

TESIS

**EVALUASI RESIKO KESELAMATAN OPERASIONAL PADA
PROYEK PEMBANGUNAN TANGKI**

***EVALUATION OF OPERATIONAL SAFETY RISK IN TANK
DEVELOPMENT PROJECT***

**YULIO OLANTA
D012201011**



**PROGRAM PASCA SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2023**

TESIS

**EVALUASI RESIKO KESELAMATAN OPERASIONAL PADA
PROYEK PEMBANGUNAN TANGKI**

***EVALUATION OF OPERATIONAL SAFETY RISK IN TANK
DEVELOPMENT PROJECT***

YULIO OLANTA

D012201011



PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2023

PENGAJUAN TESIS

**EVALUASI RESIKO KESELAMATAN OPERASIONAL PADA
PROYEK PEMBANGUNAN TANGKI**

Tesis

*EVALUATION OF OPERATIONAL SAFETY RISK IN TANK
DEVELOPMENT PROJECT*

Disusun dan diajukan oleh

YULIO OLANTA

D012201011

Kepada

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

GOWA

2023

TESIS

**EVALUASI RESIKO KESELAMATAN
OPERASIONAL PADA PROYEK PEMBANGUNAN
TANGKI**

**YULIO OLANTA
D012201011**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Tesis yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi pada Program Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin
pada tanggal 08 November 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Ir. H. Rusdi Usman Latief, MT

NIP. 196602051991031003

Pembimbing Pendamping



Dr. Ir. M. Asad Abdurrahman, ST., M.Eng.PM

NIP. 197303061998021001

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr.Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST. MT. IPM

NIP. 197309262000121002

Ketua Program Studi
S2 Teknik Sipil



Dr. Ir. M. Asad Abdurrahman, ST. MEng.PM

NIP. 197303061998021001

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN KELIMPAHAN HAK CIPTA

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Yulio Olanta

Nomor Mahasiswa : D012201011

Program Studi : Magister Teknik Sipil

Dengan ini menyatakan bahwa, Tesis berjudul "**Evaluasi Resiko Keselamatan Operasional Pada Proyek Pembangunan Tangki**", adalah karya saya dengan arahan komisi pembimbing (Pembimbing Utama Prof. Dr. Ir. H. Rusdi Usman Latief., MT dan Pembimbing Pendamping Dr. Eng. Ir. Muh. Asad Abdurrahman., ST., M.Eng.,PM) Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari tesis ini telah dipublikasikan di Prosiding (International Symposium on Infrastructure Development) sebagai artikel dengan judul "*EVALUATION OF OPERATIONAL SAFETY RISK IN TANK DEVELOPMENT PROJECT.*"

Karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun. Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Gowa, 20 November 2023

Yang menyatakan,

 
Yulio Olanta

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas izin-Nya sehingga penulisan penelitian tesis dengan judul

“EVALUASI RESIKO KESELAMATAN OPERASIONAL PADA PROYEK PEMBANGUNAN TANGKI ” DAPAT TERSELESAIKAN.

Penulis menyadari bahwa selesainya Tesis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, utamanya dosen pembimbing:

Pembimbing I : Prof. Dr. Ir. H. Rusdi Usman Latief., MT

Pembimbing II : Dr. Eng. Ir. Muh. Asad Abdurrahman., ST., M.Eng.,PM

Dengan segala kerendahan hati, pada bagian ini penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Orang tua tercinta, Ayahanda dan Ibunda atas kasih sayang, dukungan dan doanya
2. Rektor Universitas Hasanuddin Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc
3. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Bapak Prof. Dr.Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T
4. Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Bapak Prof. Dr. Ir. H. Muh. Wihardi Tjaronge,ST.,M.Eng
5. Ketua Program Studi S2 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Ibu Dr. Eng. Ir. Hj. Rita Irmawati, ST.,MT
6. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Rusdi Usman Latief., MT dan Dr. Eng. Ir. Muh. Asad Abdurrahman., ST., M.Eng.,PM selaku dosen pembimbing yang selalu meluangkan waktu dan tenaga untuk bimbingan dan pengarahan dalam penelitian ini. .

7. Seluruh dosen, staf dan karyawan Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. .
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu telah membantu selama jalannya penelitian hingga proses pengujian.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tesis ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan adanya masukan dan saran yang dapat memberikan sumbangan pemikiran demi kesempurnaan dan pembaharuan tesis ini.

Makassar, 15 Oktober 2023

Yulio Olanta

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi risiko-risiko yang timbul pada pengoperasian tangki dan merancang mitigasi risiko pada pengoperasian tangki. Penelitian ini menggunakan metode Hazard and Operability Study (HAZOP), dimana HAZOP digunakan untuk menjelaskan setiap bagian proses untuk mengetahui risiko pengoperasian tangki yang dilakukan serta penyebab dan akibatnya. Data yang dikumpulkan meliputi data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi, wawancara, dan hasil survei kuesioner. Pengambilan sampel data dalam penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan stockpile tank milik PT Pertamina Persero. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 1) sumber bahaya yang tergolong ekstrim terdapat pada risiko kebakaran, 2) sumber bahaya yang tergolong ekstrim terdapat pada risiko kebakaran, sedangkan sumber bahaya yang tergolong sedang adalah antrian mobil tangki. , 3) mitigasi risiko yang diperoleh dalam penelitian ini sebanyak 36 mitigasi pada proses penerimaan bahan bakar minyak dan 35 mitigasi pada proses pendistribusian bahan bakar minyak, dan dampak risiko yang diperoleh dalam penelitian ini berupa kebakaran, kerugian material, pencemaran lingkungan. , kontaminasi oli, ledakan, kebocoran tangki, percikan api, petir, tekanan berlebih, antrian mobil tangki.

Kata Kunci: Evaluasi; Risiko Keselamatan Operasional; Mitigasi risiko; Tangki penyimpanan; Operasi Tangki.

ABSTRACT

This study aims to evaluate the risks that arise in tank operations and design risk mitigation for tank operations. This research uses the Hazard and Operability Study (HAZOP) method, where HAZOP is used to explain each part of the process to determine the risk of tank operations made and the causes and consequences. The data collected includes primary data and secondary data. Primary data is obtained through observation, interviews, and questionnaire survey results. The data sample in this study was carried out on a stockpile tank construction project owned by state-owned PT Pertamina Persero. The results showed that 1) sources of danger classified as extreme were found in the risk of fire, 2) sources of danger classified as extreme were found in the risk of fire, while the source of danger classified as moderate was the queue of tank cars, 3) risk mitigation obtained in this study were 36 mitigations in the process of receiving fuel oil and 35 mitigations in the process of distributing fuel oil, and the impact of risks obtained in this study in the form of fire, material loss, environmental pollution, oil contamination, explosion, tank leakage, sparks, lightning, overpressure, queuing mobile tanks.

Keywords: *Evaluation; Operational Safety Risk; Risk Mitigation; Storage Tank; Tank Operation.*

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	vii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Ruang Lingkup Studi	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Penelitian Terkait	4
BAB II	9
TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Proyek Konstruksi	9
2.1.1 Definisi	9
2.1.2 Jenis Proyek Konstruksi	9
2.2 Manajemen Konstruksi	14
2.2.1 Pengertian Manajemen Konstruksi dan Siklus Manajemen Konstruksi	14
2.3 Manajemen Resiko	19
2.3.1 Definisi	19
2.3.2 Manajemen Resiko	19

2.4	Identifikasi Resiko.....	23
2.5	Analisa Kualitatif Resiko.....	25
2.6	Analisa Kuantitatif Resiko.....	27
2.7	Resiko Pelaksanaan Proyek Pembangunan Tangki Timbun.....	28
2.8	Aspek-aspek Pelaksanaan Pekerjaan Proyek Pembangunan Tangki Timbun	29
2.8.1	Aspek Material	29
2.8.2	Aspek Sumber Daya Manusia	31
2.8.3	Aspek Metode Pelaksanaan dan Peralatan Konstruksi	34
2.8.4	Aspek Lingkungan	34
2.8.5	Aspek Manajerial	36
2.8.6	Aspek Desain dan Dokumentasi	36
2.9	<i>Work Breakdown Structure</i> (WBS) dan Resiko Pada Pelaksanaanya	36
2.10	Kinerja Mutu Pelaksanaan Proyek	37
	Konsep Kualitas	37
	Faktor Resiko Yang Berpengaruh Pada Kinerja Mutu Proyek	37
2.11	PMBOK.....	39
2.11.1	Definisi PMBOK	39
2.11.2	Project Management menurut PMBOK.....	39
2.11.3	PMBOK – Project Management Knowledge Area	40

2.12	Tangki	40
2.12.1	Definisi Tangki.....	40
2.12.2	Jenis-jenis Tangki	41
2.13	HAZARD AND OPERABILITY STUDY (HAZOP).....	47
BAB III.....		50
METODOLOGI PENELITIAN		50
3.1	Skema Penelitian.....	50
3.2	Sampel Data	50
3.3	Gambaran Umum Proyek	51
3.4	Sumber Data.....	52
3.5	Referensi Standar Tangki	52
3.6	Diagram Alir Penelitian	54
BAB IV		55
ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN.....		55
4.1	Prosedur Penerimaan, Penimbunan dan Penyaluran Bahan Bakar Minyak	55
4.2	Skema Proses Penerimaan, Penyaluran dan Pendistribusian Bahan Bakar Minyak	57
4.3	Data Survei Pendahuluan.....	58
4.4	Daftar Resiko Proses Penerimaan dari Kapal Tangker ke Tangki...59	
4.5	Daftar Resiko Proses Penyaluran dari Tangki ke Fillingsheed	61
4.6	Data Survey Lanjutan	64

4.7	Mitigasi Resiko Operasional	74
BAB V		80
KESIMPULAN DAN SARAN		80
5.1	Kesimpulan	80
5.2	Saran	81
DAFTAR PUSTAKA		82

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbedaan Proyek dan Kegiatan Operasional	14
Tabel 2. Responden survei pendahuluan	63
Tabel 3. Responden Penelitian	71
Tabel 4. Level Resiko Proses penerimaan Bahan Bakar Minyak	73
Tabel 5. Level Resiko Proses Penyaluran Bahan Bakar Minyak	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Three Dimensional Objective.....	14
Gambar 2. Triple Constrain.....	15
Gambar 3. Hubungan siklus manajemen proyek/konstruksi	17
Gambar 4. <i>Integrating Risk With Other Project Management Function</i>	19
Gambar 5. Proses Manajemen Resiko	21
Gambar 6. <i>Risk Breakdown Structure</i>	22
Gambar 7. <i>Probability Impact Matrix</i>	25
Gambar 8. Tangki dipermukaan tanah.....	46
Gambar 9. Tangki dibawah tanah	47
Gambar 10. <i>Cone Roof Tank</i>	48
Gambar 11. <i>Fixed Dome Roof Tank</i>	48
Gambar 12. Tangki Lingkaran	49
Gambar 13. Tangki Persegi	50
Gambar 14. <i>Open Tank</i>	51
Gambar 15. <i>Closed Tank</i>	52
Gambar 16. Diagram Level Resiko Proses Penerimaan.....	77
Gambar 17 Diagram Level Resiko Proses Penyaluran.....	81

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Storage Tank atau tangki penyimpanan adalah elemen yang sangat signifikan dalam sektor industri di Indonesia, termasuk baik industri yang terlibat dalam proses manufaktur maupun distribusi barang. Fungsi utama dari tangki penyimpanan adalah sebagai wadah untuk menyimpan produk jadi dan bahan baku, dan peran ini dianggap sebagai aspek yang sangat penting dalam konteks industri (Atrasani Bananudin, 2018).

Di Indonesia kita ketahui terdapat 2 pengelola Industri, yaitu BUMN dan Swasta yang memiliki banyak perbedaan seperti kepemilikan, fungsi, pemodalan, dan pengelolaan. Dalam hal pengelolaan proyeknya pun pasti memiliki perbedaan baik dari standar mutu yang ditetapkan dan manajemen resiko pada pelaksanaan proyeknya, akan tetapi memiliki tujuan yang sama yaitu pengoperasian tangki tersebut nantinya bisa berjalan lancar tanpa ada kendala.

Perusahaan PT. Pertamina adalah entitas yang dimiliki oleh pemerintah negara (Badan Usaha Milik Negara/BUMN) yang memiliki peran dalam menerima, menyimpan, dan mendistribusikan bahan bakar minyak (BBM), yang umumnya dikenal sebagai P3. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa proses distribusi BBM berjalan dengan efisien dan merata.

