



**PRA RANCANGAN PABRIK FORMALDEHID DARI
METANOL DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 40.000
TON/TAHUN**

*diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada
Program Studi Teknik Kimia*

SKRIPSI

Oleh:

Anisa Ari Santi

191910401048

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN
TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA**

JEMBER

2023

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah SWT Yang Maha Berkuasa dan Maha Kaya, atas Rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir berjudul “Pra Rancangan Pabrik Formaldehid dari Metanol dengan Kapasitas 40.000 Ton/Tahun” dengan tepat waktu. Dengan penuh kerendahan hati, kami persembahkan tugas akhir ini sebagai wujud terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan seluruh keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada kami.
2. Bapak Ir. Boy Arief Fachri, S.T., M.T., PhD., IPM selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember serta selaku dosen penguji anggota.
3. Ibu Ir. Meta Fitri Rizkiana, S.T., M.Sc selaku dosen pembimbing utama.
4. Ibu Zuhriah Mumtazah, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing anggota.
5. Ibu Helda Wika Amini, S.Si., M.Si., M.Sc selaku dosen penguji utama.
6. Seluruh jajaran dosen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember.
7. Seluruh guru-guru kami dari taman kanak-kanak (TK) hingga sekolah menengah atas (SMA).
8. Seluruh sahabat dan teman kami.
9. Almamater tercinta Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember

MOTTO

“Jika kamu memiliki mimpi, maka kamu tak boleh menyerah apapun yang terjadi.
Kamu tidak bisa sukses jika tidak gagal”

(Jackson-Got7)

"Tidak ada jalan pintas dalam hidup."

(Kyuhyun-Super Junior)

"Tidak ada jalan pintas menuju kesempurnaan. Yang diperlukan hanyalah kerja
keras dan kerja keras lagi."

(Jonghyun-Shinee)



PERNYATAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anisa Ari Santi

NIM : 191910401048

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Pra Rancangan Pabrik Formaldehid dari Metanol dengan Kapasitas Produksi 40.000 Ton/Tahun* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 12 Juli 2023

Yang menyatakan,



(Anisa Ari Santi)

NIM. 191910401048

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul *Pra Rancangan Pabrik Formaldehid dari Metanol dengan Kapasitas 40.000 Ton/Tahun* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

Hari : Rabu
Tanggal : 12 Juli 2023
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Pembimbing

1. Pembimbing Utama
Nama : Ir. Meta Fitri Rizkiana, S.T., M.Sc.
NIP : 760017111
2. Pembimbing Anggota
Nama : Zuhriah Mumtazah, S.Si., M.Si.
NIP : 199311022022032014

Tanda Tangan

()

()

Penguji

1. Penguji Utama
Nama : Helda Wika Amini, S.Si., M.Si., M.Sc.
NIP : 760018071
2. Penguji Anggota 1
Nama : Ir. Boy Arief Fachri, S.T., M.T., Ph.D., IPM.
NIP : 197409011999031002

()

()

ABSTRACT

Formaldehyde plant from methanol is designed with a capacity of 40,000 tons/year and operates continuously for 330 days/year and 24 hours/day. The process requires methanol as much as 18,006 tons/year, and Iron molybdenum oxide catalyst as much as 19,462 kg/year. The plant is planned to be built in 2027 in the city of Bontang, East Kalimantan. The production process consists of raw material preparation, synthesis process, and purification process. The formaldehyde formation reaction is an oxidation reaction of primary alcohol (methanol) with the help of Iron molybdenum oxide catalyst. The reaction takes place in a fixed bed reactor with operating conditions of temperature 300°C, pressure 1.3 atm. The product purification process is carried out in the accumulator tank which has previously been condensed in the condenser. Utilities supporting the process include water demand of 9,441 kg/hour, steam demand of 3,971 kg/hour, brine demand of 40,631 kg/hour, electricity demand of 171.78 kWh, and fuel of 231.066 liters/hour. The form of the company is a Limited Liability Company (PT) with a line and staff organizational structure. The employee work system is categorized into shift and non-shift employees with a total number of 216 employees. The economic analysis of this pre-design shows the profitability and feasibility of a plant to be built with consideration of several aspects including, Annual Cash Flow (ACF) of US\$ 5,041,300.44 (38.855%), Pay Out Time (POT) for 3.13 years, and Break Event Point (BEP) of 43.12%.

Keywords : Formaldehyde, fixed bed, Iron molybdenum oxide

RINGKASAN

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik Formaldehid dari Metanol dengan Kapasitas 40.000 Ton/Tahun; Erni Rahayu, Anisa Ari Santi, dan Febri Adrian; 191910401063, 191910401048, dan 191910401067; Jurusan Teknik Mesin Program Studi S1 Teknik Kimia Universitas Jember.

Pabrik formaldehid dari metanol dirancang dengan kapasitas produksi sebanyak 40.000 ton/tahun. Dalam prosesnya dibutuhkan metanol sebanyak 18.006 ton/tahun, dan katalis *Iron molybdenum oxide* sebanyak 19.462 kg/tahun. Pabrik direncanakan dibangun pada tahun 2027 di kota Bontang, Kalimantan Timur. Proses produksi terdiri dari persiapan bahan baku, proses sintesis, dan proses pemurnian. Reaksi pembentukan formaldehid merupakan reaksi oksidasi alkohol primer (metanol) dengan bantuan katalis *Iron molybdenum oxide*. Reaksi berlangsung di dalam reaktor *fixed bed* dengan kondisi operasi suhu 300°C, tekanan 1,3 atm. Proses pemurnian produk dilakukan di tangki akumulator yang sebelumnya telah di embunkan di dalam kondensor. Utilitas pendukung proses meliputi kebutuhan air sebanyak 9.441 kg/jam, kebutuhan steam 3.971 kg/jam, kebutuhan *brine* 40.631 kg/jam, kebutuhan listrik 171,78 kWh, dan bahan bakar sebanyak 231,066 liter/jam. Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi *line and staff*. Sistem kerja karyawan dikategorikan menjadi karyawan *shift* dan non *shift* dengan jumlah total karyawan 216 orang. Analisa ekonomi dari pra rancangan ini menunjukkan keuntungan dan kelayakan suatu pabrik untuk dibangun dengan pertimbangan beberapa aspek diantaranya, *Annual Cash Flow* (ACF) sebesar US\$ 5.041.300,44 (38,855%), *Pay Out Time* (POT) selama 3,13 tahun, dan *Break Event Point* (BEP) sebesar 43,12%.

PRAKATA

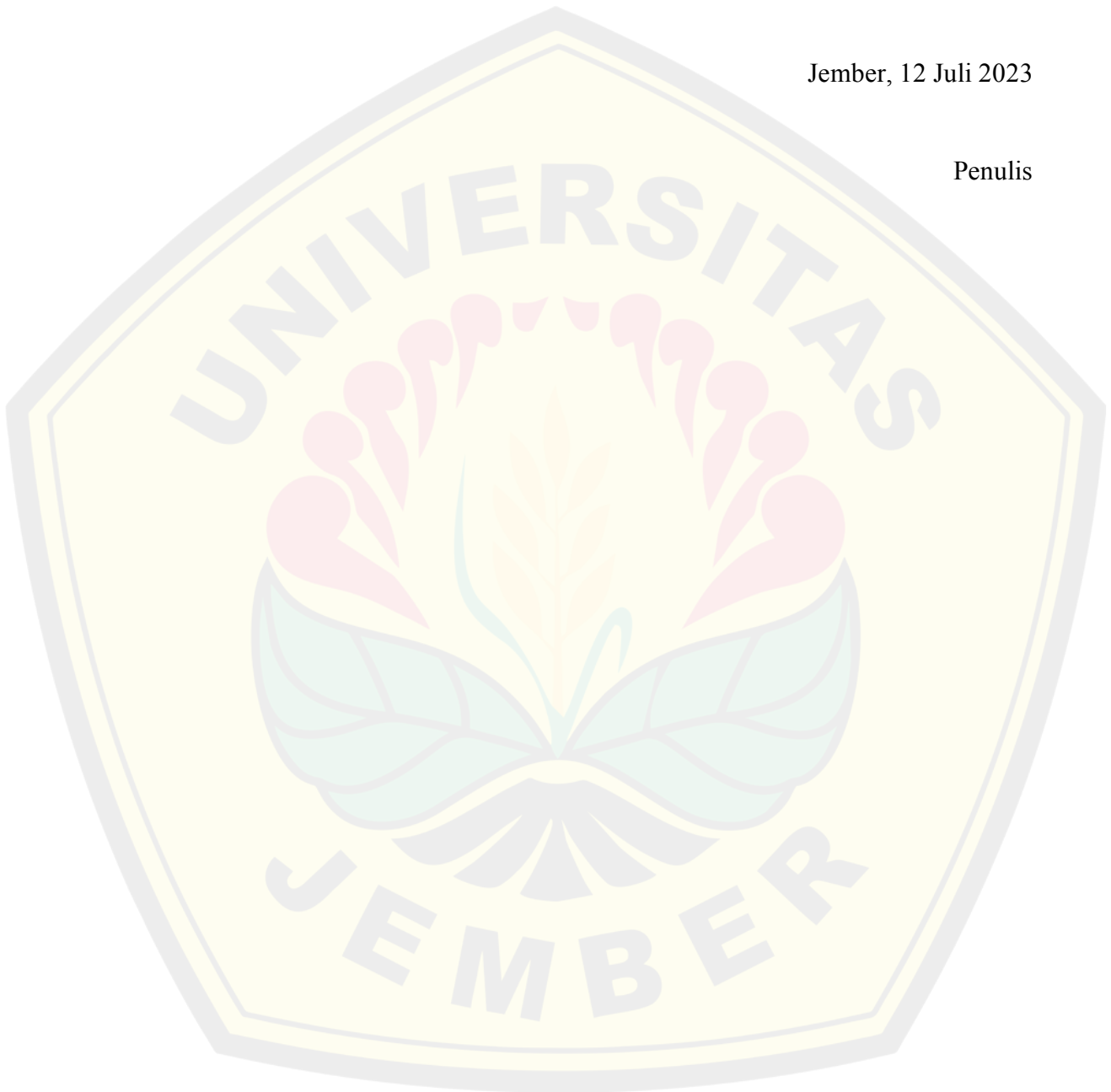
Segala puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas karunia, Rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan tepat waktu. Penulis menyadari bahwa penyelesaian tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Dengan demikian, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa selalu memberikan limpahan rahmat serta karunia-Nya. Serta telah memberikan nikmat sehat, panjang umur, dan kemudahan dalam setiap pengerjaan tugas akhir ini;
2. Kedua orang tua penulis dan seluruh keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungan dalam segala hal;
3. Bapak Ir. Boy Arief Fachri, S.T., M.T., PhD., IPM selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember serta dosen penguji anggota yang telah memberikan saran dan masukan untuk penyempurnaan tugas akhir;
4. Ibu Ir. Meta Fitri Rizkiana, S.T., M.Sc selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan waktu serta bimbingan dan masukan dalam penyelesaian tugas akhir;
5. Ibu Zuhriah Mumtazah, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing anggota yang turut membimbing dan membeirkan masukan dalam pengerjaan tugas akhir;
6. Ibu Helda Wika Amini, S.Si., M.Si., M.Sc selaku selaku dosen penguji utama yang telah memberikan saran dan masukan untuk penyempurnaan tugas akhir;
7. Seluruh jajaran dosen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang sangat bermanfaat;
8. Seluruh guru-guru kami dari taman kanak-kanak (TK) hingga sekolah menengah atas (SMA);
9. Teman-teman Teknik Kimia Angkatan 2019;
10. Seluruh sahabat dan teman kami yang telah memberikan semangat, doa dan dukungan;
11. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu-per satu, dalam membantu penyusunan tugas akhir ini dengan tulus dan ikhlas.

