

**PRARANCANGAN PABRIK KLOOROFORM DARI ASETON
DAN KALSIMUM HIPOKLORIT KAPASITAS 40.000**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia



Oleh:

Nama: Sri Dimaz Yudha P

Nama: Baradia Saddam A

No. Mahasiswa: 18521164

No. Mahasiswa: 18521170

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2022

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRARANCANGAN PABRIK

KLOROFORM DARI ASETON DAN KALSIMUM HIPOKLORIT KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

Kami yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama: Sri Dimaz Yudha P

Nama: Baradia Saddam A

No. Mahasiswa: 18521164

No. Mahasiswa: 18521170

Yogyakarta, 26 Juli 2022

Menyatakan bahwa seluruh hasil Prarancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung risiko dan konsekuensi apapun. Demikian surat pernyataan ini kami buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Sri Dimaz Yudha P



Baradia Saddam A

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRARANCANGAN PABRIK

KLOROFORM DARI ASETON DAN KALSIMUM HIPOKLORIT

KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN



Nama: Sri Dimaz Yudha P
No. Mahasiswa: 18521164

Nama: Baradia Saddam A
No. Mahasiswa: 18521170

Yogyakarta, 26 Juli 2022

Pembimbing 1

Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc

Pembimbing 2

Venitalitya Alethea Sari Agustina, S.T., M.Eng

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PRARANCANGAN PABRIK
KLOROFORM DARI ASETON DAN KALSIMUM HIPOKLORIT
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

Oleh:

Nama : Sri Dimaz Yudha Priatama Nama : Baradia Saddam Ardiansyah
NIM : 18521164 NIM : 18521170

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Pengujian sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia Program
Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, Agustus 2022

Tim Penguji

Ketua

Dr.Khamdan Cahyari,S.T.,M.Sc

Anggota I

Dr.Diana,S.T.,M.Sc.

Anggota II

Lilis Kistriyani,S.T.,M.Eng



Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Dr.Suharno Rusdi,

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam selalu tercurahkan atas junjungan kita Nabi Muhammad SAW, sahabat serta para pengikutnya.

Tugas akhir yang berjudul “Prarancangan Pabrik Chloroform dari Aseton dan Kalsium Hipoklorit Kapasitas 40.000 Ton/Tahun” dapat terselesaikan dengan baik dan disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang didapatkan selama bangku kuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penyusun banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak selama mengerjakan tugas akhir dan penyusunan laporan ini. Oleh karena itu, penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya.
2. Kedua orang tua.
3. Bapak Dr.Suharno Rusdi selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
4. Bapak Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.

5. Ibu Venitalitya Alethea Sari Agustina, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
6. Keluarga yang selalu memberikan semangat dan motivasi selama menempuh Pendidikan S1 di Teknik Kimia UII.
7. Partner Tugas Akhir atas kerja samanya dalam mengerjakan selama ini.
8. Teman-teman terlebih Angkatan Teknik Kimia 2018 yang selalu memberikan bantuan, semangat, dan motivasi.
9. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Semua pihak yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu, dalam membantu penyusunan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman penulis, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca pada umumnya. Aamiin yarabbal alamiin.

Yogyakarta, 26 Juli 2022

Penulis

DAFTAR ISI

PRARANCANGAN PABRIK KLOOROFORM DARI ASETON DAN KALSIMUM HIPOKLORIT KAPASITAS 40.000.....	1
Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat	1
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	v
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	vi
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	vii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik	2
1.3 Tinjauan Pustaka	7
1.3.1 Tinjauan Berbagai Proses	8
1.3.2 Pemilihan Proses	10
1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika	10
1.4.1 Tinjauan Termodinamika	10
1.4.2 Tinjauan Kinetika	14
BAB II PERANCANGAN PRODUK	15
2.1 Spesifikasi Produk	15
2.1.1 Sifat Kimia Produk	15
2.2 Spesifikasi Bahan Baku	17
2.2.1 Sifat Kimia dan Bahan Baku	17
2.3 Pengendalian Kualitas.....	18
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku	18
2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses	20
2.3.3 Pengendalian Proses Produk	22
BAB III PERANCANGAN PROSES.....	24
3.1 Diagram Alir Proses dan Material	24

3.1.1	Diagram Alir Kualitatif.....	25
3.1.2	Diagram Alir Kuantitatif.....	26
3.2	Uraian Proses	27
3.2.1	Tahap Persiapan Bahan Baku	27
3.2.2	Tahap Pembentukan Produk	27
3.2.3	Tahap Pemisahan Produk.....	28
3.3	Spesifikasi Alat	29
3.3.1	Spesifikasi Alat Proses.....	29
3.3.2	Spesifikasi Alat Penukar Panas.....	37
3.3.3	Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan	42
3.3.4	Spesifikasi Alat Transportasi Bahan	43
3.4	Neraca Massa	47
3.5	Neraca Panas	49
BAB IV PERANCANGAN PABRIK		52
4.1	Lokasi Pabrik.....	52
4.1.1	Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik	52
4.1.2	Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik	55
4.2	Tata Letak Pabrik (<i>Plant Layout</i>)	58
4.2.1	Perkantoran/Administrasi	59
4.2.2	Proses.....	59
4.2.3	Instalasi dan Utilitas.....	59
4.2.4	Fasilitas Umum	59
4.2.5	Keamanan	59
4.2.6	Pengolahan Limbah	60
4.2.7	Perluasan.....	60
4.3	Tata Letak Mesin/Alat Proses (<i>Machines Layout</i>).....	63
4.3.1	Aliran Bahan Baku dan Produk	63
4.3.2	Aliran Udara	63
4.3.3	Pencahayaan.....	64
4.3.4	Jarak Antar Alat Proses.....	64
4.3.5	Pertimbangan Ekonomi.....	64
4.3.6	<i>Maintenance</i>	64
4.4	Organisasi Perusahaan	67
4.4.1	Bentuk Perusahaan.....	67

4.4.2	Struktur Organisasi Perusahaan	68
4.4.3	Ketenagakerjaan.....	79
4.4.4	Pengolongan Jabatan Jumlah Karyawan dan Gaji.....	81
4.4.5	Kesejahteraan Karyawan	86
4.4.6	Fasilitas Karyawan.....	86
4.4.7	Manajemen Produksi	89
4.4.8	Perencanaan Produksi	89
4.4.9	Pengendalian Produksi.....	91
BAB V UTILITAS		93
5.1	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....	94
5.2	Unit Pembangkit Steam.....	101
5.3	Unit Pembangkit Listrik	101
5.4	Unit Penyedia Udara Tekan.....	102
5.5	Unit Penyedia Bahan Bakar.....	102
5.6	Unit Pengolahan Limbah	102
5.7	Spesifikasi Alat-Alat Utilitas.....	103
BAB VI EVALUASI EKONOMI		115
6.1	Evaluasi Ekonomi	115
6.1.1	Penaksiran Harga Alat	118
6.1.2	Perhitungan Biaya.....	120
6.1.3	Pendapatan Modal.....	122
6.1.4	Analisis Kelayakan	124
6.1.5	Perhitungan Ekonomi	126
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....		138
7.1	Kesimpulan	138
7.2	Saran	139
DAFTAR PUSTAKA		140
LAMPIRAN A.....		141
LAMPIRAN B		160
LAMPIRAN C.....		161

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Kapasitas Pabrik Kloroform yang Telah Berdiri	3
Tabel 1. 2 Data Pabrik Aseton.....	4
Tabel 1. 3 Data Pabrik Kalsium Hipoklorit.....	4
Tabel 1. 4 Impor Kloroform di Indonesia	4
Tabel 1. 5 Estimasi Impor 2019 – 2026 (Nilai Rata-Rata Pertumbuhan).....	5
Tabel 1. 6 Data Impor Kloroform Beberapa Negara.....	5
Tabel 1. 7 Kesimpulan Masing-Masing Proses.....	10
Tabel 1. 8 Harga ΔH_f Masing-Masing Komponen	11
Tabel 1. 9 Data Energi Gibbs Tiap Komponen pada Suhu 298 K.....	13
Tabel 2. 1 Spesifikasi Produk.....	15
Tabel 2. 2 Spesifikasi Bahan Baku.....	17
Tabel 3. 1 Spesifikasi <i>Mixer</i> -01	30
Tabel 3. 2 Spesifikasi Reaktor-01	30
Tabel 3. 3 Spesifikasi <i>Rotary Vacuum Filter</i> -01	31
Tabel 3. 4 Spesifikasi Dekanter-01	31
Tabel 3. 5 Spesifikasi <i>Mixer</i> – 02.....	32
Tabel 3. 6 Spesifikasi Menara Distilasi – 01.....	32
Tabel 3. 7 Spesifikasi Menara Distilasi – 02.....	33
Tabel 3. 8 Spesifikasi <i>Accumulator</i> – 01.....	34
Tabel 3. 9 Spesifikasi <i>Accumulator</i> – 02.....	34
Tabel 3. 10 Spesifikasi <i>Expansion Valve</i> -01	34
Tabel 3. 11 Spesifikasi Kondensor – 01.....	35
Tabel 3. 12 Spesifikasi Kondensor – 02.....	35
Tabel 3. 13 Spesifikasi <i>Reboiler</i> – 01.....	36
Tabel 3. 14 Spesifikasi <i>Reboiler</i> – 02.....	37
Tabel 3. 15 Spesifikasi <i>Heater</i> – 01	37
Tabel 3. 16 Spesifikasi <i>Heater</i> – 02	38
Tabel 3. 17 Spesifikasi <i>Heater</i> – 03	39
Tabel 3. 18 Spesifikasi <i>Cooler</i> – 01	39
Tabel 3. 19 Spesifikasi <i>Cooler</i> – 02	40
Tabel 3. 20 Spesifikasi <i>Cooler</i> – 03	41
Tabel 3. 21 Spesifikasi <i>Cooler</i> – 04	41
Tabel 3. 22 Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan	42
Tabel 3. 23 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan (Pompa).....	43
Tabel 3. 24 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan (Pompa) - Lanjutan	44
Tabel 3. 25 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan (Pompa) - Lanjutan	44
Tabel 3. 26 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan (Pompa) - Lanjutan	45
Tabel 3. 27 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan (Pompa) - Lanjutan	45
Tabel 3. 28 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan (Pompa) - Lanjutan	46
Tabel 3. 29 Spesifikasi Alat Transportasi <i>Screw Conveyor</i>	46
Tabel 3. 30 Spesifikasi Alat Transportasi <i>Bucket Elevator</i>	46

Tabel 3. 31 Neraca Massa <i>Mixer</i> – 01	47
Tabel 3. 32 Neraca Massa Reaktor-01	47
Tabel 3. 33 Neraca Massa <i>Rotary Vacuum Filter</i> -01	47
Tabel 3. 34 Neraca Massa Dekanter -01	47
Tabel 3. 35 Neraca Massa <i>Mixer</i> – 02.....	48
Tabel 3. 36 Neraca Massa Menara Distilasi – 01.....	48
Tabel 3. 37 Neraca Massa Menara Distilasi – 02.....	48
Tabel 3. 38 Neraca Massa Total.....	48
Tabel 3. 39 Neraca Panas <i>Mixer</i> (M – 01)	49
Tabel 3. 40 Neraca Panas Reaktor (R – 01)	49
Tabel 3. 41 Neraca Panas Dekanter (D – 01)	49
Tabel 3. 42 Neraca Panas Menara Distilasi 1 (MD – 01).....	49
Tabel 3. 43 Neraca Panas Menara Distilasi 2 (MD – 02).....	50
Tabel 3. 44 Neraca Panas <i>Heater</i> 1	50
Tabel 3. 45 Neraca Panas <i>Heater</i> 2	50
Tabel 3. 46 Neraca Panas <i>Heater</i> 3	50
Tabel 3. 47 Neraca Panas <i>Cooler</i> 1	51
Tabel 3. 48 Neraca Panas <i>Cooler</i> 2	51
Tabel 3. 49 Neraca Panas <i>Cooler</i> 3	51
Tabel 4. 1 Rincian Luas Area Pabrik	60
Tabel 4. 2 Rencana Pengaturan Jadwal Kerja Grup.....	81
Tabel 4. 3 Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan	82
Tabel 4. 4 Perincian Gaji Pegawai	83
Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Proses.....	94
Tabel 5. 2 Kebutuhan Air Pendingin.....	95
Tabel 5. 3 Kebutuhan Air Untuk Pembangkit Steam	96
Tabel 5. 4 Kebutuhan Air Sanitasi	97
Tabel 5. 5 Spesifikasi Pompa Utilitas	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Grafik Kebutuhan Kloroform di Beberapa Negara Asia	6
Gambar 4. 1	Lokasi Pabrik Kloroform	57
Gambar 4. 2	Layout Pabrik Kloroform	62
Gambar 4. 3	Layout Alat Proses Kloroform	66
Gambar 4. 4	Struktur Organisasi Perusahaan	69
Gambar 5. 1	Diagram Alir Pengolahan Air	98



ABSTRAK

Salah satu industri yang menjanjikan di bidang Teknik Kimia adalah kloroform. Pada saat ini Indonesia belum memiliki pabrik yang memproduksi kloroform, maka dari itu prospek pembangunan pabrik kloroform di Indonesia kemungkinan akan menguntungkan. Kloroform banyak digunakan dalam industri kimia seperti zat pengekstrak untuk *penicillin*, bahan baku pembuatan *polytetrafluoroethylene*, obat bius dalam bidang kedokteran dan sebagai jenis pelarut untuk berbagai macam industri. Pabrik kloroform ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang masih mengimpor dari luar negeri dan memenuhi pasar di negara-negara Asia yang banyak memiliki permintaan kloroform, oleh karena itu dirancang pabrik kloroform dengan kapasitas 40.000 ton/tahun dengan bahan baku aseton sebesar 2,72 ton/jam dan kalsium hipoklorit sebesar 27,27 ton/jam. Proses pembuatan kloroform dilakukan dengan cara mereaksikan aseton dengan kalsium hipoklorit didalam reaktor *Continous Stirred Tank Reactor* (CSTR) dan menggunakan koil pendingin untuk menjaga suhu reaksi di suhu 50°C-65°C. Kondisi operasi reaksi ini berlangsung pada tekanan 2 atm dan waktu reaksi 7,3 menit. Selain menghasilkan produk utama kloroform hasil samping reaksi ini juga menghasilkan kalsium asetat, dan kalsium hidroksida. Pabrik direncanakan berdiri di kota Dumai, Riau pada tahun 2026 dengan luas 39.000 m². Dari hasil analisis ekonomi diperoleh, ROI (*Return on Investment*) sebelum dan sesudah pajak sebesar 39,38% dan 27,57%, POT (*Pay Out Time*) sebelum dan sesudah pajak selama 2 tahun dan 2,7 tahun, BEP (*Break-even Point*) 54,41 % dan SDP (*Shut Down Point*) 39,36%, sedangkan DCFR (*Discounted Cash Flow*) sebesar 10,28%. Jadi dari segi ekonomi pabrik kloroform ini layak dipertimbangkan pendiriannya.

Kata Kunci: Aseton, Kalsium Hipoklorit, Kloroform

ABSTRACT

One of the promising industries in the field of Chemical Engineering is chloroform. Currently, Indonesia does not have a factory that produces chloroform, therefore the prospect of building a chloroform plant in Indonesia is likely to be profitable. Chloroform is widely used in the chemical industry such as extracting agents for penicillin, raw materials manufacture of polytetrafluoroethylene, as an anesthetic in medicine, and as a type of solvent for various industries. This chloroform plant is designed to meet domestic needs which are still imported from abroad and meet the market in Asian countries that have a lot of demand for chloroform, therefore a chloroform plant with a capacity of 40,000 tons/year with acetone raw material of 2.72 tons/hour is designed and calcium hypochlorite of 27.27 tons/hour. The process of making chloroform is done by reacting acetone with calcium hypochlorite in a Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR) reactor and using a cooling coil to maintain the reaction temperature at 50°C-65°C. This reaction operation takes place at a pressure of 2 atm and a reaction time of 7.3 minutes. In addition to producing the main product, chloroform, the by-product of this reaction also has calcium acetate and hydroxide. The factory is planned to be established in the city of Dumai, Riau in 2026 with an area of 39,000 m². From the results of the economic analysis obtained, ROI (Return on Investment) before and after tax of 39.38% and 27.57%, POT (Pay Out Time) before and after tax for 2 years and 2.7 years, BEP (Break-even Point) 54.41% and SDP (Shut Down Point) 39.36%, while the DCFR (Discounted Cash Flow) is 10.28%. So, from an economic point of view, this chloroform plant is worth considering its establishment.

Keywords: Acetone, Calcium Hypochlorite, Chloroform

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan populasi manusia di dunia semakin meningkat seiring berjalannya waktu. Hal ini juga mempengaruhi peningkatan kebutuhan untuk barang-barang tertentu khususnya pada bidang kimia. Perkembangan industri terutama di bidang kimia terus mengalami perkembangan baik dari industri yang menghasilkan produk akhir dan produk antara yang digunakan untuk bahan baku industri lain. Di Indonesia masih banyak industri kimia yang bergantung dari impor untuk kebutuhan bahan bakunya. Salah satunya adalah kebutuhan kloroform. Permintaan impor kloroform di dunia akan terus meningkat demikian juga di Indonesia pada saat ini kebutuhan kloroform di Indonesia masih bergantung pada impor dari negara lain. Sehingga perlu dilakukan pembangunan industri kloroform secara nasional.

Kloroform (triklorometana) mempunyai rumus kimia CHCl_3 , kloroform biasanya digunakan dalam proses pembuatan fluoro karbon untuk bahan propelan, plastik, dan refrigeran. Tetapi kloroform mempunyai banyak kegunaan, kloroform biasanya digunakan sebagai pelarut dalam industri, serta dalam proses antibiotik, zat pewarna, obat bius, pestisida.

Dalam kasus ini, Indonesia adalah sebagian besar negara yang mengandalkan impor sebagai kebutuhan industri, salah satunya kloroform. Dengan melihat kejadian ini, maka ada sebagian besar peluang untuk mendirikan pabrik

kloroform di Indonesia. Kloroform adalah salah satu bahan kimia yang permintaannya terus meningkat maka dari itu peluang untuk mendirikan pabrik kloroform akan menjadikan prospek yang cukup baik. Pendirian pabrik juga akan mengurangi ketergantungan impor, membantu ekonomi negara, dan penyediaan lapangan pekerjaan.

Hingga saat ini Indonesia belum mempunyai pabrik kloroform, maka ada sebagian besar peluang untuk mendirikan pabrik kloroform di Indonesia, melihat potensi bahan baku yang tersedia, pasar yang menjanjikan, dan penggunaan kloroform yang sangat banyak digunakan di Indonesia dan negara lain. Oleh karena itu, prarancangan pabrik kloroform dari aseton dan kalsium hipoklorit sangat diperlukan, selain bisa memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga tidak perlu mengimpor lagi dan bisa memenuhi permintaan impor dari berbagai negara.