Pertamina selalu mengelola proyeknya dengan integrasi dan prinsip komersial yang kuat sehingga diharapkan terciptanya hasil kerja yang baik (Pertamina.com). Dalam penelitian ini terdapat 2 Proyek pembangunan tangki milik Pertamina yang menjadi fokus studi penelitian yaitu di Fuel terminal Gorontalo dan Fuel Terminal Pare-Pare,. Terdapat 2 tangki yang akan dibangun di Fuel Terminal Gorontalo yaitu tangki kapasitas 1.000 KL yang digunakan untuk penyimpanan produk bahan bakar minyak Pertamina dan tangki kapasitas 500 KL yang akan digunakan untuk menyimpan produk bahan bakar minyak Avtur. Sedangkan di Fuel

Terminal Pare-Pare dibangun sebuah tangki penyimpanan produk bahan bakar minyak jenis Peralite yang berkapasitas 2.500 KL.

Infrastruktur tangki dalam sektor minyak, gas, dan mineral adalah elemen penting bagi kepentingan nasional, mencakup area, struktur bangunan, dan operasi yang berkaitan dengan kesejahteraan banyak orang, serta berhubungan dengan pentingnya penerimaan ekonomi negara. Objek-objek ini memiliki potensi risiko dan dampak yang dapat mengganggu stabilitas ekonomi. Dalam beberapa tahun belakangan ini terdapat beberapa masalah mengenai tangki seperti kebakaran di tangki milik Pertamina di Cilacap ([“https://www.bbc.com/indonesia/indonesia-59281641”](https://www.bbc.com/indonesia/indonesia-59281641)) dan kebakaran tangki milik Pertamina di Balongan, Indramayu ([“https://news.detik.com/berita/d-6279898/tangki-bbm-pertamina-balongan-indramayu-kebakaran-diduga-tersambar-petir”](https://news.detik.com/berita/d-6279898/tangki-bbm-pertamina-balongan-indramayu-kebakaran-diduga-tersambar-petir)) , tentunya hal ini sangat mengganggu operasional dari fuel terminal tersebut dan juga berdampak pada lingkungan dan ekonomi masyarakat sekitar. Pekerjaan pembangunan tangki digolongkan ke dalam pekerjaan *high risk* yang artinya memiliki resiko yang besar dalam pembangunan dan pengoperasiannya.

Dari gambaran di atas, penting untuk dilakukan pengkajian lebih lanjut mengenai studi manajemen resiko sebuah proyek konstruksi. Atas dasar inilah, penulis memilih judul sebagai Tesis: **EVALUASI RESIKO KESELAMATAN OPERASIONAL PADA PROYEK PEMBANGUNAN TANGKI**

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang diselesaikan dalam Tesis ini adalah sebagai berikut :

1. Resiko dominan apakah yang berpengaruh terhadap operasional tangki?
2. Apa saja dampak dan penyebab resiko yang berpengaruh terhadap operasional tangki?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan studi ini adalah:

1. Mengevaluasi resiko-resiko yang timbul pada operasional tangki

2. Mendesain mitigasi resiko terhadap operasional tangki tersebut

1.4 Ruang Lingkup Studi

Untuk mengarahkan penulis agar studi dan permasalahan yang dikaji lebih mendetail dan sesuai dengan judul dan tujuan penulisan Tesis ini, maka penulis membatasi masalah yang akan dibahas berikut ini :

1. Tahap pelaksanaan proyek konstruksi yaitu sejak mulai diterbitkannya Surat Perintah Mulai Kerja (SPMK).
2. Responden pada penelitian ini adalah pihak *owner* dan tenaga teknis dalam suatu proyek.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari studi ini sesuai dengan maksud penelitian yang diharapkan akan memberikan manfaat bagi organisasi maupun individu yang terlibat dalam industri konstruksi, terutama bagi penyedia jasa kontraktor saat melaksanakan proyek pembangunan tangki. Dalam lingkungan pendidikan, terutama di bidang manajemen, khususnya manajemen konstruksi/proyek, penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber referensi yang berharga untuk penelitian lebih mendalam di masa depan. Bagi peneliti sendiri, manfaatnya mencakup pelatihan dalam menyusun karya ilmiah serta penerapan pengetahuan yang diperoleh selama studi di Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin

1.6 Penelitian Terkait

PENELITIAN	REFERENSI	PERMASALAHAN	METODE	KESIMPULAN
1. The FMEA-Risk Analysis of Oil and Gas Process Facilities with Hazard Assessment Based on Fuzzy Logic	Eduard Arkadievich Petrovskiy, Irina Vasilievna Savich, Fedor Anatoliievich Buryukin, Vladimir ViktorovichBukhtiyarov, Mariya Vladimirovna Gagina, Canadian Center of Science and Education	Peralatan kilang minyak mengacu pada tugas berat sehubungan dengan operasi di lingkungan teknologi yang agresif: aktivitas yang sangat korosif, suhu dan tekanan tinggi, berbagai regangan dan deformasi suhu dan pengaruh unsur-unsur kimia (hidrogen sulfida, hidrogen,	FMEA	Penelitian ini memperoleh hasil yang menunjukkan bahwa metode FMEA dalam hubungannya dengan pendukung metode logika dapat digunakan secara efektif untuk penilaian risiko di kilang minyak dan industri minyak dan gas secara keseluruhan. Dari

				saja, dengan sendirinya, penilaian risiko bukanlah tujuan akhir dari penelitian. Penting adalah integrasi dari metode turunan ke dalam manajemen risiko dan sistem pengendalian untuk keandalan produksi minyak dan gas. Meskipun fakta bahwa saat ini, teknologi analisis cerdas diselidiki cukup dalam,
2. Studi Evaluasi Keselamatan	Amam Fachrur Rozie	Mengoperasikan sesuatu unit proses atau peralatan dapat	Risk Based Inspection	SIMPULAN

pada LPG Storage Tank Berdasarkan Tingkat Risiko Menggunakan Metode Risk Based Inspection	, D.N Adnyana, Jurnal Terapan Teknik	menimbulkan bahaya bagi pekerja, sarana maupun lingkungan.		Dari hasil analisis dan kalkulasi menggunakan metode risk based inspection yang mengacu kepada API RBI 581 maka didapatkan hasil sebagai berikut: Bahwa penggunaan LPG Storage Tank pada instalasi Stasiun Pengisian Bulk Elpiji (SPBE) memiliki nilai tingkat risiko pada kondisi medium-high risk dengan probability of Failure (POF) berada
---	--------------------------------------	--	--	---

				pada kategori 1 dan nilai consequences
3. Digital Twin Concept for Risk Analysis of Oil Storage Tanks in Operations: a Systems Engineering Approach	Shenae Lee, Dept. of Mechanical and industrial engineering, NTNU, Trondheim, Norway	Riwayat kecelakaan baru-baru ini akibat pengoperasian fasilitas penyimpanan minyak curah seperti awan uap ledakan (VCE) di depot minyak Buncefield (2005) (MIIB, 2008), ledakan di terminal Bayamon (2009), dan, VCE di Jaipur (2009) (Sharma et al., 2013) memotivasi kebutuhan untuk mencegah kecelakaan serupa. Penyimpanan minyak fasilitas yang menangani sejumlah besar zat berbahaya seperti bensin, solar, dan minyak gas menimbulkan risiko	SPADE methodology	Meskipun studi kasus menggunakan hipotesis situasi untuk fasilitas penyimpanan minyak, dapat diantisipasi dengan mengembangkan pendekatan umum untuk pemantauan risiko bahaya besar dapat dilakukan, dan kemungkinan akan menguntungkan banyak operator di lokasi tersebut.

		timbul dari rilis tak terduga (Komisi Eropa, 2008). Pelepasan seperti itu bisa berakibat parah kecelakaan yang dapat merugikan pekerja, penduduk di sekitar lokasi, dan lingkungan.		Sebaliknya, semakin rendah teknologi situs penyimpanan minyak tipe Buncefield menuntut pendekatan terstruktur untuk mencegah pengisian yang berlebihan kejadian dan kecelakaan besar.
--	--	---	--	--

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proyek Konstruksi

2.1.1 Definisi

Proyek konstruksi merupakan keseluruhan aktivitas yang dilaksanakan dalam satu kali serta secara umum memiliki jangka waktu yang singkat. Didalam keseluruhan aktivitas ini, terdapat tahapan yang mengubah sumber daya proyek menjadi struktur fisik berupa gedung. Tahapan ini mebabitkan berbagai blok yang terikat, baik secara langsung maupun tidak langsung. Hubungan antara pihak-pihak ini dapat dibagi menjadi kaitan fungsional dan kaitan kerja. Karena melibatkan banyak pihak, proyek konstruksi memiliki potensi masalah yang cukup tinggi.

Ciri-ciri proyek konstruksi ialah dapat dijelaskan melalui tiga dimensi: pertama, proyek konstruksi bersifat unik; kedua, melibatkan penggunaan beragam sumber daya; dan ketiga, memerlukan organisasi yang terstruktur. Penyelesaian proyek harus memperhatikan tiga kendala utama, dikenal juga sebagai "triple constraint": harus berimbang dengan spesifikasi yang diteguhkan, seimbang dengan durasi yang direncanakan, dan tetap dalam anggaran pengeluaran yang telah diestimasi. Karena sifatnya tersebut, industri jasa konstruksi memiliki perbedaan signifikan dengan industri lain, seperti industri manufaktur, didalam hal ciri khas dan kompleksitasnya. (Ervianto, 2005)

2.1.2 Jenis Proyek Konstruksi

Soekirno (1999) menjelaskan bahwa proyek adalah serangkaian kegiatan yang bermaksud untuk meraih tujuan proyek dengan memenuhi persyaratan awal seperti kualitas, waktu, dan biaya. Tujuan ini telah ditetapkan pada awal proyek. Menurut Dipohusodo (1996), proyek konstruksi merujuk pada usaha pembangunan struktur infrastruktur, yang umumnya melibatkan pekerjaan di bidang *civil engineering* dan arsitektur. Perkembangan proyek konstruksi berjalan searah dengan evolusi denyut manusia dan progres teknologi. Kebutuhan manusia yang semakin beragam mengakibatkan industri jasa konstruksi harus beradaptasi dengan

keragaman ini dan membangun proyek-proyek konstruksi yang sesuai dengan kebutuhan yang berbeda-beda. Penting untuk diingat bahwa proyek konstruksi memiliki variasi tergantung pada tujuan dan lingkupnya. Sebagai contoh, proyek pembangunan tangki memiliki persyaratan dan teknologi yang berbeda dibandingkan dengan proyek pembangunan gedung. Pada proyek konstruksi tangki, spesifikasi, keahlian, dan teknologi yang khusus diperlukan. Ini menunjukkan bahwa setiap jenis proyek memiliki karakteristik unik yang mengharuskan pendekatan dan pengetahuan khusus untuk mencapai hasil yang diinginkan.

Memang benar bahwa mengkategorikan jenis-jenis proyek dengan rinci bisa menjadi tugas yang menantang, tetapi Anda telah memberikan gambaran umum yang bagus tentang kategori proyek konstruksi. Kategorisasi yang Anda sebutkan adalah sebagai berikut:

- Proyek konstruksi bangunan gedung (Building Construction) Dalam kategori ini, berbagai jenis bangunan seperti kantor, sekolah, pusat perbelanjaan, rumah sakit, dan rumah tinggal merupakan bagian dari proyek-proyek yang dilakukan. Proyek-proyek ini memiliki skala yang dapat diklasifikasikan menjadi rendah, menengah, dan tinggi berdasarkan biaya dan tingkat kompleksitas teknologinya. *Planning* untuk proyek bangunan gedung cenderung lebih rinci dan mendalam. Dalam konteks proyek-proyek pemerintah, proyek-proyek bangunan gedung ini biasanya berada di bawah pengawasan dan pengelolaan Departemen Pekerjaan Umum, yang kemungkinan dikelola oleh sub Dinas Cipta Karya. Hal ini menunjukkan pentingnya pengawasan dan regulasi dalam menjaga kualitas dan keselamatan dalam proyek-proyek konstruksi bangunan gedung.
- Kategori berikutnya adalah Proyek Bangunan Perumahan atau Pemukiman (Residential Construction / Real Estate). Dalam jenis proyek ini, fokus utamanya adalah pembangunan perumahan atau pemukiman yang mencakup berbagai tipe pembangunan secara rinci berdasarkan kelas atau klasifikasinya. Proyek ini meliputi tidak hanya struktur bangunan, tetapi

juga pengembangan prasarana pendukung yang diperlukan. Oleh karena itu, perencanaan untuk proyek ini juga harus mempertimbangkan infrastruktur seperti sistem jaringan listrik, pasokan air, dan fasilitas lainnya yang mendukung kehidupan di dalam perumahan.