Semoga Allah SWT memberikan pahala berlimpah atas seluruh bantuan dan kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Penulis menyadari, laporan hasil Pra Rancangan Pabrik Formaldehid dari Metanol dengan Kapasitas 40.000 Ton/Tahun jauh dari kata sempurna. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Akhir kata, penulis menyampaikan permohonan maaf apabila ada kesalahan dan kekurangan dalam tugas akhir ini.

Jember, 12 Juli 2023

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN	ii
MOTTO	iii
PERNYATAN ORISINALITAS	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
ABSTRACT	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PERENCANAAN PABRIK	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Pemilihan Kapasitas dan Proses	2
1.3 Uraian Proses	6
1.4 Spesifikasi Bahan	10
1.5 Pemilihan Lokasi dan Tata Letak Pabrik	12
BAB 2 NERACA MASSA DAN ENERGI	15
2.1 Neraca Massa	15
2.2 Neraca Energi	16
BAB 3 SPESIFIKASI ALAT DAN UTILITAS	17
3.1 Spesifikasi peralatan proses	17
3.2 Utilitas	17
BAB 4 MANAJEMEN PABRIK, EVALUASI EKONOMI, DAN FAKTOR KESELAMATAN	24
4.1 Manajemen Pabrik	24
4.2 Evaluasi Ekonomi	25
4.3 Keselamatan	26
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	29
5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Process Flow Diagram Pabrik Formaldehid	9
Gambar 1. 2 Lokasi Pabrik	12
Gambar 1. 3 Tata Letak Pabrik Formaldehid	14
Gambar 4. 1 Struktur Organisasi Pabrik	22



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor – Ekspor Formaldehid di Indonesia.....	3
Tabel 1.2 Data industri formaldehid di Indonesia.....	4
Tabel 1.3 Perbandingan proses produksi formaldehid.....	6
Tabel 1.4 Spesifikasi Bahan Baku Metanol.....	10
Tabel 1.5 Spesifikasi Bahan Baku Udara	10
Tabel 1.6 Sifat Fisika Iron Molybdenum Oxide.....	11
Tabel 1.7 Spesifikasi Produk Formaldehid.....	11
Tabel 2. 1 Neraca Massa Tiap Aliran.....	15
Tabel 2. 2 Neraca Energi Tiap Alat.....	16
Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat Proses	17
Tabel 3. 2 Total Kebutuhan Air.....	18
Tabel 3. 3 Kebutuhan <i>Brine Water</i>	18
Tabel 3. 4 Total Kebutuhan Steam.....	19
Tabel 3. 5 Total Kebutuhan Listrik yang Disediakan PLN	19
Tabel 3. 6 Kebutuhan Bahan Bakar	20
Tabel 4. 1 Jam Kerja Karyawan Shift	23
Tabel 4. 2 Jumlah Karyawan Non Shift.....	23
Tabel 4. 3 Rangkuman Evaluasi Ekonomi Pabrik.....	25

BAB 1 PERENCANAAN PABRIK

1.1 Pendahuluan

1.1.1. Latar Belakang

Salah satu upaya peningkatan pertumbuhan perekonomian negara yaitu melalui pembangunan infrastruktur yang mampu mendukung peningkatan produktifitas dan kreatifitas masyarakat. Solusi cepat dan efektif yang dapat dilakukan untuk meningkatkan pertumbuhan perekonomian suatu daerah dapat dilakukan dengan cara industrialisasi. Sektor industri merupakan sektor yang menjadi penggerak sektor-sektor lainnya dan menjadi sektor utama dalam pembangunan nasional. Industrialisasi suatu wilayah dapat meningkatkan perekonomian wilayah tersebut melalui dana investasi yang masuk, kegiatan produksi, terbukanya lapangan pekerjaan bagi warga sekitar, peningkatan pendapatan warga, serta pemenuhan pembangunan infrastruktur yang dibutuhkan (Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Provinsi Jawa Tengah, 2019). Di bidang perekonomian, industri menyumbang pendapatan negara melalui kegiatan ekspor. Menurut Badan Pusat Statistik, ekspor Indonesia pada tahun 2021 meningkat 41,92% jika dibandingkan dengan ekspor pada tahun 2020 dengan kontribusi sebanyak 76,51% (“Badan Pusat Statistik (BPS),” 2023). Berdasarkan keuntungan yang diperoleh, industrialisasi merupakan suatu harapan bagi suatu negara agar mampu melaksanakan pembangunan dan mencapai kemakmuran secara cepat dibandingkan proses lainnya (Lestari and Ainulyaqin, 2022).

Formaldehid merupakan bahan baku yang sangat penting dan dimanfaatkan dalam pembuatan berbagai produk industri kimia. Formalin merupakan formaldehida dengan kadar 37%. Formalin banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku industri manufaktur, disinfektan, kosmetik, dan obat-obatan (Malik et al., 2021). Beberapa tahun terakhir permintaan dunia akan formaldehida khususnya formaldehid dengan kadar 37% atau yang biasa disebut dengan formalin meningkat (Malik et al., 2021). Menurut www.chemanalyst.com, pada tahun 2022 permintaan formaldehida dunia mencapai 23 juta ton. Berdasarkan data pasar tahun 2015 hingga 2022, nilai tersebut diperkirakan akan terus meningkat dengan laju

pertumbuhan 3,39% per tahun pada periode 2023 hingga 2032. Permintaan pasar dunia akan formaldehida pada tahun 2032 diperkirakan mencapai 36 juta ton. Di Indonesia, pemenuhan permintaan akan formaldehida dipenuhi oleh produksi dalam negeri dan impor dari beberapa negara seperti China, India, dan Belanda. Berdasarkan peningkatan permintaan pasar di dalam dan luar negeri akan formaldehida yang cukup tinggi, maka pendirian pabrik formaldehida di Indonesia sangat menjanjikan untuk mengimbangi permintaan formaldehida di dalam dan luar negeri.

1.1.2. Sejarah dan Perkembangan

Formaldehid pertama kali disintesis pada tahun 1859 oleh kimiawan asal Rusia Aleksander butlerov, namun diidentifikasi oleh Hoffman pada tahun 1867. Secara umum, formaldehid terbentuk akibat adanya reaksi oksidasi katalitik pada senyawa metanol. Selama 25 tahun terakhir, oksidasi metana secara langsung dan selektif menjadi formaldehid telah diupayakan dan dikembangkan dalam penelitian (Qian et al., 2003). Pada tahun 1859, Butlerov menghidrolisis metilen asetat dan mencatatnya sebagai larutan yang menghasilkan bau. Selanjutnya pada tahun 1867, Hoffman menyimpulkan hasil identifikasinya dimana formaldehid didapatkan melalui metode mengalirkan udara dan uap metanol diatas platinum spiral yang telah dipanaskan. Tahun 1886, Loew menemukan metode yang lebih efisien dibandingkan dengan metode Hoffman yaitu metode platinum spiral katalis dengan kasa tembaga. Pada tahun 1889, perusahaan Jerman Mercklin and Losekann mulai memproduksi formaldehid secara komersial.

Perkembangan industri formaldehid terus menerus meningkat pada tahun 1900-1905. Selanjutnya pada tahun 1910, Hugo Blank yang juga merupakan perusahaan Jerman secara paten dinobatkan sebagai pengguna pertama katalis perak dan secara berkesinambungan Anilin badische and Soda Fabrik memproduksi formalin dengan katalis perak (Kirk and Othmer, 1995).