1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

Pendirian suatu pabrik bertujuan untuk memenuhi kebutuhan suatu bahan tertentu, misal untuk memenuhi permintaan ekspor, menambah devisa negara, dan menggantikan bahan atau produk yang selama ini masih mengandalkan impor dari negara lain dalam arti bahan atau produk tersebut belum ada pabriknya di dalam negeri. Pada saat penentuan kapasitas pabrik perlu mempertimbangkan beberapa faktor antara lain kapasitas pabrik yang telah berdiri, ketersediaan bahan baku, dan kebutuhan produk tersebut.

a. Kapasitas pabrik yang telah berdiri

Pada penentuan kapasitas pabrik suatu produk yang akan didirikan perlu mempertimbangkan keberadaan pabrik-pabrik serupa yang telah berdiri hal ini bertujuan untuk memberikan gambaran kapasitas pabrik yang layak dan menguntungkan karena hanya pabrik yang menguntungkan yang akan tetap berdiri. Adapun beberapa pabrik kloroform yang telah berdiri di beberapa negara dengan kapasitasnya yang berbeda beda.

Tabel 1. 1 Data Kapasitas Pabrik Kloroform yang Telah Berdiri

No	Nama Perusahaan	Kapasitas Ton/Tahun
1	Vulcan Materials Company (Louisiana, USA)	90.000
2	Dow Chemical Company (Texas, USA)	135.000
3	Shandong S-Sailing Chemical (China)	60.000
4	Shanghai Guanru Chemical (China)	100.000
5	Dongying Rich Chemical (China)	18.000

Dari data di atas, dapat diketahui bahwa pendirian pabrik kloroform yang menguntungkan pada rentang kapasitas sekitar 18.000 – 135.000 ton/tahun.

b. Ketersediaan Bahan Baku

Pertimbangan lain dalam penentuan kapasitas pabrik adalah ketersediaan bahan baku, Kapasitas bahan baku harus dipastikan bahwa pabrik yang akan didirikan dapat memperoleh pemasok bahan baku secara terus menerus. Bahan baku utama pembuatan kloroform yaitu aseton dan kalsium hipoklorit. Jika menggunakan basis 1 ton kloroform maka akan membutuhkan 0,55 ton aseton dan 5,5 ton kalsium hipoklorit sebagai bahan baku (Faith *et al.*, 1959). Kapasitas pabrik kloroform yang menguntungkan minimal yaitu 18.000 ton/tahun berarti diperlukan aseton sebanyak 8.820 ton/tahun dan kalsium hipoklorit sebanyak 100.800

ton/tahun. Pada saat ini belum ada pabrik yang memproduksi aseton di Indonesia jadi untuk pemasok aseton bisa didapatkan dengan mengimpor dari negara lain.

Aseton bisa didapatkan dari pabrik pabrik berikut ini:

Tabel 1. 2 Data Pabrik Aseton

No	Nama Pabrik	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
1	PTT Phenol (Thailand)	155.000
2	Mitsui Chemicals (Jepang)	114.000
3	Taiwan Prosperity (Taiwan)	220.000
4	Kumho P&B (Korea Selatan)	180.000
5	Qingdao Hisea Chemical (China)	120.000

Sedangkan kalsium hipoklorit bisa didapatkan dari pabrik berikut ini:

Tabel 1. 3 Data Pabrik Kalsium Hipoklorit

No	Nama Pabrik	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
1	PT. Tjiwi Kimia (Indonesia)	1.200.000
2	Wuhan Mulei New Material Technology (China)	500.000
3	Henan Sinowin Chemical Industry (China)	30.000
4	Wuhan Monad Medicine Tech (China)	600.000
5	Xi An Qinghua Xunuo Trade Co (China)	50.000
6	Qingzhou Zhongyuan Chemical Industry (China)	36.000

c. Perkembangan Kebutuhan Produk di Indonesia

Tabel 1. 4 Impor Kloroform di Indonesia

Tahun	Tahun Ke	Jumlah (Ton/Tahun)	% Pertumbuhan
2014	0	37,08	
2015	1	52,432	41,40237325
2016	2	27,567	-47,42332926
2017	3	75,843	175,122429
2018	4	27,927	-63,17788062
			26,48089809 %

Dari rata-rata persen pertumbuhan tiap tahun didapatkan rata-rata nilai pertumbuhan sebanyak 26,48 %.

Tabel 1. 5 Estimasi Impor 2019 – 2026 (Nilai Rata-Rata Pertumbuhan)

Tahun	Estimasi Impor (Ton/Tahun)
2019	35,32232041
2020	44,67598808
2021	56,50659095
2022	71,47004371
2023	90,39595315
2024	114,3336134
2025	144,610181
2026	182,9042557

Dengan menggunakan nilai rata rata pertumbuhan diperoleh estimasi impor pada tahun 2026 sebesar 182,904 ton/tahun.

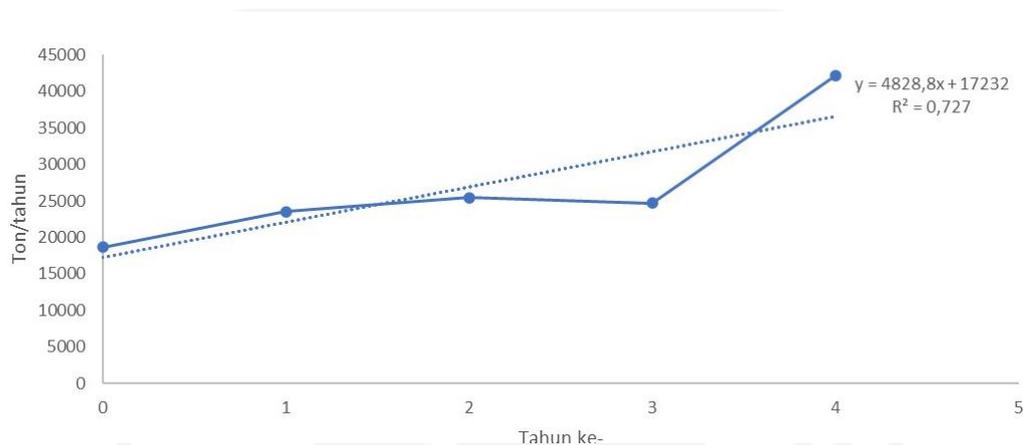
d. Kebutuhan kloroform di Luar Negeri

Jumlah kloroform yang akan diproduksi juga direncanakan akan memenuhi kebutuhan pasar di negara lain terutama negara Asia dan sekitar Indonesia karena kebutuhan kloroform di negara tersebut juga tinggi sehingga dapat memberikan keuntungan besar bagi perusahaan. Berikut merupakan data impor kloroform di beberapa negara Asia Tenggara dan Asia.

Tabel 1. 6 Data Impor Kloroform Beberapa Negara

Tahun	Malaysia	Thailand	Singapura	India	Total (Kg)	Ton
2015	193.275	119.865	33.567	18.264.550	18.611.257	18.611,26
2016	25.873	82.568	110.815	23.309.938	23.529.194	23.529,19
2017	45.974	123.907	76.483	25.206.799	25.453.163	25.453,16

Tahun	Malaysia	Thailand	Singapura	India	Total (Kg)	Ton
2018	49.779	122.534	59.282	24.439.890	24.671.485	24.671,49
2019	45.610	127.530	24.163	41.986.765	42.184.068	42.184,07



Gambar 1. 1 Grafik Kebutuhan Kloroform di Beberapa Negara Asia

Dari persamaan garis regresi linear didapatkan proyeksi impor kloroform dari beberapa negara di Asia pada tahun 2026 sebesar 75.177,6 ton/tahun.

e. Penentuan Kapasitas Pabrik

Dari data data diatas maka diperoleh kesimpulan antara lain:

1. Data kapasitas pabrik kloroform yang menguntungkan pada rentang kapasitas sekitar 18.000 – 135.000 ton/tahun.
2. Bahan baku dapat diperoleh di dalam negeri dan luar negeri.
3. Kebutuhan kloroform dalam negeri masih bergantung dari impor dikarenakan belum adanya pabrik kloroform di Indonesia

4. Kebutuhan kloroform di negara lain mengalami kenaikan setiap tahunnya dikarenakan kloroform menjadi salah satu bahan baku industri polimer dan merupakan pelarut untuk berbagai industri
5. Produksi kloroform di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga tidak perlu impor dari negara lain dan sisanya sebagai peluang ekspor ke luar negeri.

Dari faktor faktor di atas, dipilih kapasitas rancangan produksi pabrik kloroform pada tahun 2026 sebesar 40.000 ton/tahun dengan harapan:

1. Dapat memenuhi kebutuhan kloroform dalam negeri sehingga tidak perlu mengimpor dari negara lain.
2. Dapat mengekspor kloroform ke berbagai negara sehingga akan menguntungkan perusahaan dan bisa menambah devisa negara.
3. Dapat menciptakan lapangan kerja baru bagi masyarakat.

1.3 Tinjauan Pustaka

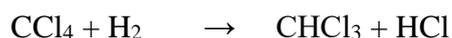
Kloroform atau yang kita kenal (*Trichloromethane, Methenyl Chloride*) dengan rumus kimia CHCl_3 , merupakan cairan bening tidak berwarna dan bau yang tidak sakit dihirup atau tidak mengiritasi. Kloroform adalah bahan yang tidak mudah terbakar dan tidak bisa jadi bahan peledak pada suhu dan tekanan atmosfer, Kloroform akan menguap perlahan setelah terpapar sinar matahari ada atau tidak adanya udara.

Kloroform adalah bahan kimia yang sering kegunaanya dipakai dalam industri kimia, karena kloroform bisa digunakan sebagai bahan baku dan jika bahan pendukung proses. Kloroform juga bisa sebagai pengganti eter saat pencegahan rasa sakit saat operasi dan efeknya sangat minim. Kloroform masih digunakan secara terbatas sebagai ekstraktan untuk produk farmasi, karena sifatnya yang toksikologinya. Selain itu, kloroform sekarang juga digunakan dalam pembuatan HCFC-22, monoklorifluorometana, dan zat pendingin sebagai bahan baku plastik politetrafluoroetilena (Ullmann, 2000).

1.3.1 Tinjauan Berbagai Proses

a. Reaksi Karbon Tetraklorida

Fase cair karbon tetraklorida direaksikan dengan gas hidrogen dengan adanya katalis palladium. Reaksi ini berlangsung eksotermis dengan kondisi operasi suhu sekitar (100°C - 300°C). Reaksi ini berlangsung pada fase cair dengan bantuan katalis bubuk logam palladium yang dikontakkan dengan molekul hidrogen. Reaksi terjadi pada fluidized bed reaktor. Proses reaksi dapat dilakukan secara batch, semi kontinyu, dan kontinyu. Reaksi ini memiliki tekanan operasi sekitar 5 atm sampai 79 atm. Reaksi ini memiliki konversi tertinggi adalah 99% dengan waktu reaksi 4 jam. Berikut merupakan reaksi karbon tetraklorida dengan hidrogen.



(Patent, 1981)

b. Proses Hidroklorinasi Methanol

Produk utama dari proses hidroklorinasi metanol adalah kloroform, dan produk samping metil klorida, dan metilen klorida. Reaksi hidroklorinasi menggunakan katalis dari salah satu bahan berikut: gel alumina, tembaga atau seng, dan asam fosfat pada karbon aktif. Konversi metanol pada reaksi ini mencapai 95%. Kondisi operasi reaksi ini berlangsung pada suhu sekitar (300 °C - 400 °C) dan tekanan 2 atm.

(U.S. Environmental Protection Agency, 1984)

c. Proses Klorinasi Metana

Reaksi ini merupakan reaksi radikal bebas dimana pembentukan kloroform dari metana dan klorin. Reaksi ini berlangsung pada suhu operasi 400°C-500°C dan tekanan 1 atm dengan konversi 90-95%. Reaksi ini menggunakan reaktor berjenis fixed bed.

Berikut reaksi yang terjadi:



(Othmer, 1947)

d. Proses Pembuatan Kloroform dari Aseton dan Kalsium Hipoklorit

Reaksi ini mereaksikan larutan aseton dengan kalsium hipoklorit. Reaksi ini berlangsung pada suhu 50°C - 65°C dengan tekanan 2 atm, Reaksi ini memiliki konversi 91%. Menggunakan reaktor tipe RATB. Reaksi ini menghasilkan yield kisaran 86% - 91%. Kemurnian kloroform yang dihasilkan dari reaksi ini mencapai 99% (Faith *et al.*, 1959). Berikut reaksi yang terjadi:



(Rouleau dan Safi, 1981)

1.3.2 Pemilihan Proses

Tabel 1. 7 Kesimpulan Masing-Masing Proses

Jenis Proses	Reaksi Karbon Tetraklorida	Reaksi Hidroklorinasi Methanol	Reaksi klorinasi metana	Reaksi Aseton dengan Kalsium Hipoklorit
Bahan Baku	Karbon Tetraklorida dan Hidrogen	Methanol	Metana	Aseton dan Kalsium Hipoklorit
Suhu	100 °C-300 °C	300 °C- 400 °C	400°C-500°C	43°C-65°C
Tekanan	5 atm -79 atm	2 atm	1 atm	2 atm
Konversi	99%	95%	90%-95%	91%
Katalis	Palladium	Alumina	-	-

Dari beberapa uraian di atas dapat dipilih proses pembentukan kloroform dari reaksi aseton dan kalsium hipoklorit dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Kondisi operasi reaksi ini dilakukan pada suhu dan tekanan yang tidak terlalu tinggi yaitu pada suhu 50°C-65°C dan tekanan 2 atm. Hal ini akan membuat proses lebih mudah dan tidak rumit serta tidak membutuhkan energi yang besar.
2. Produk yang dihasilkan memiliki kemurnian tinggi yaitu mencapai 99%.
3. Yield yang dihasilkan juga tinggi yaitu sekitar 86% - 91%.

1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika

1.4.1 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika memiliki tujuan untuk mengetahui sifat reaksi selama proses berlangsung. Besar kecilnya ΔH menentukan besarnya jumlah energi

yang dibutuhkan dan dihasilkan. ΔH bernilai negatif atau eksotermis menunjukkan bahwa reaksi tersebut menghasilkan panas pada saat proses reaksi berlangsung. ΔH bernilai positif atau endotermis menunjukkan bahwa reaksi tersebut membutuhkan panas pada saat proses reaksi.

Untuk mengetahui sifat reaksi tersebut endotermis atau eksotermis dapat diketahui dengan perhitungan panas pembentukan standar (ΔH_f) pada suhu 298 K dengan reaksi sebagai berikut:



Harga ΔH_f masing masing komponen pada suhu 298 K dapat dilihat pada Tabel 1.8 berikut ini:

Tabel 1. 8 Harga ΔH_f Masing-Masing Komponen

Komponen	Harga ΔH_f 298 K (Kj/Mol)
Aseton	-217,57
Kalsium Hipoklorit	-347,1
Kloroform	101,25
Kalsium Asetat	-1479.5
Kalsium Hidroksida	-986,762

Sumber: (Yaws,1999)

Berdasarkan data ΔH_f dapat dihitung besarnya panas reaksi standar ΔH_r pembentukan kloroform:

$$\Delta H_r = \Delta H^{\circ} f \text{ Produk} - \Delta H^{\circ} f \text{ Reaktan}$$

$$= [2\Delta H^{\circ} f \text{CHCl}_3 + \Delta H^{\circ} f \text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + 2\Delta H^{\circ} f \text{Ca}(\text{OH})_2] - [2\Delta H^{\circ} f \text{CH}_3\text{COCH}_3 + 3\Delta H^{\circ} f \text{Ca}(\text{OCl})_2]$$

$$= -1774,084 \text{ KJ/Mol}$$

$$= -1774084 \text{ J/Mol}$$

Karena nilai ΔH_r bernilai negatif, maka reaksi pembentukan kloroform dari kalsium hipoklorit bersifat eksotermis. Agar dapat mengetahui arah reaksi memerlukan prinsip kesetimbangan kimia. Perhitungan harga konstanta kesetimbangan reaksi (K) dapat dilihat dari rumus berikut:

$$\Delta G^{\circ} = -R \cdot T \ln K \quad (1.1)$$

$$\frac{d \ln K}{dT} = \frac{\Delta H}{R T^2} \quad (1.2)$$

Dimana:

ΔG° = Energi gibbs standar, J/Mol

R = Konstanta gas ideal; 8,314 J/Mol.K

T = Temperatur, K

ΔH_r = Panas reaksi standar, J/Mol

K = Konstanta kesetimbangan reaksi

Berdasarkan persamaan (1.2) dapat diketahui bahwa jika nilai ΔH_r bernilai negatif yang berarti reaksi eksoterm maka nilai konstanta kesetimbangan reaksi (K) akan menurun ketika temperaturnya meningkat sedangkan jika nilai ΔH_r bernilai positif yang berarti reaksi endoterm maka nilai konstanta kesetimbangan reaksi (K) akan meningkat ketika temperaturnya meningkat (Smith *et al.*, 2018).

Tabel 1. 9 Data Energi Gibbs Tiap Komponen pada Suhu 298 K

No	Komponen	ΔG° 298 (KJ/Mol)
1	CHCl ₃	-68,53
2	Ca(CH ₃ COO) ₂	0
3	Ca(OH) ₂	-899,040
4	C ₃ H ₆ O	-153,05
5	CaOCl ₂	0

Sumber: Yaws,1999

Berdasarkan tabel data ΔG° 298 di atas dapat dihitung nilai energi bebas gibbs standar (ΔG°):

$$\Delta G^{\circ} = \Delta G^{\circ}_{\text{produk}} - \Delta G^{\circ}_{\text{reaktan}}$$

$$= [2\Delta G^{\circ} \text{f CHCl}_3 + \Delta G^{\circ} \text{f Ca(CH}_3\text{COO)}_2 + 2\Delta G^{\circ} \text{f Ca(OH)}_2] - [2\Delta G^{\circ} \text{f CH}_3\text{COOH}_3 + 3\Delta G^{\circ} \text{f Ca(OCl)}_2]$$

$$= - 1629,0400 \text{ KJ/Mol}$$

$$= - 1629040 \text{ J/Mol}$$

Dari persamaan (1.1) dan (1.2) dapat ditentukan nilai konstanta kesetimbangan reaksi sebagai berikut:

$$\Delta G^{\circ} = -R \cdot T \ln K$$

$$\ln K = - \frac{\Delta G^{\circ}}{R T}$$

$$\ln K = - (- 1629040) / 8,314 \cdot 298$$

$$\ln K = 657514,7$$

Dari integrasi dari persamaan (1.2) diperoleh:

$$\int_{K_0}^{K_1} d \ln K = \frac{\Delta H_r}{R} \int_{T_0}^{T_1} \frac{1}{T^2} dT$$

$$\ln \frac{K_1}{K_0} = - \frac{\Delta H_r}{R} \left[\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_0} \right]$$

$$\ln K_1 - \ln K_0 = - \frac{\Delta H_r}{R} \left[\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_0} \right]$$

Karena reaksi akan dijalankan pada suhu 50 °C (329 K), maka:

$$\ln K_1 - 657514,7 = - \frac{-1774084}{8,314} - \left[\frac{1}{323} - \frac{1}{298} \right]$$

$$\ln K_1 = 657513,2$$

Dari hasil perhitungan $\ln K_1$ diperoleh harga konstanta kesetimbangan reaksi K_1 besar sehingga dapat disimpulkan bahwa reaksi pembentukan kloroform dari aseton dan kalsium hipoklorit berjalan searah atau irreversible dan konversi bisa mendekati 100%.