- Proyek pembangunan pemukiman dapat mencakup berbagai jenis rumah, mulai dari rumah sederhana hingga rumah mewah, serta bahkan rumah susun. Pengawasan proyek ini umumnya berada di bawah tanggung jawab Sub Dinas Cipta Karya, menjelaskan peran pengawasan dalam memastikan bahwa pembangunan perumahan dan pemukiman memenuhi standar yang telah ditetapkan. Proyek konstruksi berat Umumnya proyek yang termasuk dalam kategori ini adalah proyek infrastruktur seperti bendungan, proyek jalan raya, jembatan, terowongan, kereta api, pelabuhan, dan lain-lain. Proyek jenis ini umumnya berskala besar dan membutuhkan teknologi tinggi.
- Kategori selanjutnya adalah Proyek Konstruksi Industri (Industrial Construction). Jenis proyek ini melibatkan pembangunan fasilitas industri yang memiliki persyaratan dan spesifikasi khusus. Proyek-proyek ini sering melibatkan industri-industri seperti kilang minyak, industri berat atau industri dasar, pertambangan, dan bahkan nuklir. Karena sifatnya yang kompleks, perencanaan dan pelaksanaan proyek ini memerlukan tingkat ketelitian yang tinggi, keahlian khusus, dan penerapan teknologi yang spesifik. Dalam proyek konstruksi industri, aspek keselamatan, keamanan, dan kualitas sangat penting karena dampaknya pada lingkungan dan masyarakat umum dapat signifikan. Oleh karena itu, pengelolaan proyek ini seringkali harus mematuhi peraturan-peraturan yang ketat dan melibatkan berbagai pihak terkait dalam pengawasan dan pelaksanaan.

Tiga karakteristik proyek konstruksi adalah:

- Keunikan Proyek dan Keterlibatan Grup Pekerja yang Berbeda: Proyek memiliki karakteristik unik, terutama dalam konteks proyek konstruksi, karena tidak ada rangkaian kegiatan yang pernah sama persis. Tidak ada

proyek yang identik, meskipun proyek-proyek sejenis ada. Sifat sementara dari proyek serta melibatkan kelompok pekerja yang berbeda-beda merupakan elemen penting dalam dinamika proyek konstruksi.

- Ketergantungan pada Sumber Daya: Dalam setiap proyek konstruksi, diperlukan sumber daya untuk menyelesaikannya. Sumber daya ini mencakup tenaga kerja serta berbagai elemen seperti uang, mesin, metode, dan material. Manajer proyek bertanggung jawab untuk mengatur dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya ini.
- Perlunya Organisasi yang Terpadu: Setiap organisasi memiliki berbagai tujuan dan melibatkan individu dengan beragam keahlian, minat, kepribadian, dan juga tingkat ketidakpastian. Tugas awal manajer proyek adalah menggabungkan beragam visi ini menjadi satu tujuan yang telah ditetapkan oleh organisasi. Ini penting untuk menciptakan kerjasama yang efektif dalam proyek.

Pernyataan-pernyataan ini menggarisbawahi aspek-aspek kunci dalam manajemen proyek konstruksi, termasuk kompleksitas keunikan setiap proyek, alokasi sumber daya, dan pengelolaan organisasi untuk mencapai tujuan proyek.

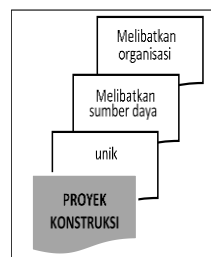
Secara umum, karakteristik proyek dapat dikelompokkan menjadi empat kategori:

1. Tujuan untuk Menghasilkan Barang dan Jasa: Proyek memiliki tujuan utama yaitu menghasilkan barang atau jasa tertentu. Fokusnya adalah menciptakan sesuatu yang bernilai dan bermanfaat bagi penerima atau pengguna akhir.

2. Ketergantungan pada Input Sumber Daya: Proyek membutuhkan input berupa variabel produksi atau sumber daya. Ini mencakup modal, lahan dan material, peralatan, tenaga kerja, serta kepemimpinan yang efektif. Semua faktor ini berkontribusi pada kelancaran dan keberhasilan proyek.

3. Dimulai dan Berakhir pada Titik Tertentu: Proyek mempunyai titik awal dan titik akhir yang tepat. Tahapan dimulai dengan perencanaan dan persiapan, kemudian berlanjut melalui tahap pelaksanaan, dan akhirnya mencapai titik akhir saat proyek selesai.

4. Waktu Terbatas untuk Menghasilkan Hasil: Proyek memiliki batasan waktu untuk menghasilkan hasil. Setelah selesai, proyek seharusnya mulai menghasilkan dampak atau manfaat yang diinginkan. Dalam jangka waktu tertentu setelah penyelesaian, proyek harus mampu mencapai tujuan dan memberikan hasil yang diharapkan. Ciri-ciri ini menyoroti elemen-elemen penting yang menjadi dasar dalam mengelola dan menilai keberhasilan proyek.

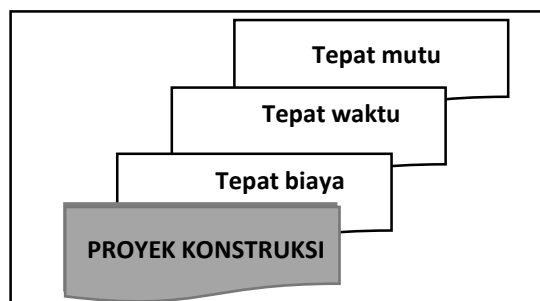


Gambar 1. Three Dimensional Objective

2.2 Manajemen Konstruksi

Tabel 1. Perbedaan Proyek dan Kegiatan Operasional

Kegiatan Proyek	Kegiatan Operasional
1. Bersifat Dinamis 2. Berlangsung hanya dalam kurun waktu terbatas (siklusnya pendek) 3. Dalam kurun waktu tersebut intensitas kegiatan berbeda-beda 4. Kegiatan harus diselesaikan sesuai dana dan waktu yang ditentukan 5. Menyangkut bermacam-macam kegiatan (tenaga kerja terspesialisasi) 6. Diperlukan tanggung jawab vertikal dan horizontal Contoh: Pembangunan pabrik/ rumah, penelitian dan pengembangan produk.	1. Bersifat Rutin 2. Berlangsung terus menerus (jangka panjang) 3. Intensitas kegiatan relatif sama 4. Batasan tidak setajam proyek, hanya diatur dalam anggaran Tahunan 5. Tidak terlalu banyak macam kegiatannya 6. Penekanan pada jalur vertikal Contoh: Pekerjaan administrasi kantor, pabrik, dengan produk bersifat standar.



Gambar 2. Triple Constrain

2.2.1 Pengertian Manajemen Konstruksi dan Siklus Manajemen Konstruksi

Manajemen adalah serangkaian tindakan yang melibatkan perencanaan, pengorganisasian, kepemimpinan, dan pengendalian terhadap aktivitas anggota dan

sumber daya yang tersedia dengan tujuan meraih misi yang telah ditetapkan oleh organisasi atau perusahaan. Di sisi lain, manajemen proyek dapat dijelaskan sebagai proses perencanaan, pengorganisasian, kepemimpinan, dan pengendalian sumber daya perusahaan dengan fokus pada pencapaian maksud jangka pendek yang telah ditetapkan, sambil mengadopsi *approaching* sistem dan mengelola aliran kegiatan baik secara vertikal maupun horizontal (Kerzner, 1982).

Manajemen konstruksi ialah suatu sistem di mana setiap aspek pekerjaan dapat dianalisis dan direncanakan sebelum memulai pelaksanaan proyek konstruksi. Pada tahap perencanaan proyek, pelaksana, pemborong, atau kontraktor dapat menentukan kebutuhan sumber daya atau faktor-faktor produksi yang diperlukan selama pelaksanaan, menentukan urutan pelaksanaan, serta memilih metode/teknologi yang sesuai dan lainnya. Semua ini bertujuan untuk mencapai hasil yang optimal, dengan modal yang minimal dan profitabilitas yang maksimum, sambil tetap memadati persyaratan teknis dan administrasi proyek tanpa mengorbankan mutu konstruksi.

Arti manajemen konstruksi dapat disimpulkan sebagai berikut: Manajemen konstruksi adalah sistem yang melibatkan perencanaan, pengorganisasian, dan pengawasan yang cermat selama pelaksanaan proyek konstruksi. Tujuannya adalah untuk mencapai tujuan proyek dengan memastikan bahwa pekerjaan selesai sesuai dengan batas waktu yang ditetapkan dan memenuhi standar mutu yang dibutuhkan.

Anda telah memberikan definisi yang sangat baik. Manajemen konstruksi adalah pengelolaan dari perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi selama seluruh siklus proyek, mulai dari awal pelaksanaan pekerjaan hingga penyelesaian proyek. Tujuannya adalah untuk menyanggahkan bahwa proyek dilaksanakan secara efektif dan efisien, sehingga dapat diselesaikan tepat waktu, dalam anggaran yang telah ditetapkan, dan sesuai dengan standar mutu yang diperlukan. (Ervianto, 2005).

Pada dasarnya terdapat dua konsepsi manajemen konstruksi yang sebenarnya merupakan satu kesatuan untuk mencapai tujuan proyek, yaitu::

- Teknologi Konstruksi adalah bidang studi yang berfokus pada pemahaman dan penerapan metode serta teknik yang digunakan

dalam setiap tahapan pelaksanaan pekerjaan untuk membangun struktur fisik di lokasi proyek. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa konstruksi tersebut sesuai dengan kaidah teknis dan spesifikasi teknik yang telah ditetapkan. Dalam teknologi konstruksi, penekanan diberikan pada efisiensi, keselamatan, dan kualitas dalam proses konstruksi bangunan atau infrastruktur.

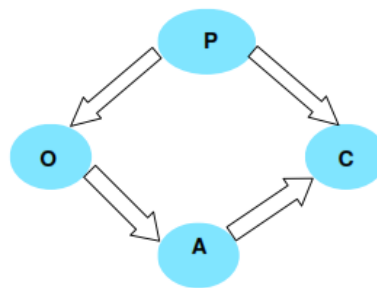
- Manajemen Konstruksi adalah praktik bagaimana sumber daya seperti manusia, material, peralatan, keuangan, metoda, dan teknologi yang terlibat dalam pekerjaan konstruksi dapat dikelola dengan cara yang efektif dan efisien. Tujuannya adalah untuk mencapai tujuan proyek, sesuai dengan ketentuan hukum dan peraturan yang berhubungan dengan konstruksi. Dalam manajemen konstruksi, perencanaan, pengorganisasian, pengendalian, dan koordinasi seluruh aspek proyek sangat penting untuk memastikan keberhasilan proyek tersebut.

Manajemen konstruksi telah disungguhi sebagai suatu disiplin manajemen yang khusus, dikembangkan dengan tujuan untuk mengkoordinasikan dan mengendalikan berbagai kegiatan yang terlibat dalam proyek konstruksi yang memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi. Oleh karena itu, dalam manajemen konstruksi, selalu ada peninjauan dan penyesuaian berkelanjutan terhadap teknik dan manajemen yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan sumber daya konstruksi. Hal ini penting agar proyek dapat berjalan dengan efisien dan efektif sepanjang pelaksanaan pekerjaan yang sedang berlangsung. Dengan perubahan yang mungkin terjadi selama proyek, adaptasi dan perbaikan terus-menerus menjadi kunci keberhasilan dalam manajemen konstruksi.

