

BAB 5

ASPEK KESELAMATAN, KESEHATAN KERJA, DAN LINGKUNGAN

5.1 Deskripsi Singkat

Dalam perancangan suatu pabrik, aspek Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan (K3L) merupakan tanggung jawab bersama seluruh pihak yang terlibat, dengan tujuan menciptakan area kerja yang aman, nyaman, dan sehat, baik bagi pekerja, masyarakat sekitar, maupun lingkungan hidup. Berdasarkan Undang-Undang Pokok Kesehatan Republik Indonesia No. 9 Tahun 1960 Bab I Pasal II, kesehatan kerja bertujuan untuk mencapai tingkat kesehatan optimal bagi para pekerja, mencakup kesehatan fisik, mental, dan sosial, melalui langkah-langkah pencegahan serta pengobatan terhadap penyakit atau gangguan yang timbul akibat aktivitas kerja dan kondisi lingkungan, maupun penyakit secara umum.

Dengan demikian, untuk menciptakan sistem K3 yang efektif tidak cukup hanya dengan pengaturan teknis dan lingkungan kerja yang aman, tetapi juga perlu dibarengi dengan pembinaan perilaku melalui pelatihan dan edukasi. Peningkatan kesadaran pekerja dan seluruh pihak terkait terhadap pentingnya keselamatan dan kesehatan kerja menjadi kunci utama dalam mencegah kecelakaan serta melindungi lingkungan sekitar. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip-prinsip manajemen risiko modern dan didukung oleh berbagai peraturan nasional maupun standar internasional seperti ISO 45001.

Beberapa pendapat mengemukakan bahwa penyebab utama kecelakaan kerja umumnya berasal dari empat faktor utama (Husni, 2003), yaitu:

- **Faktor manusia**, meliputi aspek pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja;
- **Faktor sumber bahaya**, yang terdiri dari:
- **Tindakan berbahaya**, seperti kesalahan metode kerja, kelelahan, atau postur kerja yang tidak ergonomis;
- **Kondisi berbahaya**, seperti peralatan tidak aman, lingkungan kerja yang berisiko, atau proses kerja yang berbahaya;
- **Faktor kondisi teknis**, seperti kurangnya perawatan pada mesin atau peralatan sehingga tidak dapat berfungsi secara optimal;
- **Faktor material**, yang mencakup bahan-bahan yang dapat membahayakan keselamatan dan kesehatan pekerja.

Dengan asumsi bahwa aspek manusia telah ditangani dengan baik, maka pada perancangan proses produksi formaldehid dari methanol, analisis K3 dapat difokuskan pada faktor sumber bahaya, termasuk bahan baku, limbah, dan peralatan yang digunakan. Faktor teknis terkait kondisi dan kinerja peralatan, serta faktor material dalam hal pemilihan bahan untuk konstruksi alat, penataan alat, dan layout pabrik juga menjadi pertimbangan penting. Di bawah ini disajikan tabel yang mengkaji aspek keselamatan, kesehatan kerja, dan lingkungan pada proses ini.

5.2 Pertimbangan Aspek Keselamatan Pabrik

A	Identifikasi hazard bahan kimia yang digunakan pada proses berdasarkan MSDS							
	Hazard							Pengelolaan
	Explosive	Flammable	Toxic	Corrosive	Irritant	Oxidizing	Radioactive	
Bahan Baku								
1.Methanol		V	V					Hindari dari sumber api
Bahan Penunjang								
1.Catalyst Iron:Molybdenum					V			N/A
2. N/A								
Produk								
1.Formaldehyde		V	V	V				
2.N/A								
Hasil Samping								
1. N/A								

Safety data sheet Safety data sheet

acc. to Safe Work Australia - Code of Practice



Methanol ROTIDRY® ≥99,9 % (≤50 ppm H₂O)

article number: **AE01**

Section	Hazard class	Cat-egory	Hazard class and category	Hazard statement
2.6	Flammable liquid	2	Flam. Liq. 2	H225
3.1O	Acute toxicity (oral)	3	Acute Tox. 3	H301
3.1D	Acute toxicity (dermal)	3	Acute Tox. 3	H311
3.1I	Acute toxicity (inhal.)	3	Acute Tox. 3	H331
3.8	Specific target organ toxicity - single exposure	1	STOT SE 1	H370

For full text of abbreviations: see SECTION 16

The most important adverse physicochemical, human health and environmental effects

Immediate effects can be expected after short-term exposure. The product is combustible and can be ignited by potential ignition sources.

2.2 Label elements

Labelling

Signal word

Danger

Pictograms

GH502, GH506,
GH508



Hazard statements

H225 Highly flammable liquid and vapour
H301+H311+H331 Toxic if swallowed, in contact with skin or if inhaled
H370 Causes damage to organs (eye)

Precautionary statements

Precautionary statements - prevention

P210 Keep away from heat, hot surfaces, sparks, open flames and other ignition sources. No smoking
P260 Do not breathe dust/fume/gas/mist/vapours/spray
P280 Wear protective gloves/protective clothing

Precautionary statements - response

P301+P310 IF SWALLOWED: Immediately call a POISON CENTRE/doctor
P302+P352 IF ON SKIN: Wash with plenty of soap and water
P308+P311 IF exposed or concerned: Call a POISON CENTRE/doctor
P370+P378 In case of fire: Use sand, carbon dioxide or powder extinguisher to extinguish

Precautionary statements - storage

P403+P233 Store in a well-ventilated place. Keep container tightly closed
P403+P235 Store in a well-ventilated place. Keep cool