1.4.2 Tinjauan Kinetika

Reaksi pembentukan kloroform dari aseton dan kalsium hipoklorit adalah sebagai berikut:



Reaksi diatas merupakan reaksi orde 1 dan reaksi irreversible. Reaksi ini menghasilkan yield 86%-91% (Faith *et al.*, 1959). Reaksi ini memiliki nilai kinetika $k = 0,023 \text{ s}^{-1}$ (Guthrie dan Cossar, 1985)

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

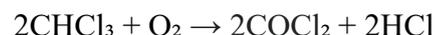
Tabel 2. 1 Spesifikasi Produk

No	Sifat Fisis	Kloroform	Kalsium Asetat	Kalsium Hidroksida
1	Rumus Molekul	CHCl ₃	C ₄ H ₆ CaO ₄	Ca(OH) ₂
2	Wujud	Cair tidak berwarna	Padat, putih	Padat, tanpa warna
3	Berat Molekul	119.38 g/mol	176.13 g/mol	74.09 g/mol
4	Titik Didih	61 °C	117,1 °C	2850 °C
5	Titik Lebur	-64 °C	160 °C	580 °C
6	Densitas	1,49 g/ cm ³	1,50 g/cm ³	2,24 g/cm ³
7	Viskositas	0.53 mPa s		
8	Kelarutan	Larut dalam air 7,32 g/ l	Larut dalam air 347 g/l	Larut dalam air 1,65g /l
9	Suhu Kritis	263 °C		
10	Tekanan Kritis	54702 hPa		
11	Keterangan	Produk Utama	Produk Samping	Produk Samping

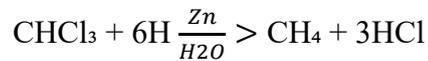
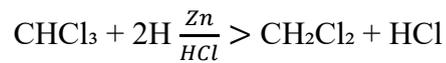
2.1.1 Sifat Kimia Produk

a. Kloroform

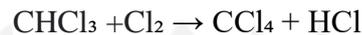
Kloroform memiliki sifat mudah menguap dan tidak mudah terbakar pada tekanan atmosfer. Kloroform melarutkan alkaloid, aseton, selulosa asetat dan benzoat, etil selulosa, minyak atsiri, resin, karet, minyak nabati, dan beberapa senyawa organik umum. Kloroform dioksidasi di udara dengan sinar matahari untuk membentuk senyawa beracun yang disebut fosgen.



Kloroform direduksi menjadi diklorometana dengan masing-masing bantuan dari seng dan asam klorida.



Kloroform pada saat klorinasi akan menghasilkan karbon tetraklorida.



(Othmer, 1947)

b. Kalsium Asetat

Kalsium asetat adalah chelator, yang berarti molekul ini mampu membentuk ikatan terkoordinasi yang berbeda yang disebut 'chelation'. Karena memiliki satu atom logam, yaitu kalsium, yang dapat berikatan dengan ion kimia lainnya, maka kalsium asetat dapat melakukan hal yang sama.

Selain itu, atom kalsium yang ada dalam molekul ini sangat membantu dalam mengatur tingkat fosfat dalam darah. Pasalnya, kalsium asetat ini bereaksi dan menghasilkan fosfat yang tidak larut. Oleh karena itu, dikeluarkan tanpa kerumitan.

c. Kalsium Hidroksida

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ cukup larut dalam gliserol dan asam, tetapi hanya sedikit larut dalam air. Ketika dilarutkan dalam air sampai titik jenuh, ia menghasilkan larutan yang bertindak sebagai basa moderat (disebut air kapur).

Air kapur bereaksi dengan asam dan membentuk garam. Larutan kalsium hidroksida jenuh dalam air juga bereaksi dengan dan melarutkan logam seperti aluminium. Bereaksi dengan karbon dioksida membentuk kalsium karbonat (CaCO_3). Reaksi ini biasa disebut sebagai karbonasi.

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

Tabel 2. 2 Spesifikasi Bahan Baku

No	Sifat Fisis	Aseton	Kalsium Hipoklorit	Air
1	Rumus Molekul	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	$\text{Ca}(\text{OCl})_2$	H_2O
2	Wujud	Cair tidak berwarna	Padat, putih	Cair tidak berwarna
3	Berat Molekul	58,08 g/mol	142,98 g/mol	74.09 18 g/mol
4	Titik Didih	56 °C	100°C	100 °C
5	Titik Leleh	-95°C	Terurai pada temperatur diatas 150 °C	0 °C
6	Densitas	0,786 g/ cm ³	12,35 g/cm ³	1 g/cm ³
7	Viskositas	0.53 mPa s		
8	Kelarutan	Larut dalam air 7,32 g/ l	Larut dalam air 347 g/l	
9	Suhu Kritis	235 °C		374,1°C
10	Tekanan Kritis	47010 hPa		218,3 atm
11	Keterangan	Bahan baku Utama	Bahan baku utama	Bahan baku utama Samping

2.2.1 Sifat Kimia dan Bahan Baku

a. Aseton

Diantara sifat kimia utama aseton adalah tingkat kelarutannya yang tinggi dalam kloroform, air, etanol, eter, dan metanol. Juga tidak berwarna pada suhu kamar, dan sangat sensitif terhadap panas, sehingga cenderung cepat menguap jika terkena udara atau sinar matahari jika tidak disimpan dengan baik.

Aspek lain yang sangat mencolok dari aseton adalah bahwa ia adalah pelarut yang sangat efektif untuk mengencerkan berbagai macam bahan kimia padat. Di sisi lain, ia juga sangat mudah menguap, sehingga harus dijauhkan dari api dan suhu tinggi untuk mengurangi potensi bahaya (Kirk dan Othmer,1998).

b. Kalsium Hipoklorit

Kalsium hipoklorit bertindak sebagai basa kuat karena menerima H^+ Ketika dilarutkan didalam air, anion hipoklorit menerima proton dari H_2O , membebaskan ion OH^- . Senyawa ini juga merupakan oksidator kuat karena dapat dengan mudah menerima elektron dan juga sebagai agen klorinasi dengan beberapa senyawa organik. Kalsium hipoklorit bereaksi dengan asam klorida, menghasilkan kalsium klorida ($CaCl_2$), air, dan gas klorin (Cl_2).

Persamaan kimia untuk reaksi kalsium hipoklorit dengan asam klorida adalah:



Akan terurai secara eksotermis jika dipanaskan lebih dari $150\text{ }^\circ\text{C}$, dapat bereaksi dengan kuat dan terkadang eksplosif, dengan organik dan organik material; larutan berair yang mengalami dekomposisi yang mana disebabkan oleh konsentrasi, pH, suhu, kekuatan ion, cahaya, dan kotoran (Wojtowicz *et al.*, 1983)

2.3 Pengendalian Kualitas

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Sebelum melakukan proses produksi, dilakukan proses pengujian terhadap kualitas bahan standar Kalsium Hipoklorit dan Aseton yang akan digunakan menjadi bahan baku sinkron menggunakan spesifikasi yang dibutuhkan. Sebelum

proses produksi dilakukan, maka terlebih dahulu dilakukan proses pengujian terhadap kualitas bahan standar yang sudah diperoleh. Pengujian ini bertujuan agar bahan baku yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan. Dalam upaya pengendalian mutu produksi, pabrik ini mengoptimalkan kegiatan laboratorium dengan pengujian mutu. Analisa ini dibutuhkan terhadap bahan ketika datang, sehingga apabila bahan baku yang akan dibeli tidak memenuhi syarat pabrik dapat menolak bahan baku tersebut.

Analisa meliputi:

a. Analisa *Kalsium Hipoklorit*

- Kemurnian
- Densitas
- Kadar Air
- Organoleptri (Warna, Penampakan, Bau)

b. Analisa *Aseton*

- Kemurnian
- Viskositas
- Densitas

Pada prosedur ini bahan baku menggunakan analisa *Gas Chromatography* (GC). GC juga biasa digunakan untuk menganalisa kadar impuritas dalam bahan baku menggunakan sampel secukupnya lalu dianalisis langsung memakai GC. Dengan alat ini maka bisa dipengaruhi kadar impuritasnya, apakah telah memenuhi kriteria menjadi bahan baku atau belum.

2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses

Jika memperoleh kualitas produk yang sesuai standar maka diperlukan pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang telah dijalankan. Pengawasan serta pengendalian pada jalannya produksi dilakukan dengan data pengendalian yang berpusat pada *control room*, yang dilakukan menggunakan cara otomatis yang menggunakan beberapa indikator. Jika terjadi penyimpangan pada indikator yang sudah ditetapkan baik itu *flow rate* bahan baku atau produk, *level control*, maupun suhu operasi, sehingga dapat diketahui dari perintah yang telah diberikan, contohnya berupa alarm atau nyalanya lampu.

Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengawasan serta pengendalian produksi supaya proses yang dijalankan berjalan baik. Proses produksi diharapkan bisa membuat produk yang sesuai dengan standar dan jumlah produksi yang sudah ditetapkan, sesuai menggunakan *planning* yang sudah dijadwalkan. Pengendalian produksi sebagai berikut:

Beberapa kontrol yang dijalankan yaitu:

- a. Kontrol terhadap aliran bahan baku dan produk
- b. Kontrol terhadap tinggi cairan dalam tangki (*level control*)
- c. Kontrol terhadap kondisi operasi
- d. Kontrol terhadap tekanan operasi penyimpanan

Alat-alat kontrol yang digunakan pada kondisi tertentu:

a. *Flow Control*

Yaitu alat yang dipasangkan di sirkulasi bahan baku, aliran masuk dan keluar proses.

b. *Temperature Control*

Yaitu alat yang akan menimbulkan isyarat suara serta nyalanya lampu bila terjadi penyimpangan pada suhu yang sudah ditetapkan.

c. *Level Control*

Yaitu alat yang dipasang pada permukaan tangki sebagai isyarat bila isi pada tangki belum, sudah atau melebihi batas yang telah diinginkan.

d. *Pressure Control*

Yaitu alat yang dipasang di alat yang memerlukan tekanan diatas tekanan atmosfer ataupun buat menjaga supaya tekanan dalam alat tidak melebihi batas yang telah ditentukan.

e. *Level Indicator*

Yaitu alat yang dipasang untuk mengontrol ketinggian cairan di bak atau tangki.

f. *Weight Indicator*

Yaitu alat yang dipasang untuk mengontrol berat padatan di penampungan silo.

g. *Ratio Indicator*

Yaitu alat yang dipasang untuk mengontrol ratio bahan masuk di reaktor

Analisa untuk unit proses sebagai berikut:

- Analisa komposisi yang dilakukan setiap dua jam sekali pada komponen reaktor yang keluar.
- Analisa komposisi yang dilakukan setiap dua jam sekali pada komponen menara distilasi yang keluar.
- Analisa komposisi yang dilakukan setiap dua jam sekali pada komponen dekanter yang keluar.

2.3.3 Pengendalian Proses Produk

Pengendalian kualitas produk merupakan suatu kegiatan yang dilakukan setiap perusahaan untuk menaikkan serta mempertahankan produknya agar produk yang dihasilkan memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan perusahaan. Analisa terhadap produk dilakukan dua kali dalam sehari.

Analisa produk kloroform:

- Viskositas
- Densitas
- Kadar kemurnian kloroform
- Organoleptic (warna, bau, penampakan)

Alat utama laboratorium yang digunakan untuk melakukan pengujian:

a. Atomic absorption spectrophotometer (AAS)

Digunakan untuk menganalisis kandungan logam dan senyawa lain.

b. Hydrometer

Digunakan untuk mengukur *specific gravity*.

c. *InfraRed Spectrophotometer (IRS)*

Digunakan untuk menganalisa kandungan gugus minyak dalam sampel air.

d. *Water Content Tester*

Digunakan untuk menganalisa kadar air pada produk.



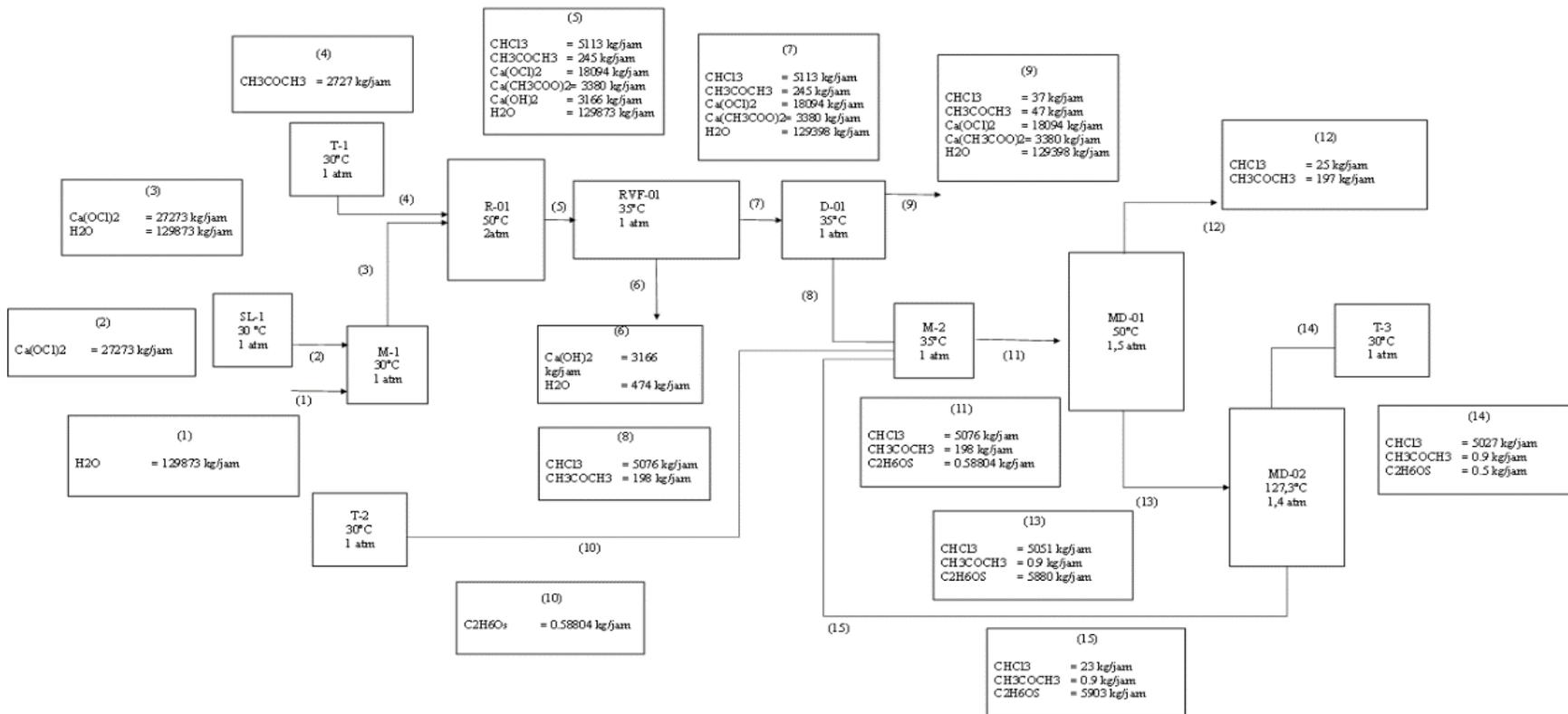
BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Diagram Alir Proses dan Material

Aliran proses dan material berisi tentang penyusunan aliran proses dan material pada unit produksi berdasarkan uraian proses (*flow process*) dan analisa perhitungan bahan. Pada penyusunan aliran proses dan material dilengkapi dengan diagram alir proses yang sudah berisi dengan data kuantitatif (temperatur, tekanan, jumlah bahan, dan lain lain). Diagram alir proses ini dicantumkan pada lampiran.

3.1.2 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif

3.2 Uraian Proses

Produksi kloroform dengan kapasitas 40.000 ton/tahun dibuat dengan menggunakan bahan baku aseton disimpan dalam fase cair dengan kondisi temperatur 30°C dan tekanan 1 atm pada tangki penyimpanan pada tangki penyimpanan (T-01) dan bahan baku kalsium hipoklorit disimpan dalam fase padat dengan kondisi temperatur 30°C dan tekanan 1 atm pada tangki penyimpanan (SL-01). Serta pelarut berupa dimetil sulfoksida yang disimpan dalam fase cair dengan kondisi temperatur 30°C dan tekanan 1 atm pada tangki penyimpanan (T-02). Terdapat tiga tahapan yang dilakukan dalam proses pembuatan kloroform yaitu tahap persiapan bahan baku, pembentukan produk, dan pemisahan produk.

3.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Air di pompa menuju *mixer* -01 (M-01) dan kalsium hipoklorit dari tangki (SL-01) diangkut menggunakan *screw conveyor* (SC-01) untuk mengalirkan bahan baku menuju *mixer* (M-01) yang berfungsi untuk mencampurkan bahan baku kalsium hipoklorit dengan air. Selanjutnya dialirkan menggunakan pompa dan dipanaskan menggunakan *heater* (HE-01) untuk dinaikkan temperaturnya menjadi 50°C. Kemudian diumpankan menuju reaktor (R-01). Sedangkan, aseton yang disimpan di tangki penyimpanan (T-01) dinaikkan temperaturnya menjadi 50°C menggunakan *heater* (HE-02) kemudian diumpankan menuju reaktor (R-01).

3.2.2 Tahap Pembentukan Produk

Pembentukan kloroform dari aseton dan kalsium hipoklorit terjadi didalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Reaksi terjadi pada fase cair-cair dengan kondisi operasi *non isothermal* pada temperatur 50°C-65°C dan tekanan 2 atm. Reaksi ini bersifat eksotermis, sehingga untuk mempertahankan kondisi operasi di reaktor maka diperlukan adanya pendingin. Produk berupa cairan dari reaktor akan diturunkan temperaturnya menggunakan *cooler* (CL-01) menjadi 35°C yang kemudian akan diumpankan ke *Rotary Vacuum filter* (RVF-01).