1.2 Pemilihan Kapasitas dan Proses

1.2.1. Pemilihan Kapasitas

Penentuan kapasitas produksi pabrik formaldehida ini direncanakan akan beroperasi tahun 2027 dengan mengacu pada data impor formaldehida di Indonesia tahun 2014-2021. Menurut *www.chemanalyst.com*, pada tahun 2022 permintaan

formaldehida dunia mencapai 23 juta ton. Berdasarkan data pasar tahun 2015 hingga 2022, nilai tersebut diperkirakan akan terus meningkat dengan laju pertumbuhan 3,39% per tahun pada periode 2023 hingga 2032. Permintaan pasar dunia akan formaldehida pada tahun 2032 diperkirakan mencapai 36 juta ton.

Tabel 1.1 Data Impor – Ekspor Formaldehid di Indonesia

Tahun	Ekspor (ton)	Impor (ton)
2014	189	3292
2015	55,8	0
2016	0	3110
2017	0	4740
2018	162	0
2019	614	0
2020	549	0
2021	1042	1315

Sumber : (Badan Pusat Statistik, 2022)

Berdasarkan data tersebut, kebutuhan formaldehida Indonesia pada tahun 2027 dapat dicari menggunakan persamaan:

$$F = F_0 (1+i)^n \quad (1.1)$$

Keterangan:

F = kebutuhan formaldehida tahun 2027 (Ton)

F₀ = kebutuhan formaldehida tahun 2022 (Ton)

i = laju pertumbuhan rata-rata pertahun

n = selisih tahun

Berdasarkan perhitungan, kebutuhan impor formaldehida di Indonesia tahun 2027 diperkirakan sebanyak 773,828 Ton dan ekspor formaldehida Indonesia diperkirakan meningkat hingga 58.381,169 Ton pada tahun 2027. Kapasitas pabrik dapat dicari menggunakan persamaan:

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5 \quad (1.2)$$

Keterangan:

m₁ = Kebutuhan impor dalam negeri pada tahun ke-n(ton)

m₂ = produksi pabrik lama pada tahun ke-n (ton)

m₃ = produksi pabrik baru pada tahun ke-n (ton)

m_4 = kebutuhan ekspor formaldehida tahun ke-n (ton)

m_5 = kebutuhan konsumsi formaldehida dalam negeri tahun ke-n (ton)

Tabel 1.2 Data industri formaldehid di Indonesia

Nama Perusahaan	Kapasitas (Ton/tahun)
PT. Arjuna Utama Kimia	24.540
PT. Belawan Deli Chemical Industri	50.000
PT. Borneo Persada	12.500
PT. Dover Chemical	50.000
PT. Gelora Citra Kimia Abadi	48.000
PT. Palmolite Adhesive Industry	36.000
PT. Putra Sumber Kimindo	35.000
Total	256.040

(www.kemenerin.go.id)

Diasumsikan bahwa produksi pabrik pada saat ini hanya digunakan untuk memenuhi 100% kebutuhan konsumsi formaldehida di Indonesia, maka kapasitas pabrik baru yang dapat didirikan yaitu:

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2)$$

$$m_3 = (58.381,169 + 256.040) - (773,828 + 256.040)$$

$$m_3 = 57.607,341 \text{ ton}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, peluang kapasitas pabrik yang dapat didirikan yaitu sebesar 57.607 ton/tahun, dengan kapasitas pabrik terpilih yaitu 40.000 ton/tahun yang berarti 70% dari hasil peluang kapasitas pabrik hasil perhitungan.

1.2.2. Pemilihan Proses

Pembentukan formaldehid dilakukan melalui proses oksidasi alkohol primer dengan bantuan katalis dalam suatu reaktor pada suhu dan temperatur tertentu. Secara umum proses pembuatan formaldehid dapat dibedakan menjadi 2 proses berdasarkan jenis katalis yang digunakan. Proses yang pertama yaitu proses *silver catalyst* dan proses yang kedua adalah proses *iron molybdenum oxide*. Proses *silver catalyst* berlangsung pada reaksi katalitik antara oksigen dan metanol dengan katalis perak (Ag) sebagai katalisator. Sedangkan Proses *Iron Molybdenum Oxide* berlangsung pada reaksi katalitik antara oksigen dan metanol sebagai bahan baku

dengan katalis *iron molybdenum oxide* sebagai katalisator. Dari kedua proses tersebut keduanya memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Berikut merupakan analisis kelebihan dan kekurangan setiap proses pembuatan formaldehid dari metanol.

Tabel 1.3 Kelebihan dan Kekurangan Proses Produksi Formaldehid

Proses	Kelebihan	Kekurangan
<i>Silver Catalyst</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Konsentrasi yang diperoleh lebih bervariasi karena adanya menara distilasi. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Suhu operasi tinggi (600-650°C). 2. Membutuhkan alat distilasi. 3. Umur katalis pendek (3-8 bulan). 4. Harga katalis Ag relatif mahal. 5. Menghasilkan <i>yield</i> rendah (86-90%). 6. Konversinya rendah (65-75%).
<i>Iron Molybdenum Oxide</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Konversinya lebih tinggi (98,4%). 2. Suhnya lebih rendah (300°C - 400°C). 3. <i>Yield</i> yang dihasilkan tinggi (91%). 4. Umur katalis lebih panjang (12-18 bulan). 5. Desain peralatanya lebih murah dan sistem 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Konsentrasi produk yang dihasilkan kurang bervariasi

	<p>pengamananya mudah terkontrol karena kondisi operasinya lebih rendah</p>	
--	---	--

Tabel 1.4 Perbandingan proses produksi formaldehid

Parameter	Jenis Proses	
	<i>Silver Catalyst</i>	<i>Iron Molybdenum Oxide</i>
Suhu Operasi	600 °C – 650 °C	300°C - 400°C
Tekanan Operasi	1,3 Atm	1-1,5 Atm
Reaktor	<i>Fixed bed multitube</i>	<i>Fixed bed</i>
Katalis	Perak (3-8 bulan)	<i>Iron - Molybdenum oxide</i> (12-18 bulan)
<i>Yield</i>	86-90%	91%
Konversi	65-75%	98,4%

Seleksi proses dalam proses perancangan pabrik kimia merupakan suatu hal yang penting dalam mencapai keuntungan suatu pabrik. Berdasarkan tabel 2.4 perbandingan proses pembuatan formaldehid kedua proses diatas digunakan proses *Iron Molybdenum Oxide*, dengan pertimbangan:

1. Konversi dan *yield* yang dihasilkan lebih tinggi, sehingga jumlah produk formaldehid yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan dengan proses *silver catalyst*. Kondisi operasi yang dibutuhkan lebih rendah sehingga desain peralatanya menjadi lebih murah dan sistem keamananya mudah untuk di kontrol.
3. Umur katalis lebih panjang (12-18 bulan).

1.3 Uraian Proses

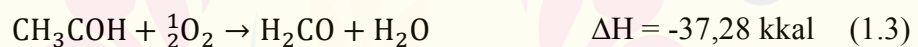
Proses pembuatan formaldehid dari metanol terbagi menjadi 3 tahap yaitu pretreatment, sintesis formaldehid dari metanol, dan pemurnian produk.

1.3.1 *Pretreatment*

Bahan baku berupa metanol dengan kemurnian 99% yang disimpan di tangki penyimpanan metanol (F-110) dengan kondisi tekanan 1 atm dan suhu 30°C. Bahan baku udara dipasok dari lingkungan sekitar yang diambil menggunakan blower (G-130) dengan kondisi tekanan 1,5 atm dan suhu 30°C. Selanjutnya udara dipanaskan menggunakan *heat exchanger* hingga mencapai suhu 230°C agar sesuai dengan suhu metanol. Metanol dari tangki penyimpanan (F-110) diumpankan menuju *vaporizer* (V-120) menggunakan pompa (L-111) untuk diuapkan hingga mencapai suhu 230°C pada tekanan 1,5. Gas metanol dan udara selanjutnya akan dialirkan menuju *fixed bed reactor* (R-210).

1.3.2 Sintesis

Campuran metanol dan udara direaksikan didalam *fixed bed reactor* (R-210) pada tekanan 1,3 atm dan suhu 300°C menggunakan metode *Iron Molybdenum Oxide*. Umpan masuk ke dalam reaktor *fixed bed* yang berisi katalis. Katalis yang digunakan yaitu *iron-molybdenum oxide* dengan perbandingan 1,5:3. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Reaksi yang terjadi merupakan reaksi eksotermis, sehingga reaktor membutuhkan pendingin untuk menstabilkan suhu yang dialirkan melalui *shell heat reactor*, sehingga reaksi tidak bergeser menuju reaktan sesuai dengan prinsip kesetimbangan reaksi kimia. Pendingin yang digunakan adalah *downterm A*. Pendingin ini akan mempertahankan kondisi operasi reaktor yakni pada suhu 300°C dan tekanan 1,3 atm.