Pendekatan yang disebut manajemen proyek adalah suatu metode yang digunakan dalam penyelenggaraan proyek untuk mencapai tujuan proyek dengan efisien. Pendekatan ini mencakup penentuan cakupan proyek dan pembagian tahapan-tahapan kegiatan proyek, serta mengatur peran dan tanggung jawab antara pengguna jasa (biasanya pihak yang memerlukan proyek) dan penyedia jasa (biasanya pihak yang melaksanakan proyek). Pihak penyedia jasa, yang memiliki

peran sebagai pelaksanaan konstruksi, memiliki tanggung jawab untuk mengkoordinasikan segala aspek yang diperlukan dalam proyek. Ini mencakup pengelolaan sumber daya konstruksi seperti dana, tenaga kerja, material, peralatan, dan juga penyusunan metode kerja yang efektif. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa proyek berjalan sesuai dengan rencana, dalam batas biaya yang telah ditetapkan, dan mencapai standar mutu yang diinginkan. Selain itu, manajemen proyek juga berperan dalam mengatur perjanjian kontrak, yang mencakup hak dan kewajiban antara kedua belah pihak, yaitu pengguna jasa dan penyedia jasa, sehingga proyek dapat dilaksanakan dengan transparansi dan integritas. (Ervianto, 2005). .

Adapun hubungan antara masing-masing kegiatan dan fungsi dapat digambarkan merupakan suatu hubungan siklus manajemen proyek sebagai berikut:



Gambar 3. Hubungan siklus manajemen proyek/konstruksi

Keterangan gambar:

- P : planning; perencanaan/rencana kerja
- O : organizing; organisasi kerja
- A : actuating; pelaksanaan pekerjaan
- C : controlling; kontrol/pengendalian kerja

Manajemen proyek terbagi menjadi berbagai bagian ilmu, termasuk mengatur cakupan proyek, mengendalikan waktu, mengatur biaya, memastikan mutu, mengelola sumber daya manusia, mengelola komunikasi, mengatasi risiko, mengelola pengadaan, dan memastikan integrasi keseluruhan.

Manajemen proyek dimulai dari kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

- a. Tahap perencanaan, yang juga dikenal sebagai tahap perencanaan kerja, melibatkan proses penyusunan rencana kerja yang sesuai dengan metode konstruksi. Pada tahap ini, semua urutan kegiatan yang akan dilakukan dalam proyek dianalisis, dan waktu yang dibutuhkan untuk setiap kegiatan pelaksanaan proyek diestimasi.
- b. Organisasi kerja, yang juga disebut sebagai tahap pengorganisasian, melibatkan pembentukan struktur organisasi yang akan bertanggung jawab untuk melaksanakan kegiatan konstruksi. Struktur organisasi ini biasanya dipimpin oleh seorang ahli atau pemimpin proyek yang akan memandu dan mengkoordinasikan seluruh tim pelaksana proyek.
- c. Pelaksanaan pekerjaan, atau tahap pelaksanaan (actuating), adalah saat di mana rencana dan organisasi yang telah disiapkan sebelumnya diimplementasikan dalam pelaksanaan proyek konstruksi. Pada tahap ini, aktivitas sebenarnya dari konstruksi berlangsung, dengan fokus pada melaksanakan rencana yang telah disusun dan menggerakkan sumber daya serta tim kerja untuk mewujudkan proyek sesuai dengan spesifikasi dan jadwal yang telah ditentukan.
- d. Kontrol atau pengendalian kerja adalah tahap di mana dilakukan pengawasan terhadap pelaksanaan pekerjaan. Ini melibatkan serangkaian aktivitas seperti pemeriksaan dan pengujian untuk memastikan bahwa pelaksanaan konstruksi sesuai dengan prosedur, standar, dan referensi yang telah ditetapkan dalam rencana proyek. Pengendalian kerja adalah langkah penting untuk memastikan bahwa proyek tetap berjalan sesuai dengan rencana dan mencapai tingkat mutu yang diharapkan.

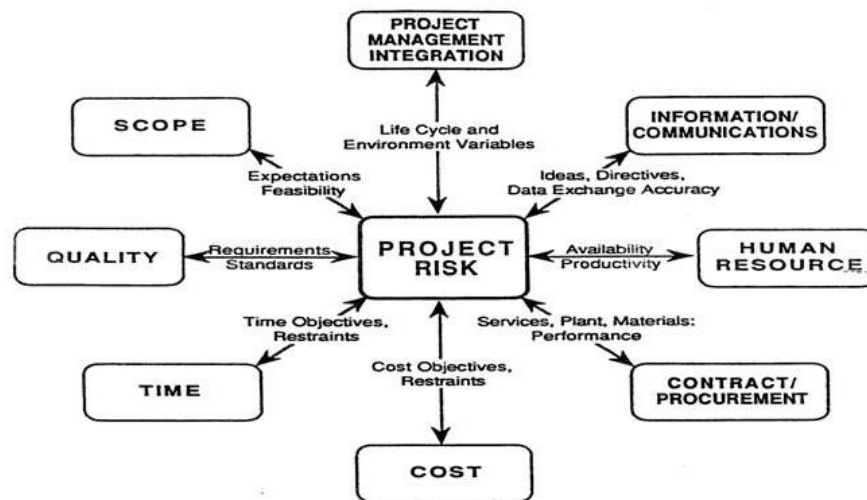
2.3 Manajemen Resiko

2.3.1 Definisi

Resiko adalah probabilitas terjadinya suatu peristiwa yang dapat memengaruhi target tertentu, dan ini diukur dengan mempertimbangkan konsekuensi dan kemungkinannya. Konsekuensi merupakan hasil dari peristiwa tersebut, yang dapat dinyatakan dalam bentuk kualitatif atau kuantitatif, mencakup kerugian, kehilangan, atau keuntungan. Suatu peristiwa dapat menghasilkan berbagai konsekuensi yang berhubungan. Kemungkinan, di sisi lain, adalah cara untuk menggambarkan secara deskriptif seberapa besar probabilitas atau frekuensi peristiwa tersebut.

2.3.2 Manajemen Resiko

Manajemen risiko proyek merupakan komponen integral dari proses yang ditujukan untuk mengidentifikasi potensi risiko yang terkait dengan proyek dan meresponsinya. Ini melibatkan serangkaian langkah yang bertujuan untuk memaksimalkan dampak dari peristiwa positif dan mengurangi efek dari kejadian negatif yang dapat mempengaruhi proyek. Ketidakpastian yang paling signifikan dalam proyek seringkali terjadi pada tahap awal, saat konsep proyek baru diwujudkan. Keputusan yang diambil oleh pemodal proyek pada tahap ini memiliki dampak besar pada ruang lingkup, kualitas, waktu, dan biaya proyek. Selain itu, perubahan adalah hal yang tak terhindarkan dan dapat terjadi berulang kali selama pelaksanaan proyek. Tingkat dan konsekuensi dari perubahan ini seringkali tidak dapat diprediksi pada tahap awal. Oleh karena itu, diperlukan suatu proses yang memungkinkan penilaian yang realistis terhadap faktor-faktor yang memengaruhi kemajuan suatu proyek. Manajemen risiko proyek bersama dengan area manajemen proyek lainnya seperti kita lihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 4. *Integrating Risk With Other Project Management Function*

Sumber : R. Widemen, 1992

Elemen-elemen utama dari proses manajemen resiko, sebagaimana tampak dalam gambar diatas adalah yang berikut ini :

a. Menetapkan konteks

Ini merupakan langkah awal dalam proses manajemen risiko. Ini melibatkan penetapan kerangka kerja yang mencakup tiga aspek utama: manajemen strategis, organisasional, dan manajemen risiko itu sendiri. Dalam kerangka kerja ini, kriteria-kriteria yang akan digunakan untuk mengevaluasi risiko juga harus ditetapkan dengan jelas, dan struktur analisis risiko harus didefinisikan dengan baik.

b. Mengidentifikasi resiko

Mengidentifikasi apa, mengapa, dan bagaimana suatu masalah atau situasi dapat timbul adalah langkah kunci dalam proses pengelolaan risiko. Ini memberikan dasar yang kuat untuk melakukan analisis lebih lanjut.

c. Menganalisa resiko

Menentukan pengendalian-pengendalian yang sudah ada dan menganalisis risiko dengan mempertimbangkan konsekuensi dan kemungkinannya adalah langkah penting dalam manajemen risiko. Proses ini membantu Anda memahami sejauh

mana pengendalian yang sudah ada dapat mengurangi risiko tertentu dan sejauh mana risiko tersebut masih dapat memengaruhi proyek atau organisasi Anda.

d. Mengevaluasi resiko

Pembandingan estimasi level risiko dengan kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya adalah langkah penting dalam manajemen risiko. Hal ini memungkinkan Anda untuk memberikan peringkat pada risiko-risiko yang diidentifikasi dan mengidentifikasi prioritas manajemen.

e. Menangani resiko

Menerima dan memonitor risiko-risiko dengan prioritas rendah adalah langkah penting dalam manajemen risiko, terutama ketika risiko tersebut dianggap dapat diterima tanpa tindakan pengendalian tambahan. Namun, perlu diingat bahwa risiko-risiko dengan prioritas rendah tetap harus dimonitor secara rutin untuk memastikan bahwa kondisi tidak berubah atau berpotensi menjadi risiko yang lebih tinggi.

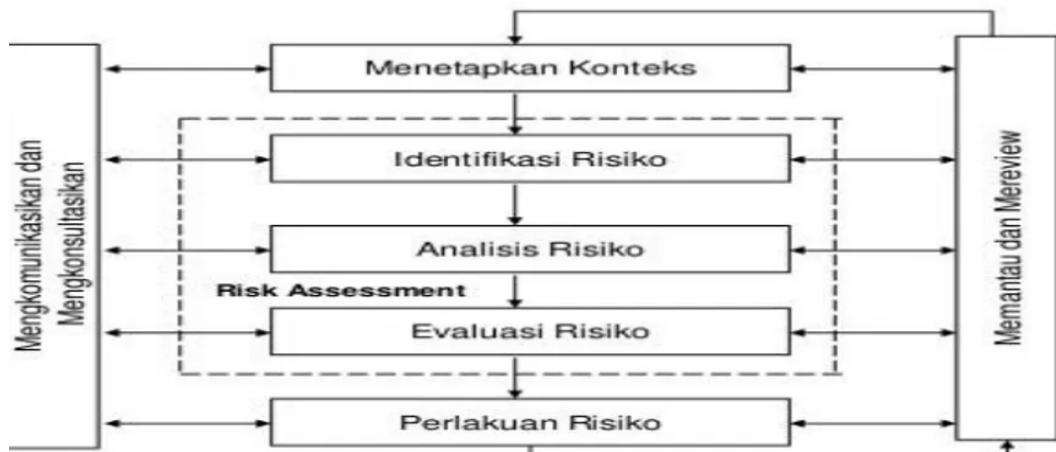
f. Memantau dan mereview

Memantau dan mereview kinerja sistem manajemen risiko adalah langkah yang sangat penting dalam memastikan efektivitas dari proses manajemen risiko yang telah diimplementasikan. Ini memungkinkan organisasi untuk terus memperbaiki dan menyesuaikan pendekatan mereka dalam menghadapi risiko-risiko yang mungkin muncul.

g. Mengkomunikasikan dan berkonsultasi

Mengkomunikasikan dan berkonsultasi dengan pihak berkepentingan (stakeholder) internal dan eksternal adalah aspek penting dalam manajemen risiko. Ini membantu dalam memastikan bahwa proses manajemen risiko berjalan dengan lancar dan bahwa semua pemangku kepentingan terlibat dengan baik.

Manajemen resiko dapat kita implementasikan pada proyek spesifik, untuk membantu dengan keputusan yang spesifik atau untuk pengelolaan bidang resiko yang spesifik juga . Untuk setiap tahapan proses ini, yang harus disimpan cukup untuk memenuhi kebutuhan audit independen.