SAFETY DATA SHEET
FORMALDEHYDE

SECTION 1: IDENTIFICATION OF THE SUBSTANCE/MIXTURE AND OF THE COMPANY/UNDERTAKING

1.1. Product identifier

Product name FORMALDEHYDE
CAS-No. 50-00-0
EU Index No. 605-001-00-5
EC No. 200-001-8

1.2. Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against

1.3. Details of the supplier of the safety data sheet

Supplier Dodge Company Ltd,
Units 11/15 Ardglan Industrial Estate,
Whitchurch, Hampshire,
RG28 7BB, United Kingdom
44 (0)1256-893883
44 (0)1256-893868
enquiries@dodge-uk.com

1.4. Emergency telephone number

SECTION 2: HAZARDS IDENTIFICATION

2.1. Classification of the substance or mixture

Classification (EC 1272/2008)

Physical and Chemical Hazards Not classified.
Human health Acute Tox. 3 - H301; Acute Tox. 3 - H311; Acute Tox. 2 - H330; Skin Corr. 1B - H314; Carc. 2 - H351; STOT SE 3 - H335
Environment Not classified.

Classification (67/548/EEC) T; R23/24/25. Carc. Cat. 3; R40. C; R34. Xi; R37.

The Full Text for all R-Phrases and Hazard Statements are Displayed in Section 16.

2.2. Label elements

EC No. 200-001-8

Label In Accordance With (EC) No. 1272/2008



Signal Word Danger

Hazard Statements

H301 Toxic if swallowed.
H311 Toxic in contact with skin.
H314 Causes severe skin burns and eye damage.
H330 Fatal if inhaled.
H335 May cause respiratory irritation.
H351 Suspected of causing cancer.

Precautionary Statements

P271 Use only outdoors or in a well-ventilated area.
P280 Wear protective gloves/protective clothing/eye protection/face protection.
P281 Use personal protective equipment as required.
P301+310 IF SWALLOWED: Immediately call a POISON CENTER or doctor/physician.

B	Identifikasi hazard peralatan proses								
	Peralatan	Hazard						Keterangan	Pengelolaan
Tekanan		Temperatur	Putaran	Elevasi	Komposisi	Kuantitas bahan			
1.	Vaporizer (V-01)		V				V	T=65°C Fluida Pemanas : 13958,12 kg/jam	1. Dilengkapi dengan sistem kontrol yang baik 2. Diberi isolator pada dinding agar area sekitar tidak terdampak panas yang dihasilkan
2.	Heater (H-01)		V				V	T : 340°C Fluida Pemanas : 13958,12 kg/jam	1. Dilengkapi dengan sistem kontrol yang baik 2. Diberi isolator pada dinding agar area sekitar tidak terdampak panas yang dihasilkan
3.	Reaktor (R-01)		V		V		V	T : 350°C Jumlah Bahan : 13958,12 kg/jam Tinggi Reaktor : 6,91 m	1. Reaktor dilengkapi dengan sistem pengendalian proses yang selalu terkontrol 2. Dinding reaktor dilengkapi dengan isolator untuk menjaga agar lingkungan di sekitar reaktor tidak terpapar panas tinggi dari reaktor. 3. Pengecekan kelayakan alat setiap sebelum digunakan 4. Tambahan akses tangga yang aman 5. Memberikan alat perlindungan diri dengan lengkap (full body hardness) untuk ketinggian dan panas.
4.	Heater Exchanger (HE-01)		V				V	T : 340°C Fluida Pemanas : 13958,12 kg/jam	1. Dilengkapi dengan sistem kontrol yang baik 6. Diberi isolator pada dinding agar area sekitar tidak terdampak panas yang dihasilkan

B	Identifikasi hazard peralatan proses							
Peralatan	Hazard						Keterangan	Pengelolaan
	Tekanan	Temperatur	Putaran Pengaduk	Elevasi	Komposisi	Kuantitas bahan		
5. Wet Scrubber (WCS-01)				V		V	Jumlah Bahan : 15158.86 kg/jam Tinggi Alat : 6.51 m	1. Dilengkapi dengan sistem kontrol yang baik 2. Tambahan akses tangga yang aman 3. Memberikan alat perlindungan diri dengan lengkap (full body hardness) untuk ketinggian dan panas.
6. Cooler (C-01)		V				v	Jumlah Bahan : 13958.12 kg/jam	1. Dilengkapi dengan sistem kontrol yang baik 2. Diberi isolator pada dinding agar area sekitar tidak terdampak panas yang dihasilkan
7. Tangki Bahan Baku Methanol (T-01)				V			Tinggi Tangki : 6.11 m	1. Tambahan akses tangga yang aman 2. Memberikan alat perlindungan diri dengan lengkap (full body hardness) untuk ketinggian dan panas.
8. Tangki Produk (T-02)				V			Tinggi Tangki : 7.62 m	1. Tambahan akses tangga yang aman 2. Memberikan alat perlindungan diri dengan lengkap (full body hardness) untuk ketinggian dan panas
9. Tangki Waste Gas (T-03)	V			V			Tinggi Tangki : 4.89 m P: 6 atm	1. Tambahan akses tangga yang aman 2. Memberikan alat perlindungan diri dengan lengkap (full body hardness) untuk ketinggian dan panas 3. Pengecekan kelayakan alat setiap sebelum digunakan