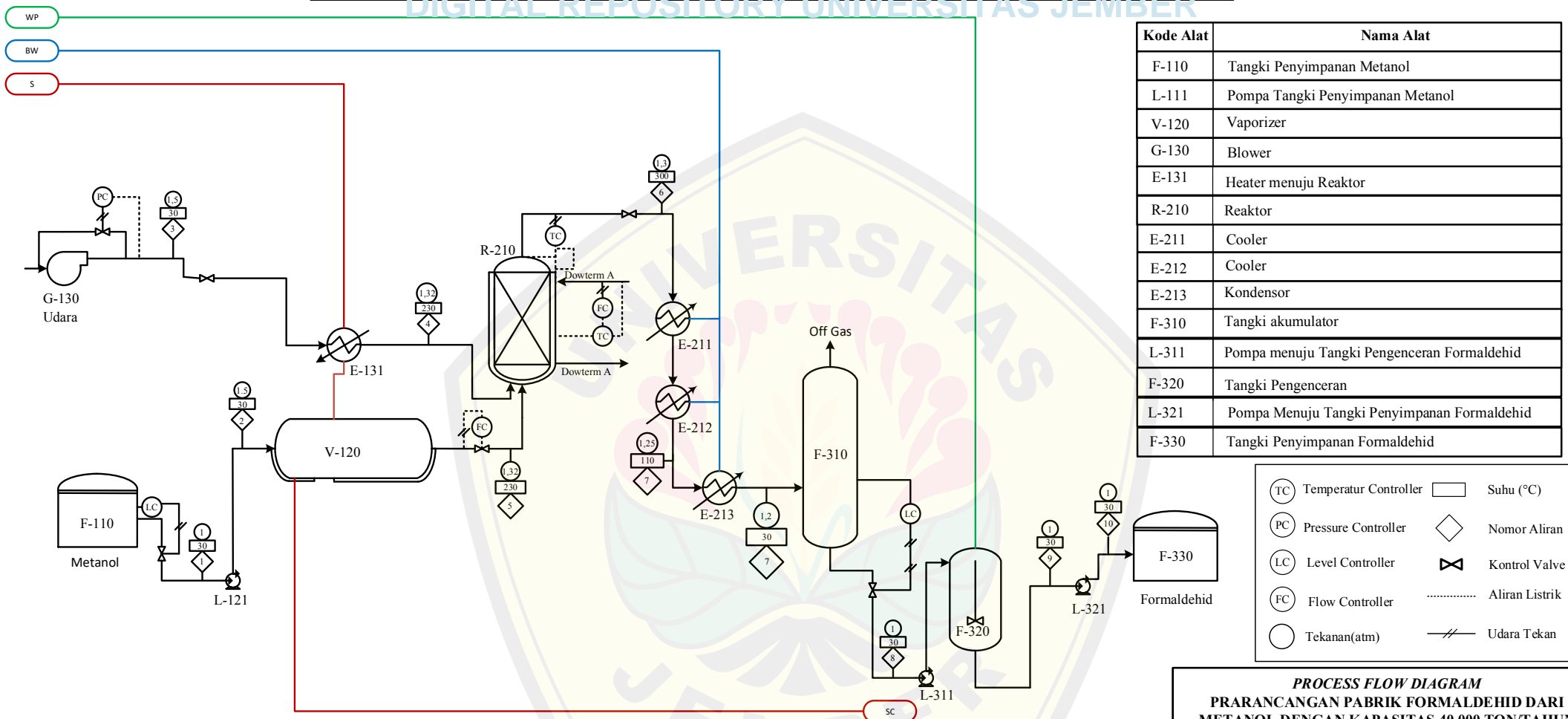
Konversi metanol yang dihasilkan sekitar 98,4% dengan *yield* yang diperoleh yaitu 91% dan selektivitas 90%. Produk yang dihasilkan selanjutnya dinginkan pada *cooler* (E-211) dan *cooler* (E-211) hingga mencapai suhu 110°C pada tekanan 1,25 atm. Produk yang telah didinginkan selanjutnya diembunkan didalam kondensor kemudian dipisahkan antara gas dan liquidnya didalam tangki akumulator.

1.3.3 Pemurnian

Pada tahap pemurnian dilakukan pemisahan formaldehid dari campuran gas selain formaldehida menggunakan tangki akumulator. Gas masuk kedalam kondensor pada kondisi tekanan 1,3 atm dan suhu 110°C. Suhu didalam kondensor diturunkan hingga 30°C dan tekanan 1,2 atm. Penurunan suhu dan tekanan aliran masuk ke dalam kondensor, menyebabkan terpisahnya komponen gas (N_2 , O_2 , CO , dan CO_2) dan cair (CH_3OH , CH_2O , dan H_2O). Keluaran kondensor akan dialirkan menuju tangki akumulator untuk dipisahkan antara fase gas dan liquid. Produk liquid akan dialirkan melalui sisi bawah tangki akumulator, sedangkan gas akan di buang menjadi *off gas*. Sebelum dipompakan ke dalam tangki penyimpanan, produk dipompakan menuju tangki pengenceran terlebih dahulu untuk ditambahkan sejumlah air yang bertujuan agar konsentrasi produk formaldehid sesuai yang diinginkan. Selanjutnya keluaran dari tangki pengenceran yang merupakan formaldehid dengan kadar 37% dipompakan menuju tangki penyimpanan produk.

PRA RANCANGAN PABRIK FORMALDEHID DARI METHANOL DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 40.000 TON/TAHUN

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER



Kode Alat	Nama Alat
F-110	Tangki Penyimpanan Metanol
L-111	Pompa Tangki Penyimpanan Metanol
V-120	Vaporizer
G-130	Blower
E-131	Heater menuju Reaktor
R-210	Reaktor
E-211	Cooler
E-212	Cooler
E-213	Kondensor
F-310	Tangki akumulator
L-311	Pompa menuju Tangki Pengenceran Formaldehid
F-320	Tangki Pengenceran
L-321	Pompa Menuju Tangki Penyimpanan Formaldehid
F-330	Tangki Penyimpanan Formaldehid

TC	Temperatur Controller	Suhu (°C)
PC	Pressure Controller	Nomor Aliran
LC	Level Controller	Kontrol Valve
FC	Flow Controller	Aliran Listrik
Tekanan(atm)		Udara Tekan

Gambar 1. 1 Process Flow Diagram Pabrik Formaldehid

Komponen	Aliran (kg/jam)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CH ₃ OH	2.250,752	2.250,752		36,0120	36,012		36,012		36,012
O ₂			4.546,974	3.229,2035	3.229,203	3.229,203			
N ₂			14.967,12	14.967,1219	14.957,12	14.957,12			
CH ₂ O				1.868,686	1.868,69	1.939,18	1.868,69		1.868,686
CO				19,3789	19,378	19,378			
CO ₂				274,0740	274,074	274,074			
H ₂ O	22,73487	22,73487		1.393,105	1.393,105		1.393,105	1752,701	3.145,806

PROCESS FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK FORMALDEHID DARI METANOL DENGAN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

<p>Disusun Oleh :</p> <p>Anisa Ari Santi NIM.191910401048</p> <p>Erni Rahayu NIM.191910401063</p> <p>Febri Adrian NIM.191910401067</p>	<p>Dosen Pembimbing Utama: Ir. Meta Fitri Rizkiana, S.T., M.Si.</p> <p>Dosen Pembimbing Anggota: Zuhriah Mumtazah, S.Si., M.Si.</p>
<p>PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER</p>	

1.4 Spesifikasi Bahan

1.4.1. Spesifikasi bahan baku

a. Metanol

Tabel 1.5 Spesifikasi Bahan Baku Metanol

Spesifikasi	Keterangan
Rumus Molekul	: CH ₃ OH
Berat Molekul	: 32,04 g/mol
Wujud	: Cair
Warna	: Tidak Berwarna
Titik Didih	: 64,5°C
Titik Lebur	: -98°C
Titik Nyala	: 10°C
Densitas	: 0,792 g/cm ³
Viskositas	: 0,597 mPa.s
Tekanan Uap	: 128 hPa (Pada 20°C)
Kelarutan dalam air	: Larut (Pada 20°C)

(SMART-LAB, 2017a)

b. Udara

Udara terdiri dari campuran N₂ dan O₂ dengan komposisi N₂ 79% dan O₂ 21%.

Tabel 1.6 Spesifikasi Bahan Baku Udara

Spesifikasi	N ₂	O ₂
Berat Molekul	: 28 g/mol	32 g/mol
Wujud	: Gas	: Gas
Warna	: Tidak Berwarna	: Tidak berwarna
Titik Didih	: -195,8°C	: -183°C
Titik Lebur	: -209,68°C	: -218,4
Densitas	: 1,250 kg/m ³ (0°C)	: 1,4291 kg/m ³
Viskositas	: 0,0176 cP (20°C)	: 0,0204 cP (20°C)

(McKetta and Cunningham, 1983)

1.4.2. Spesifikasi Bahan Pembantu

a. Katalis *Iron Molybdenum Oxide***Tabel 1.7** Spesifikasi Katalis Iron Molybdenum Oxide

Spesifikasi	Keterangan
Rumus Molekul	: $\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3$
Berat Molekul	: 447.6 g/mol
Wujud	: Padat
Warna	: hijau abu abu
Umur Katalis	: 12 – 18 bulan
Rasio Perbandingan Fe/Mo	: 1/3
Ukuran	: $\frac{1}{4}$ in x $\frac{1}{4}$ in
Bulk <i>density</i>	: 1100 Kg/m ³
<i>Particle density</i>	: 126 lb/ft ³

(PubChem, 2023)