3.2.3 Tahap Pemisahan Produk

Pada *Rotary Vacuum filter* (RVF-01) terjadi pemisahan kalsium hidroksida dimana bahan ini akan dibuang ke unit pengolahan limbah (UPL). Kloroform, aseton, kalsium hipoklorit, kalsium asetat, dan air dialirkan dari reaktor (R-01) menuju *Rotary Vacuum Filter* (F-01) yang sebelumnya sudah diturunkan temperatrnya menggunakan *cooler* (CL-01) menjadi 35°C. Filtrat *Rotary Vacuum Filter* (RVF-01) kemudian dialirkan menuju dekanter (DK-01) untuk memisahkan cairan berdasarkan massa jenis dan kelarutannya. Di dalam dekanter (DK-01) cairan akan terbagi menjadi dua fase, yaitu fase ringan dan fase berat dengan kandungan kloroform dan aseton. Fase ringan dengan kandungan air, kalsium hipoklorit, kalsium asetat. Fase ringan yang merupakan hasil atas dekanter (DK-01) akan dibuang ke unit pengolahan limbah (UPL), dan fase berat yang meupakan hasil bawah dekanter (DK-01) akan dialirkan menuju *mixer* 2 (M-02).

Sebelum memasuki menara distilasi 1 (MD-01), hasil atas dekanter akan masuk terlebih dahulu ke *mixer* 2 (M-02) karena ada bahan tambahan yaitu pelarut

dimetil sulfoksida pada tangki 3 (T-03) yang akan masuk ke menara distilasi 1 (MD-01), hasil *mixer* 2 (M-02) akan dipanaskan terlebih dahulu hingga temperatur mencapai 50°C menggunakan *heater* (HE-03). Di dalam menara distilasi (MD-01) aseton akan teruapkan secara sempurna karena memiliki titik didih lebih kecil dan dengan selisih yang cukup jauh dibandingkan titik didih kloroform, dan DMSO. Hasil atas menara distilasi 1 (MD-01) berupa aseton akan dikondensasikan di dalam kondensor (CD-01) kemudian di masukan ke akumulator (ACC-01) kemudian dialirkan ke UPL. Sedangkan hasil bawah menara distilasi 1 (MD-01) berupa kloroform, sedikit aseton, dan DMSO akan diumpankan menuju menara distilasi 2 (MD-02) untuk memisahkan kloroform dan DMSO. Pada menara distilasi 2 (MD-02) berfungsi untuk memisahkan kloroform dan DMSO dengan menguapkan kloroform. Didapatkan hasil atas menara distilasi 2 (MD-02) berupa kloroform akan dikondensasikan di dalam kondensor (CD-02) kemudian dimasukkan ke *accumulator* (ACC-02) lalu didinginkan di *cooler* 3 (CL-03) dialirkan ke tangki penyimpanan (T-03). Sedangkan hasil bawah di menara distilasi 2(MD-02) berupa DMSO akan di-*recycle* menuju *mixer* 2 (M-02). Sebelum diumpankan menuju *mixer* 2 (M-02) hasil keluaran bawah menara distilasi 2(MD-02) akan diturunkan temperaturnya menjadi 35°C menggunakan *cooler* (CL-02).

3.3 Spesifikasi Alat

3.3.1 Spesifikasi Alat Proses

1. *Mixer* – 01

Tabel 3. 1 Spesifikasi *Mixer-01*

Spesifikasi Mixer-01	
Kode:	M – 01
Fungsi:	Melarutkan kalsium hipoklorit dengan air
Jenis:	Tangki berpengaduk tutup <i>torispherical flanged and dished</i> menggunakan <i>marine proppeler with 3 blades</i> .
Kondisi:	T 30°C
	P 1 atm
Bahan:	<i>Stainless steel SA 167 grade 3 type 304</i>
Jumlah Pengaduk:	1 buah

Dimensi Mixer:		
Diameter	5,76	m
Tinggi	7,75	m
Tinggi cairan	4,534	m
Volume <i>mixer</i>	150,47	m ³
Volume <i>head</i>	64,28	m ³
Tebal <i>shell</i>	0,375	m
Tebal <i>head</i>	0,438	m
Jumlah pengaduk	1	buah
Power motor	40	HP

2. *Reaktor – 01***Tabel 3. 2** Spesifikasi Reaktor-01

Spesifikasi Reaktor-01	
Kode	R-01
Fungsi	Mereaksi aseton dengan kalsium hipoklorit
Jenis/Tipe	RATB
Mode Operasi	Kontinyu
Jumlah	1
Kondisi	
Suhu	50 °C
Tekanan	2 atm
Kondisi Proses	Non Isotermal dan Non Adiabatis
Konstruksi dan Material	
Bahan	<i>Stainless Steel SA 299 Grade Type 304</i>
Diameter Shell	2,8 m
Tebal Shell	0,31 in
Tinggi Total	5,58 m
Jenis Head	<i>Torispherical Flanged & Dished Head</i>
Spesifikasi Khusus	
Tipe Pengaduk	<i>Marine Proppeller 3 Blade</i>
Diameter Pengaduk	0,9 m
Spesifikasi Khusus	
Kecepatan Pengaduk	100 rpm

Power Pengaduk	5 Hp
Jumlah Baffle	4 Buah

3. Rotary Vacum Filter -01

Tabel 3. 3 Spesifikasi Rotary Vacuum Filter-01

Spesifikasi Rotary Vacuum Filter-01		
Kode	RVF-01	
Fungsi	Memisahkan kalsium hidroksida (padatan/cake) dari komponen lainnya	
Jenis Alat	Filter	
Jenis Bahan	Stainless Steel SA 167 grade 3 type 304	
Jumlah	1 unit	
Kondisi Operasi		
Tekanan:	0,8	atm
Suhu:	30	°C
Dimensi Filter		
Diameter:	1,829	m
Panjang:	3,658	m
Luas Permukaan:	8,430	in
Waktu Siklus		
Tahap Filtrasi	2,616	detik
Tahap <i>Dewatering</i>	21,034	detik
Tahap <i>Washing</i>	4,766	detik
Second <i>Watering</i>	12,900	detik

4. Dekanter

Tabel 3. 4 Spesifikasi Dekanter-01

Spesifikasi Dekanter-01			
Kode:	DK-01		
Fungsi:	Memisahkan fase ringan dan fase berat yang keluar dari <i>rotary vacuum filter</i> dengan prinsip perbedaan densitas dan kelarutannya		
Jenis:	Dekanter silinder <i>horizontal</i>		
Material:	Stainless steel SA 167 grade 3 type 304		
Kondisi operasi:			
Suhu: 30 °C			
Tekanan: 1 atm			
Spesifikasi:			
	Shell		
	a. Diameter:	2,42	m
	b. Panjang:	5,78	m
	c. Tebal	0,1875	m
	d. Waktu tinggal	10	menit
	Head		

Spesifikasi Dekanter-01			
	a. Jenis	<i>Torispherical Flanged & Dished Head</i>	
	b. Tinggi	0,46	m
	c. Tebal	0,188	m

5. Mixer – 02

Tabel 3. 5 Spesifikasi Mixer – 02

Spesifikasi Mixer-02		
Kode:	M-02	
Fungsi:	Mencampur campuran aseton dan kloroform dengan pelarut DMSO	
Jenis:	Tangki berpengaduk tutup <i>flanged and dished</i> menggunakan <i>marine propeller with 3 blades</i>	
Kondisi:	T	30 °C
	P	1 atm
Bahan:	<i>Stainless steel 167 tipe 304</i>	
Jumlah pengaduk:	1	buah
Dimensi Mixer:		
Diameter	2,391	m
Tinggi	3,335	m
Tinggi cairan	1,524	m
Volume <i>mixer</i>	10,733	m ³
Volume head	7,7887	m ³
Tebal <i>shell</i>	0,188	m
Tebal <i>head</i>	0,006	m
Jumlah pengaduk	1	buah
Power motor	7,5	HP

6. Menara Distilasi – 01

Tabel 3. 6 Spesifikasi Menara Distilasi – 01

Spesifikasi Menara Distilasi-01		
Kode:	MD – 01	
Fungsi:	Memisahkan produk kloroform dengan aseton menggunakan pelarut DMSO	
Tipe:	Plate kolom	
Kondisi operasi:	Suhu:	Tekanan:
	Umpan	50 °C
Distilat	64,39 °C	1,3 atm
Bottom	127,3 °C	1,4 atm
Bahan Menara Distilasi	<i>Stainless steel SA 167 grade 3 type 304</i>	
Spesifikasi <i>Plate</i>		
Tipe	Sieve tray	
Jumlah <i>Plate</i> aktual	25	
<i>Feed Plate</i>	6	

Spesifikasi Menara Distilasi-01	
<i>Plate Spacing</i>	0,6 meter
<i>Spesifikasi kolom/shell</i>	
Tinggi Menara	17,87 meter
Diameter <i>enriching</i>	0,7 meter
Diameter <i>stripping</i>	0,8 meter
Tebal dinding	0,1875 in
<i>Spesifikasi Head</i>	
Tipe	<i>Torispherical dished head</i>
Tebal Head	0,1875
Tinggi Head	0,104 meter
Material	<i>Stainless steel SA 167 grade 3 type 304</i>
Isolator	
Bahan	<i>Glass fiber</i>
Konduktivitas panas, W/m. °C	0,038
Tebal isolasi, m	0,19

7. Menara Distilasi – 02

Tabel 3. 7 Spesifikasi Menara Distilasi – 02

Spesifikasi Menara Distilasi-02		
Kode:	MD – 02	
Fungsi:	Memisahkan produk kloroform dengan DMSO	
Tipe:	Plate kolom	
Kondisi operasi:	Suhu:	Tekanan:
Umpan	127 °C	1,4 atm
Distilat	66,80 °C	1,2 atm
Bottom	200,3 °C	1,5 atm
Bahan Menara Distilasi	<i>Stainless steel SA 167 grade 3 type 304</i>	
<i>Spesifikasi Plate</i>		
Tipe	Sieve tray	
Jumlah <i>Plate</i> aktual	11	
<i>Feed Plate</i>	9	
<i>Plate Spacing</i>	0,6 meter	
<i>Spesifikasi kolom/shell</i>		
Tinggi Menara	10 meter	
Diameter <i>enriching</i>	2 meter	
Diameter <i>stripping</i>	1,7 meter	
Tebal dinding	0,25 in	
<i>Spesifikasi Head</i>		
Tipe	<i>Torispherical dished head</i>	
Tebal Head	0,25 in	
Tinggi Head	0,374 meter	
Material	<i>Stainless steel SA 167 grade 3 type 304</i>	
Isolator		
Bahan	<i>Glass fiber</i>	

Spesifikasi Menara Distilasi-02	
Kode:	MD – 02
Konduktivitas panas, W/m.°C	0,038
Tebal isolasi, m	0,19

8. *Accumulator* – 01**Tabel 3. 8** Spesifikasi *Accumulator* – 01

Spesifikasi Accumulator-01	
Kode:	ACC – 01
Fungsi:	Untuk tempat penampungan sementara keluaran atas MD-01
Kondisi Operasi	
Tekanan	1,3 atm
Suhu	64,44 °C
Spesifikasi Accumulator	
Diameter	0,1 meter
Volume	0,16 m ³
Panjang	0,69 meter
Tebal shell	0,1875 in
Tebal Head	0,1875 in

9. *Accumulator* – 02**Tabel 3. 9** Spesifikasi *Accumulator* – 02

Spesifikasi Accumulator-02	
Kode:	ACC – 02
Fungsi:	Untuk tempat penampungan sementara keluaran atas MD-02
Kondisi Operasi	
Tekanan	1,2 atm
Suhu	67 °C
Spesifikasi Accumulator	
Diameter	0,16 meter
Volume	0,72 m ³
Panjang	1,1 meter
Tebal shell	0,1875 in
Tebal Head	0,1875 in

10. *Expansion Valve*-01**Tabel 3. 10** Spesifikasi *Expansion Valve*-01

Spesifikasi Expansion Valve-01	
Kode:	EV -01

Fungsi:	Menurunkan tekanan aliran reaktor yang akan dialirkan RVF - 01 dari 2 atm menjadi 1 atm
Jenis alat:	<i>globe valve</i>
Bahan	<i>Commercial steel</i>
P masuk	2 atm
P keluar	1 atm
ID	2,469 in
OD	2,875 in
<i>Pressurehead</i>	727,623 cm

11. Kondensor – 01

Tabel 3. 11 Spesifikasi Kondensor – 01

Spesifikasi Kondensor-01				
Kode:	CD – 01			
Fungsi:	Untuk mendinginkan keluaran atas MD-01			
Jenis:	<i>Shell and tube</i>			
Operating Condition				
Position	<i>Shell</i>		<i>Tube</i>	
<i>Fluid</i>	Fluida panas (Produk: <i>Light Organic</i>)		Fluida dingin (<i>Cooling Tower</i>)	
<i>Fluid Type</i>	<i>Hot</i>		<i>Cold</i>	
	<i>In</i>	<i>Out</i>	<i>In</i>	<i>Out</i>
<i>Liquid flowrate, kg/jam</i>		25.455,112	45.919,362	45.919,362
<i>Vapor flowrate, kg/jam</i>	25.455,112			
<i>Temperature, °C</i>	64,44	64,44	30	40
<i>Pressure, atm</i>	1,3	1,3	1,3	1,3
Mechanical Design				
	<i>Annulus (Hot Fluid)</i>		<i>Tube</i>	
<i>Length, ft</i>	24		<i>Length, ft</i>	24
<i>Passes</i>	2		<i>Passes</i>	2
ID, in	1,080		ID, in	1,08 in
Baffle Space	7,950 in		OD, in	1,25 in
			A, ft ²	282,614 ft
	<i>Annulus (Hot Fluid)</i>		<i>Tube</i>	
			BWG	14
			Pitch	1,563 in
$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$, psi	8,0010/10		$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$ psi	0,0094/ 10
Rdcal/Rdmin	0,0028/0,001		Rdcal/Rdmin	0,0028/0,001

12. Kondensor – 02

Tabel 3. 12 Spesifikasi Kondensor – 02

Spesifikasi Kondensor-02				
Kode:	CD – 02			
Fungsi:	Untuk mendinginkan keluaran atas MD - 02			
Jenis:	<i>Double pipe</i>			
Operating Condition				
Position	<i>Shell</i>		<i>Tube</i>	
<i>Fluid</i>	Fluida panas (Produk: <i>Heavy Organic</i>)		Fluida dingin (Cooling Water)	
<i>Fluid Type</i>	<i>Hot</i>		<i>Cold</i>	
	<i>In</i>	<i>Out</i>	<i>In</i>	<i>Out</i>
<i>Liquid flowrate, kg/jam</i>		5.614,063	5.442,165	5.442,165
<i>Vapor flowrate, kg/jam</i>	5.614,063			
<i>Temperature, °C</i>	66,8	66,8	30	40
<i>Pressure, atm</i>	1,2	1,2	1,2	1,2
Mechanical Design				
	<i>Annulus (Hot Fluid)</i>		<i>Tube</i>	
<i>Length, ft</i>	20		<i>Length, ft</i>	20
<i>Hairpins</i>	12		<i>Hairpins</i>	12
<i>ID, in</i>	4,026		<i>ID, in</i>	3,068 in
			<i>OD, in</i>	3,5 in
			<i>A, ft²</i>	191,9663 ft
$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$, psi	1,6027/ 10		$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$ psi	0,0001/ 10
Rd_{cal}/Rd_{min}	0,0026/0,001		Rd_{cal}/Rd_{min}	0,0026/0,001

13. Reboiler – 01

Tabel 3. 13 Spesifikasi Reboiler – 01

Spesifikasi Reboiler-01	
Kode:	RB – 01
Fungsi:	Untuk menguapkan sebagian cairan yang berasal dari hasil bawah MD – 01
Jenis:	<i>Double Pipe</i>
Spesifikasi	
a'' , in ²	1,78
A, ft ²	103,0512
Uc, Btu/hr.ft ² .F	1.298,278
Ud, Btu/hr.ft ² .F	114,140

Spesifikasi Reboiler-01			
Kode:	RB – 01		
<i>Rd Calculated</i>	0,008		
Hairpins	2 Buah		
Schedule No	40		
Mechanical Design			
Cold Fluid: Anulus Inner Pipe		Hot Fluid: Tube, Steam	
<i>Length, ft</i>	12	<i>Length, ft</i>	12
ID	4,026	OD	3,5
		ID	3,068
$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$, psi	0,3209/ 10	$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$ psi	0,0369/ 10
Rdcal/Rdmin	0,0080/0,001	Rdcal/Rdmin	0,0020/0,001

14. Reboiler – 02

Tabel 3. 14 Spesifikasi Reboiler – 02

Spesifikasi Reboiler-02			
Kode:	RB – 02		
Fungsi:	Untuk menguapkan sebagian cairan yang berasal dari hasil bawah MD – 02		
Jenis	<i>Double Pipe</i>		
Spesifikasi			
<i>a</i> ", in ²	1,178		
<i>A</i> , ft ²	15,867		
<i>U_c</i> , Btu/hr.ft ² .F	1.297,369		
<i>U_d</i> , Btu/hr.ft ² .F	35,150		
<i>Rd Calculated</i>	0,0277		
Hairpins	2 Buah		
Schedule No	40		
Mechanical Design			
<i>Annulus (Hot Fluid)</i>		<i>Tube</i>	
<i>Length, ft</i>	20	<i>Length, ft</i>	20
ID, in	4,026	ID, in	3,068 in
		OD, in	3,5 in
$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$, psi	0,1175/ 10	$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$ psi	0.0014 / 10
Rdcal/Rdmin	0,0277/0,001	Rdcal/Rdmin	0,0277/0,001

3.3.2Spesifikasi Alat Penukar Panas

1. Heater – 01

Tabel 3. 15 Spesifikasi Heater – 01

Spesifikasi Heater-01				
Kode:	H – 01			
Fungsi:	Untuk menaikkan temperatur keluaran <i>mixer</i> – 01 dari 30°C menjadi 50°C			
Operating Condition				
Position	<i>Shell</i>		<i>Tube</i>	
<i>Fluid</i>	Fluida dingin (<i>Produk: Light Organics</i>)		Fluida panas (Steam)	
<i>Fluid Type</i>	<i>Cold</i>		<i>Hot</i>	
	<i>In</i>	<i>Out</i>	<i>In</i>	<i>Out</i>
<i>Liquid flowrate, kg/jam</i>	157.146,876	157.146,876		3.960,774
<i>Vapor flowrate, kg/jam</i>			3.960,774	
<i>Temperature, °C</i>	30°C	65°C	300°C	300°C
<i>Pressure, atm</i>	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm
Mechanical Design				
	<i>Annulus</i>		<i>Tube</i>	
<i>Length</i>	20 ft		<i>Length</i>	20 ft
<i>Hairpin</i>	1		<i>Hairpin</i>	1
<i>ID</i>	4,063 in		<i>OD</i>	3,5 in
			<i>ID</i>	3,068 in
			<i>A</i>	147,127 ft ²
$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$	0,483/10 psi		$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$	0,03489/10 psi
Rd_{cal}/Rd_{min}	0.0031/0.003 Btu/hr.ft ² .°F		Rd_{cal}/Rd_{min}	0.0031/0.003