C	Identifikasi hazard tata letak pabrik dan lokasi proses						
	Peralatan	Hazard				Keterangan	Pengelolaan
		Ledakan	Kebakaran	Pelepasan bahan berbahaya	Operability & maintainability		
Tata letak pabrik							
1.	Letak tangki penyimpanan dari area proses	V	V	V			1. Terdapat data monitoring terkait letak penyimpanan berupa suhu, kelembapan & kebersihan. 2. Menyediakan APAR atau bahan lainnya yang diperlukan jika bahaya terjadi
2.	Heat Exchanger				V		1. Terdapat data monitoring terkait letak heat exchanger berupa suhu, kelembapan & kebersihan.
Lokasi Proses							
1.	Jarak antara area proses dengan gedung kantor	V	V	V			1. Jarak antara area proses dari kantor ataupun dari jalan raya berkisar 500 meter yang merupakan jarak cukup aman jika terjadi suatu hal yang tidak diinginkan.
2.	Jarak antara area proses dengan jalan raya	V	V	V			2. jarak minimal lokasi kegiatan industri terhadap permukiman adalah 2000 meter (2 kilometer)
3.	Jarak antara area proses dengan pemukiman penduduk	V	V	V			

5.3 Pertimbangan Aspek Kesehatan dan Keselamatan Kerja

A	Identifikasi potensi paparan kimia							Keterangan	Pengelolaan
Jenis Paparan	Hazard								
	Kanker	Kerusakan Paru-paru	Kerusakan Ginjal	Kerusakan organ tubuh lainnya	Mutasi gen	Iritasi			
1.	NA								
B	Identifikasi potensi paparan fisis							Keterangan	Pengelolaan
Jenis Paparan	Hazard								
	Tuli	Kanker	ISPA	Sakit kepala					
1.	Kebisingan	V						Kebisingan berasal dari alat proses	Operator harus menggunakan earplug
2.	Panas				V			Sumber panas dihasilkan dari reaktor dan boiler dan alat-alat penukar panas	Menggunakan pakaian tahan panas
3.	Debu			V				Sumber debu dihasilkan dari lingkungan	Wajib menggunakan masker

5.4 Pertimbangan Aspek Lingkungan Pabrik

A Identifikasi hazard emisi gas yang dihasilkan dari proses									
Emisi	Sumber	Hazard						Keterangan	Pengelolaan
		Racun	Pemanasan global	Pembentukan SMOG	Pengikisan ozon	Hujan asam	Kerusakan ekologi		
1. CO ₂	Boiler		√						Pembangunan area hijau di seluruh area pabrik
B Identifikasi hazard limbah cair yang dihasilkan dari proses									
Limbah Cair	Sumber	Hazard						Keterangan	Pengelolaan
		Meraucuni manusia	Merusak ekosistem air	Mencemari sumber air					
Tidak ada potensi bahaya limbah cair yang dihasilkan proses									NA
C Identifikasi hazard limbah padat yang dihasilkan dari proses									
Limbah Padat	Sumber	Hazard						Keterangan	Pengelolaan
		Meraucuni manusia	Merusak ekosistem air	Mencemari sumber air					
Tidak ada potensi bahaya limbah padat yang dihasilkan proses									NA

BAB 6

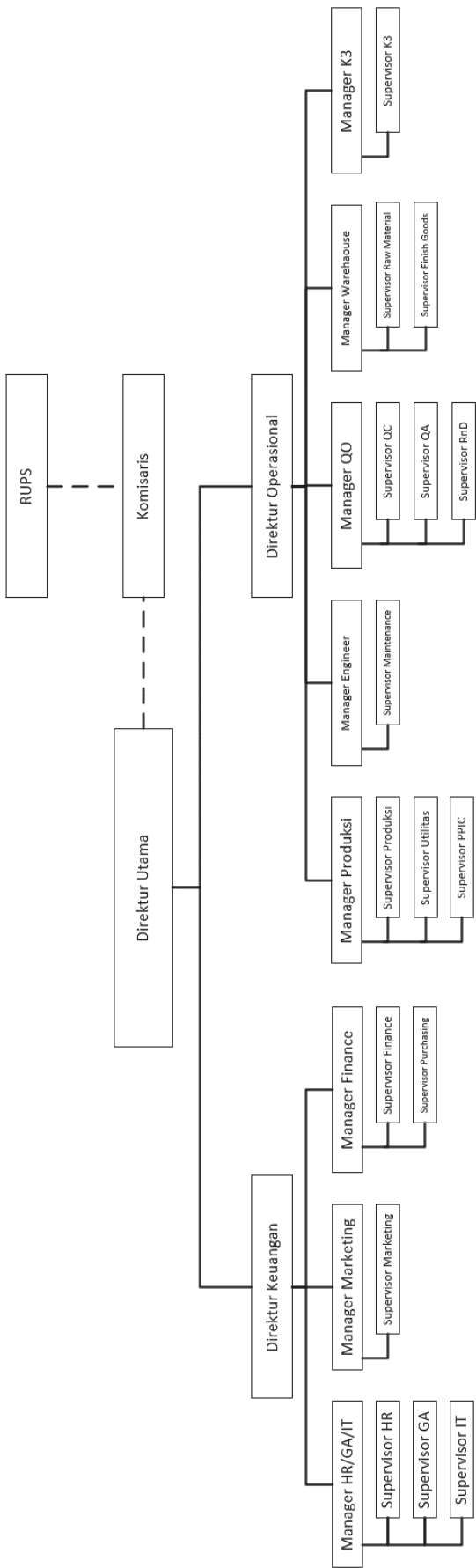
ANALISIS KELAYAKAN PABRIK

6.1 Manajemen Perusahaan

Perusahaan yang akan berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan nama PT Formindo Kimia. Pemilihan bentuk PT didasarkan pada fleksibilitas hukum, tanggung jawab terbatas bagi para pemegang saham, serta kemudahan dalam memperoleh modal dan menjalin kerja sama bisnis. Pabrik ini dirancang untuk memproduksi formaldehida dengan kapasitas 25.000 ton per tahun menggunakan proses Formox. Dalam operasionalnya, perusahaan mempekerjakan total sebanyak 131 orang pegawai, yang terdiri dari tenaga kerja operasional, teknis, manajerial, dan administratif. Sistem kerja di pabrik dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu pegawai shift dan pegawai non-shift. Untuk mendukung operasi pabrik selama 24 jam penuh setiap hari, pegawai shift dibagi menjadi 4 grup kerja yang bekerja secara bergiliran dalam pola rotasi, sehingga setiap grup bekerja selama 6 hari dan mendapatkan 2 hari libur secara bergantian. Pegawai shift ini mencakup operator produksi, QC, teknisi, K3, Operator Gudang, serta petugas pengawasan lapangan. Sementara itu, pegawai non-shift mencakup bagian manajemen, keuangan, HRGA, IT, serta penunjang lainnya yang bekerja pada jam kerja reguler, umumnya lima hari kerja per minggu.