1.4.3. Spesifikasi Produk

a. Formaldehid

Tabel 1.8 Spesifikasi Produk Formaldehid

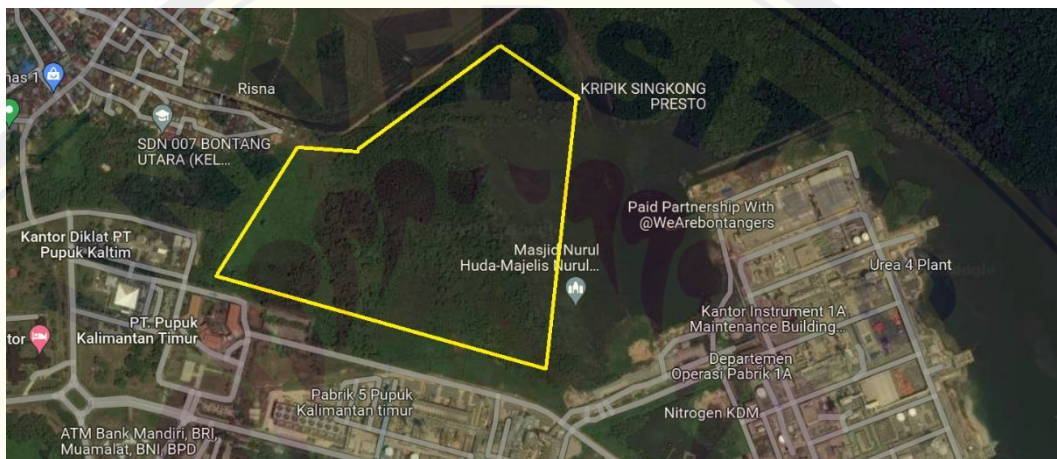
Spesifikasi	Keterangan
Rumus Molekul	: CH_2O
Berat Molekul	: 30,03 g/mol
Wujud	: Cair
Warna	: Tidak Berwarna
Titik Didih	: 93 - 96°C
Titik Lebur	: < -15°C
Titik Nyala	: 62°C
Densitas	: 1,09 g/cm ³
pH	: 2,8 – 4
Kelarutan dalam air	: Larut (Pada 20°C)

(SMART-LAB, 2017b)

1.5 Pemilihan Lokasi dan Tata Letak Pabrik

1.5.1. Pemilihan Lokasi Pabrik

Letak geografis dalam penentuan lokasi pabrik merupakan unsur yang penting terhadap keberhasilan dan kelangsungan dari suatu pabrik. Pemilihan lokasi pabrik harus mempertimbangkan perhitungan biaya produksi dan distribusi yang minimal, serta pertimbangan ekonomi dan sosial masyarakat di sekitar lokasi pabrik. Selain itu, terdapat faktor-faktor yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik yaitu penyediaan bahan baku, pemasaran produk, ketersediaan air, energi dan tenaga kerja. Lokasi pendirian pabrik formaldehid ini direncanakan di daerah Bontang, Kalimantan Timur.



Gambar 1. 2 Lokasi Pabrik

1. Penyediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku sangat diperlukan untuk keberlangsungan suatu pabrik. Lokasi pabrik sebaiknya berada didaerah yang dekat dengan sumber bahan baku sehingga transportasi dapat berjalan dengan lancar dan untuk meminimalkan biaya transportasi. Bahan baku utama yang digunakan di dalam pabrik formaldehid adalah metanol. Kota Bontang, Kalimantan Timur merupakan lokasi pabrik PT. Kaltim Methanol Industri yang akan menjadi pemasok metanol sebagai bahan baku pabrik formaldehid.

2. Pemasaran Produk

Kota Bontang telah memiliki sarana transportasi yang memadai yaitu 3 pelabuhan, 1 bandara dan 1 terminal. Letak kota Bontang yang strategis sangat memudahkan distribusi hasil produksi ke seluruh konsumen formaldehid di Indonesia dan untuk komoditi ekspor. Selain itu, prospek pasar menjadi sangat

penting karena untung ruginya suatu pabrik sangat tergantung pada pemasaran produknya. Target pasar dari produksi formaldehid adalah aplikasi industri seperti resin, plastik, dan pabrik produksi cat. Formaldehid atau formalin biasanya juga digunakan sebagai reagent untuk perekat seperti resin fenol-formaldehida (PF) dan urea-formaldehida (UF).

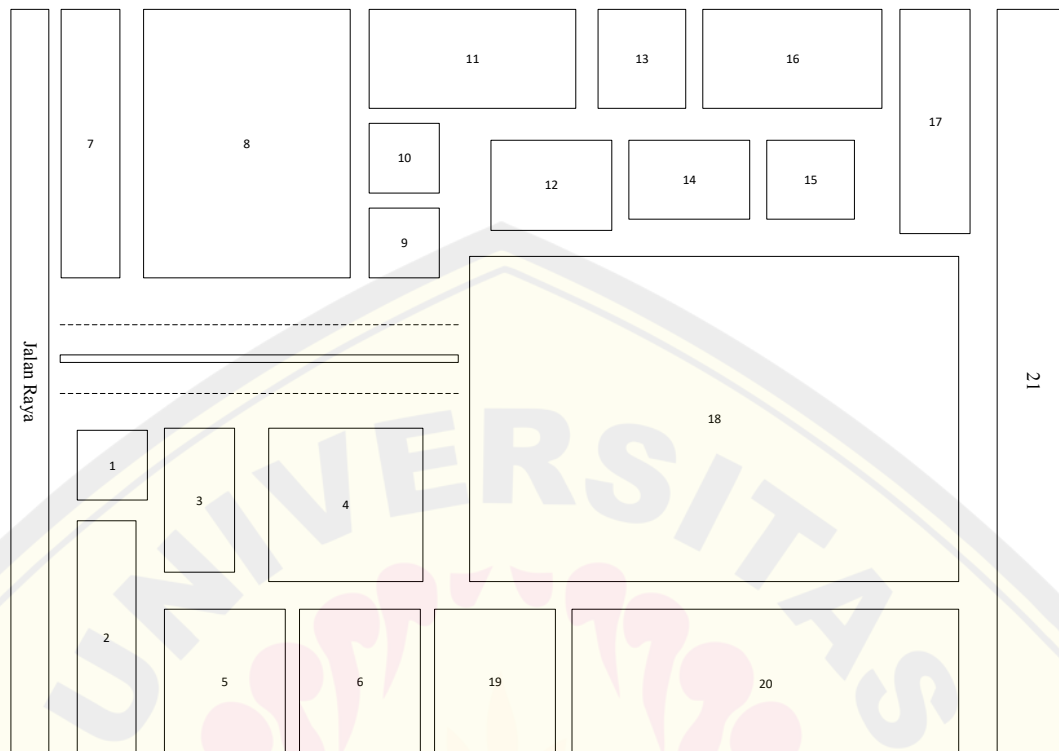
3. Ketersediaan air dan energi

Fasilitas yang terdiri dari penyediaan air dan energi mengharuskan lokasi pabrik dekat dengan sumber tersebut. Lokasi pabrik yang dekat dengan laut memudahkan untuk memenuhi kebutuhan air pabrik. Penyediaan listrik didapatkan dari PLN dan generator set sebagai cadangan listrik.

4. Tenaga Kerja

Sebagian besar penduduk kota Bontang merupakan pekerja di Industri maupun pertambangan. Menurut data dari Badan Pusat Statistika (BPS) tahun 2020, jumlah penduduk di Bontang berjumlah 178.917 jiwa dengan jumlah penduduk laki – laki sekitar 92.936 (Badan Pusat Statistika, 2020).

1.5.2. Tata Lokasi Pabrik

**Gambar 1.3** Tata Letak Pabrik Formaldehid

Keterangan :

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| 1. Pos Satpam | 12. Kantor K3 |
| 2. Parkiran Tamu | 13. Unit Pemadam Kebakaran |
| 3. Taman | 14. Ruang Kontrol |
| 4. Lapangan / Titik Kumpul | 15. Power Station |
| 5. Gudang Alat | 16. Gudang Bahan Baku |
| 6. Bengkel | 17. Parkiran Truk |
| 7. Parkiran Karyawan | 18. Area Proses |
| 8. Kantor Utama | 19. Kontrol Utilitas |
| 9. Kantin | 20. Utilitas |
| 10. Masjid | 21. Area Perluasan |
| 11. Laboratorium | |

BAB 2 NERACA MASSA DAN ENERGI

2.1 Neraca Massa

Neraca massa pada pabrik formaldehid dari metanol dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Neraca Massa Tiap Aliran

Aliran Masuk		Aliran Keluar	
Vaporizer (V-120)			
M1	Kg	M2	Kg
CH3OH	2.250,75	CH3OH	2.250,75
H2O	22,73	H2O	22,73
Total	2.273,49	Total	2.273,49
Reaktor (R-210)			
M2	Kg	M4	Kg
CH3OH	2.250,75	CH3OH	36,01
H2O	22,73	O2	3.229,20
M3	Kg	N2	14.967,12
O2	4.546,97	CH2O	1.868,69
N2	14.967,12	CO	19,38
		CO2	274,07
		H2O	1.393,11
Total	21.787,58	Total	21.787,58
Kondensor (E-213)			
M4	Kg	M5	Kg
CH3OH	36,01	CH3OH	36,01
O2	3.229,20	O2	3.229,20
N2	14.967,12	N2	14.967,12
CH2O	1.868,69	CH2O	1.868,69
CO	19,38	CO	19,38
CO2	274,07	CO2	274,07
H2O	1.393,11	H2O	1.393,11
Total	21.787,58	Total	21.787,58
Tangki Akumulasi (F-310)			
M5	Kg	M6	Kg
CH3OH	36,01	O2	3.229,20
O2	3.229,20	N2	14.967,12
N2	14.967,12	CO	19,38
CH2O	1.868,69	CO2	274,07
CO	19,38	M7	Kg
CO2	274,07	CH3OH	36,01
H2O	1.393,11	CH2O	1.868,69
		H2O	1.393,11
Total	21.787,58	Total	21.787,58
Tangki Pengenceran (F-320)			