Gambar 5. Proses Manajemen Risiko

Sumber : Australian Standard, 1999

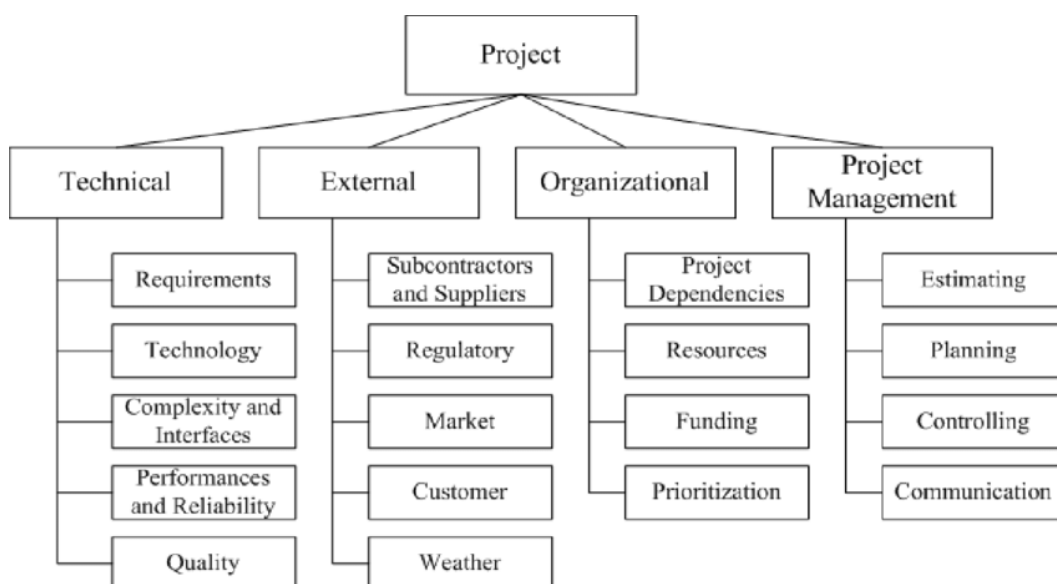
Sasaran utama dari manajemen risiko proyek adalah untuk meningkatkan peluang dan dampak positif, sementara pada saat yang sama mengurangi peluang dan dampak negatif yang mungkin terjadi pada proyek. Proses Manajemen Risiko adalah sebagai berikut :

- a. *Plan Risk Management*
- b. *Identify Risks*
- c. *Qualitative Risk*
- d. *Quantitative Risk Analysis*
- e. *Plan Risk Response -*
- f. *Monitoring and Control Risk*

Proses-proses ini saling berinteraksi dan juga berhubungan dengan proses-proses dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan lainnya. Biasanya, setiap proses akan muncul setidaknya sekali dalam berbagai proyek. Meskipun proses-proses yang ditunjukkan di sini dijelaskan sebagai elemen yang berbeda dengan karakteristik mereka sendiri dan keterhubungan yang jelas, dalam praktiknya bisa ada tumpang tindih dan interaksi di antara mereka.

Untuk membantu dalam struktur dan panduan proses manajemen risiko, dapat digunakan Risk Breakdown Structure (RBS). RBS adalah metode

pengelompokan yang berfokus pada sumber risiko proyek yang mengorganisir dan mendefinisikan secara komprehensif seluruh risiko yang terkait dengan proyek. Setiap tingkat dalam hierarki RBS mewakili tingkat definisi yang semakin rinci dari sumber risiko proyek. Dengan menggunakan RBS, tim proyek dapat mengidentifikasi, mengkategorikan, dan mengelola risiko dengan lebih efisien dan terstruktur. Gambar dibawah adalah contoh RBS untuk jenis proyek pada umumnya:



Gambar 6. *Risk Breakdown Structure*

Sumber : David Hilson, 2002

2.4 Identifikasi Resiko

Ini adalah proses yang berkelanjutan karena risiko-risiko baru seringkali muncul atau menjadi lebih jelas selama berlangsungnya proyek. Tingkat frekuensi identifikasi risiko dan siapa yang terlibat dalam setiap siklus dapat berbeda-beda untuk setiap kasus proyek. Keterlibatan tim proyek yang konsisten dalam proses ini sangat penting karena mereka dapat mengembangkan pemahaman yang lebih baik tentang risiko-risiko yang muncul dan merencanakan tindakan yang diperlukan untuk mengelolanya. Ini membantu dalam memastikan bahwa proyek tetap

terkendali dan dapat mengatasi risiko dengan efektif seiring berjalannya waktu. *Tools dan techniques* pada proses identifikasi risiko ini antara lain:

a. Tinjauan dokumentasi

Pemeriksaan terstruktur terhadap dokumentasi proyek, termasuk rencana proyek, yang memeriksa kesesuaian antara rencana tersebut, persyaratan proyek, dan asumsi-asumsi yang mendasarinya, dapat memberikan petunjuk tentang risiko-risiko yang mungkin muncul dalam proyek

b. *Brainstorming*

Tujuan utama dari brainstorming adalah untuk menghasilkan daftar risiko proyek yang komprehensif. Ini dicapai dengan mengundang sejumlah orang ke dalam ruangan untuk berbagi ide dan pemikiran tentang risiko yang mungkin timbul selama proyek. Selama sesi brainstorming, seorang fasilitator memimpin diskusi dan membantu dalam merangsang kreativitas dan partisipasi dari peserta, sehingga menghasilkan daftar risiko yang lengkap dan beragam.

c. *Delphi Technique*

Delphi Technique adalah metode yang digunakan untuk mencapai konsensus di antara para ahli. Para ahli dalam bidang risiko proyek berpartisipasi secara anonim dan disediakan dengan kuesioner untuk mengumpulkan ide-ide tentang risiko utama dalam proyek. Tanggapan mereka kemudian disusun secara ringkas dan diberikan kembali kepada para ahli untuk komentar lebih lanjut. Proses ini dapat diulang beberapa kali hingga mencapai konsensus.

d. *Interviewing*

Interview adalah salah satu teknik yang efektif untuk mengumpulkan data tentang risiko proyek. Dalam proses ini, anggota tim proyek dan stakeholder lain yang memiliki pengalaman dalam menghadapi risiko proyek akan diwawancarai. Melalui wawancara ini, informasi berharga dapat diperoleh tentang risiko-risiko yang mungkin muncul, sejauh mana dampaknya, dan bagaimana mereka dapat dikelola berdasarkan pengalaman praktis.

e. *Root Cause Identification*

Teknik ini dibuat agar kita dapat mengetahui penyebab terjadinya risiko dan menyempurnakan definisi risiko yang dibagi menjadi beberapa kelompok berdasarkan penyebabnya.

f. *Strength, Weakness, Opportunities, and Threats (SWOT) analysis*

Penerapan teknik ini menggunakan perspektif SWOT untuk meningkatkan pemahaman kami tentang risiko. Keluaran dari proses identifikasi risiko adalah daftar risiko yang harus dicatat sebagai bagian dari rencana manajemen proyek.

2.5 Analisa Kualitatif Resiko

Analisis kualitatif risiko adalah proses untuk memberi prioritas pada risiko-risiko dengan mengevaluasi kemungkinan terjadinya dan dampaknya. Menentukan definisi yang tepat untuk tingkat probabilitas dan dampak dapat membantu mengurangi bias. Faktor waktu juga bisa mempengaruhi pentingnya risiko, dan evaluasi informasi risiko yang tersedia dapat membantu mengklarifikasi urgensi penilaian risiko dalam proyek. Analisa risiko secara kualitatif dapat dilakukan dengan bantuan *tools* dan *technique*, antara lain:

a. *Risk Probability and Impact Assessment*

Proses penilaian kemungkinan risiko pada risiko-risiko yang khusus melibatkan investigasi dampak yang mungkin terjadi pada kinerja proyek, seperti waktu, biaya, ruang lingkup, dan kualitas, termasuk dampak positif dan negatif. Peluang dan dampaknya diukur untuk setiap risiko yang telah diidentifikasi. Ini dapat melibatkan wawancara atau konsultasi dengan anggota tim proyek yang memiliki pengalaman atau pengetahuan tentang risiko, serta kemungkinan melibatkan individu dari luar tim proyek yang memiliki pemahaman tentang risiko. Selama proses ini, tingkat peluang dan dampak dari masing-masing risiko pada kinerja proyek dinilai dan dicatat.

b. Risiko dapat diurutkan berdasarkan prioritas untuk dianalisis lebih lanjut secara kuantitatif dan untuk merencanakan tindakan respons berdasarkan pengukuran (rating) risiko. Pengukuran ini dilakukan dengan mempertimbangkan peluang

terjadinya risiko dan dampaknya. Evaluasi risiko pada tingkat kepentingan dan prioritas untuk dapat diperhatikan adalah dengan cara menggunakan bantuan tabel dibawah.

		Threats					Opportunities						
Probability	Very High 0.90	0.05	0.09	0.18	0.36	0.72	0.72	0.36	0.18	0.09	0.05	Very High 0.90	Probability
	High 0.70	0.04	0.07	0.14	0.28	0.56	0.56	0.28	0.14	0.07	0.04	High 0.70	
	Medium 0.50	0.03	0.05	0.10	0.20	0.40	0.40	0.20	0.10	0.05	0.03	Medium 0.50	
	Low 0.30	0.02	0.03	0.06	0.12	0.24	0.24	0.12	0.06	0.03	0.02	Low 0.30	
	Very Low 0.10	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01	Very Low 0.10	
		Very Low 0.05	Low 0.10	Moderate 0.20	High 0.40	Very High 0.80	Very High 0.80	High 0.40	Moderate 0.20	Low 0.10	Very Low 0.05		
Negative Impact						Positive Impact							

Gambar 7. *Probability Impact Matrix*

Sumber : PMBOK, 2017

c. Risk Data Quality Assessment

Analisis risiko secara kualitatif memerlukan data yang akurat dan bebas dari bias. Analisis kualitas data risiko adalah teknik yang digunakan untuk mengevaluasi tingkat kegunaan data dalam manajemen risiko. Seringkali, pengumpulan informasi tentang risiko merupakan tugas yang sulit dan memakan banyak waktu serta sumber daya di luar rencana awal. Dalam kata lain, analisis kualitas data risiko membantu memastikan bahwa data yang digunakan dalam manajemen risiko dapat dipercaya dan relevan, meskipun pengumpulannya mungkin memakan banyak waktu dan sumber daya.

d. Risk Categorization

Risiko dalam proyek dapat dikelompokkan berdasarkan berbagai kriteria, seperti sumber risiko, dampak risiko, atau fase proyek tertentu. Ini dilakukan untuk

memahami area proyek yang mungkin terpengaruh oleh ketidakpastian dengan lebih baik.

e. *Risk Urgency Assessment*

Risiko-risiko yang memerlukan tindakan segera dalam manajemen risiko proyek mungkin dapat diidentifikasi sebagai sangat penting dan harus segera dianalisis. Faktor-faktor yang dapat menjadi indikator prioritas meliputi kebutuhan untuk merespons risiko dalam waktu yang mendesak, munculnya gejala dan tanda peringatan, serta tingkat risiko yang tinggi.

f. *Penilaian Ahli*

Penggunaan penilaian ahli diperlukan untuk mengevaluasi tingkat kemungkinan dan dampak dari masing-masing risiko guna menentukan posisinya dalam matriks yang digambarkan dalam Tabel 2.1 di atas. Biasanya, para ahli yang memiliki pengalaman dalam proyek serupa yang telah dilakukan dalam waktu yang relatif dekat akan menjadi penilai risiko ini.

2.6 Analisa Kuantitatif Risiko

Analisis risiko kuantitatif dilakukan pada daftar risiko yang sebelumnya telah melalui analisis kualitatif dan diidentifikasi sebagai memiliki potensi dampak substansial pada kinerja proyek. Dalam analisis ini, dampak dari peristiwa risiko dievaluasi secara kuantitatif dan dinyatakan dalam bentuk angka atau tingkat untuk setiap risiko dalam daftar. Berikut teknik yang dipakai untuk analisa risiko secara kuantitatif dan teknik pemodelan adalah seperti berikut:

a. *Sensitivity Analysis*

Analisis sensitivitas membantu dalam mengidentifikasi risiko-risiko yang berpotensi memiliki dampak besar pada proyek. Salah satu metode yang umum digunakan dalam analisis sensitivitas adalah tornado diagram, yang bermanfaat untuk membandingkan variabel-variabel yang memiliki tingkat ketidakpastian tinggi dengan variabel yang lebih stabil.

b. *Expected Monetary Value Analysis*

Teknik ini merujuk pada konsep statistik yang digunakan untuk menghitung nilai rata-rata dari hasil yang diantisipasi dalam berbagai skenario masa depan, di mana

kemungkinan terjadinya atau tidak terjadinya suatu kejadian diperhitungkan. Perhitungan Expected Monetary Value (EMV) melibatkan perkalian nilai dari setiap hasil yang mungkin dengan probabilitas terjadinya kejadian tersebut, dan kemudian menjumlahkannya.

c. *Modeling and simulation*

Simulasi proyek melibatkan penggunaan model yang dapat menggambarkan secara detail ketidakpastian atau risiko yang spesifik, yang mungkin memengaruhi sasaran atau kinerja proyek. Teknik simulasi ini sering menggunakan metode Monte Carlo, di mana model proyek dijalankan berulang kali dengan memasukkan nilai-nilai acak dari distribusi probabilitas yang telah ditentukan untuk setiap variabel. Dengan melakukan simulasi ini, tim proyek dapat memahami lebih baik variasi hasil yang mungkin terjadi dalam proyek dan dapat mengambil keputusan yang lebih informasional dan realistis terkait risiko.