6.1.1 Diagram organisasi

Struktur organisasi dirancang untuk mendukung operasional pabrik secara efisien, berkelanjutan, dan sesuai standar industri. Struktur ini berbentuk garis dan staf, dengan jalur koordinasi vertikal dari manajemen puncak ke bagian pelaksana operasional. Organisasi terdiri dari jabatan pimpinan, divisi teknis, penunjang operasional, serta fungsi administrasi dan pendukung. Pegawai dikelompokkan menjadi dua jenis utama, yaitu karyawan shift yang bertugas menjaga keberlangsungan proses produksi selama 24 jam, dan karyawan non-shift yang menangani fungsi-fungsi pendukung dan manajerial.



Gambar 6. 1 Struktur organisasi

a. HR/GA/IT

- Melakukan recruitment
- Memberikan training dan peningkatan skill untuk pekerja
- Sebagai pusat layanan informasi dan permasalahan karyawan
- Merawat dan menjaga jaringan dan data software maupun hardware

b. Marketing

- Mempromosikan produk melalui materi marketing
- Melakukan riset pasar dan konsumen
- Memonitor dan mengelola media sosial
- Menghasilkan konten yang menarik minat konsumen

c. Produksi

- Memastikan proses berjalan dengan baik mulai dari bahan baku hingga menjadi produk
- Setiap bagian memiliki supervisor yang ahli dan bertanggung jawab
- Bagian produksi memiliki sub bagian untuk mengatur sampel untuk distribusi dan inventory (penyimpanan gudang)

d. Keuangan

- Melakukan penyusunan keuangan perusahaan
- Melakukan penginputan semuanya transaksi keuangan ke dalam program
- Melakukan transaksi keuangan perusahaan
- Melakukan pembayaran ke supplier
- Membuat laporan tentang keuangan perusahaan
- Melakukan pembayaran gaji karyawan

e. Quality Operation

- Memastikan mutu produksi mulai dari bahan baku hingga menjadi produk sesuai standard dan mutu yang diharapkan
- Mengembangkan metode maupun formulasi untuk meningkatkan keakuratan dan kualitas bahan baku dan produk
- Mengkaji, merawat dan menyimpan segala macam dokumen pengujian

f. Engineering dan K3

- Melakukan perbaikan dan perawatan terhadap semua peralatan produksi Memastikan utilitas yang diperlukan untuk produksi
- Membuat prosedur dan memastikan keselamatan, kesehatan kerja berjalan di perusahaan
- Menyediakan alat pelindung diri

6.1.2 Perincian Jabatan dan Penggolongan Gaji

Dalam menjalankan operasional pabrik formaldehida secara efektif dan efisien, struktur organisasi perusahaan dibentuk secara hierarkis dan fungsional, mencakup manajemen puncak, manajerial, pengawas, serta staf teknis dan administratif. Setiap jabatan disusun sesuai dengan tanggung jawab dan kompleksitas tugasnya, serta dipetakan dalam sistem penggolongan gaji yang proporsional berdasarkan tingkat pendidikan, pengalaman, dan risiko kerja. Penggolongan ini juga mempertimbangkan perbedaan pola kerja, seperti sistem kerja shift (untuk bagian produksi, utilitas, QC, dan maintenance) dan non-shift (untuk bagian administrasi dan manajemen). Penjabaran lebih lanjut mengenai rincian jabatan beserta estimasi gaji per bulannya disajikan dalam tabel berikut sebagai acuan perhitungan biaya tenaga kerja tahunan pabrik.

Tabel 6. 1 Perincian Jabatan dan Penggolongan Gaji

No.	Jabatan	Jumlah	Jenjang Pendidikan	Gaji / bulan	Tunjangan Jabatan Sesuai kinerja dan wewenang perusahaan	Tunjangan Perumahan	Tunjangan makan	Total/Orang	Total
			Minimum	(IDR)	(IDR)	(IDR)	(IDR)	(IDR)	(IDR)
1	Direktur Utama	1	S1	4.573.815	32.016.707	200.000	20.000	36.810.523	36.810.523
2	Direktur Keuangan & Operasional	2	S1	4.573.815	22.869.077	200.000	20.000	27.662.892	55.325.784
3	Komisaris	2	-	4.573.815	18.295.261	200.000	20.000	23.089.077	46.178.153
4	Manager	8	S1	4.573.815	11.434.538	200.000	20.000	16.228.354	129.826.829
	Karyawan Shift								
	Production								
5	- Leader (Produksi, Utilitas)	8	D3 - S1	4.573.815	2.286.908	200.000	20.000	7.080.723	56.645.784
	- Operator (Produksi, Utilitas)	24	SMK-D3	4.573.815	686.072	200.000	20.000	5.479.888	131.517.303
	Quality Operation								
6	- Leader (QC)	4	D3 - S1	4.573.815	2.286.908	200.000	20.000	7.080.723	28.322.892
	- Analyst (QC)	8	SMK - D3	4.573.815	914.763	200.000	20.000	5.708.578	45.668.627
7	K3	8	D3	4.573.815	914.763		20.000	5.508.578	44.068.627
	Security								
8	Chief	4	SLTA - D3	4.573.815	1.143.454	200.000	20.000	5.937.269	23.749.077
	Anggota Keamanan	8	SLTA/ SMK	4.573.815	457.382	200.000	20.000	5.251.197	42.009.575
	Engineering								
9	- Staff Maintenance	4	D3 - S1	4.573.815	914.763	200.000	20.000	5.708.578	22.834.314
10	Warehouse								
	- Operator	4	D3 - S1	4.573.815	686.072	200.000	20.000	5.479.888	21.919.550

