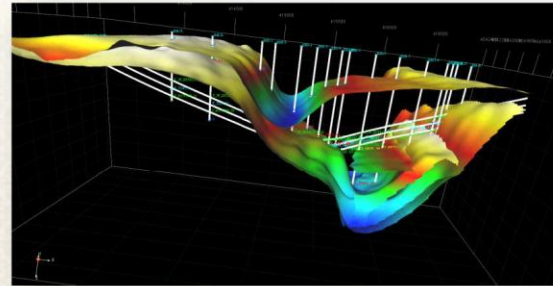
18 years of tenor – longest of PPP projects in Turkey as of the date.

Mitigasi Risiko

Risks and Mitigants : Design and Construction

Preliminary Studies

- Generation of a successful **geological / geotechnical** profile by
 - Literature searches (especially Melen and Marmaray studies)
 - Expert reports
 - Investigation of exploratory borings
 - 26 boreholes along the TBM tunnel
 - Borehole length is 1548 m.
 - Average borehole distance is 129 m.
 - Borehole density is 0.46 m/m.
 - Bathymetric survey
 - Geophysical studies



Adobe Acrobat Reader
Quality, respect, dignity, compassion and excellence...

Risks and Mitigants : Design and Construction

Design

- Reputable and well-experienced designer
- Independent design verification

Key focus areas

- Tunnel boring machine
- Segment lining
- Fire protection
- Earthquake

Construction completion / cost overrun risk

- A lump sum date certain fixed price EPC contract
- Flow down of design and construction risk to the EPC contractor
- Certain performance security (pb, ld regime, warranty)

Mitigasi Risiko

Risks and Mitigants : Operation and Maintenance

Operational
performance
/ cost
overrun

- A long term fixed price O&M contract with a 3rd party operator
- Flow down of operational performance risk to the O&M contractor
- Clearly defined KPIs
- Certain performance security

Highlights

- SCADA and Automation System
- CCTV and Automatic Incident System
- Corridor Speed Control System (EDS)
- Traffic Safety
- Toll Operation

Risks and Mitigants : Financial

Interest Rate
increase

- Interest Rate Swaps (Hedged for the whole life of the loan)

Exchange rates

- USD based toll adjustment mechanism
- F/X hedging
- Contractual right to adjust the toll fee if the devaluation is more than a certain threshold within the year

Repayment
(debt servicing)

- Debt Service Reserve Account
- MRG Reserve Facility
- RUR Facility

Private Sector Expectations

More collaboration between the public and private parties in;

- understanding the key risks,
- establishing an effective risk allocation framework, and
- adopting the most effective risk management and mitigation strategies

The key factors for a successful implementation of a PPP on the public side;

- Legal and regulatory readiness
- Pre-tender (decision making process) preparation studies
- Clearly defined roles and responsibilities
- Fairly addressed risk sharing mechanism
- Preparation of risk management guidelines

Studi Kasus: Keterlambatan Integrasi Desain Fondasi dan Material Struktur Utama

- **Konteks Proyek:** Pembangunan Pabrik Pengolahan Kimia (Kontrak *Lump Sum Turn Key*).
- **Kegagalan Integrasi:** Tim *Engineering* terlambat menyelesaikan revisi desain beban fondasi (akibat perubahan spesifikasi reaktor dari *owner*). Sementara itu, tim *Procurement* sudah terlanjur memesan struktur baja utama berdasarkan desain awal demi mengejar jadwal.
- **Dampak:** Saat material baja tiba di lapangan (*Construction*), ukurannya tidak cocok dengan dimensi fondasi beton yang baru selesai dicor. Konstruksi terhenti selama 3 minggu, memerlukan pekerjaan bongkar-pasang (*rework*), dan menimbulkan denda pembengkakan biaya (*cost overrun*) sebesar 5% dari margin keuntungan.

Solusi & Mitigasi Praktis

- **Solusi Segera (Korektif):** Menerapkan prosedur *Management of Change* (MOC) secara kilat untuk re-engineering struktur penghubung (*adapter frame*) baja, serta renegotiasi klaim biaya ke *owner* karena perubahan bersumber dari permintaan mereka.
- **Solusi Jangka Panjang (Preventif):**
 - **Gate-Review System:** Mengunci proses *Procurement* untuk material kritikal sebelum dokumen *Engineering* berstatus *Approved for Construction* (AFC).
 - **Dashboard Integrasi Kontinu:** Menggunakan sistem data terpadu (seperti BIM atau *Common Data Environment*) agar setiap perubahan desain otomatis memberikan notifikasi instan kepada tim pengadaan dan tim lapangan.



<https://www.petromindo.com/news/article/ratch-to-pick-epc-contractor-for-n-sumatra-hydro-project>

TERIMA KASIH – SEMOGA BERMANFAAT