2.7 Resiko Pelaksanaan Proyek Pembangunan Tangki Timbun

Lingkup Pekerjaan

Lingkup pekerjaan dalam proyek ini adalah :

- Pekerjaan Persiapan
- Pekerjaan Sipil
 - a Pekerjaan Pondasi Tangki
 - b Pekerjaan Bundwall
- Pekerjaan Tangki Timbun
 - a Pekerjaan Tangki
 - b *Installing Shell and Roof*
 - c *Tank Appurtenance*
- Pekerjaan *Tank Fire* dan *Foam System*
- Pekerjaan Pengecetan
- Pekerjaan Pengetesan
- Pekerjaan Finishing

2.8 Aspek-aspek Pelaksanaan Pekerjaan Proyek Pembangunan Tangki Timbun

2.8.1 Aspek Material

Material adalah elemen terbesar dalam pelaksanaan proyek dari perspektif biaya, dengan biaya pengadaan material sering mencapai 50% atau lebih dari total biaya proyek. Kesalahan dalam manajemen material dapat memiliki dampak besar pada kinerja keseluruhan proyek. Manajemen material adalah sistem yang menggabungkan aspek pembelian, koordinasi, dan pengawasan kemajuan dari pemasok. Ini merupakan bagian integral dalam manajemen proyek dan dapat diintegrasikan dengan berbagai teknik untuk memastikan produk akhir memenuhi kebutuhan klien secara efisien dari segi biaya .

Terdapat tiga faktor utama dalam aspek material yang memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja pelaksanaan proyek, yaitu karakteristik spesifikasi material, jumlah material yang tersedia, dan waktu kedatangan material.

a. Spesifikasi / Mutu Material

Persyaratan mengenai spesifikasi material yang digunakan dalam pelaksanaan proyek adalah keharusan yang tak dapat diabaikan. Spesifikasi material berperan secara langsung dalam menentukan kualitas akhir pekerjaan. Kesalahan dalam mengidentifikasi jenis dan spesifikasi material selama proses perencanaan dapat berakibat pada penggunaan material yang tidak sesuai dengan persyaratan. Jenis, jumlah, dan spesifikasi bahan konstruksi yang diperlukan untuk proyek bervariasi tergantung pada sifat proyek tersebut. Identifikasi material yang tepat memerlukan pemahaman mendalam terhadap dokumen kontrak, termasuk bill of quantity, gambar teknis, spesifikasi, dan perkiraan pretender. Semua ini sangat penting untuk memastikan bahwa material yang digunakan sesuai dengan persyaratan kontrak dan memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan.

Selain karena kurangnya kualitas dalam proses perencanaan pengadaan material, ketidakpatuhan terhadap persyaratan spesifikasi material juga dapat disebabkan oleh kelemahan dalam pengendalian material, termasuk dalam proses pengiriman, penerimaan material, dan penanganan material. Dalam tahap pengiriman atau distribusi, penyimpanan, dan penanganan material yang tidak

efisien dapat mengakibatkan kerusakan pada material tersebut, sehingga tidak sesuai dengan persyaratan konstruksi. Oleh karena itu, penting untuk melaksanakan pengendalian yang efektif pada semua tahap proses ini guna memastikan kualitas material tetap terjaga sesuai dengan standar yang ditetapkan dalam kontrak proyek. Menurut Hadikusuma dan rekan-rekan (2005), penyimpangan dalam pengiriman material, seperti keterlambatan pengiriman, ketidaksesuaian kuantitas, dan cacat kualitas, sering terjadi dalam industri konstruksi. Namun, menariknya, pengukuran dan pencatatan dari penyimpangan-penyimpangan ini kurang diperhatikan baik oleh kontraktor maupun peneliti dalam bidang manajemen konstruksi. Salah satu penyebab utama penyimpangan ini adalah kurangnya komunikasi yang efektif, yang seringkali menjadi sumber masalah dalam proses pengiriman material dalam proyek konstruksi.

b. Jumlah Material

Penting untuk memastikan bahwa jumlah material yang diterima selama proses pelaksanaan sesuai dengan kebutuhan agar tidak menghambat jalannya pekerjaan. Salah satu alasan umum kekurangan material dalam pengadaan adalah ketidakakuratan dalam menentukan jumlah yang diperlukan. Hal ini seringkali melibatkan analisis faktor-faktor seperti faktor pemadatan, faktor kehilangan, dan faktor metode, yang semuanya harus diperhitungkan dengan cermat. Selain itu, pengendalian jumlah material yang diterima, baik yang diurus sendiri maupun yang dipesan dari pihak pemasok, merupakan langkah yang sangat penting. Hal ini dilakukan untuk menghindari situasi di mana jumlah material yang tersedia di lapangan ternyata kurang dari yang sebenarnya dibutuhkan.

c. Jadwal Kedatangan Material

Jadwal yang tidak tepat untuk kedatangan material, yang tidak sesuai dengan jadwal pelaksanaan konstruksi secara item per item pekerjaan, dapat menyebabkan keterlambatan dalam pelaksanaan. Oleh karena itu, penjadwalan kedatangan material harus disesuaikan dengan jadwal pelaksanaan pekerjaan di lapangan, serta mempertimbangkan durasi waktu pabrikasi material dan waktu pengiriman material tersebut. Dengan demikian, akan memastikan bahwa material tiba tepat pada waktunya sesuai dengan kebutuhan pekerjaan yang sedang

berlangsung. Selain dari kurangnya perencanaan yang baik dalam tahap perencanaan, pengawasan dan pengendalian terhadap kedatangan material juga memiliki dampak besar terhadap ketepatan waktu kedatangan material.

2.8.2 Aspek Sumber Daya Manusia

Manusia memegang peranan penting dalam pelaksanaan suatu proyek. Sumber daya manusia pada proyek memiliki keterbatasan yang harus dikelola dengan baik. Manajemen sumber daya manusia dalam sebuah proyek memiliki dampak signifikan terhadap kesuksesan atau kegagalan proyek tersebut.

Rencana dari rencana sumber daya manusia untuk sebuah proyek adalah sebagai berikut :

- Kategori Sumber daya manusia
- Jumlah staf
- Kapan dibutuhkan
- Sampai kapan dibutuhkan
- Keterampilan khusus
- Kebutuhan khusus
- Kebutuhan pelatihan

a. Kemampuan / Kualitas Personil Proyek

Kemampuan untuk mengelola proyek dan personil engineering serta pelaksana lapangan memiliki dampak yang sangat signifikan pada hasil akhir proyek. Oleh karena itu, pada tahap perencanaan proyek, penting untuk melakukan penempatan atau rekrutmen personil dengan sangat hati-hati agar mereka dapat menjalankan tugas mereka sesuai dengan tujuan proyek.

Dalam pengelolaan proyek, langkah awal dalam menentukan spesifikasi personil yang akan ditempatkan pada proyek adalah dengan melakukan evaluasi kesesuaian antara rencana penempatan personil dan pekerjaan yang perlu mereka lakukan (nilai pekerjaan). Hal ini melibatkan analisis yang cermat terhadap faktor-faktor seperti cakupan pekerjaan, nilai kontrak proyek, jadwal pelaksanaan, jumlah pekerjaan, serta variabel lain seperti lingkungan dan stakeholder yang bisa

memengaruhi performa proyek. Pada tahap resiko yang sering muncul sebagai berikut :

- Salah menganalisa criteria kebutuhan personil.
Analisis kriteria oleh manajer proyek dan tim proyek lainnya mengenai keterampilan yang dibutuhkan untuk proyek harus dilakukan setepat mungkin..
- Proses rekrutmen tidak benar.
Setelah selesainya perencanaan sumber daya manusia yang dilanjutkan dengan proses rekrutmen, kebutuhan personel tersebut dapat dipenuhi oleh personel internal maupun eksternal.

Dalam pelaksanaan proyek, penting untuk secara kontinu memantau dan mengevaluasi kinerja tim proyek. Selain itu, kepala proyek perlu memberikan umpan balik kepada tim dan mengambil tindakan korektif berdasarkan hasil evaluasi ini. Hal ini bertujuan untuk menyelesaikan masalah, mengatasi konflik, serta meningkatkan kinerja tim secara keseluruhan. Selain itu, proses evaluasi juga membantu dalam menentukan bagaimana pelatihan yang efektif dapat diberikan kepada tim.

b. Jumlah / Kuantitas Personil Proyek

Perencanaan jumlah tenaga kerja dalam sebuah proyek sangat penting dan harus berfokus pada beberapa aspek kunci, termasuk produktivitas tenaga kerja, penjadwalan, struktur tim, dan persyaratan ekonomi serta tenaga kerja. Walaupun kemampuan dan kualitas personil proyek sangat penting, jumlah atau kuantitas personil juga memiliki peran yang signifikan dalam kelancaran pelaksanaan proyek dan kualitas akhir proyek.

Jumlah personil dalam proyek seringkali tidak tetap sepanjang durasi pelaksanaan proyek. Biasanya, pada awal dan akhir proyek, jumlah personil lebih sedikit dibandingkan dengan periode tengah proyek, ketika jumlah personil mencapai puncaknya. Perubahan jumlah personil ini disesuaikan dengan tingkat beban kerja proyek yang kemudian memengaruhi jumlah personil yang dibutuhkan.

c. Penempatan dan Pembagian Tugas

Setelah melalui tahap perencanaan dan perekrutan, personil yang telah dipilih akan ditempatkan pada posisi-posisi yang sesuai dalam struktur organisasi proyek. Ini dilakukan sesuai dengan rencana tugas dan tanggung jawab yang telah ditetapkan sebelumnya. Untuk menghindari kebingungan dan tumpang tindih dalam pelaksanaan tugas, setiap personil akan memiliki uraian tugas (job description) yang merinci tanggung jawab, tugas, dan kewenangan mereka dalam menjalankan pekerjaan mereka. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap anggota tim memiliki pemahaman yang jelas tentang peran mereka dalam proyek dan agar pelaksanaan pekerjaan berjalan dengan efisien serta sesuai dengan rencana.

d. Distribusi Tenaga Kerja

Distribusi tenaga kerja harus didasarkan pada kebutuhan yang sebenarnya di lapangan. Meskipun volume dan jenis pekerjaan serupa, tidak dapat diasumsikan bahwa jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan akan selalu sama. Ada banyak variabel yang memengaruhi kebutuhan jumlah tenaga kerja, seperti kondisi lapangan, kapasitas produksi, dan faktor-faktor lainnya. Artinya, dalam mengalokasikan tenaga kerja, perlu mempertimbangkan variabel-variabel ini yang dapat berubah seiring berjalannya proyek. Misalnya, jika kondisi lapangan sulit atau berubah, mungkin diperlukan lebih banyak tenaga kerja untuk mengatasi tantangan tersebut. Begitu juga dengan kapasitas produksi, jika ada fluktuasi dalam permintaan atau perubahan dalam rencana produksi, maka jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dapat bervariasi. Oleh karena itu, manajemen tenaga kerja harus bersifat fleksibel dan mampu menyesuaikan alokasi tenaga kerja sesuai dengan perubahan kondisi dan kebutuhan proyek yang sebenarnya. Hal ini merupakan kunci untuk menjaga efisiensi, produktivitas, dan kelancaran pelaksanaan proyek. Monitoring dan evaluasi tenaga kerja harus dilakukan secara berkelanjutan untuk memastikan bahwa jumlah tenaga kerja tersebar dengan merata di semua lokasi pekerjaan sesuai dengan kebutuhan yang ada.

2.8.3 Aspek Metode Pelaksanaan dan Peralatan Konstruksi

Sasaran utama dalam pelaksanaan proyek adalah memastikan bahwa proyek berjalan sesuai dengan anggaran biaya, standar mutu yang ditetapkan, dan jadwal waktu yang telah direncanakan. Untuk mencapai tujuan ini, perlu dilakukan perencanaan yang sangat matang terkait metode pelaksanaan dan penggunaan peralatan.

a. Pemilihan Metode Pelaksanaan

Pemilihan teknologi dan metode yang sesuai memiliki peranan yang sangat penting dalam menentukan keberhasilan pelaksanaan proyek konstruksi. Dalam memilih di antara berbagai metode dan teknologi alternatif yang tersedia, langkah penting adalah merancang sejumlah rencana konstruksi berdasarkan metode-metode alternatif atau asumsi-asumsi yang relevan.