No.	Jabatan	Jumlah	Jenjang Pendidikan	Gaji / bulan	Tunjangan Jabatan Sesuai kinerja dan wewenang perusahaan	Tunjangan Perumahan	Tunjangan makan	Total/Orang	Total
Karyawan Non Shift									
11	IT								
	- Spv (IT)	1	S1	4.573.815	4.573.815	200.000	20.000	9.367.631	9.367.631
	- Staff (Hardware, Software dan Data)	2	D3 - S1	4.573.815	1.372.145	200.000	20.000	6.165.960	12.331.920
12	HRGA								
	- Spv (Recruitment, Gaji, GA)	2	S1	4.573.815	4.573.815	200.000	20.000	9.367.631	18.735.261
	- Staff (Recruitment, Gaji, GA)	4	D3 - S1	4.573.815	914.763	200.000	20.000	5.708.578	22.834.314
	- Office Boy	4	SLTA/ SMK	4.573.815	228.691	200.000	20.000	5.022.506	20.090.024
13	Marketing								
	- Spv (Marketing)	1	S1	4.573.815	4.573.815	200.000	20.000	9.367.631	9.367.631
	- Sales Executive	4	S1	4.573.815	2.286.908	200.000	20.000	7.080.723	28.322.892
	- Staff Admin	1	D3	4.573.815	914.763	200.000	20.000	5.708.578	5.708.578
14	Finance								
	- Spv (Finance & Purchasing)	2	S1	4.573.815	4.573.815	200.000	20.000	9.367.631	18.735.261
	- Staff (Akuntan, Pajak, Purchasing)	3	D3 - S1	4.573.815	914.763	200.000	20.000	5.708.578	17.125.735
15	Warehouse								
	- Spv (RM, FG)	2	S1	4.573.815	4.573.815	200.000	20.000	9.367.631	18.735.261
	- Leader (RM, FG)	2	D3 - S1	4.573.815	2.286.908	200.000	20.000	7.080.723	14.161.446
	- Staff Admin	1	D3 - S1	4.573.815	914.763	200.000	20.000	5.708.578	5.708.578
16	Quality Operation								
	- Spv (QC, R&D, QA)	3	S1	4.573.815	4.573.815	200.000	20.000	9.367.631	28.102.892
	- Staff (R&D, QA)	6	D3 - S1	4.573.815	914.763	200.000	20.000	5.708.578	34.251.470

Institut Teknologi Indonesia

No.	Jabatan	Jumlah	Jenjang Pendidikan	Gaji / bulan	Tunjangan Jabatan Sesuai kinerja dan wewenang perusahaan	Tunjangan Perumahan	Tunjangan makan	Total/Orang	Total
			Minimum	(IDR)	(IDR)	(IDR)	(IDR)	(IDR)	(IDR)
17	Engineering								
	- Spv (Maintenance)	1	S1	4.573.815	4.573.815	200.000	20.000	9.367.631	9.367.631
	- Staff Admin	2	D3-S1	4.573.815	914.763	200.000	20.000	5.708.578	11.417.157
18	Production								
	- Spv (Produksi, Utilitas, PPIC)	3	S1	4.573.815	4.573.815	200.000	20.000	9.367.631	28.102.892
	- Staff Admin (Produksi, PPIC)	2	D3-S1	4.573.815	914.763	200.000	20.000	5.708.578	11.417.157
TOTAL		131						232.803.858	916.624.461

6.2 Kelayakan Ekonomi

Kelayakan ekonomi di dapat dari suatu analisa ekonomi, analisa ekonomi digunakan untuk mengetahui gambaran apakah suatu penanaman modal dalam pembangunan dan kegiatan produksi dapat dikatakan layak untuk dijalankan pada lama waktu tertentu. Penilaian dilakukan dengan menghitung total investasi yang dibutuhkan, baik untuk biaya tetap (*fixed cost*) maupun biaya operasional tahunan (*variable cost*), serta memperkirakan potensi pendapatan dari penjualan produk. Melalui parameter evaluasi finansial seperti *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Payback Period* (MPP), dan *Break Even Point* (BEP), kelayakan proyek dianalisis secara menyeluruh untuk memastikan bahwa proyek ini memberikan keuntungan yang wajar dan layak secara ekonomis dalam jangka panjang. Hasil analisis ini menjadi dasar dalam pengambilan keputusan investasi dan pelaksanaan proyek secara menyeluruh.

6.2.1 Asumsi dan Parameter

Asumsi dan parameter yang digunakan pada analisis kelayakan ekonomi pendirian pabrik Formalin dapat dilihat pada Tabel 6.2.