M7	Kg	M9	Kg
CH ₃ OH	36,01	CH ₃ OH	36,01
CH ₂ O	1.868,69	CH ₂ O	1.868,69
H ₂ O	1.393,11	H ₂ O	3.145,81
M8	Kg		
H ₂ O	1.752,70		
Total	5.050,51	Total	5.050,51

2.2 Neraca Energi

Neraca energi pada pabrik formaldehid dari metanol dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Neraca Energi Tiap Alat

NERACA PANAS TOTAL			
Panas Masuk	(KJ)	Panas Keluar	(Kj)
Vaporizer (V-120)			
ΔH in	28.661,46	ΔH out	756.248,12
Q supply	1.588.440,51	ΔH_v	860.853,85
Total	1.617.101,97	Total	1.617.101,97
Heater (E-131)			
ΔH in	98.648,26	ΔH out	4.090.029,61
Q supply	3.991.381,35		
Total	4.090.029,61	Total	4.090.029,61
Reaktor (R-210)			
ΔH in	4.846.277,73	ΔH out	7.099.582,65
ΔH_{rx}	13.794.826,27	Q dowterm A	11.541.521,35
TOTAL	18.641.104,01	TOTAL	18.641.104,01
Cooler 1 (E-211)			
ΔH in	7.099.582,65	ΔH out	4.381.301,55
		Q brine pendingin	2.718.281,10
TOTAL	7.099.582,65	TOTAL	7.099.582,65
Cooler 2 (E-212)			
ΔH in	4.381.301,55	ΔH out	2.080.946,93
		Q brine pendingin	2.300.354,62
TOTAL	4.381.301,55	TOTAL	4.381.301,55
Kondensor (E-213)			
ΔH in	2.080.946,93	ΔH out	149.616,06
		Q brine pendingin	1.931.330,87
TOTAL	2.080.946,93	TOTAL	2.080.946,93

BAB 3 SPESIFIKASI ALAT DAN UTILITAS

3.1 Spesifikasi peralatan proses

Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat Proses

No.	Nama Alat	Kode Alat	Ukuran	Harga (\$) (2027)
1.	Tangki penyimpanan metanol	F-110	499,136 m ³	147.922,729
2.	Pompa tangki penyimpanan metanol	L-111	3,5 HP	8.901,13017
3.	<i>Vaporizer</i>	V-120	73,08 ft ²	3.513,604015
4.	Blower	G-130	19 HP	20.261,783
5.	<i>Heater</i>	E-131	2.251,48 ft ²	268.087,9863
6.	Reaktor	R-210	31,477 m ³	136.679,1962
7.	<i>Cooler 1</i>	E-211	398,65935 ft ²	59.965,51
8.	<i>Cooler 2</i>	E-212	372,1848 ft ²	57.154,63
9.	Kondensor	E-213	2057,224 ft ²	257.078,69
10.	Tangki akumulator	F-310	31,8238 m ³	53.758,14142
11.	Pompa menuju tangki pengenceran	L-311	3,5 HP	10.423,69191
12.	Tangki pengenceran	F-320	163,09399 m ³	92.876,27
13.	Pompa menuju tangki penyimpanan formaldehid	L-321	5,5 HP	12.063,374
14.	Tangki penyimpanan formaldehid	F-330	913,125 m ³	295.845,548

3.2 Utilitas

Unit utilitas merupakan salah satu unit pada suatu pabrik yang memiliki peran penting dalam penyediaan bahan-bahan penunjang yang dapat memperlancar suatu sistem operasi produksi di pabrik, seperti: air, udara, steam, dan bahan bakar. Selain itu, unit utilitas juga berfungsi sebagai penyedia sumber energi bagi peralatan yang digunakan dalam proses produksi pabrik. Unit-unit utilitas yang ada pada pabrik ini antara lain:

3.2.1. Unit Penyediaan Air dan *Brine*

Salah satu kebutuhan pokok pada suatu pabrik adalah air. Pemenuhan kebutuhan proses produksi pada pabrik formaldehid dari metanol ini digunakan sumber air yakni air sungai guntung yang telah melalui pemrosesan terlebih dahulu. Penggunaan air pada suatu pabrik dapat dikelompokkan menjadi beberapa bagian seperti kebutuhan air proses, air pendingin, umpan boiler dan air sanitasi atau air bersih. Ringkasan kebutuhan air total dan *brine* yang diperlukan pada pabrik formaldehid dari metanol dengan kapasitas 40.000 ton/tahun dapat dilihat pada tabel 3.2 dan 3.3 berikut:

Tabel 3. 2 Total Kebutuhan Air

No.	Jenis Kebutuhan	Massa (Kg/Jam)
1.	Air kebutuhan umum	1.305,6
2.	Air pemadan kebakaran	313,344
3.	Air umpan boiler	5.718,82098
4.	Air proses	2.103,24107
Total Kebutuhan		9.441,006053
Faktor keamanan 20%		1.888,20
Total		11.329,21

Tabel 3. 3 Kebutuhan *Brine Water*

Alat	Massa (kg/jam)
<i>Cooler</i> 1	15.891,73401
<i>Cooler</i> 2	13.448,434
Kondensor	11.291,031
Total Kebutuhan	40.631,19903
Faktor keamanan 20%	8.126,239
Total	48.757,4

3.2.2. Unit Penyediaan *Steam*

Unit Penyediaan boiler berfungsi untuk menyediakan kebutuhan steam yang digunakan sebagai media pemanasan pada pabrik formaldehid. Kebutuhan total *steam* pada pabrik ini disajikan dalam Tabel 3.4

Tabel 3. 4 Total Kebutuhan Steam

No	Nama Alat	Kode Alat	Steam (Kg/jam)
1.	<i>Vaporizer</i>	V-120	1.130,56264
2.	<i>Heater</i>	E-131	2.840,8405
	Faktor keamanan 20%		794,286
3.	<i>Make up water boiler</i>	-	953,1368
Jumlah			5.718,82

3.2.3. Unit Pengadaan Listrik

Unit pembangkit dan distribusi listrik merupakan unit pendukung yang harus ada dalam suatu pabrik kimia. Dengan adanya unit ini, maka kebutuhan tenaga listrik untuk proses produksi dan juga untuk kebutuhan perlengkapan dapat terpenuhi. Kebutuhan listrik di pabrik ini 100% diperoleh dari PLN dan digunakan pembangkit listrik dari EDG (*Emergency Diesel Generator*) sebagai cadangan apabila *supply* dari PLN mati. Pada Tabel 3.5 ditunjukkan ringkasan jumlah kebutuhan listrik yang disediakan oleh PLN.

Tabel 3. 5 Total Kebutuhan Listrik yang Disediakan PLN

No.	Jenis Kebutuhan	Daya (kWh)
1.	Peralatan proses, utilitas, dan instrumentasi	77,9256366
2.	Kebutuhan listrik untuk lain-lain	16,67
3.	Penerangan	48,560
Total Kebutuhan		143,1556366
Faktor keamanan 20%		28,6311
Total		171,7868

3.2.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar jenis *diesel oil* atau solar. Solar dipilih untuk pemanasan boiler dan generator karena harganya relatif murah dan mudah didapat. Sehingga kebutuhan dan jumlah bahan bakar pada pabrik bisa dilihat pada tabel 3.6 berikut ini.

Tabel 3. 6 Kebutuhan Bahan Bakar

Parameter	Jenis Bahan Bakar	
	<i>Diesel Fuel</i>	<i>Diesel Fuel</i>
<i>Heating value</i> (Hv)	1.9200 Btu/lb	1.9200 Btu/lb
Densitas	0,86 kg/L	0,86 kg/L
Keperluan	Bahan bakar boiler untuk unit pengadaan <i>steam</i>	Bahan bakar genset sebagai cadangan kebutuhan listrik
Massa yang dibutuhkan	210,938 Liter/jam	20,128 Liter/jam
Waktu Penggunaan	Setiap hari	Cadangan

3.2.5. Unit Pengolahan Air (*Waste Water Treatment*)

Air sungai Guntung yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan air pabrik harus diproses terlebih dahulu untuk membersihkan air dari kontaminan yang menyebabkan korosi pada logam serta terbentuknya endapan dan lainnya. Proses pengolahan air sungai Guntung terbagi menjadi beberapa tahapan proses sebagai berikut:

1. Proses Pengambilan dan Penyaringan
2. Koagulasi dan Flokulasi
3. Proses Demineralisasi (untuk keperluan umpan boiler) yang meliputi beberapa tahapan diantaranya:
 - a. *Cation exchanger*
 - b. *Anion exchanger*
 - c. Daerator
 - d. Desinfektasi
 - e. *Cooling water system*