Pemilihan metode pelaksanaan merupakan tahap kunci dalam perencanaan proyek, dan kesalahan dalam pemilihan metode ini dapat memiliki dampak langsung pada mutu pekerjaan. Keputusan mengenai metode pelaksanaan biasanya dibuat selama tahap perencanaan proyek, dengan mempertimbangkan sejumlah aspek yang beragam. Aspek-aspek tersebut meliputi kondisi lapangan, ketersediaan sumber daya, dan disesuaikan dengan tujuan pencapaian mutu, waktu, dan anggaran proyek.

Setiap proyek konstruksi memang memiliki karakteristik uniknya sendiri. Meskipun pekerjaan serupa mungkin telah dilakukan sebelumnya, tidak ada dua proyek yang akan memiliki kondisi kerja yang persis sama. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor, seperti skala, lokasi, lingkungan, dan persyaratan khusus dari proyek tersebut.

b. Pemilihan Peralatan

Penentuan dan penilaian peralatan konstruksi yang akan digunakan dalam proyek memiliki signifikansi penting dalam memastikan pencapaian sasaran proyek. Meskipun dokumen kontrak mungkin telah mencantumkan peralatan yang akan digunakan, ini bukanlah suatu ketetapan mutlak, dan oleh karena itu, perlu adanya evaluasi untuk memverifikasi bahwa peralatan tersebut sesuai dengan

kondisi lapangan, jenis material yang digunakan, dan standar mutu yang diinginkan dalam proyek tersebut. Tidak semua jenis peralatan yang digunakan dalam pekerjaan yang serupa akan selalu cocok dalam setiap situasi. Penggunaan peralatan yang tepat sangat bergantung pada berbagai faktor, termasuk variasi kondisi lapangan, jenis material yang digunakan, dan target pencapaian mutu yang menjadi karakteristik unik dari setiap proyek.

2.8.4 Aspek Lingkungan

Proyek pembangunan tangki memiliki karakteristik yang unik jika dibandingkan dengan proyek lainnya. Salah satunya adalah kondisi lapangan yang sering kali terbuka dan memiliki kontur yang tidak rata. Selain itu, faktor geologi dari lokasi pekerjaan juga menjadi potensi risiko yang harus diperhatikan selama pelaksanaan proyek. Kondisi lapangan yang terbuka dan kontur yang tidak rata dapat memengaruhi perencanaan dan pelaksanaan proyek secara signifikan. Hal ini dapat mempengaruhi desain struktur tangki, metode konstruksi yang akan digunakan, serta pemilihan peralatan dan sumber daya lainnya. Oleh karena itu, proyek tangki seringkali memerlukan pendekatan yang khusus dan hati-hati dalam mengatasi tantangan lingkungan ini. Menurut John S. Oakland, Morris, TQM (1997), aspek yang mempengaruhi sebuah kualitas adalah : manusia, metode kerja, mesin/peralatan, material, serta lingkungan.

Setiap proyek konstruksi adalah unik karena selalu dipengaruhi oleh faktor-faktor geografis di lokasi proyek, baik yang bersifat teknis maupun non-teknis. Faktor-faktor teknis mencakup masalah seperti pemilihan struktur pondasi berdasarkan kondisi dan karakteristik tanah setempat. Sementara faktor-faktor non-teknis melibatkan berbagai aspek seperti peraturan, izin proyek, kondisi lingkungan, dan iklim.

2.8.5 Aspek Manajerial

Manajemen Proyek, atau Project Management, adalah penerapan pengetahuan, keterampilan, alat, dan teknik dalam aktivitas proyek dengan tujuan memenuhi persyaratan dan kebutuhan para pihak terkait (stakeholder) dari suatu proyek. Memenuhi harapan stakeholder selalu melibatkan tuntutan yang mencakup:

- waktu, biaya, mutu dan lingkup
- Stakeholder dengan kebutuhan yang berbeda juga
- Identifikasi kebutuhan/persyaratan

2.8.6 Aspek Desain dan Dokumentasi

Tidak semua dokumen kontrak yang diterima oleh kontraktor selalu lengkap, dan hal ini dapat memengaruhi kinerja pelaksanaan proyek. Dokumen kontrak biasanya mencakup spesifikasi, gambar konstruksi, jadwal pelaksanaan, dan elemen-elemen lain yang relevan. Selama tahap pelaksanaan, desain ini diinterpretasikan dan diterjemahkan ke dalam bentuk gambar kerja pelaksanaan, rencana mutu, dan dokumen lainnya. Dokumen-dokumen ini dikelola dan diawasi di lapangan agar semua pihak yang terlibat memiliki pemahaman yang jelas tentang tugas dan tanggung jawab mereka dalam pelaksanaan proyek.

2.9 *Work Breakdown Structure (WBS) dan Resiko Pada Pelaksanaanya*

Work breakdown structure adalah sekelompok elemen proyek yang berorientasi pada "deliverable" yang mencakup seluruh aktivitas proyek. Dalam penelitian ini WBS akan mencakup item pekerjaan utama dan spesifik dalam pelaksanaan proyek pembangunan tangki. Dari struktur rincian kerja tersebut akan tercapai sasaran mutu pada setiap detail kegiatan. Masing-masing kegiatan tersebut akan mengidentifikasi risiko dan sumbernya dari aspek-aspek yang terkandung dalam setiap kegiatan. Untuk lebih jelasnya lihat tabel dibawah ini:

2.10 Kinerja Mutu Pelaksanaan Proyek

Konsep Kualitas

Kualitas merupakan faktor kunci yang memiliki peran besar dalam membedakan antara kesuksesan dan kegagalan suatu entitas, sebagaimana diungkapkan oleh Crosby pada tahun 1979. Kualitas juga memiliki dampak yang signifikan dalam menjaga pelanggan yang telah ada dan mewujudkan kelangsungan operasional organisasi. Beberapa penulis mendefinisikan kualitas sebagai kemampuan produk atau layanan untuk memenuhi harapan dan keinginan manusia. Penting untuk dicatat bahwa keinginan manusia itu sendiri adalah sesuatu yang kompleks dan seringkali tidak dapat dipenuhi dengan cara yang sama oleh semua orang. Penilaian tentang kualitas produk atau layanan sering kali bersifat subjektif dan dipengaruhi oleh sejauh mana berbagai aspek kinerja dapat memuaskan beragam keinginan. Selain itu, penilaian kualitas juga dipengaruhi oleh sejauh mana individu menganggap suatu aspek sebagai penting dalam konteks tertentu.

Faktor Resiko Yang Berpengaruh Pada Kinerja Mutu Proyek

Meskipun penting untuk menilai keberhasilan pada setiap tahap pelaksanaan proyek (seperti yang dinyatakan oleh Ahadzie dkk., 2006), seringkali fokus penilaian keberhasilan proyek cenderung terpusat pada fase konstruksi, sebagaimana tergambar dalam gambar di atas. Hal ini karena, menurut Lim dan Mohamed (1999), fase konstruksi seringkali menjadi tahap dimana semua tujuan proyek, seperti waktu, biaya, kualitas, keselamatan, dan sebagainya, diuji dan diukur. Namun, dalam beberapa kasus, terutama dalam pendekatan tradisional, hal ini tidak selalu terjadi. Dalam konteks yang lebih baru, pendekatan penilaian keberhasilan proyek telah berkembang untuk mencakup evaluasi tahap prakonstruksi dan operasional. Ini mencerminkan pemahaman yang lebih luas tentang bahwa keberhasilan suatu proyek tidak hanya tergantung pada bagaimana konstruksi berjalan, tetapi juga pada bagaimana perencanaan awalnya dilakukan dan bagaimana proyek tersebut beroperasi setelah selesai dibangun.

Masalah yang mempengaruhi kinerja proyek mempunyai tiga sasaran kinerja utama: waktu, biaya, dan kualitas. Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas proyek meliputi:

- Jadwal proyek yang ketat
- Program perencanaan yang tidak lengkap
- Perencanaan program konstruksi yang tidak tepat
- Perkiraan biaya tidak lengkap atau tidak akurat
- Keterampilan manajemen subkontraktor yang lemah
- Ekspektasi kinerja atau kualitas yang tinggi
- Perbedaan metode konstruksi
- Kurangnya jumlah pekerja terampil
- Variasi desain
- Kurangnya koordinasi antar peserta proyek

Resiko operasional pada saat pelaksanaan proyek konstruksi merupakan hal yang dominan. Adapun faktor resiko yang mempengaruhi pelaksanaan konstruksi adalah sebagai berikut:

- Resiko Alam; cuaca, banjir, badai, dan lain-lain
- Inovasi desain; seperti perubahan metode kerja, menggunakan teknik baru, kekurangan desain dan sebagainya.
- Jadwal bekerja seperti yang direncanakan, jadwal konstruksi, dan lain-lain.
- Bahan
- Geologi, Situasi Tanah, Metode Pelaksanaan, dan lain-lain.

Oleh Curtis & Napier (1992) dan Perry & Hayes (1985) resiko dalam pelaksanaan konstruksi adalah antara lain :

- Pengaruh kesalahan desain.
- Pengaruh kesalahan dalam pengukuran dan penyelidikan tanah.

- Pengaruh perubahan desain dan lingkup pekerjaan berdampak negative.
- Pengaruh gangguan alam (misalnya angin kencang, hujan, banjir, tanah longsor dan lain-lain).
- Pengaruh keterlambatan pembayaran ke subkontraktor/supplier
- Pengaruh kenaikan nilai tukar dan inflasi.
- Pengaruh kesalahan memilih metode pelaksanaan dikaitkan dengan pelaksanaan desain yang ada.
- Pengaruh gejolak sosial (huru hara, demonstrasi, pemogokan kerja).
- Pengaruh keterlambatan penyerahan lahan.
- Pengaruh keterlambatan pekerjaan subkontraktor dan pengiriman dari supplier.
- Pengaruh kesiapan tenaga kerja untuk pelaksanaan metode baru.
- Pengaruh kecelakaan tenaga kerja.
- Pengaruh tenaga inti proyek yang kurang menguasai spesifikasi dan administrasi kontrak.
- Pengaruh project scheduling yang kurang berjalan baik.
- Pengaruh supervisi yang berjalan kurang baik.

2.11 PMBOK

2.11.1 Definisi PMBOK

PMBOK merupakan standar yang dikembangkan oleh Project Management Institute (PMI) dengan tujuan dokumen ini menjadi acuan utama dalam pelaksanaan proyek. Kami berharap dengan adanya benchmark atau yang kami sebut dengan best practice dapat memberikan hasil proyek yang berkualitas dengan kompleksitas yang dapat dipahami.

2.11.2 Project Management menurut PMBOK

Menurut PMBOK, manajemen proyek dipahami sebagai penerapan atau penerapan pengetahuan, keahlian, peralatan dan teknik pada seluruh kegiatan

proyek guna memenuhi kebutuhan proyek. Wysocki (2007) menggambarkan manajemen proyek sebagai suatu metode atau serangkaian teknik berdasarkan prinsip-prinsip manajemen yang digunakan untuk menjalankan fungsi perencanaan, estimasi dan pengendalian seluruh kegiatan untuk mencapai hasil yang diinginkan pada waktu yang tepat. .

PMBOK juga menjelaskan proses manajemen proyek mempunyai unsur-unsur yang berbeda dan saling terkait dimana unsur-unsur yang berbeda tersebut telah dibangun dengan baik.