Tabel 6. 2 Asumsi dan Parameter untuk Analisis Kelayakan Ekonomi

Asumsi dan Parameter	
Tipe pabrik	<i>liquid processing plant</i>
Depresiasi	10% Flat
Hari kerja	330 hari
Umur pabrik	10 tahun
Lama konstruksi	2 tahun
Suku bunga pinjaman	8,5 %
Bank referensi	Bank bni
Komposisi pemodalan	81 % modal sendiri 19 % pinjaman dari bank
1 USD	Rp. 16.192

6.2.2 Fixed Capital (Modal Tetap)

Biaya yang termasuk dalam kategori modal tetap terbagi menjadi dua yaitu Modal Investasi Tetap Langsung (DFCI) dan Modal Investasi Tetap Tidak Langsung (IFCI). Tabel 6.3 menampilkan komponen biaya yang termasuk dalam kategori modal tetap pada pendirian pabrik Formalin.

Tabel 6. 3 Fixed Capital

No.	Komponen		Biaya
A.	<i>DIRECT COST</i>		
	<i>Mechanical Equipment Costs</i>		
1.	Pengadaan Alat (Peralatan Proses dan Utilitas)	Rp	59.254.548.436
2.	Instrumentasi dan control, 13%	Rp	7.703.091.297
3.	Instalasi, 39%	Rp	23.109.273.890
4.	Perpipaan terpasang, 31%	Rp	18.368.910.015
5.	Pelistrikan terpasang, 10%	Rp	5.925.454.844
	<i>Civil & Structural Cost</i>		
6.	Bangunan pabrik, 29%	Rp	17.183.819.046
7.	<i>Yard improvement</i> , 10%	Rp	5.925.454.844
8.	Service facilities, 55%	Rp	32.590.001.640
9.	Harga Tanah (<i>Land survey & cost</i>)	Rp	7.500.000.000
10.	Pembebasan Tanah (<i>Land acquisition</i>), 6%	Rp	450.000.000
<i>Total Direct Cost</i>		Rp	178.010.554.011,06
B.	<i>INDIRECT COST</i>		
11.	Engineering and supervision, 32%	Rp	56.963.377.283,54
12.	Contactor's fee, 32%	Rp	56.963.377.283,54
13.	Biaya produksi Percobaan (<i>Trial Run</i>)	Rp	463.381.045,10
14.	Biaya tak terduga (<i>Cotingency</i>), 10%	Rp	17.801.055.401,11
<i>Total Indirect Cost</i>		Rp	132.191.191.013,28
<i>FIXED CAPITAL</i>		Rp	310.201.745.024,34

6.2.3 Modal kerja (*working capital*)

Komponen modal kerja mencakup kebutuhan untuk pembelian bahan baku, bahan pembantu, biaya tenaga kerja langsung, biaya utilitas, serta biaya operasional rutin lainnya seperti transportasi, pemeliharaan, dan pemasaran. Perhitungan modal kerja dilakukan untuk memastikan bahwa perusahaan memiliki likuiditas yang cukup guna menjamin kelangsungan proses produksi tanpa gangguan, terutama pada masa awal beroperasi sebelum arus kas dari penjualan produk menjadi stabil. Estimasi modal kerja ini digunakan Analisa selama 90 hari.

Tabel 6. 4 Modal Kerja

Komponen	Biaya
Persediaan Bahan Baku Proses	Rp 4.050.372.545,67
Persediaan Bahan Penunjang	Rp 1.272.239.805,33
Biaya Pengemasan & distribusi produk 1% bahan baku	Rp 20.251.863
Biaya pengawasan mutu	Rp 20.251.863
Biaya pemeliharaan dan perbaikan	Rp 6.204.034.900
Gaji Karyawan	Rp 2.749.873.383
Cash-on-hand	Rp 23.235.256.330
Total Modal Kerja	Rp 333.437.001.354

6.2.4 Biaya Produksi

Biaya produksi dalam pabrik formaldehida terdiri atas **Direct Manufacturing Cost (DMC)** dan **Factory Manufacturing Cost (FMC)**. DMC mencakup biaya langsung seperti bahan baku, bahan pembantu, tenaga kerja langsung, dan utilitas yang digunakan selama proses produksi. Sementara itu, FMC mencakup DMC ditambah biaya tidak langsung seperti pemeliharaan, supervisi, depresiasi, pajak, asuransi, dan administrasi pabrik. Kedua komponen ini memberikan gambaran menyeluruh tentang total biaya operasional yang dibutuhkan untuk menjalankan pabrik secara efisien dan berkelanjutan.

Tabel 6. 5 Biaya Produksi

Komponen	Biaya
Direct Manufacturing Cost (DMC)	
Biaya Bahan Baku	Rp 13.744.181.700
Gaji Karyawan	Rp 12.191.105.331
Biaya Pemeliharaan dan Perbaikan	Rp 3.560.211.080
Biaya Royalti dan Paten	Rp 927.000.000
Biaya Laboratorium	Rp 68.720.909
Biaya Pengemasan Produk	Rp 68.720.909
Biaya Sarana Penunjang	Rp 3.731.903.429
Biaya Start Up	Rp 463.381.045
Total DMC	Rp 34.875.616.323
Fixed Manufacturing Cost (FMC)	
Depresiasi	Rp 41.516.994.951
Pajak Bumi dan Bangunan	Rp 24.683.819
Biaya asuransi	Rp 890.052.770
Total FMC	Rp 42.431.731.540
Total Biaya Produksi	Rp 98.744.038.503

6.2.5 Pengeluaran umum (*general expenses*)

Komponen biaya umum meliputi biaya administrasi kantor pusat, gaji staf manajerial dan administratif, biaya pemasaran dan distribusi, jasa profesional (akuntansi, hukum, dan konsultasi), serta keperluan umum lainnya seperti perizinan, komunikasi, dan kebersihan. Perhitungan biaya ini penting untuk memberikan gambaran total beban operasional perusahaan secara lengkap, dan menjadi bagian dalam evaluasi kelayakan ekonomi serta proyeksi laba rugi pabrik.