BAB 4 MANAJEMEN PABRIK, EVALUASI EKONOMI, DAN FAKTOR KESELAMATAN

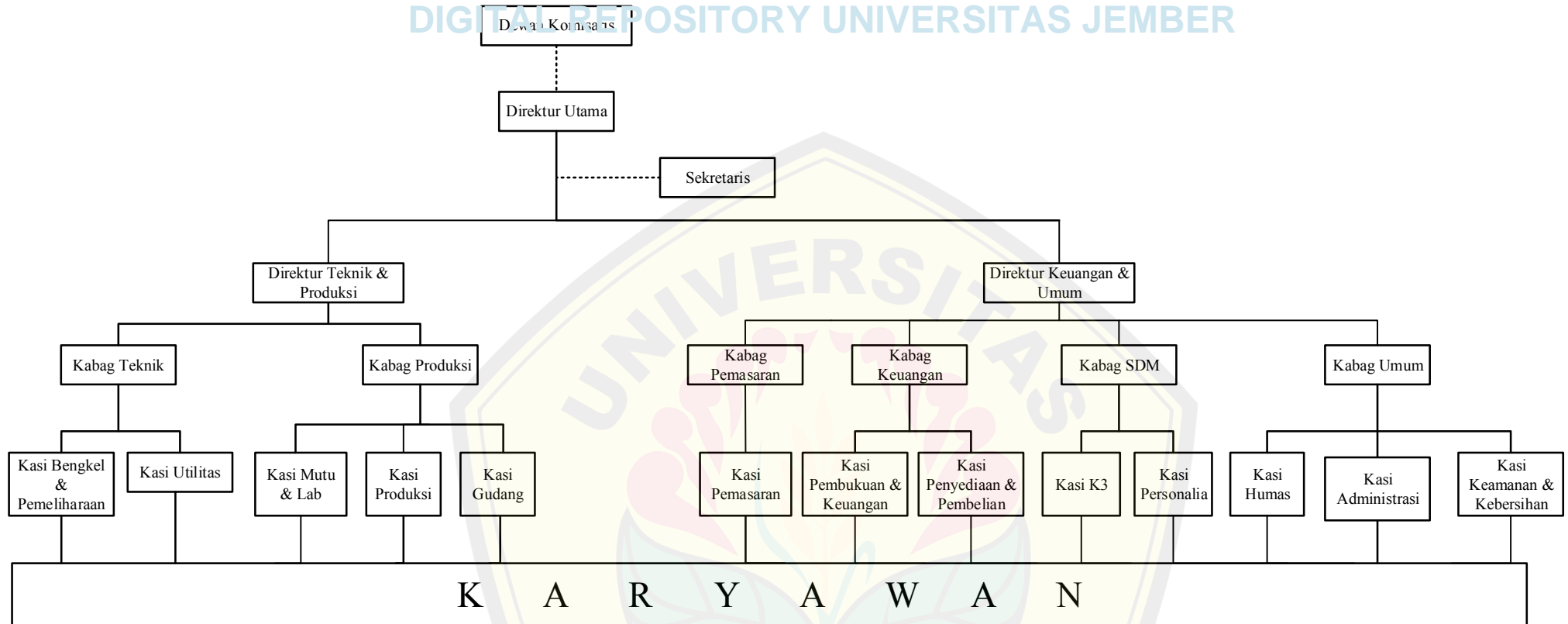
4.1 Manajemen Pabrik

4.1.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik formaldehida dari metanol yang akan didirikan didaerah Bontang, Kalimantan Timur akan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas (PT) adalah suatu badan hukum untuk menjalankan usaha yang memiliki modal terdiri dari saham-saham, yang pemiliknya memiliki bagian sebanyak saham yang dimilikinya. Pada Perseroan Terbatas (PT) kekuasaan tertinggi terletak pada pemegang saham, yang diwakili oleh Dewan Komisaris. Pelaksanaan operasi pabrik sehari-hari dilaksanakan oleh Direksi yang dibantu oleh Staf pabrik dan kantor (administrasi).

4.1.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi sebagai suatu garis hirarki yang mendeskripsikan berbagai komponen yang menyusun perusahaan, dimana setiap individu atau sumber daya manusia pada lingkup perusahaan tersebut kemudian memiliki posisi dan fungsinya masing-masing. Struktur organisasi dapat memberikan wewenang pada tiap bagian perusahaan untuk melaksanakan tugasnya masing-masing. Selain itu, struktur organisasi perusahaan dapat mengatur sistem dan hubungan struktural antar tiap bagian perusahaan dalam menjalankan fungsinya masing-masing. Struktur organisasi di pabrik formaldehid ini secara garis besar dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Struktur Organisasi Pabrik

4.1.3 Sistem Kerja

Pabrik formaldehid yang akan dibangun akan beroperasi 24 jam sehari selama 330 hari dalam satu tahun. Sisa hari yang tidak termasuk hari libur digunakan untuk pembersihan serta perbaikan dan perawatan peralatan produksi (Shutdown Pabrik). Berdasarkan waktu kerjanya, karyawan akan digolongkan menjadi 2 yaitu karyawan non-shift dan karyawan shift. Pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 disediakan data terkait jam kerja karyawan dan jumlah karyawan.

Tabel 4. 1 Jam Kerja Karyawan Shift

Tabel 4. 1 Shift	Jam Kerja (WIB)
Shift 1 (Pagi)	07.00-15.00
Shift 2 (Siang)	15.00-23.00
Shift 3 (Malam)	23.00-07.00

Tabel 4. 2 Jumlah Karyawan Non Shift

No	Jabatan	Jumlah
1.	Dewan Komisaris	3
2.	Direktur Utama	1
3.	Direktur Teknik dan Produksi	1
4.	Direktur Keuangan dan Umum	1
5.	Sekretaris	1
6.	Kepala Bagian Teknik	1
7.	Kepala Bagian Produksi	1
8.	Kepala Bagian Pemasaran	1
9.	Kepala Bagian Keuangan	1
10.	Kepala Bagian Sumber Daya Manusia (SDM)	1
11.	Kepala Bagian Umum	1
12.	Karyawan Sekretaris	3
13.	Karyawan Kepala Bagian	14
14.	Unit Bengkel dan Pemeliharaan	1
15.	Karyawan Bengkel dan Pemeliharaan	15
16.	Unit Proses Produksi	1

No	Jabatan	Jumlah
17.	Karyawan Proses Produksi	42
18.	Unit Pemasaran	1
19.	Karywan Pemasaran	12
20.	Unit Pembukuan dan Keuangan	1
21.	Karyawan Pembukuan dan Keuangan	15
22.	Unit Penyediaan dan Pembelian	1
23.	Karyawan Penyediaan dan Pembelian	3
24.	Unit Adminidtrasi	1
25.	Karyawan Administrasi	2
26.	Unit K3	1
27.	Karyawan K3	12
28.	Unit Utilitas	1
29.	Karyawan Utilitas	15
30.	Unit Mutu dan Laboratorium	1
31.	Karyawan Mutu dan Laboratorium	12
32.	Unit Humas	1
33.	Karyawan Humas	3
34.	Unit Personalia	1
35.	Karyawan Personalia	12
36.	Unit Keamanan	1
37.	Karyawan Keamanan	3
38.	Unit Gudang	1
39.	Karyawan Unit Gudang	9
40.	Trasnportasi Supir	3
41.	Kebersihan	4
42.	Perpustakaan	4
43.	Dokter	3
44.	Penjaga Parkiran	4
Total		216

4.2 Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi dalam perancangan pabrik formaldehid dari metanol ini dilakukan untuk memperkirakan kelayakan pendirian pabrik serta mengetahui keuntungan yang dihasilkan. Dalam hal ini, ada beberapa aspek yang harus dipertimbangkan terkait kelayakan suatu pabrik yaitu:

- Total modal (*Total Capital Investment* atau TCI)
- Ongkos produksi (*Total Production Cost* atau TPC)
- Keuntungan (*Annual Cash Flow*)
- Lama waktu pengembalian (*Pay Out Time*)
- Laju pengembalian modal (*Rate of Return*)
- Titik impas (*Break Event Point/BEP*)

Hasil evaluasi kelayakan ekonomi pabrik formaldehid dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Rangkuman Evaluasi Ekonomi Pabrik

No	Nama Parameter	Nilai	Pembanding	Kesimpulan
1.	<i>Annual Cash Flow (ACF)</i>	38,855%	12%	ACF > 12%, pabrik layak didirikan
2.	<i>Pay Out Time (POT)</i>	3,132 tahun	5 tahun	POT < 5 tahun, pabrik layak didirikan
3.	<i>Net Profit Over Total Life of the Project (NPOTLP)</i>	US\$ 41.074.819	US\$ 17.086.844,43	NPOTLP > TCI + Jumlah Bunga Pinjaman, pabrik layak didirikan
4.	<i>Total Capital Sink (TCS)</i>	US\$ 33.326.159	US\$ 12.974.678,94	TCS > TCI, pabrik layak didirikan
5.	<i>Rate of Return (ROR)</i>	29,85%	12%	ROR > Bunga Bank 12%, pabrik layak didirikan