2. Heater – 02

Tabel 3. 16 Spesifikasi Heater – 02

Spesifikasi Heater-02				
Kode:	H – 02			
Fungsi:	Untuk menaikkan temperatur keluaran tangki aseton dari 30°C menjadi 50°C			
Operating Condition				
Position	<i>Shell</i>		<i>Tube</i>	
<i>Fluid</i>	Fluida dingin (<i>Produk: Light Organics</i>)		Fluida panas (Steam)	
<i>Fluid Type</i>	<i>Cold</i>		<i>Hot</i>	
	<i>In</i>	<i>Out</i>	<i>In</i>	<i>Out</i>
<i>Liquid flowrate, kg/jam</i>	2.727,342	2.727,342		11,596
<i>Vapor flowrate, kg/jam</i>			11,596	
<i>Temperature, °C</i>	30°C	65°C	300°C	300°C
<i>Pressure, atm</i>	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm
Mechanical Design				
	<i>Annulus</i>		<i>Tube</i>	
<i>Length</i>	20 ft		<i>Length</i>	20 ft

Spesifikasi Heater-02			
Kode:	H – 02		
<i>Hairpin</i>	1	<i>Hairpin</i>	1
ID	4,026 in	ID	3,07 in
<i>Baffle Space</i>		OD	3,5 in
		A	44,016 ft ²
$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$	0,498/10 psi	$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$	0,0000000207/10 psi
Rdcal/Rdmin	0,663/0,003 Btu/hr.ft ² .°F	Rdcal/Rdmin	0,663/0,003

3. *Heater – 03***Tabel 3. 17** Spesifikasi *Heater – 03*

Spesifikasi Heater-03				
Kode:	H – 03			
Fungsi:	Untuk menaikkan temperatur keluaran <i>mixer – 02</i> dari 30°C menjadi 50°C			
<i>Operating Condition</i>				
Position	<i>Shell</i>		<i>Tube</i>	
<i>Fluid</i>	Fluida dingin (<i>Produk: Heavy Organics</i>)		Fluida panas (Steam)	
<i>Fluid Type</i>	<i>Cold</i>		<i>Hot</i>	
	<i>In</i>	<i>Out</i>	<i>In</i>	<i>Out</i>
<i>Liquid flowrate, kg/jam</i>	11.178,335	11.178,335		303,181
<i>Vapor flowrate, kg/jam</i>			303,181	
<i>Temperature, °C</i>	30°C	50°C	300°C	300°C
<i>Pressure, atm</i>	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm
<i>Mechanical Design</i>				
	<i>Annulus</i>		<i>Tube</i>	
<i>Length</i>	20 ft		<i>Length</i>	20 ft
<i>Hairpin</i>	1 buah		<i>Hairpin</i>	1 buah
ID	4,026 in		ID	3,07 in
			OD	3,5 in
			A	73,360 ft ²
$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$	8,208/10 psi		$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$	0,00008/10 psi
Rdcal/Rdmin	0,037/0,005 Btu/hr.ft ² .°F		Rdcal/Rdmin	0,037/0,005

4. *Cooler – 01***Tabel 3. 18** Spesifikasi *Cooler – 01*

Spesifikasi Cooler-01	
Kode:	C – 01
Fungsi:	Untuk menurunkan temperatur keluaran reaktor dari 50°C menjadi 30°C

Spesifikasi Cooler-01				
Kode:	C – 01			
Operating Condition				
Position	<i>Shell</i>		<i>Tube</i>	
<i>Fluid</i>	Fluida panas (Produk : Light Organics)		Fluida dingin (Water)	
<i>Fluid Type</i>	<i>Cold</i>		<i>Hot</i>	
	<i>In</i>	<i>Out</i>	<i>In</i>	<i>Out</i>
<i>Liquid flowrate, kg/jam</i>	159.874,218	159.874,218	646,746	
<i>Vapor flowrate, kg/jam</i>				646,746
<i>Temperature, °C</i>	50°C	30°C	25°C	40°C
<i>Pressure, atm</i>	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm
Mechanical Design				
	<i>Annulus</i>		<i>Tube</i>	
<i>Length</i>	20 ft		<i>Length</i>	20 ft
<i>Passes</i>	2		<i>Passes</i>	2
<i>ID</i>	39 in		<i>OD</i>	0,75 in
<i>Baffle Space</i>	7,8 in		<i>Number</i>	-
			<i>A</i>	5.339,510 ft ²
			<i>BWG</i>	18
			<i>Pitch</i>	Tringular
$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$	3,6050251/ 10 psi		$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$	7,1569/ 10 psi
Rd_{cal}/Rd_{min}	0,006/ 0,001 Btu/hr.ft ² .°F		Rd_{min}	0,006/0,001

5. Cooler – 02

Tabel 3. 19 Spesifikasi Cooler – 02

Spesifikasi Cooler-02				
Kode:	C – 02			
Fungsi:	Untuk menurunkan temperatur keluaran bawah MD – 02 dari suhu bottom distilasi – 02 dari 200,3°C menjadi 30°C			
Operating Condition				
Position	<i>Shell</i>		<i>Tube</i>	
<i>Fluid</i>	Fluida panas (Produk : MediumOrganics)		Fluida dingin (Water)	
<i>Fluid Type</i>	<i>Cold</i>		<i>Hot</i>	
	<i>In</i>	<i>Out</i>	<i>In</i>	<i>Out</i>
<i>Liquid flowrate, kg/jam</i>	5.903,559	5.903,559	270,478	
<i>Vapor flowrate, kg/jam</i>				270,478
<i>Temperature, °C</i>	120°C	30°C	30°C	40°C

Spesifikasi Cooler-02				
Kode:	C – 02			
<i>Pressure, atm</i>	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm
Mechanical Design				
<i>Annulus</i>			<i>Tube</i>	
<i>Length</i>	20 ft		<i>Length</i>	20 ft
<i>Hairpin</i>	12 buah		<i>Hairpin</i>	12 buah
ID	4,026 in		OD	3,5 in
			ID	3,07 in
			A	191,699 ft ²
$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$	20,017/ 10 psi		$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$	0,00243/10 psi
Rd_{cal}/Rd_{min}	0,0412/0,004 Btu/hr.ft ² .°F		Rd_{min}	0,0412/0,004

6. Cooler – 03

Tabel 3. 20 Spesifikasi Cooler – 03

Spesifikasi Cooler-03				
Kode:	C – 03			
Fungsi:	Untuk menurunkan temperatur keluaran atas MD – 02 dari 66°C menjadi 30°C			
Operating Condition				
Position	<i>Shell</i>		<i>Tube</i>	
<i>Fluid</i>	Fluida panas (Produk : <i>MediumOrganics</i>)		Fluida dingin (<i>Water</i>)	
<i>Fluid Type</i>	<i>Cold</i>		<i>Hot</i>	
	<i>In</i>	<i>Out</i>	<i>In</i>	<i>Out</i>
<i>Liquid flowrate, kg/jam</i>	5.051,097	5.051,097	20,679	
<i>Vapor flowrate, kg/jam</i>				20,679
<i>Temperature, °C</i>	66,8°C	35°C	30°C	40°C
<i>Pressure, atm</i>	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm
Mechanical Design				
<i>Annulus</i>			<i>Tube</i>	
<i>Length</i>	20 ft		<i>Length</i>	20 ft
<i>Hairpins</i>	3 buah		<i>Hairpins</i>	3 buah
ID	4,026		OD	3,50
			ID	3,07
			A	84,255 ft ²
$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$	4,143psi/10psi		$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$	0,00001psi/10psi
Rd_{cal}/Rd_{min}	0,006/0,003		Rd_{min}	0,006/0,003

Tabel 3. 21 Spesifikasi Cooler – 04

Spesifikasi Cooler-04				
Kode:	C – 04			
Fungsi:	Untuk menurunkan temperatur keluaran atas MD – 02 dari 64°C menjadi 30°C			
Operating Condition				
Position	Shell		Tube	
Fluid	Fluida panas (Produk : MediumOrganics)		Fluida dingin (Water)	
Fluid Type	Cold		Hot	
	In	Out	In	Out
Liquid flowrate, kg/jam	223	223	13.000	
Vapor flowrate, kg/jam				13,000
Temperature, °C	64°C	35°C	30°C	40°C
Pressure, atm	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm
Mechanical Design				
	Annulus		Tube	
Length	20 ft		Length	20 ft
Hairpins	1 buah		Hairpins	1 buah
ID	4,026		OD	3,50
			ID	3,07
			A	64,32 ft ²
$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$	0,007psi/10psi		$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$	0,0000001psi/10psi
Rdcal/Rdmin	0,009/0,003		Rdmin	0,009/0,003

3.3.3 Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan

Tabel 3. 22 Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan

Tangki	T-01	T-02	T-03	T-04
Fungsi alat	Menyimpan bahan baku aseton (C ₃ H ₆ O)	Menyimpan produk kloroform (CHCl ₃)	Menyimpan pelarut (DMSO)	Menyimpan produk samping aseton (C ₃ H ₆ O)
Lama penyimpanan	21 hari	14 hari	60 hari	14 hari
Fasa	cair	cair	cair	cair
Jumlah tangki	1	1	1	1
Jenis tangki	Silinder Vertikal dengan tutup <i>Torispherical Flanged & Dished Head</i> dan alas datar	Silinder Vertikal dengan tutup <i>Torispherical Flanged & Dished Head</i> dan alas datar	Silinder vertikal dengan tutup kerucut dan alas datar	Silinder Vertikal dengan tutup <i>Torispherical Flanged & Dished Head</i> dan alas datar
Kondisi operasi	Suhu : 30°C Tekanan : 1 atm	Suhu : 30°C Tekanan : 1 atm	Suhu : 30°C Tekanan : 1 atm	Suhu: 30°C Tekanan : 1 atm

Tangki	T-01	T-02	T-03	T-04
Spesifikasi	Volume tangki : 2115,402 m ³	Volume tangki : 692,553 m ³	Volume tangki : 0,929 m ³	Volume tangki: 109 m ³
	Diameter : 21,341m	Diameter : 13,300 m	Diameter : 1,467m	Diameter: 7,6 m
	Tinggi :7,317 meter	Tinggi :4,987 meter	Tinggi : 0,550 meter	Tinggi : 1,9 meter
	Jumlah <i>course</i> :4	Jumlah <i>course</i> :4	Jumlah <i>course</i> :3	Jumlah <i>course</i> :2
	Tebal <i>shell</i> : 0,38 in	Tebal <i>shell</i> : 0,25 in	Tebal <i>shell</i> : 0,19in	Tebal <i>shell</i> : 0,25 in
<i>Head & Bottom</i>	<i>Torispherical</i>	<i>Torispherical</i>	<i>Conical roof</i>	<i>Torispherical</i>
	Tebal head : 0,25 in	Tebal head : 0,25 in	Tebal head :0,173 in	Tebal head :0,25 in
	<i>Flat bottom</i>	<i>Flat bottom</i>	<i>Flat bottom</i>	<i>Flat bottom</i>
	Tebal bottom: 0,25 in	Tebal bottom: 0,25 in	Tebal bottom: 0,25 in	Tebal bottom: 0,25 in

Tangki	SL-01
Fungsi alat	Menyimpan bahan baku kalsium hipoklorit(Ca(ClO) ₂)
Lama penyimpanan	14 hari
Fasa	padat
Jumlah tangki	1
Jenis tangki	Silinder tegak dengan tutup datar dan alas berbentukkerucut
Kondisi operasi	Suhu: 30°C Tekanan : 1 atm
Spesifikasi	Volume tangki : 4679 m ³
	Diameter : 14 m
	Tinggi : 31 meter
	Tebal <i>shell</i> :0,4375 in
<i>Head & Bottom</i>	<i>flat roof</i>
	Tebal head :0,750 in
	<i>conical bottom</i>
	Tebal bottom: 0,4375 in

3.3.4 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan

Tabel 3. 23 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan (Pompa)

Kode	P-01	P-02	P-03
Fungsi	Memompa bahan baku H ₂ O (air) dari tangki penyimpanan (T-01) menuju mixer	Memompa Ca(OCl) ₂ aq dari mixer ke reaktor	Memompa C ₃ H ₆ O dari tangki ke reaktor
Jenis Pompa	<i>Centrifugal Pump</i>		
<i>Impeller</i>	<i>Axial Flow Impellers</i>	<i>Axial Flow Impellers</i>	<i>Mixed Flow Impellers</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>		
Kapasitas (m ³ /jam)	182,835	180,571	5,037
<i>Pump Head</i> (m)	8,232	6,145	4,581
Suhu Fluida (°C)	30	30	30
Instalasi	Vertikal dan Horizontal		
<i>Submersibility</i>	<i>Immersed</i>		
<i>Rate volumetric</i> (f ³ /s)	1,794	1,771	0,049
Kecepatan aliran (ft/s)	1,871	1,848	1,485
Daya motor(watt)	10	10	0,75

Tabel 3. 24 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan (Pompa) - Lanjutan

Kode	P-04	P-05
Fungsi	Memompa bahan keluaran reaktor (R-01) menuju filtrasi (F-01)	Memompa bahan keluaran filter (F-01) menuju dekanter (DK-01)
Jenis Pompa	<i>Centrifugal Pump</i>	
<i>Impeller</i>	<i>Axial Flow Impellers</i>	<i>Axial Flow Impellers</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>	
Kapasitas (m ³ /jam)	230,457	216,200
<i>Pump Head</i> (m)	1,832	2,790
Suhu Fluida (°C)	35	35
Instalasi	Vertikal dan Horizontal	
<i>Submersibility</i>	<i>Immersed</i>	
<i>Rate volumetric</i> (f ³ /s)	2,261	2,121
Kecepatan aliran(ft/s)	2,359	2,213
Daya motor(watt)	3	5

Tabel 3. 25 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan (Pompa) - Lanjutan

Kode	P-06	P-07
Fungsi	Memompa bahan keluaran Dekanter (DK-01) menuju mixer (M-02)	Memompa bahan keluaran Dekanter (DK-01) menuju UPL
Jenis Pompa	<i>Centrifugal Pump</i>	
<i>Impeller</i>	<i>Mixed Flow Impellers</i>	<i>Axial Flow Impellers</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>	

Kode	P-06	P-07
Kapasitas (m ³ /jam)	10,197	206,856
<i>Pump Head</i> (m)	3,566	1,020
Suhu Fluida (°C)	35	35
Instalasi	Vertikal dan Horizontal	
<i>Submersibility</i>	<i>Immersed</i>	
<i>Rate volumetric</i> (f ³ /s)	0,100	2,029
Kecepatan aliran(ft/s)	1,134	2,117
Daya motor(watt)	0,75	2

Tabel 3. 26 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan (Pompa) - Lanjutan

Kode	P-08	P-09
Fungsi	Mengalirkan bahan pelarut DMSO dari tangki (T-02) ke mixer (M-02)	Memompa bahan keluaran Mixer (M-02) menuju distilasi (D-01)
Jenis Pompa	<i>Centrifugal Pump</i>	
<i>Impeller</i>	<i>Radial Flow Impellers</i>	<i>Mixed Flow Impellers</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>	
Kapasitas (m ³ /jam)	0,001	12,9
<i>Pump Head</i> (m)	3,335	18,239
Suhu Fluida (°C)	35	35
Instalasi	Vertikal dan Horizontal	
<i>Submersibility</i>	<i>Immersed</i>	
<i>Rate volumetric</i> (f ³ /s)	0,000	0,127
Kecepatan aliran(ft/s)	0,019	1,43
Daya motor(watt)	0,05	5

Tabel 3. 27 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan (Pompa) - Lanjutan

Kode	P-10	P-11
Fungsi	Memompa bahan keluaran atas Menara Distilasi (MD-01) Menuju UPL	Memompa bahan keluaran bawah Menara Distilasi (MD-01) menuju Menara Distilasi (MD-02)
Jenis Pompa	<i>Centrifugal Pump</i>	
<i>Impeller</i>	<i>Mixed Flow Impellers</i>	<i>Mixed Flow Impellers</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>	
Kapasitas (m ³ /jam)	0,396	14,111
<i>Pump Head</i> (m)	0,983	9,214
Suhu Fluida (°C)	64	127
Instalasi	Vertikal dan Horizontal	
<i>Submersibility</i>	<i>Immersed</i>	
<i>Rate volumetric</i> (f ³ /s)	0,004	0,138
Kecepatan aliran(ft/s)	1,047	0,690
Daya motor(watt)	0,05	2

Tabel 3. 28 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan (Pompa) - Lanjutan

Kode	P-12	P-13
Fungsi	Memompa bahan keluaran atas Menara Distilasi (MD-02) menuju tangki Kloroform	Memompa bahan keluaran bawah Menara Distilasi (MD-02) menuju mixer 2
Jenis Pompa	<i>Centrifugal Pump</i>	
<i>Impeller</i>	<i>Mixed Flow Impellers</i>	<i>Mixed Flow Impellers</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>	
Kapasitas (m ³ /jam)	4,948	4,948
<i>Pump Head</i> (m)	8,211	3,627
Suhu Fluida (°C)	30	35
Instalasi	Vertikal dan Horizontal	
<i>Submersibility</i>	<i>Immersed</i>	
<i>Rate volumetric</i> (f ³ /s)	0,049	0,049
Kecepatan aliran(ft/s)	0,289	0,947
Daya motor(watt)	1,5	0,75

Tabel 3. 29 Spesifikasi Alat Transportasi Screw Conveyor

Kode	SC-01
Fungsi	Mengangkut bahan baku Kalsium Hipoklorit dari tangki silo (SL-01) menuju mixer (M-01)
Tekanan Suhu	1 atm
Bentuk Bahan	Powder
Jenis Conveyor	<i>Screw</i>
Panjang	13,7 m
Power Motor	5 Hp
Kecepatan	65 rpm
<i>Diameter Screw</i>	14 in

Tabel 3. 30 Spesifikasi Alat Transportasi Bucket Elevator

Kode	BE-01
Fungsi	Mengangkut Kalsium Hipoklorit dari permukaan ke mixer (M-01)
Tekanan Suhu	1 atm
Bentuk Bahan	<i>Powder</i>
Jenis Conveyor	<i>Countinuous Bucket</i>
Panjang	9 m
Power Motor	2 Hp

3.4 Neraca Massa

Tabel 3. 31 Neraca Massa Mixer – 01

Komponen	Input		Output
	Arus (1)	Arus (2)	Arus (3)
	Kg/jam	Kg/jam	Kg/jam
H ₂ O	129.873,5		157146,9
Ca(OCl) ₂		27,273	
Total	157.146.875,7		157,146,875.7

Tabel 3. 32 Neraca Massa Reaktor-01

Komponen	Input		Output
	Arus (3)	Arus (4)	Arus (5)
	Kg/jam	Kg/jam	Kg/jam
CHCl ₃			5.113,53
C ₃ H ₆ O	2.727		245,46
Ca(OCl) ₂		27.273,424	18.094,74
C ₄ H ₆ CaO ₄			3.380
Ca(OH) ₂			3.166,5
H ₂ O	5,45	129.873,5	129.878,9
Total	159.879,672		159.879,672