2.11.3 PMBOK – Project Management Knowledge Area

PMBOK Project Management Knowledge Area adalah komponen-komponen atau pembagian lingkup bahasan atau bidang pengetahuan yang di dalam management proyek, yang terdiri atas sepuluh (10) area (Pastiarsa, 2015) yaitu:

1. Manajemen Integrasi Proyek (Project Integratiom Management)
2. Manajemen Skop Proyek (Project Scope Management)
3. Manajemen Waktu Proyek (Project Time Management)
4. Manajemen Biaya Proyek (Project Cost Management)
5. Manajemen Kualitas Proyek (Project Quality Management)
6. Manajemen SDM Proyek (Project Human Resources Management)
7. Manajemen Komunikasi Proyek (Project Comunication Management)
8. Manajemen Risiko Proyek (Project Risk Management)
9. Manajemen Pengadaan Proyek (Project Procurement Management)
10. Manajemen Pemangku Kepentingan Proyek (Project Stakeholder Management)

2.12 Tangki

2.12.1 Definisi Tangki

Tangki timbun, atau Storage Tank, adalah wadah yang digunakan untuk menyimpan produk minyak sebelum produk tersebut didistribusikan kepada konsumen. Tangki timbun ini biasanya memiliki ukuran yang sangat besar dan

digunakan untuk menyimpan produk dengan tekanan rendah. Di dalam suatu kilang minyak atau pabrik pengolahan, tangki timbun memiliki beragam desain yang disesuaikan dengan fungsinya atau jenis cairan yang akan disimpan di dalamnya. Tujuan utama dari penyimpanan bahan, baik sebagai bahan baku, bahan perantara, atau produk jadi, adalah untuk menjaga kelancaran produksi. Dengan adanya tangki timbun, pabrik dapat terus memproduksi atau menjual produknya kepada konsumen walaupun terjadi hambatan atau masalah seperti gangguan pasokan bahan baku atau kerusakan peralatan pabrik. Dengan kata lain, tangki timbun berperan penting dalam memastikan kontinuitas operasional pabrik dan distribusi produk dalam jangka waktu tertentu. Penyimpanan alat biasanya dijumpai pada tiga proses, yaitu:

1. Proses untuk menyimpan bahan baku.
2. Proses untuk menyimpan bahan setengah jadi
3. Proses untuk menyimpan bahan jadi (produk)

2.12.2 Jenis-jenis Tangki

A. Berdasarkan Letaknya

1). Aboveground Tank

Tangki penimbun yang terletak di atas permukaan tanah adalah wadah yang digunakan untuk menyimpan minyak (fuel oil) dan cairan yang mengandung bahan kimia. Tangki penimbun ini dapat memiliki posisi horizontal atau vertikal (dikenal sebagai vertical tank). Terdapat dua jenis berdasarkan cara penempatannya di atas tanah, yaitu tangki di permukaan tanah dan tangki menara. Perbedaan utama antara jenis tangki menara dan tangki di permukaan tanah terletak pada bentuk bagian bawahnya. Menurut peraturan, tangki menara memiliki bentuk dasar yang berupa revolusi dari bentuk cangkang yang tidak sempurna atau kombinasi dari bentuk cangkang tersebut. Hal ini berbeda dengan tangki di permukaan tanah yang memiliki bagian dasar yang datar. Desain tangki menara dengan bagian dasar yang datar tidak disarankan, karena bentuk dasar yang datar tersebut akan memerlukan balok penopang yang besar untuk mengatasi masalah tekukan pada tangki. Sehingga, tangki menara umumnya memiliki bentuk dasar yang berbeda untuk mengatasi masalah ini.



Gambar 8. Tangki dipermukaan tanah

2). Underground Tank

Tangki penyimpanan terletak di bawah tanah. Tangki ini sering digunakan untuk menyimpan bahan bakar minyak (BBM) di stasiun pompa bahan bakar umum atau disebut juga booster pumping station..



Gambar 9. Tangki di bawah tanah

B. Berdasarkan bentuk atapnya

1). Fixed Roof Tank

Tangki penimbun jenis ini dapat digunakan untuk menyimpan berbagai jenis produk, termasuk crude oil, benzene, fuel, dan sebagainya. Tangki ini juga cocok untuk menyimpan produk atau bahan baku yang memiliki sifat korosif, mudah terbakar, dan ekonomis jika digunakan dalam volume besar hingga sekitar

2000 meter kubik. Ukuran tangki ini dapat mencapai diameter sekitar 91,4 meter (300 kaki) dan tinggi sekitar 19,5 meter (64 kaki).

Dibagi menjadi dua jenis bentuk atap yaitu :

a. Cone Roof

Tangki penyimpanan jenis ini biasanya digunakan untuk menyimpan cairan dengan volatilitas rendah. Kelemahannya terdapat kesenjangan antara ketinggian cairan dan atap. Tangki jenis ini biasanya digunakan untuk menyimpan minyak tanah, air dan energi matahari.



Gambar 10. Cone Roof Tank

b. Dome Roof

Atapnya berbentuk seperti permukaan bulat dan terletak hanya di sekeliling kubah yang biasa digunakan untuk menyimpan cairan kimia yang mudah menguap pada tekanan rendah. Penutup tangki jenis ini mempunyai bentuk yang cembung. Ekonomis bila digunakan dengan volume $> 2000 \text{ m}^3$ bahkan cukup irit hingga volume 7000 m^3 . Bentuk tangki tipe dome dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 11. Tangki Fixed Dome Roof

C. Berdasarkan bentuk tangki

1). Tangki Lingkaran (Circular Tank)

Tangki yang biasa digunakan sebagai wadah penyimpanan adalah tangki berbentuk silinder. Tangki ini mempunyai nilai ekonomis dari segi perencanaan. Apalagi menurut perhitungan teknis, momen yang terjadi tidaklah penting.



Gambar 12. Tangki Lingkaran

2). Tangki Persegi / Persegi Panjang (Rectangular Tank)

Bentuk silinder sering menjadi pilihan struktural yang ideal untuk konstruksi tangki, namun ada situasi tertentu di mana tangki berbentuk persegi panjang lebih disukai, terutama karena kemudahan dalam proses konstruksi. Desain tangki persegi panjang memiliki kesamaan konsep dengan desain tangki berbentuk

lingkaran. Namun, perbedaan utamanya terletak pada momen, gaya geser, dan tekanan yang terjadi pada dinding tangki. Sebagai contoh, Sludge Oil Reclaimed Tank pada Pabrik Minyak Kelapa Sawit adalah salah satu kasus di mana desain tangki persegi panjang mungkin lebih cocok. Desain ini memungkinkan tangki untuk menampung bahan dengan efisien, sementara gaya-gaya yang bekerja pada dinding tangki disesuaikan dengan bentuk dan konstruksinya. Keputusan untuk menggunakan bentuk tangki yang tepat sangat bergantung pada kebutuhan khusus proyek dan pertimbangan teknis.



Gambar 13. Tangki Persegi

D. Berdasarkan Ada Tidaknya Tutup

1) Open Tank

Tangki terbuka sering digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk sebagai surge tank antara operasi, vats untuk proses batch di mana material dicampur, setting tank, decanter, reactor, reservoir, dan sebagainya. Tangki jenis ini umumnya lebih ekonomis dibandingkan dengan tangki tertutup dengan konstruksi dan kapasitas yang sama. Keputusan untuk menggunakan tangki terbuka tidak hanya tergantung pada jenis fluida yang ditangani, tetapi juga bergantung pada proses operasionalnya.

Untuk larutan yang tidak terlalu encer dan memerlukan penyimpanan dalam jumlah besar, kolam sering digunakan sebagai alternatif. Penting untuk dicatat bahwa meskipun kolam berfungsi sebagai tempat penyimpanan, tidak selalu dapat disebut sebagai tangki karena konstruksi dan tujuannya yang berbeda. Untuk itu, tempat penyimpanan sederhana dapat dibuat dengan menggunakan bahan yang ekonomis, seperti lempung, tergantung pada kebutuhan dan sifat bahan yang akan disimpan.

Tidak semua tipe lempung dapat digunakan untuk kolam penyimpanan; clay misalnya



Gambar 14. *Open Tank*

2) Closed Tank

Fluida yang mudah terbakar, bersifat toksik, dan gas memiliki risiko yang lebih tinggi sehingga umumnya disimpan dalam tangki tertutup. Penggunaan tangki tertutup lebih disarankan untuk menyimpan bahan kimia berbahaya seperti asam dan kaustik, karena ini dapat mengurangi risiko yang dapat timbul jika bahan-bahan tersebut tumpah atau terpapar. Di industri perminyakan dan petrokimia, di mana minyak yang mudah terbakar dan produk serupa dihasilkan, penggunaan tangki tertutup adalah praktek umum. Untuk memastikan keselamatan dan efisiensi penyimpanan produk minyak mentah dan produk industri perminyakan lainnya, American Petroleum Institute (API) telah berperan penting dalam menetapkan standar perancangan. Tangki yang digunakan untuk menyimpan minyak mentah dan produk industri perminyakan umumnya harus mematuhi spesifikasi yang

terdokumentasikan dalam standar API 12 C, yang merupakan standar API untuk tangki penyimpanan minyak mentah. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan tangki yang aman, sesuai dengan persyaratan keamanan, dan ekonomis dalam konteks industri minyak dan gas.



Gambar 15. *Closed Tank*

2.13 HAZARD AND OPERABILITY STUDY (HAZOP)

Hazard and Operability Study (HAZOP) adalah sebuah metode yang digunakan untuk melakukan analisis bahaya dalam sebuah sistem. Metode ini menggunakan pendekatan kualitatif untuk mengidentifikasi potensi bahaya dengan memanfaatkan kata-kata panduan (guide words). HAZOP bertujuan untuk mendeteksi dan memahami penyimpangan-penyimpangan dari desain awal suatu sistem, serta untuk menentukan penyebab dan konsekuensi dari penyimpangan tersebut.

- Skematik ini dihasilkan dengan menggunakan kata-kata panduan yang relevan. Selanjutnya, skematik tersebut akan disesuaikan dengan nilai tingkat keparahan (severity) untuk menggambarkan peringkat tingkat keparahan itu sendiri. Untuk melakukan penilaian kriteria severity, likelihood, dan consequence, sangat penting untuk mengikuti standar yang telah ditetapkan dalam mengukur dan menilai kriteria-kriteria tersebut.

Berikut adalah tabel standar untuk penilaian kriteria dalam analisis HAZOP, sesuai dengan apa yang disajikan dalam Standar AS/NZS 4360-2004.

➤ Ukuran Consequences pada Standar AS/NZS 4360-2004

SKALA	DESKRIPSI	KETERANGAN
5	Severe (Sangat besar)	Selalu terjadi ($> 1x/tahun$)
4	Major (Besar)	Sering terjadi ($< 1x/tahun$)
3	Moderate (Sedang)	Mungkin sering terjadi ($> 1x/ 3$ Tahun)
2	Minor (Kecil)	Jarang terjadi ($1x/ 3 - 5$ tahun)
1	Negligible (Sangat Kecil)	Jarang sekali terjadi ($< 1x/ 5$ tahun)

➤ Ukuran Kualitatif Likelihood pada Standar AS/NZS 4360-2004

SKALA	DESKRIPSI	KETERANGAN
5	Almost certain (Sangat Sering)	Hampir pasti terjadi disemua situasi
2	Likely (Sering)	Kemungkinan terjadi disemua situasi
3	Possible (Kadang-kadang)	Terjadi pada beberapa situasi
4	Unlikely (Jarang)	Mungkin terjadi pada beberapa situasi
1	Rare (Sangat Jarang)	Hampir tidak pernah terjadi

➤ Risk Analysis Matrix

SKALA		CONSEQUENCES (KEPARAHAN)				
		1	2	3	4	5
LIKELIHOOD (KEMUNGKINAN)	5	5	10	15	20	25
	4	4	8	12	16	20
	3	3	6	9	12	15
	2	2	4	6	8	10
	1	1	2	3	4	5

Keterangan:

1.  : Ekstrim
2.  : Resiko Tinggi
3.  : Resiko Sedang
4.  : Resiko Rendah

Untuk melakukan identifikasi potensi bahaya menggunakan metode HAZOP worksheet dan Risk assessment dapat menggunakan langkah sebagai berikut:

1. Mengetahui urutan proses pekerjaan
2. Mengidentifikasi potensi bahaya yang ditemukan di tempat penelitian
3. Untuk melengkapi kriteria HAZOP worksheet maka urutannya yaitu:
 - a. Mengklasifikasikan potensi bahaya yang ditemukan
 - b. Memaparkan penyimpangan yang terjadi selama proses
 - c. Memaparkan sumber penyebab terjadinya penyimpangan
 - d. Mendeksripsikan penyebab dari penyimpangan tersebut (Consequences).
 - e. Menentukan action atau Tindakan sementara yang dapat dilakukan.
 - f. Menilai resiko (risk assesment) yang timbul dengan mendefinisikan kriteria Likelihood.