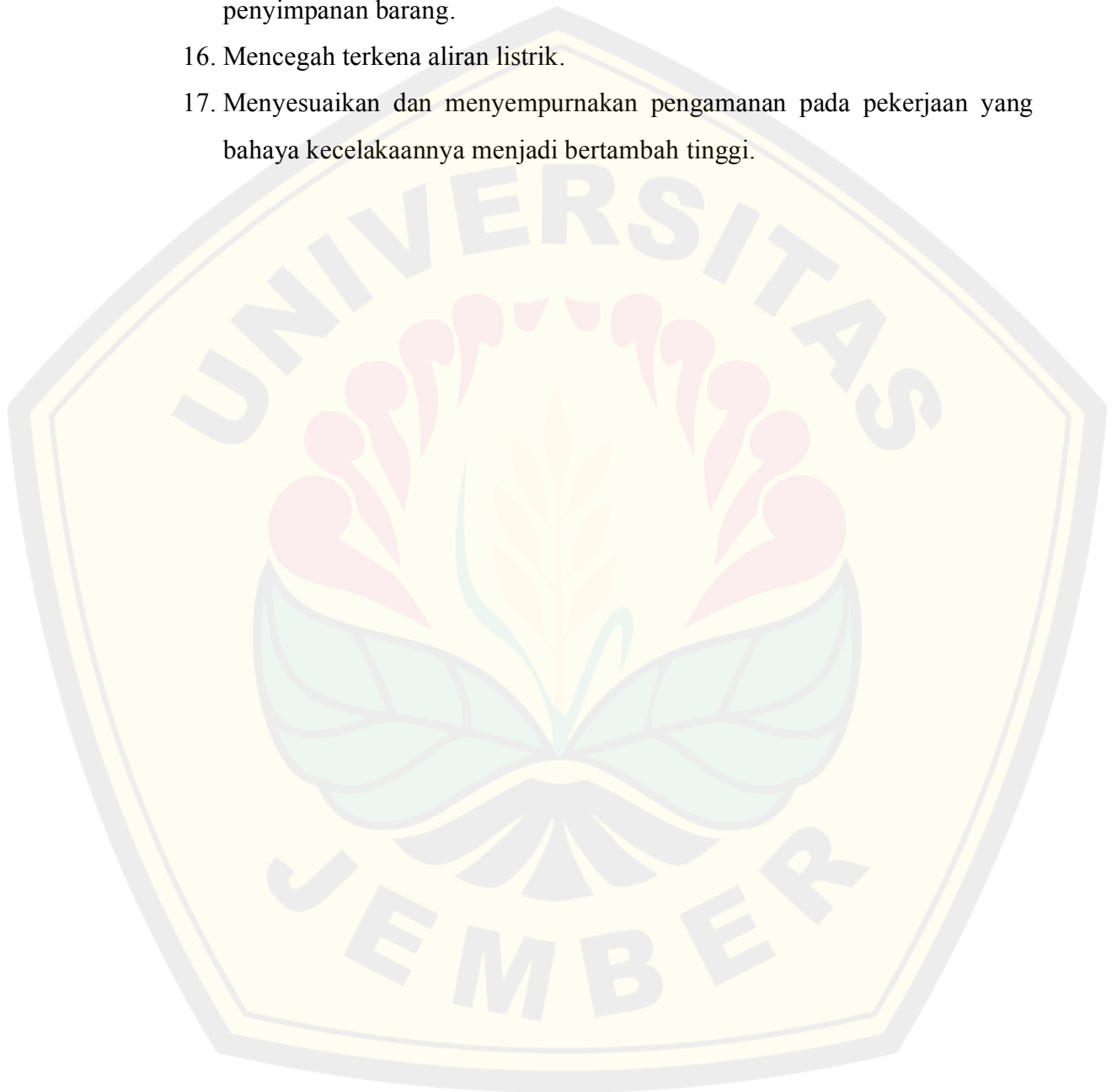
6. <i>Discounted Cash Flow</i>	37,39%	12%	DCF > Bunga Bank 12%, pabrik layak didirikan
7. <i>Break Event Point (BEP)</i>	43,12%	40-50%	40% < BEP < 50%, pabrik layak didirikan

4.3 Keselamatan

Manajemen keselamatan dan kesehatan kerja adalah konsep pengelolaan K3 secara komprehensif dan sistematis dalam menjalankan sistem manajemen secara utuh melalui proses perencanaan, penerapan, pengukuran dan pengawasan (Ramli, 2010). Pengertian keselamatan kerja menurut (Yani, 2012) bahwa keselamatan yang berhubungan dengan aktivitas kerja manusia baik pada industri manufaktur, yang melibatkan mesin, peralatan, penanganan material, pesawat uap, bejana bertekanan, alat kerja, bahan dan proses pengolahannya, landasan tempat kerja dan lingkungannya serta cara-cara melakukan pekerjaan, maupun industri jasa, yang melibatkan peralatan berteknologi canggih, seperti lift, escalator, peralatan pembersih gedung, sarana transportasi, dan lain-lain. Syarat keselamatan kerja tercantum dalam Undang-Undang Nomor 1 tahun 1970 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja yang terdiri dari beberapa poin:

1. Mencegah dan mengurangi kecelakaan.
2. Mencegah, mengurangi, dan memadamkan kebakaran.
3. Mencegah dan mengurangi bahaya peledakan.
4. Memberi kesempatan atau jalan menyelamatkan diri pada waktu kebakaran atau kejadian-kejadian lain yang berbahaya.
5. Memberi pertolongan pada kecelakaan.
6. Memberi alat-alat perlindungan diri pada para pekerja.
7. Mencegah dan mengendalikan timbul atau menyebar luasnya suhu, kelembaban, debu, kotoran, asap, uap, gas, hembusan angin, cuaca, sinar radiasi, suara, dan getaran.
8. Mencegah dan mengendalikan timbulnya penyakit akibat kerja baik fisik maupun psikis, keracunan, infeksi, dan penularan.
9. Memperoleh penerangan yang cukup dan sesuai.
10. Menyelenggarakan suhu udara yang baik dan cukup.

11. Memelihara kebersihan, kesehatan, ketertiban
12. Memperoleh keserasian antara proses kerja.
13. Mengamankan dan memperlancar pengangkutan orang, binatang, tanaman, atau barang.
14. Mengamankan dan memelihara segala jenis bangunan.
15. Mengamankan dan memperlancar pekerjaan bongkar muat, perlakuan, dan penyimpanan barang.
16. Mencegah terkena aliran listrik.
17. Menyesuaikan dan menyempurnakan pengamanan pada pekerjaan yang bahaya kecelakaannya menjadi bertambah tinggi.



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian dan pembahasan terkait perancangan pabrik formaldehid dari metanol dengan kapasitas 40.000 ton/tahun, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Lokasi pabrik formaldehid berada di daerah Bontang, Kalimantan Timur dengan total luas lahan yaitu 32.000 m².
2. Pabrik formaldehid ini memiliki kapasitas produksi sebesar 40.000 ton/tahun
3. Bahan baku berupa metanol 99% yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan produksi pada pabrik ini sebesar 18.006 ton/tahun yang diperoleh dari PT. Kaltim Methanol Industri.
4. Pabrik ini direncanakan beroperasi secara kontinyu selama 330 hari per tahun dengan waktu 24 jam per hari.
5. Terdapat tiga jumlah uraian proses, yaitu proses persiapan bahan baku, sintesis dan proses pemurnian.
6. Bentuk badan usaha yang direncanakan pada pabrik ini adalah perseroan terbatas (PT) dengan jumlah karyawan sebanyak 216 orang.
7. Diperoleh dari hasil evaluasi ekonomi antara lain:
 - a. *Annual cash flow* (ACF) = US\$ 5.041.300,44 (38,855%)
 - b. *Pay out time* (POT) = 3,132 Tahun
 - c. *Net profit over total lifetime of the project* (NPOTLP) = US\$ 41.074.819
 - d. *Total capital sink* (TCS) = US\$ 33.326.159
 - e. *Rate of return* (ROR) = 29,85%
 - f. *Discounted cash flow rate of return* (DCF-ROR) = 37,39 %
 - g. *Break even point* (BEP) = 43,12%
8. Berdasarkan evaluasi ekonomi disimpulkan bahwa pabrik formaldehid dari metanol dengan kpsitas 40.000 ton/tahun layak untuk didirikan.

5.2 Saran

Berdasarkan uraian sebelumnya, maka pabrik formaldehid dari metanol ini layak didirikan. Saran dari penulis yaitu melakukan optimasi kondisi operasi dalam pengoperasian suatu alat.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik (BPS), 2023.
- Brown, Parkyns, 1991. Progress In The Partial Oxidation Of Methane To Methanol And Formaldehyd 8, 305–335.
- Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Provinsi Jawa Tengah, 2019. Perencanaan Penyediaan Infrastruktur Pendukung Kawasan Industri Di Jawa Tengah 1.
- Kirk, Othmer, 1995. Flavor Characterization to Fuel Cells, 4th ed. Encyclopedia Of Chemical Technology, New York.
- Kusnarjo. (2010). Desain Pabrik Kimia. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Lestari, D.S.T., Ainulyaqin, M.H., 2022. Program Industrialisasi Dalam Mengatasi Kesenjangan Ekonomi Di Masyarakat: Perspektif Ekonomi Islam. Jurnal Ilmiah Ekonomi Islam 8, 288.
- Malik, M.I., Abatzoglou, N., Achouri, I.E., 2021. Methanol to formaldehyde: An overview of surface studies and performance of an iron molybdate catalyst. Catalysts 11.
- McKetta, J.J., Cunningham, W.A., 1983. Encyclopedia of Chemical Processing and Design.
- Qian, M., Liauw, M.A., Emig, G., 2003. Formaldehyde synthesis from methanol over silver catalysts. Appl Catal A Gen 238, 211–222.
- Shakeel, K., Javaid, M., Muazzam, Y., Naqvi, S.R., Taqvi, S.A.A., Uddin, F., Mehran, M.T., Sikander, U., Niazi, M.B.K., 2020. Performance Comparison of Industrially Produced. Performance Comparison of Industrially Produced Formaldehyde Using Two Di erent Catalysts 1–12.
- Smart-Lab, 2017a. Lembar Data Keselamatan Bahan-Methanol.
- Smart-Lab, 2017b. Lembar Data Keselamatan Bahan-Formaldehyde Solution.
- Subchan, M., Wiwi, U., 2014. Analisis Kapasitas Produksi Dalam Mengantisipasi Kenaikan Jumlah Permintaan Pembuatan Kerangka Baja Di Pt. Ometraco Arya Samanta Dengan Metode Rought Cut Capacity Planning (Rccp) 03, 44–52.
- Wachs, I.E., Madix, R.J., 1978. The oxidation of methanol on a silver (110) catalyst. Surf Sci 76, 531–558.
- WHO, 1989. Environmental Health Criteria 89 - Formaldehyde. IPCS - Internation Programme on Chemical Safety 257.
- Yani, 2012. Manajemen Sumber Daya Manusia. Jakarta: Mitra Wacana Media.

LAMPIRAN

https://drive.google.com/drive/folders/1y8VWruponG2x81-kECt7uMAGnVWRY_pt?hl=id