Tabel 3. 33 Neraca Massa rotary vacuum filter -01

Komponen	Input	Output	
	Arus (5)	Arus (6)	Arus (7)
	Kg/jam	Kg/jam	Kg/jam
CHCl ₃	5.113,53		5.113,53
C ₃ H ₆ O	245,460		245,460
Ca(OCl) ₂	18.095		18.095
C ₄ H ₆ CaO ₄	3.380		3.380
Ca(OH) ₂	3.166,5	3.166,5	
H ₂ O	129.878,9	474,98	129.403,9249
Total	159.879,672	159.879,672	

Tabel 3. 34 Neraca Massa dekanter -01

Komponen	Input	Output	
	Arus (7)	Arus (8)	Arus (9)
	Kg/jam	Kg/jam	Kg/jam
CHCl ₃	5.113,53	5.076,101	37,431
C ₃ H ₆ O	245,460	198,09	47,373
Ca(OCl) ₂	18.095		18.094,741
C ₄ H ₆ CaO ₄	3.380		3.380,474
H ₂ O	129.403,9249		129.403,9249

Komponen	Input		Output	
	Arus (7)		Arus (8)	
	Kg/jam		Kg/jam	
Total	156.238,15		156.238,15	

Tabel 3. 35 Neraca Massa Mixer – 02

Komponen	Input			Output
	Arus (8)	Arus (10)	Arus Recycle (15)	Arus (11)
	Kg/jam	Kg/jam	Kg/jam	Kg/jam
C ₃ H ₆ O	198,0869		22,728	220,815
CHCl ₃	5.076,101		0,986	5.077,087
C ₂ H ₆ OS		0,588	5.879,844	5.880,432
Total	11.178,33			11.178,33

Tabel 3. 36 Neraca Massa Menara Distilasi – 01

Komponen	Input		Output	
	Arus (11)		Arus (12)	
	Kg/jam		Kg/jam	
C ₃ H ₆ O	198,086		197,096	
CHCl ₃	5.076,100		25,380	
C ₂ H ₆ OS	5.880,432		0	
Total	11.154,620		11.154,620	

Tabel 3. 37 Neraca Massa Menara Distilasi – 02

Komponen	Input		Output	
	Arus (13)		Arus (14)	
	Kg/jam		Kg/jam	
C ₃ H ₆ O	0,990		0,004	
CHCl ₃	5.050,720		5.050,505	
C ₂ H ₆ OS	5.880,432		0,588	
Total	10.954,763		10.934,763	

Tabel 3. 38 Neraca Massa Total

Komponen	Input (kg/jam)				Output (kg/jam)			
	1	2	4	10	6	9	12	14
CHCl ₃						37,43	25,38	5.05 0,50

Komponen	Input (kg/jam)				Output (kg/jam)			
	1	2	4	10	6	9	12	14
C ₃ H ₆ O			2.727			47,37	197,09	0,00 4
Ca(OCl) ₂		27.27 3				18.094 ,74		
C ₄ H ₆ CaO ₄						3.380, 49		
Ca(OH) ₂					3.166, 5			
C ₂ H ₆ OS				0,58				0,58
H ₂ O	129.87 3,5		5,45		474,98	129.40 3,92		
Total		159.879,05				159.879,05		

3.5 Neraca Panas

Tabel 3. 39 Neraca Panas Mixer (M – 01)

Komponen	Q _{input} (Kj/jam)	Q _{output} (Kj/jam)
H ₂ O	1,92E+02	191,9548103
Ca(OCl) ₂	144,2044517	144,2044517
Total	336,159262	336,159262

Tabel 3. 40 Neraca Panas Reaktor (R – 01)

Keterangan	Q _{input} (Kj/jam)	Q _{output} (Kj/jam)
Umpan	13.756.197,193	
Produk		26.320.081,953
Reaksi	25.393.585,257	
Pendingin		12.829.700,497
Total	39.149.782,450	39.149.782,450

Tabel 3. 41 Neraca Panas Dekanter (D – 01)

Komponen	Masuk (kj/jam)	Keluar (kj/jam)
CHCl ₃	49.233,617	49.233,617
C ₃ H ₆ O	5.428,026	5.428,026
Ca(OCl) ₂	105.153,740	105.153,740
C ₄ H ₆ CaO ₄	40,267	40,267
H ₂ O	5.423.670,495	5.423.670,495
Total	5.583.526,145	5.583.526,145

Tabel 3. 42 Neraca Panas Menara Distilasi 1 (MD – 01)

Komponen	Input	Output
	ΔHin	ΔHout

	Kj/jam	Kj/jam
ΔH Umpan	416.344,082	
ΔH Distilat		18.690,9594
ΔH Condensor		-1.921.037,70344
ΔH Bottom		4.441.733,1057
ΔH Reboiler	2.023.042,279	
Total	2.439.386,3616	2.439.386,3616

Tabel 3. 43 Neraca Panas Menara Distilasi 2 (MD – 02)

Komponen	Input	Output
	ΔH_{in}	ΔH_{out}
	Kj/jam	Kj/jam
ΔH Umpan	1.732.133,7799	
ΔH Distilat		205.756,0912
ΔH Condensor		-227.673,2775
ΔH Bottom		2.150.191,9382
ΔH Reboiler	396.140,9720	
Total	2.128.274,7519	2.128.274,7519

Tabel 3. 44 Neraca Panas *Heater 1*

Keterangan	Aliran Masuk	Aliran Keluar
	<i>Kj/jam</i>	<i>Kj/jam</i>
Q_{in}	2.889.346	
Q_{out}		13.780.921
Q_{steam}	10.891.575	
Total	13.780.921	13.780.921

Tabel 3. 45 Neraca Panas *Heater 2*

Keterangan	Aliran Masuk	Aliran Keluar
	<i>Kj/jam</i>	<i>Kj/jam</i>
Q_{in}	30.048	
Q_{out}		61.935
Q_{steam}	31.887	
Total	61.935	61.935

Tabel 3. 46 Neraca Panas *Heater 3*

Keterangan	Aliran Masuk	Aliran Keluar
-------------------	---------------------	----------------------

	<i>Kj/jam</i>	<i>Kj/jam</i>
Q_{in}	77.225	
Q_{out}		910.930
Q_{steam}	833.705	
Total	910.930	910.930

Tabel 3. 47 Neraca Panas *Cooler 1*

Keterangan	Aliran Masuk	Aliran Keluar
	<i>Kj/jam</i>	<i>Kj/jam</i>
Q_{in}	13.831.447	
Q_{out}		2.859.463
Q_{pendingin}		10.971.983
Total	13.831.447	13.831.447

Tabel 3. 48 Neraca Panas *Cooler 2*

Keterangan	Aliran Masuk	Aliran Keluar
	<i>Kj/jam</i>	<i>Kj/jam</i>
Q_{in}	2.150.794	
Q_{out}		112.721
Q_{pendingin}		2.038.072
Total	2.150.794	2.150.794

Tabel 3. 49 Neraca Panas *Cooler 3*

Keterangan	Aliran Masuk	Aliran Keluar
	<i>Kj/jam</i>	<i>Kj/jam</i>
Q_{in}	203.530	
Q_{out}		47.711
Q_{pendingin}		155.819
Total	203.530	203.530

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

Dalam pendirian pabrik dibutuhkan perhitungan biaya yang terperinci. Untuk membuat perhitungan yang terperinci, diperlukan informasi yang dapat diandalkan tentang data biaya bangunan dan tempat. Ada beberapa syarat penting yang digunakan sebagai perkiraan biaya antara lain adalah sebagai berikut.

4.1 Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik dapat menentukan efek penting pada profitabilitas pabrik dan ruang lingkup untuk ekspansi masa depan. Penentuan lokasi pabrik yang tepat dan ekonomis dipengaruhi oleh banyak faktor. Lokasi pabrik yang dipilih harus bisa memberikan kemungkinan untuk memperbesar pabrik yang akan dikelola dan dapat memberikan keuntungan jangka panjang.

Oleh sebab itu, pabrik kloroform ini dengan kapasitas 40.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di daerah Dumai, Riau dengan mempertimbangkan beberapa faktor.

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor primer merupakan faktor yang secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari pabrik yang meliputi proses produksi dan distribusi produk (Peters dan Timmerhaus, 1991), yaitu termasuk dalam faktor primer adalah:

1. Penyediaan Bahan Baku

Dengan pemasaran yang tepat akan menghasilkan keuntungan dan terjaminnya kelangsungan proyek. Pemasaran juga diharapkan untuk membantu dalam mencukupi kebutuhan dalam negeri dan ekspor. Untuk daerah pemasaran kloroform sebagian besar dipasarkan di luar Sumatra dan untuk distribusi pemasaran ditempuh dengan jalur laut, karena kloroform merupakan bahan baku yang dibutuhkan oleh banyak industri terutama di pulau Jawa yang selama ini penyediaannya tergantung pada pemasaran impor.

2. Pemasaran

Pemasaran merupakan salah satu hal yang sangat mempengaruhi studi kelayakan proses. Jika pemasaran tepat, maka akan menghasilkan keuntungan dan menjamin kelangsungan proyek. Kebutuhan kloroform terus menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun dengan semakin banyaknya industri yang membutuhkannya. Selain itu, lokasi dekat dengan pelabuhan dan dekat dengan pelabuhan international yang menjadikan lokasi pabrik relatif strategis serta menguntungkan untuk pemasaran produk.

3. Utilitas

Pada perencanaan suatu pabrik, air, tenaga listrik dan bahan bakar merupakan faktor penunjang yang sangat penting. Kebutuhan air dapat dipenuhi dengan baik dan ekonomis karena kawasan pabrik dekat dengan

sumber aliran sungai. Pembangkit listrik utama untuk pabrik menggunakan PLN dan generator diesel yang bahan bakarnya adalah solar.

4. Tenaga Kerja

Kawasan industri merupakan salah satu tujuan para pencari kerja. Sebagian besar dari tenaga kerja yang dibutuhkan di pabrik ini adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah. Faktor kedisiplinan dan pengalaman kerja pada tenaga kerja juga menjadi prioritas dalam perekrutan tenaga kerja, sehingga tenaga kerja yang diterima saat perekrutan merupakan tenaga kerja yang berkualitas dan berkerja sebagaimana mestinya.

5. Transportasi

Transportasi material dan produk menuju dan dari pabrik dapat menjadi pertimbangan utama pada pemilihan lokasi pabrik. Fasilitas transportasi pada pabrik ini cukup memadai dikarenakan lokasinya dekat dengan pelabuhan dan pinggir laut. Untuk penyediaan bahan baku melalui jalur laut dikarenakan bahan baku berasal dari luar negeri. Untuk pemasaran juga digunakan jalur laut untuk dalam dan luar negeri.

6. Letak Geografis

Letak pabrik sebaiknya terletak di daerah yang stabil dari gangguan bencana alam. Kebijakan pemerintah setempat juga turut mempengaruhi pemilihan lokasi pendirian pabrik. Kondisi sosial masyarakat diharapkan memberi dukungan terhadap operasional pabrik, sehingga dipilih lokasi yang memiliki masyarakat yang dapat menerima keberadaan pabrik.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder, merupakan faktor yang secara langsung akan mempengaruhi sarana yang meningkatkan kinerja dari manajemen pabrik, terdapat pada proses produksi dan kesejahteraan tenaga kerja. Faktor yang termasuk dalam faktor sekunder yaitu:

1. Harga Tanah dan Gedung

Pemilihan harga tanah dan gedung yang lebih murah merupakan daya tarik tersendiri. Namun harus dipertimbangkan dengan rencana jangka panjang. Jika harga tanah mahal mungkin dapat diperoleh luas tanah yang terbatas, sehingga perlu dipertimbangkan untuk membuat bangunan bertingkat walaupun pembangunan gedungnya lebih mahal.

2. Kemungkinan Perluasan

Pemilihan lokasi pabrik juga harus mempertimbangan ketersediaan luas tanah yang memungkinkan untuk dilakukan perluasan pabrik. Sehingga tidak akan mencari lokasi lain apabila dilakukan perluasan pabrik dimasa yang akan datang.

3. Fasilitas Servis

Terutama untuk pabrik kimia yang relatif kecil harus mempertimbangkan ketersediaan fasilitas servis seperti tempat ibadah, rumah sakit, kantin, bengkel, tempat kegiatan olahraga dan sebagainya.

4. Fasilitas Finansial

Pemilihan lokasi pabrik juga harus mempertimbangkan fasilitas finansial guna menunjang perkembangan pabrik, misalnya adanya pasar modal, bursa, sumber-sumber modal, bank, koperasi simpan pinjam, dan lembaga keuangan lainnya.

5. Persediaan Air

Persediaan air pabrik ini diambil dari laut, dikarenakan lokasi pabrik yang berdekatan dengan laut sehingga persediaan air untuk proses dan utilitas diambil dari laut yang akan diproses sehingga layak digunakan untuk keperluan pabrik.

6. Peraturan Daerah Setempat

Pemilihan lokasi pabrik juga harus mempertimbangkan peraturan daerah setempat, sehingga setelah pabrik didirikan tidak menimbulkan masalah.

7. Masyarakat

Pemilihan lokasi pabrik juga harus mempertimbangkan sikap, tanggapan dari masyarakat setempat disekitar lokasi pembangunan pabrik. Sehingga keselamatan dan keamanan masyarakat sekitar pabrik dapat dijaga dengan baik.

8. Iklim Daerah Lokasi

Suatu pabrik apabila ditinjau dari segi teknik, adakalanya membutuhkan kondisi operasi yang dipengaruhi oleh iklim, seperti kelembaban udara, panas matahari, dan sebagainya. Hal ini berhubungan

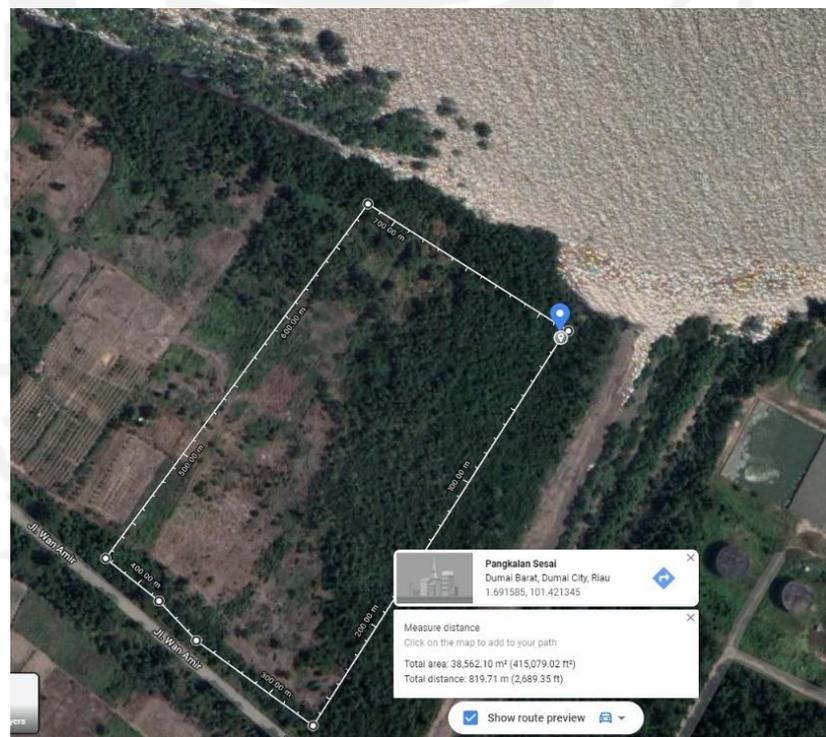
dengan pengolahan, penyimpanan bahan baku ataupun produk. Faktor iklim juga dapat mempengaruhi gairah kerja dan moral para karyawan.

9. Keadaan Tanah

Sifat – sifat tanah dan tempat pembangunan pabrik harus diketahui.

Tanah idealnya harus datar, dikeringkan dengan baik, dan memiliki bantalan beban yang sesuai. Evaluasi lebih lanjut perlu dilakukan untuk menentukan kebutuhan yang diperlukan untuk pabrik.

Berdasarkan faktor – faktor tersebut, maka “Pabrik Kloroform” direncanakan berlokasi di Jl.Wan Amir, Pangkalan Sesai, Dumai Barat, Kota Dumai Provinsi Riau yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik Kloroform

4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Tata letak pabrik atau *plant layout* merupakan tempat kedudukan dari keseluruhan bagian yang ada di pabrik. Tata letak pabrik meliputi tempat perkantoran/administrasi, tempat peralatan proses, tempat penyimpanan bahan baku dan produk, tempat unit pendukung proses, fasilitas karyawan serta tempat lainnya yang mendukung keberlangsungan proses produksi pabrik. Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa agar secara ekonomi kegiatan produksi dapat berjalan secara efisien dan optimal, misalnya lalu lintas barang dan akses karyawan. Selain itu, faktor keamanan juga menjadi hal yang sangat penting. Penempatan alat-alat produksi harus dtata sedemikian rupa agar keamanan dan kenyamanan karyawan selama bekeja dapat terjamin. Perancangan tata letak pabrik yang baik memiliki keuntungan yaitu:

- a. Mengurangi biaya produksi.
- b. Meningkatkan pengawasan operasi dan proses.
- c. Meningkatkan keselamatan kerja.
- d. Mengurangi jarak transportasi bahan baku dan produksi, sehingga dapat mengurangi *material handling*.
- e. Memberikan ruang gerak untuk mempermudah dalam perbaikan peralatan dan mesin ketika terjadi kerusakan (Peters dan Timmerhaus, 2004)

Secara garis besar, tata letak pabrik dibagi menjadi beberapa bagian utama sebagai berikut.

4.2.1 Perkantoran/Administrasi

Daerah perkantoran merupakan pusat kegiatan administrasi dan keuangan pabrik, serta untuk urusan dengan pihak luar maupun pihak dalam pabrik itu sendiri. Daerah ini biasanya berada di bagian depan area pabrik.

4.2.2 Proses

Daerah proses merupakan tempat berlangsungnya kegiatan operasional produksi. Daerah ini meliputi tempat penyimpanan bahan baku dan produk, penempatan alat-alat proses dan ruang pengendalian (*control room*). Daerah ini berada di tempat yang terpisah dengan daerah lainnya untuk tujuan keamanan.

4.2.3 Instalasi dan Utilitas

Daerah instalasi dan utilitas merupakan tempat yang menyediakan kebutuhan-kebutuhan penunjang proses, seperti kebutuhan air, steam pemanas, air pendingin, listrik, dan bahan bakar.

4.2.4 Fasilitas Umum

Daerah ini merupakan pusat fasilitas umum yang dapat digunakan oleh karyawan meliputi perumahan/mess, poliklinik, tempat ibadah, kantin, taman, dan sebagainya.

4.2.5 Keamanan

Daerah keamanan merupakan tempat untuk menyimpan alat-alat keamanan dalam rangka mengantisipasi dan meminimalisir dampak yang ditimbulkan apabila

terjadi ledakan, asap, kebakaran, kebocoran gas beracun dan hal lainnya. Oleh karena itu, perlu disediakan alat pemadam kebakaran di beberapa titik yang berbahaya dan dapat memicu kebakaran

4.2.6 Pengolahan Limbah

Pendirian suatu pabrik juga harus memperhatikan aspek kelestarian lingkungan. Untuk itu perlu adanya daerah khusus yang digunakan sebagai tempat pengolahan limbah agar tidak merusak lingkungan sekitar. Limbah produksi akan mengalami pengolahan dan pengujian lebih lanjut untuk memastikan batas komponen berbahaya yang terkandung sehingga aman jika dibuang ke lingkungan.