Tabel 6. 6 Pengeluaran Umum

Komponen	Biaya	
Biaya administrasi	Rp	609.555.267
Biaya distribusi dan penjualan	Rp	6.872.091
Bunga Bank	Rp	5.270.000.000
Angsuran Pokok	Rp	12.400.000.000
Total Pengeluaran Umum	Rp	18.286.427.358

6.2.6 Penjualan dan Keuntungan

Penjualan dihitung berdasarkan kapasitas produksi tahunan dan harga jual produk di pasaran, dengan proyeksi bertahap seiring peningkatan kapasitas operasional pabrik. Keuntungan diperoleh dari selisih antara hasil penjualan dan total biaya produksi, yang mencakup biaya tetap dan biaya variabel. Semakin besar volume produksi, maka pembebanan biaya tetap per unit akan semakin kecil, sehingga margin keuntungan meningkat. Oleh karena itu, analisis penjualan dan keuntungan digunakan untuk menilai tingkat pengembalian investasi serta memastikan keberlanjutan usaha dalam jangka panjang.

Tabel 6. 7 Proyeksi Penjualan dan Keuntungan (dalam juta rupiah)

Tahun	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Komponen											
Kapasitas produksi (%)	-	80%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Kapasitas penjualan (%)	-	80%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Pendapatan	-	185.400	229.433	280.418	308.459	339.305	373.236	410.559	451.615	496.777	546.454
Biaya produksi	-	98.744	97.598	95.932	95.706	96.910	86.766	91.065	96.316	102.507	109.646
Pengeluaran umum	-	18.286	18.348	16.334	15.329	14.357	993	1.092	1.202	1.322	1.454
Keuntungan kotor	-	86.656	131.834	184.486	212.754	242.395	286.469	319.494	355.299	394.270	436.809
Depresiasi	-	41.517	36.061	31.696	28.204	25.411	23.176	21.388	19.958	18.814	17.898
Bunga pinjaman	5.270	5.270	4.216	3.162	2.108	1.054	-	-	-	-	-
Penghasilan kena pajak	-	45.139	95.774	152.790	184.549	216.984	263.293	298.106	335.341	375.456	418.911
PPH (%)	-	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
Keuntungan bersih	-	33.854	71.830	114.592	138.412	162.738	197.470	223.580	251.506	281.592	314.183

6.2.7 Break Even Point

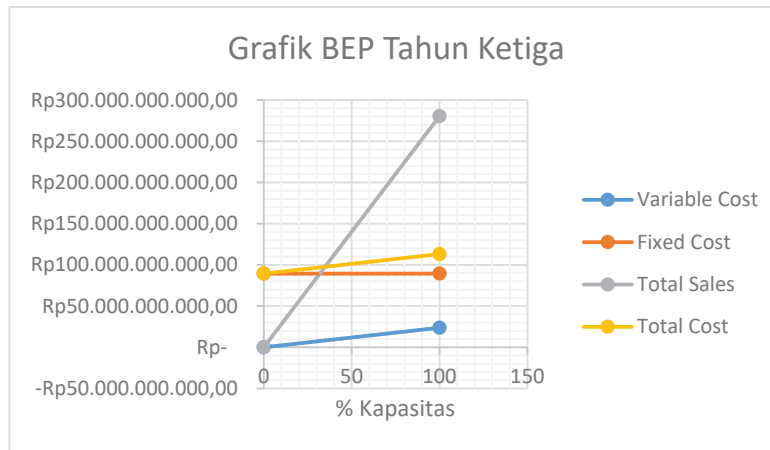
Break Even Point (BEP) merupakan titik impas di mana total pendapatan dari penjualan produk sama dengan total biaya yang dikeluarkan untuk produksi dan operasional, sehingga perusahaan tidak mengalami kerugian maupun keuntungan. Analisis BEP penting untuk mengetahui seberapa besar kapasitas produksi atau volume penjualan minimum yang harus dicapai agar pabrik dapat menutup seluruh biaya tetap dan variabel. Dalam studi kelayakan pabrik formaldehida ini, perhitungan BEP membantu menilai risiko usaha serta memberikan gambaran batas bawah kinerja finansial yang masih dapat diterima dalam kondisi operasional normal.

Tabel 6. 8 Break Even Point (dalam juta rupiah)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Total Sales</i>	185.400	80.197	18.547	98.744	185.400	80.197	18.547	98.744	185.400	80.197
<i>Fixed Costs</i>	229.433	76.628	20.970	97.598	229.433	76.628	20.970	97.598	229.433	76.628
<i>Variable Costs</i>	280.418	72.220	23.711	95.932	280.418	72.220	23.711	95.932	280.418	72.220
<i>Total Costs</i>	308.459	69.935	25.770	95.706	308.459	69.935	25.770	95.706	308.459	69.935
<i>BEP (%)</i>	48%	37%	28%	25%	22%	16%	15%	14%	13%	13%

Tabel di atas menunjukkan proyeksi hasil penjualan produksi, biaya tetap (fixed cost), biaya variabel (variable cost), total pengeluaran, serta analisis Break Even Point (BEP) selama sepuluh tahun masa operasional pabrik. Dari data yang ditampilkan, dapat diamati bahwa nilai BEP mengalami penurunan secara bertahap dari tahun pertama hingga tahun kesepuluh. Pada tahun pertama, perusahaan memerlukan penjualan sebesar 53% dari kapasitas produksi untuk menutup seluruh biaya operasional (titik impas). nilai BEP terus menurun hingga mencapai 12% pada tahun kesembilan dan kesepuluh.