4.2.7 Perluasan

Pemilihan lokasi pabrik juga harus mempertimbangan ketersediaan luas tanah yang memungkinkan untuk dilakukan perluasan pabrik. Sehingga tidak akan mencari lokasi lain apabila dilakukan perluasan pabrik di masa yang akan datang.

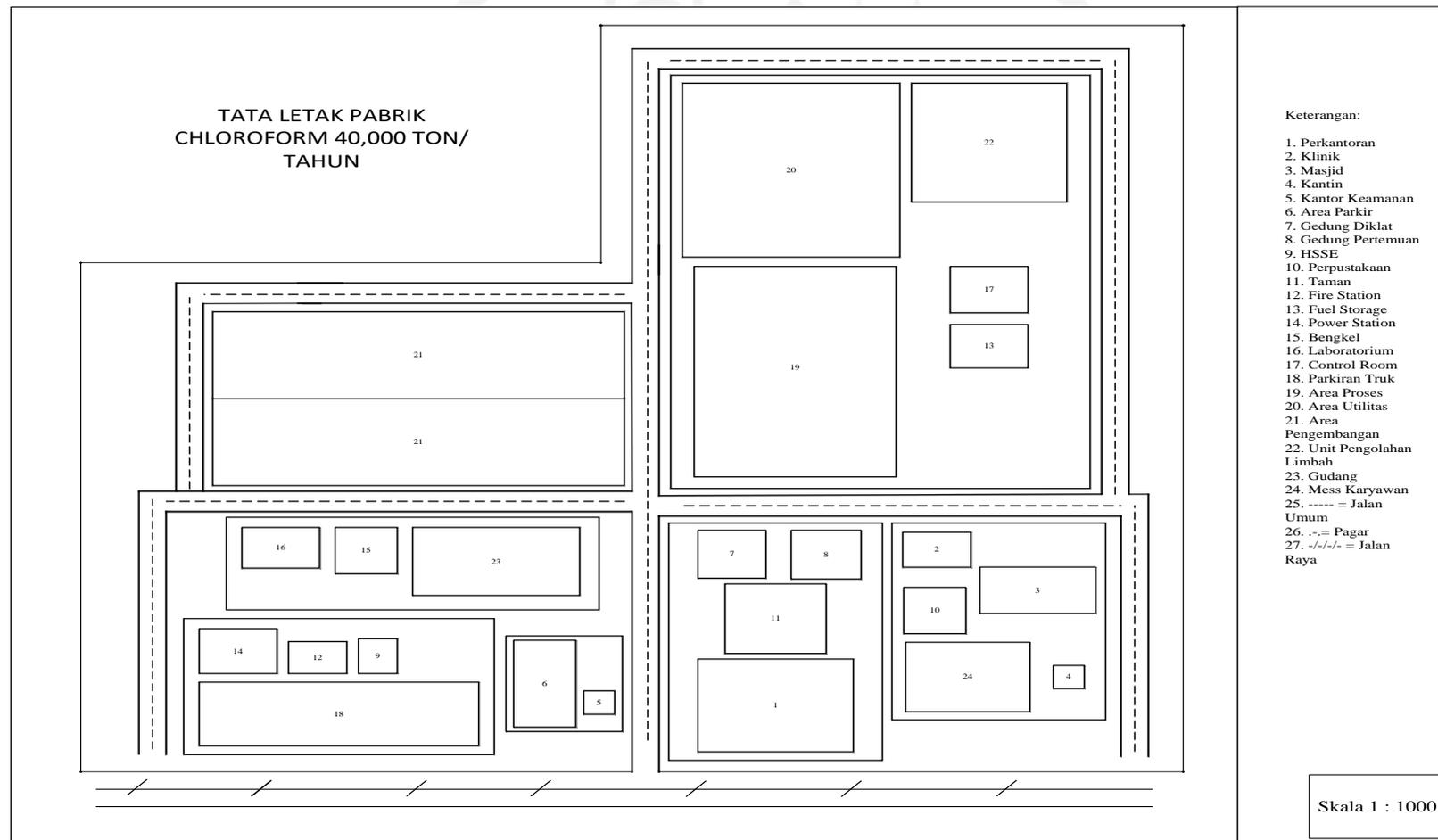
Rincian luas pabrik yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan tata letak pabrik (*plant layout*) dapat dilihat pada Gambar 4.2

Tabel 4. 1 Rincian Luas Area Pabrik

Tempat	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas
Perkantoran	50	40	2000
Klinik	28	15	420
Masjid	20	20	400
Kantin	37,3	20	746
Kantor Keamanan	10	10	100
Area Parkir	20	37,5	750
Gedung Diklat & Gedung Pertemuan	22	21	462
Gedung Pertemuan	24	21	500
HSSE	13,3	15	200

Tempat	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas
Perpustakaan	10	10	100
Taman	33,2	29,4	976,08
Fire station	19	14	266
Fuel storage	25	19	475
Power station	25	19	475
Bengkel	20	20	400
Laboratorium	25	17	425
Control room	25	20	500
Parkiran truk	90,5	28,4	2.570,2
Area proses	65,65	91	5.974
Area utilitas	70	75	5.250
Area pengembangan	133,7	74,79	10.000
Unit Pengolahan Limbah	50	50	2.500
Gudang	54,8	29,4	1.611,2
Mess karyawan	40	30	1.200
Total			38.300,55

Luas tata letak pabrik ini harus memungkinkan adanya distribusi bahan dengan baik dan efisien. Pabrik kloroform ini akan didirikan pada lahan seluas 38.300,55 m².



Gambar 4. 2 Layout Pabrik Kloroform

4.3 Tata Letak Mesin/Alat Proses (*Machines Layout*)

Tata letak alat proses atau *machines layout* merupakan pengaturan yang optimum terhadap alat-alat proses pabrik. Perancangan tata letak alat proses yang optimum dapat menguntungkan secara ekonomi karena dapat meminimalisir biaya konstruksi dan kegiatan operasional produksi dapat berjalan secara efisien. Selain itu, hal ini menjadi penting karena berkaitan dengan keamanan, keselamatan, dan kenyamanan karyawan selama bekerja. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan dalam mengatur tata letak alat proses sebagai berikut.

4.3.1 Aliran Bahan Baku dan Produk

Aliran bahan baku dan produk, jalur aliran bahan baku, dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta dapat menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

4.3.2 Aliran Udara

Aliran udara, arah hembusan angin serta kelancaran aliran udara di dalam dan disekitar area proses perlu diperhatikan. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara atau keadaan berhenti pada suatu tempat berupa akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan karyawan. Disamping itu perlu diperhatikan arah hembusan angin

a. *Overhead* 1 x 1 tahun

Merupakan pengecekan dan perbaikan serta *levelling* alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, penggantian bagian alat yang rusak kemudian kondisi alat dikembalikan seperti kondisi semula.

b. *Repairing*

Merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian bagian alat, biasanya dilakukan setelah pemeriksaan. Berikut adalah faktor faktor yang mempengaruhi *maintenance*.

1) Umur alat

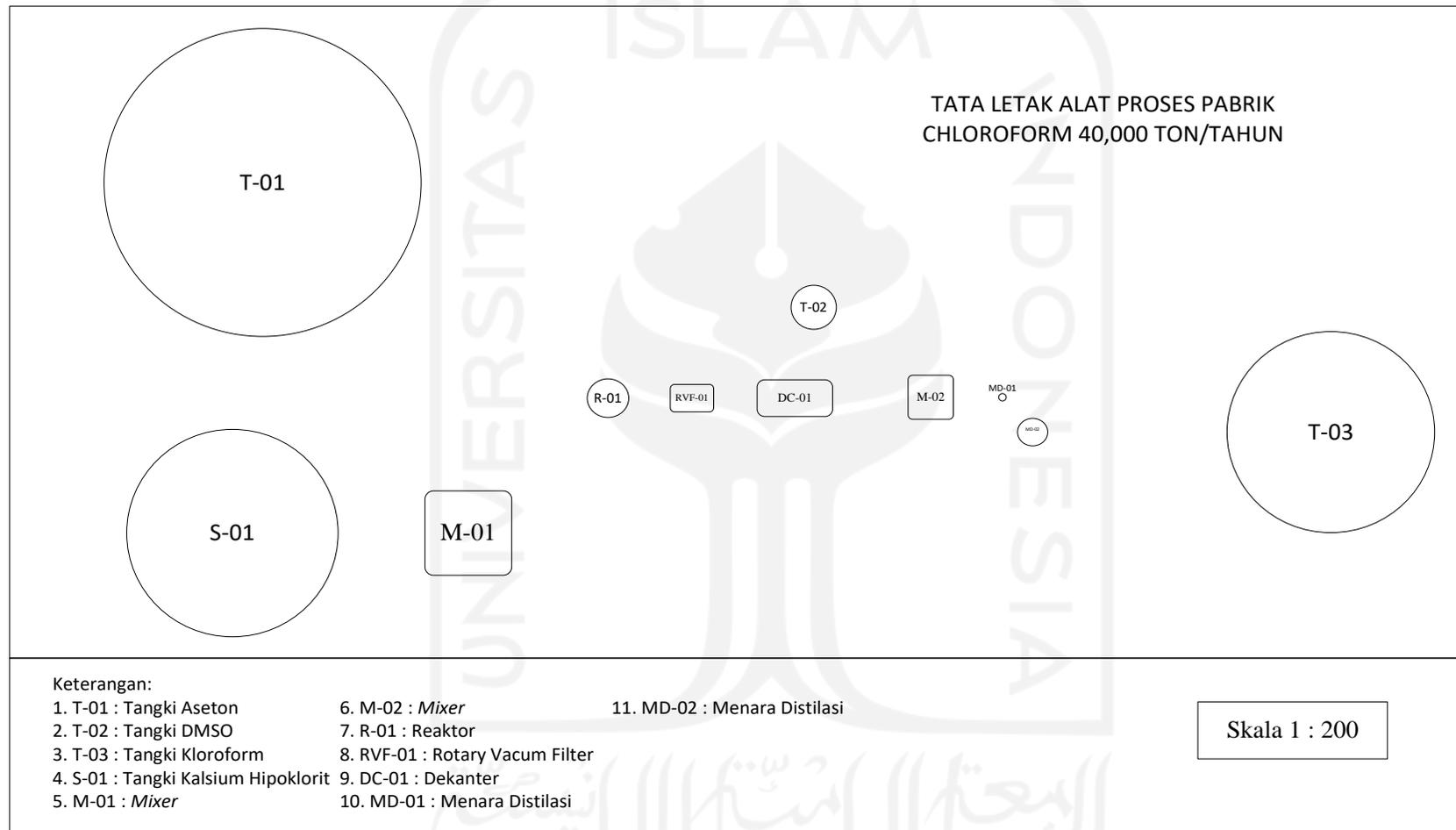
Semakin tua umur alat makin menurun efisiensinya dan semakin banyak perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan.

2) Bahan baku

Bahan baku yang kurang berkualitas akan mengakibatkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

Tata letak alat-alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga:

- 1) Kelancaran proses produksi dapat terjamin
- 2) Biaya penanganan material menjadi rendah dan menyebabkan turunnya pengeluaran untuk hal yang tidak penting
- 3) Penggunaan luas lantai dapat digunakan secara efektif



Gambar 4. 3 Layout Alat Proses Kloroform

4.4 Organisasi Perusahaan

4.4.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik kloroform yang akan didirikan direncanakan berbentuk PT (Perseroan Terbatas). Perseroan Terbatas merupakan perusahaan yang mendapat modal dari penjualan saham dimana setiap kelompok turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Dalam perseroan terbatas pemegang saham bertanggung jawab menyetor jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

Alasan dipilihnya bentuk PT didasarkan atas beberapa faktor, antara lain sebagai berikut:

1. Tanggung jawab pemegang saham terbatas sehingga kelancaran produksi dipegang untuk pengurus perusahaan.
2. Perusahaan mudah mendapatkan modal dengan cara menjual saham perusahaan.
3. Efisiensi manajemen. pemegang saham dapat memilih orang sebagai dewan komisaris beserta direktur yang kompeten dan berpengalaman.
4. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan yaitu pemegang saham. Pengurus perusahaan merupakan direksi beserta staff yang diawasi dewan komisaris.
5. Lapangan usaha lebih luas. Perusahaan perseroan terbatas dapat menarik modal yang besar dari masyarakat sehingga dapat memperluas usahanya.

4.4.2 Struktur Organisasi Perusahaan

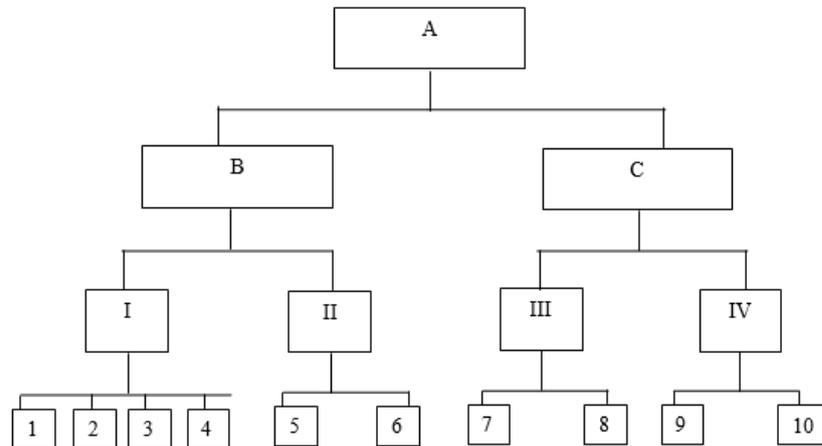
Organisasi adalah suatu wadah dimana orang-orang yang mempunyai satu visi melakukan kegiatan untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Struktur organisasi adalah sistem yang digunakan untuk mendefinisikan hierarki dalam organisasi dengan tujuan menetapkan cara organisasi beroperasi dan membantu organisasi dalam mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Dengan adanya struktur organisasi dapat diketahui wewenang dan tanggung jawab masing-masing personil atas jabatan yang dipegangnya sehingga dapat bekerja sesuai dengan tugas dan wewenangnya.

Untuk mendapatkan sistem organisasi yang baik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dijadikan pedoman antara lain perumusan perusahaan jelas, pembagian tugas, dan wewenang yang jelas, kesatuan perintah dan tanggung jawab, dan organisasi perusahaan yang fleksibel. Dengan berpedoman terhadap azas-azas tersebut maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu sistem lini dan staf. Pada sistem ini garis kekuasaan sederhana dan praktis. Sedangkan untuk mencapai kelancaran proses produksi perlu dibentuk staf ahli. Staf ahli akan memberi bantuan pemikiran dan nasihat demi tercapainya tujuan perusahaan.

Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Menjelaskan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab dan wewenang.
2. Sebagai bahan orientasi pejabat.
3. Penempatan pegawai yang lebih tepat.

4. Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.



Gambar 4. 4 Struktur Organisasi Perusahaan

Keterangan:

A: Direktur Utama

B: Direktur Produksi/Teknik

C: Direktur Administrasi/Keuangan

I: Kepala Bagian Produksi

II: Kepala Bagian Teknik

III: Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan

IV: Kepala Bagian Umum

1. Seksi Proses

2. Seksi Laboratorium

3. Seksi Penelitian

4. Seksi Pemeliharaan Alat

5. Seksi Utilitas

6. Seksi Administrasi

7. Seksi Personalia

8. Seksi Keuangan

9. Seksi Hubungan Masyarakat

10. Seksi Kesehatan

Tugas wewenang dari setiap masing-masing pekerjaan:

1. Pemegang saham

Pemegang saham (pemilik perusahaan) adalah seseorang yang telah membeli saham atau telah mengambil bagian kepemilikan perusahaan.

Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah rapat umum pemegang saham. Berikut tugas dan wewenangnya:

- a. Mengangkat dan memberhentikan dewan komisaris
- b. Mengangkat dan memberhentikan direktur
- c. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

2. Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksanaan dari para pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas dan wewenangnya sebagai berikut:

- a. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber, dan pengarahannya.
- b. Mengawasi tugas-tugas direktur utama
- c. Membantu direktur utama dalam hal-hal penting.

3. Direktur Utama

Direktur utama merupakan pemimpin tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya dalam hal maju mundurnya perusahaan.

Direktur utama bertanggung jawab pada dewan komisaris atau segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan.

4. Direktur

Direktur merupakan pimpinan pelaksanaan kegiatan perusahaan yang dibawah oleh direktur utama. Adapun tugas masing-masing direktur adalah:

a. Direktur Produksi

Tugas direktur produksi adalah memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi

b. Direktur Pemasaran

Tugas direktur pemasaran adalah memimpin pelaksanaan pemasaran dan strategi bisnis.

c. Direktur Teknik dan Pengembangan

Tugas direktur teknik dan pengembangan adalah memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang teknik, pengembangan, peralatan, pengadaan, dan laboratorium.

d. Direktur Keuangan

Tugas direktur keuangan adalah bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi dan keuangan

e. Direktur Sumber Daya Manusia (SDM) dan umum.

Tugas direktur sumber daya manusia (SDM) dan umum adalah bertanggung jawab terhadap personalia, humas, keamanan dan keselamatan kerja.

5. *General Manager*

Secara umum tugas *general manager* adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. *General Manager* ini bertanggung jawab kepada direktur masing-masing. *General Manager* (GM) terdiri dari:

a. GM Produksi

Tugas: Mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang proses dan penyediaan bahan baku serta produksi.

b. GM Pemasaran

Tugas: Bertanggung jawab terhadap kegiatan penjualan dan pemasaran produk.

c. GM Jasa Teknik dan Pembangunan Usaha

Tugas: Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu.

d. GM Keuangan

Tugas: Mengkoordinasikan kegiatan pembukuan keuangan.

e. GM Sumber Daya Manusia dan Umum

Tugas: Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan tata usaha, personalia dan rumah tangga perusahaan.