Secara khusus, pada tahun ketiga, total hasil penjualan produksi mencapai Rp 280.417.500.000 dengan total biaya tetap sebesar Rp 72.220.499.266 dan biaya variabel sebesar Rp 23.711.060.044. Total pengeluaran yang dikeluarkan pada tahun tersebut adalah sebesar Rp 95.931.559.310. Berdasarkan data tersebut, nilai BEP pada tahun ketiga sebesar 28%, yang berarti perusahaan hanya perlu menjual sebesar 28% dari kapasitas produksinya untuk mencapai titik impas. Nilai BEP ini menunjukkan bahwa pada tahun ketiga, proyek sudah mulai menunjukkan performa yang stabil dan mendekati kondisi ideal untuk memperoleh laba usaha.



Gambar 6. 2 BEP tahun ke-3

6.2.8 Analisis Ekonomi

Dalam analisis ini, beberapa parameter utama yang dihitung meliputi *Net Present Value* (NPV), *Net Cash Flow Present Value* (NCFPV), *Internal Rate of Return* (IRR), dan *Payback Period* (MPP). NPV adalah selisih antara nilai sekarang dari arus kas masuk dan nilai sekarang dari investasi awal, yang menunjukkan keuntungan bersih proyek dalam nilai waktu uang saat ini. NCFPV merupakan nilai kini dari seluruh arus kas bersih selama umur proyek yang mencerminkan kelayakan finansial secara keseluruhan. IRR adalah tingkat pengembalian investasi di mana NPV sama dengan nol, yang digunakan untuk membandingkan profitabilitas relatif terhadap tingkat bunga acuan. Sementara itu, MPP atau masa pengembalian modal menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan seluruh investasi awal dari keuntungan bersih tahunan. Keempat parameter ini saling melengkapi dalam memberikan gambaran menyeluruh terhadap potensi keuntungan dan risiko dari proyek pendirian pabrik.

Tabel 6. 9 Kalkulasi Net Cash Flow at Present Value (dalam juta rupiah)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Keuntungan bersih	-333.437	33.854	71.830	114.592	138.412	162.738	197.470	223.580	251.506	281.592	314.183
S. bunga (i)	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085
Disc. factor	1,00	0,92	0,85	0,78	0,72	0,67	0,61	0,56	0,52	0,48	0,44
Pinjaman	62.000	62.000	49.600	37.200	24.800	12.400	-	-	-	-	-
Installment	-	17.143	17.143	17.143	17.143	17.143	17.143	17.143	-	-	-
Nominal bunga	5.270	5.270	4.216	3.162	2.108	1.054	-	-	-	-	-
NCFPV	-333.437	31.202	61.016	89.715	99.875	108.228	121.038	126.306	130.951	135.130	138.959
Akumulasi	-333.437	-302.235	-241.218	-151.503	-51.629	56.600	177.638	303.944	434.895	570.026	708.984

Melalui proses kalkulasi diketahui bahwa NCFPV di tahun ke-10 akan bernilai Rp 138.958.550.722 pada nilai suku bunga sebesar 8,5 %. Sehingga nilai IRR pada pendirian pabrik Formaldehid ini adalah 32,4%. Nilai IRR pendirian pabrik ini lebih besar dari suku bunga pinjaman yang ditawarkan oleh Bank X yang menjadi referensi pada pendirian pabrik ini.

Pada Tabel 6.9 dapat dilihat bahwa nilai akumulasi menjadi bernilai positif di tahun ke-5 Dengan demikian *minimum payback period* pabrik Formaldehid ini dapat dihitung sebagai berikut.

$$MPP = n + \frac{(a - b)}{(c - b) \times 1 \text{ tahun}} \quad \text{Atau menggunakan Rumus Inteolasi}$$

$$MPP = 4 + \frac{(5-4) \times (0 - (-51628622913))}{(56599632502 - (-51628622913))} = 4,48 \text{ tahun}$$

6.2.9 Kesimpulan kelayakan pendirian pabrik

Berdasarkan hasil analisis teknis dan ekonomi yang telah dilakukan, tahap kesimpulan kelayakan pendirian pabrik bertujuan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai layak atau tidaknya proyek dijalankan. Kesimpulan ini mempertimbangkan berbagai aspek penting seperti ketersediaan bahan baku, teknologi proses, kapasitas produksi, kebutuhan utilitas, struktur organisasi, hingga evaluasi ekonomi meliputi NPV, IRR, MPP, dan analisis BEP. Seluruh data dan perhitungan yang telah disajikan menjadi dasar dalam menilai prospek jangka panjang serta keberlanjutan operasional pabrik. Dengan demikian, kesimpulan ini memberikan penegasan akhir terhadap kelayakan teknis dan finansial proyek pendirian pabrik formaldehida kapasitas 25.000 ton/tahun menggunakan proses Formox.

Tabel 6. 10 Hasil Analisis Ekonomi

Parameter Analisis	Nilai
NCFPV di tahun ke-10	138.958.550.722
IRR	32,4 %
MPP	4,48

Berdasarkan hasil analisis ekonomi, diperoleh nilai *Net Cash Flow Present Value* (NCFPV) pada tahun ke-10 sebesar Rp 138.958.550.722, *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 32,4%, serta nilai *Minimum Payback Period* (MPP) sebesar 4,48 tahun. Nilai NCFPV yang positif menunjukkan bahwa proyek ini menghasilkan arus kas bersih yang menguntungkan setelah mempertimbangkan nilai waktu uang. IRR yang lebih tinggi dari tingkat diskonto yang ditetapkan menandakan bahwa proyek ini secara finansial layak dan mampu memberikan tingkat pengembalian investasi yang menarik. Selain itu, nilai MPP yang relatif singkat menunjukkan bahwa modal awal dapat kembali dalam waktu kurang dari lima tahun. Dengan demikian, pabrik formaldehida ini dapat dinyatakan layak didirikan dari sisi ekonomi.