6. *Manager*

Manager adalah pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para *general manager*

masing-masing. Setiap manager bertanggung jawab terhadap *general manager* masing-masing sesuai dengan tugasnya.

a. *Manager Teknik Produksi*

Tugas: Memimpin langsung serta memantau kelancaraan proses produksi.

b. *Manager Teknik Keandalan dan Jaminan Kualitas*

Tugas: Bertanggung jawab terhadap penyediaan bahan baku dan menjaga kemurnian bahan baku, serta mengontrol produk yang dihasilkan.

c. *Manager Pemeliharaan*

Tugas: Bertanggung jawab atas kegiatan perawatan dan penggantian alat-alat serta fasilitas pendukungnya.

d. *Manager Inventaris & Hukum*

Tugas: mengatur seluruh arus barang mulai dari pembelian hingga penjualan, memastikan bahwa anda selalu memiliki jumlah yang tepat dari barang yang tepat, di lokasi yang tepat, dan pada waktu yang tepat. Tugas *Manager Hukum* mengurus RUPS dan perubahan anggaran dasar perusahaan, menjembatani masalah legalisasi perusahaan dengan pihak ketiga, memperpanjangan HGB-HGU atas aset tanah perusahaan, memperpanjang TDP, NPWP dan pembuatan API perusahaan, mendaftarkan *copyright* (hak paten).

e. *Manager Perencanaan dan Pengembangan Pemasaran*

Tugas: Bertanggung jawab atas kegiatan pengadaan produk.

f. *Manager Akuntansi*

Tugas: Bertanggung jawab atas alur keluar masuknya keuangan perusahaan.

g. *Manager Keuangan*

Tugas: bertanggung jawab atas alur keluarnya masuknya keuangan perusahaan.

h. *Manager SDM*

Tugas: mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.

i. *Manager Umum*

Tugas: menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan, pemerintah, dan masyarakat.

j. *Manager Keamanan*

Tugas: Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

7. *Karyawan dan Operator*

Karyawan dan operator bertugas dalam hal teknis maupun non teknis yang berkaitan langsung dengan pabrik dengan menjaga dan memelihara kondisi alat dalam proses operasinya.

a. *Engineer Proses Produksi dan Teknisi Proses Produksi*

Tugas: Mengawasi produksi barang di line industri kawasan pabriknya ataupun secara berkala monitoring kerja material untuk

pabrik yang dikelola oleh partner *subcontractor*. Teknisi proses produksi bertugas memeriksa mesin produksi dan memastikan fungsi mesin beroperasi dengan baik, melaporkan keadaan mesin produksi setelah pengecekan kepada manajemen dan tim, dan memastikan keamanan pabrik untuk seluruh pekerja.

b. *Engineer* Utilitas dan Teknisi Utilitas

Tugas: Memperbaiki kerusakan mesin dan instalasinya, melakukan *maintenance* terhadap setiap mesin yang ada agar tetap mampu menyuplai energi dengan optimal, dan melakukan pengadaan *sparepart* mesin yang ada di perusahaan.

c. *Engineer* dan Teknisi Pemeliharaan Alat & Instrumen

Tugas:

- Mematuhi serta melaksanakan kebijakan atau aturan perusahaan yang dituangkan dalam undang-undang, peraturan perusahaan, sistim online, prosedur, dan lain-lain untuk mencapai tujuan perusahaan.
- Melaksanakan pekerjaan pemeliharaan agar permintaan kerja atau perintah kerja yang tertuang dalam sistem yang dipakai oleh manajemen terlaksana sesuai aturan atau SOP. Sistem yang dimaksud seperti misalnya MAXIMO, SAP, CMMS dan sistem manajemen teknik komputerisasi sejenis.
- Melakukan kegiatan pemeliharaan alat-alat instrumen terpasang, melakukan perbaikan serta pengujian.

- Mengatasi masalah (*trouble shooting*), melakukan kalibrasi, serta melakukan testing terhadap sistem kontrol, PLC, DCS, Relay, Pneumatik maupun elektronik.
- Melakukan pemeliharaan preventif dan penanganan masalah di lapangan pada saat pabrik shutdown baik *shutdown* terjadwal maupun *shutdown* yang tidak direncanakan.
- Membantu bagian lain seperti bagian listrik, bagian mekanik, bagian laboratorium, dan bagian bengkel dalam perbaikan alat-alat instrumentasi yang mereka pergunakan.
- Melakukan modifikasi pada sistem kontrol atau loop kontrol sesuai dengan permintaan dan membantu memperbarui semua dokumen terkait sehingga hasil modifikasi tercermin pada dokumen baru.
- Berpartisipasi dalam mencapai target perusahaan dengan mematuhi peraturan keselamatan kerja serta berkontribusi dalam melayani permintaan kerja dari departemen operasi.

d. *Engineer* Pengolahan Lingkungan

Tugas: menggunakan prinsip-prinsip keteknikan, ilmu tanah, biologi, dan kimia untuk mengembangkan solusi untuk masalah lingkungan, termasuk upaya untuk meningkatkan daur ulang, pembuangan limbah, kesehatan masyarakat, dan pengendalian pencemaran.

e. *Engineer* Keselamatan Pabrik dan Teknik Keselamatan Pabrik

Tugas: Melakukan supervisi teknis. mesin produksi perusahaan secara ketat berada di bawah pengawasan personel teknik, menjaga kelancaran proses produksi perusahaan, mampu bekerja secara efisien, memeriksa mesin secara teratur, dan bekerja sesuai bidangnya.

f. Analisis Pengendalian Mutu

Tugas: atau *quality control* berkaitan erat dengan uji coba sebelum produk akhir, sehingga pengendalian mutu ini memiliki tujuan utama untuk melakukan optimisasi dan perbaikan menggunakan segala aspek yang dibutuhkan pada saat berlangsungnya proses produksi.

8. Tenaga Medis.

a. Dokter

Tugas: bertanggungjawab terhadap penyelenggaraan pelayanan kesehatan kerja, khususnya pencegahan kecelakaan dan penyakit akibat kerja, sebagai akibat kegiatan industri.

b. Perawat

Tugas: Tujuan utama dan Kesehatan Kerja adalah menciptakan tenaga kerja yang sehat dan produktif melalui pemeliharaan dan peningkatan derajat kesehatan serta penyesuaian pekerjaan dengan pekerja, dan pekerja terhadap teknologi dan pekerjaannya.

9. Staf Ahli

Staf Ahli bertugas memberi masukan, baik berupa saran, nasihat, dan pandangan terhadap segala aspek operasional perusahaan. Staf ahli terdiri dari tenaga ahli yang bertugas membantu direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik, keuangan dan pemasaran maupun sumber daya manusia dan umum. Staf ahli bertanggung jawab kepada direktur utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing. Tugas dan wewenang:

- a. Memberikan nasihat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
- b. Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi.
- c. Mempertinggi efisiensi kerja.

10. Petugas Keamanan dan Petugas Kebersihan

Mempunyai tugas untuk menjaga keamanan dan kebersihan pabrik.

11. Sopir

Seorang sopir dituntut untuk selalu memperhatikan tugas dan kewajiban yang sudah ditentukan oleh perusahaan karena kepatuhan seorang sopir mengenai tugas dan tanggung jawabnya merupakan aset perusahaan itu sendiri, Sopir juga wajib melakukan pengecekan rutin atas kendaraan yang akan digunakan.

12. Sekretaris

Berfungsi sebagai penghubung (*liaison officer*) antara perusahaan dengan otoritas dan pihak-pihak lain di luar perusahaan termasuk bertugas membantu Direksi dalam penerapan Tata Kelola Perusahaan Yang Baik (GCG) seperti keterbukaan informasi perusahaan kepada seluruh pemangku kepentingan.

4.4.3 Ketenagakerjaan

Salah satu faktor yang mendukung perkembangan perusahaan adalah penggunaan sumber daya manusia yang baik untuk ditempatkan pada pekerjaan yang sesuai dengan keahliannya. Ketenagakerjaan merupakan faktor yang bisa mempengaruhi berjalannya proses produksi dan menjamin kelangsungan perusahaan oleh sebab itu harus dijaga hubungan karyawan dengan perusahaan, karena hubungan yang baik akan menimbulkan semangat kerja dan dapat meningkatkan produktivitas kerja karyawan dan dampaknya bagi perusahaan akan meningkatkan produktivitas perusahaan.

Hubungan itu dapat terlaksana jika adanya komunikasi serta fasilitas fasilitas yang diberikan perusahaan kepada karyawan. Salah satu contohnya adalah sistem penggajian yang sesuai dengan upah minimum regional (UMR). Sistem upah karyawan perusahaan ini berbeda beda tergantung dari status karyawan, jabatan, dan keahlian. Menurut statusnya karyawan perusahaan ini dibagi menjadi beberapa golongan yaitu:

- a. Karyawan Tetap

Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai kedudukan, keahlian, dan kerja karyawan.

b. Karyawan Harian

Karyawan harian adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi serta mendapat upah harian.

c. Karyawan Borongan

Karyawan Borongan adalah karyawan yang digunakan oleh perusahaan bila diperlukan saja, sistem upah yang diterima berupa upah borongan untuk suatu perusahaan.

Pabrik ini direncanakan beroperasi setiap hari. Adapun karyawan yang bekerja dibagi menjadi dua kelompok yaitu karyawan *shift* dan karyawan *non shift*.

1) Karyawan *Shift*

Karyawan *Shift* adalah karyawan yang bekerja pada bagian proses produksi dan bertanggung jawab dengan kelancaran dan keamanan proses produksi. Karyawan *shift* dibagi menjadi 4 grup (grup A, grup B, grup C, dan grup D) yang bekerja dalam tiga *shift*.

Pembagian jam kerja *shift* sebagai berikut:

Shift pagi : 07.00-15.00

Shift sore : 15.00-23.00

Shift malam : 23.00-07.00

Berikut merupakan pengaturan kerja setiap grup. setiap grup mendapat jatah libur dua hari dalam seminggu.

Tabel 4. 2 Rencana Pengaturan Jadwal Kerja Grup

Shift	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
I	A	D	C	B	A	D	C
II	B	A	D	C	B	A	D
III	C	B	A	D	C	B	A
Libur	D	C	B	A	D	C	B

2) Karyawan *non shift*.

Karyawan non shift adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk para karyawan harian yaitu: Direktur, Manajer, Staf ahli, Kepala bagian, dan staff yang berada dikantor. Karyawan non *shift* dalam seminggu bekerja 5 hari dengan pembagian jam kerja sebagai berikut:

Hari Senin-Jumat : jam 07.30-6.00 WIB

Waktu istirahat setiap jam kerja : jam 12.00-13.00 WIB

Waktu istirahat hari jumat : jam 11.30-13.00 WIB

4.4.4 Penggolongan Jabatan Jumlah Karyawan dan Gaji

4.5.4.1 Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan

Tabel 4. 3 Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan

Jabatan	Pendidikan	Jumlah
Direktur Utama	S2 Teknik Kimia	1
Direktur Produksi dan Utilitas	S2 Teknik Kimia	1
Direktur Bidang Administrasi	S2 Administrasi Bisnis	1
Direktur Bidang Penelitian dan Pengembangan	S2 Kimia/Teknik Kimia	1
Direktur Bidang HSSE	S2 Teknik Industri	1
Manager Bagian Produksi	S1 Teknik Kimia	1
Kepala Divisi proses produksi	S1 Teknik Kimia	1
Kepala Divisi Pengadaan Bahan Baku dan Pendukung	S1 Teknik Kimia	1
Manager Bagian Utilitas	S1 Teknik Kimia	1
Manager Bagian Pemeliharaan Alat dan Instrumentasi	S1 Teknik Mesin	1
Manager Bagian Inventaris & Hukum	S1 Hukum	1
Manager Bagian Pemasaran dan Penjualan	S1 Manajemen	1
Manager Bagian Humas	S1 Ilmu Komunikasi	1
Kepala Bagian Keselamatan Pabrik	S1 Kesehatan dan Keselamatan Kerja	1
Kepala Bagian kesehatan dan kebersihan Lingkungan	S1 Teknik Lingkungan	1
Engineer Proses Produksi	S1 Teknik Kimia	6
Engineer Utilitas	S1 Teknik Kimia	6
Engineer Pemeliharaan Alat dan Instrumen	S1 Teknik Mesin	6
Engineer Pengelolaan Lingkungan	S1 Teknik Lingkungan	5
Engineer Keselamatan Pabrik	S1 Kesehatan dan Keselamatan Kerja	4
Analisis Pengendalian Mutu	D3 Analisis Kimia	2
Teknisi Proses Produksi	D3 Teknik Kimia	32
Teknisi Utilitas	D3 Teknik Kimia	24
Teknisi Pemeliharaan Alat dan Instrumen	D3 Teknik Mesin	16

Teknisi Keselamatan Pabrik	D3 Kesehatan dan Keselamatan Kerja	12
Dokter	Dokter Umum	2
Perawat	D3 Keperawatan	2
Staff Bagian Inventaris dan Hukum	S1 Hukum	2
Staff Bagian Pemasaran dan Penjualan	S1 Manajemen	3
Staff bagian Keuangan	S1 Akuntansi	3
Staff Bagian Humas	S1 Ilmu Komunikasi	3
Staff Bagian Pelatihan dan Pengembangan	S1 Teknik Industri	3
Staff Laboratorium	D3 Analis Kimia	3
Staff Laboratorium Mutu Bahan dan Produksi	D3 Analis Kimia	3
petugas Keamanan	SMA/SMK sederajat	10
Petugas Kebersihan	SMP sederajat	10
Sopir	SMP sederajat	6
Sekretaris	S1 semua jurusan	4
Total		184

4.5.4.2 Sistem Gaji Pegawai

Tabel 4. 4 Perincian Gaji Pegawai

Jabatan		Jumlah	Gaji Per Bulan
Direktur Utama		1	Rp50,000,000.00
Direktur Bidang			
Direktur Produksi dan Utilitas		1	Rp30,000,000.00
	Manager Bagian Produksi	1	Rp20,000,000.00
	Kepala Divisi Proses Produksi	1	Rp12,000,000.00
	Kepala Divisi Pengadaan Bahan Baku dan Pendukung	1	Rp12,000,000.00
	Manager Bagian Utilitas	1	Rp20,000,000.00

Jabatan		Jumlah	Gaji Per Bulan
	Manager Bagian Pemeliharaan Alat dan Instrumentasi	1	Rp20,000,000.00
Direktur Bidang Administrasi		1	Rp30,000,000.00
	Manager Bagian Inventaris & Hukum	1	Rp20,000,000.00
	Manager Bagian Pemasaran dan Penjualan	1	Rp20,000,000.00
	Manager Bagian Keuangan	1	Rp20,000,000.00
	Manager Bagian Kepegawaian	1	Rp20,000,000.00
	Manager Bagian Humas	1	Rp20,000,000.00
Direktur Bidang Penelitian dan Pengembangan		1	Rp30,000,000.00
Direktur Bidang HSSE		1	Rp30,000,000.00
	Kepala Bagian Keselamatan Pabrik	1	Rp20,000,000.00
	Kepala Bagian Kesehatan dan Kebersihan Lingkungan	1	Rp20,000,000.00
Engineer/Analisis			
	Engineer Proses Produksi	6	Rp8,000,000.00
	Engineer Utilitas	6	Rp8,000,000.00
	Engineer Pemeliharaan	6	Rp8,000,000.00

Jabatan		Jumlah	Gaji Per Bulan
	Alat dan Instrumen		
	Engineer Pengelolaan Lingkungan	5	Rp8,000,000.00
	Engineer Keselamatan Pabrik	4	Rp8,000,000.00
	Analisis Pengendalian Mutu	2	Rp8,000,000.00
Teknisi			
	Teknisi Proses Produksi	32	Rp6,000,000.00
	Teknisi Utilitas	24	Rp6,000,000.00
	Teknisi Pemeliharaan Alat dan Instrumen	16	Rp6,000,000.00
	Teknisi Keselamatan Pabrik	12	Rp6,000,000.00
Tenaga Medis			
	Dokter	2	Rp10,000,000.00
	Perawat	2	Rp4,400,000.00
Staff			
	Staff Bagian Inventaris dan Hukum	2	Rp5,000,000.00
	Staff Bagian Pemasaran dan Penjualan	3	Rp5,000,000.00
	Staff Bagian Keuangan	3	Rp5,000,000.00
	Staff Bagian Humas	3	Rp5,000,000.00
	Staff Bagian Pelatihan dan Pengembangan	3	Rp5,000,000.00
	Staff Laboratorium Penelitian	3	Rp5,000,000.00
	Staff Laboratorium	3	Rp5,000,000.00

Jabatan		Jumlah	Gaji Per Bulan
	Mutu Bahan dan Produksi		
Petugas Keamanan		10	Rp4,400,000.00
Petugas Kebersihan		10	Rp4,400,000.00
Sopir		6	Rp4,400,000.00
Sekretaris		4	Rp4,400,000.00
Total		184	Rp533,600,000.00

4.4.5 Kesejahteraan Karyawan

Pemberian upah yang akan dibayarkan kepada pekerja direncanakan diatur menurut tingkat pendidikan, status pekerja dan tingkat golongan. Upah minimum pekerja tidak kurang dari upah minimum kota yang diberlakukan oleh pemerintah (Upah Minimum Regional) dan pelaksanaannya sesuai ketentuan yang berlaku pada perusahaan. Tingginya golongan yang disandang seorang karyawan menentukan besarnya gaji pokok yang diterima oleh karyawan tersebut. Karyawan akan mendapatkan kenaikan golongan secara berkala menurut masa kerja, jenjang pendidikan dan prestasi kerja.

4.4.6 Fasilitas Karyawan

Tersedia fasilitas yang memadai dapat merangsang kelangsungan produktivitas karyawan dalam suatu perusahaan. Adanya fasilitas dalam perusahaan bertujuan agar kondisi jasmani dan rohani karyawan tetap terjaga dengan baik, sehingga karyawan tidak merasa jemu dalam menjalankan tugas sehari-harinya dan kegiatan yang ada dalam perusahaan dapat berjalan dengan

lancar. Sehubungan dengan hal tersebut, maka perusahaan menyediakan fasilitas yang bermanfaat dalam lingkungan perusahaan yang berhubungan dengan kepentingan para karyawan.

Adapun fasilitas yang diberikan perusahaan adalah:

a. Poliklinik

Untuk meningkatkan efisiensi produksi, faktor kesehatan karyawan merupakan hal yang sangat berpengaruh. Oleh karena itu perusahaan menyediakan fasilitas poliklinik yang ditangi oleh Dokter dan Perawat.

b. Pakaian Kerja

Untuk menghindari kesenjangan antar karyawan, perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahun, helm *safety*, sepatu *safety*, dan juga disediakan masker sebagai alat pengaman dalam bekerja.

c. Makan dan Minum

Perusahaan menyediakan makan dan minum 1 kali sehari yang rencananya akan dikelola oleh kantin perusahaan.

d. Koperasi

Koperasi karyawan didirikan untuk mempermudah karyawan dalam hal simpan pinjam, memenuhi kebutuhan pokok dan perlengkapan rumah tangga serta kebutuhan lainnya.

e. Tunjangan Hari Raya dan Bonus Tahunan

Tunjangan ini diberikan setiap tahun, yaitu menjelang Hari Raya Idul Fitri dan akhir tahun dan besarnya tunjangan tersebut sebesar satu bulan gaji.

f. BPJS Ketenagakerjaan

Merupakan asuransi pertanggungjawaban jiwa dan asuransi kecelakaan.

g. Masjid dan Kegiatan Kerohanian

Perusahaan membangun tempat ibadah (masjid) agar karyawan dapat menjalankan kewajiban rohaninya dan melaksanakan aktivitas keagamaan lainnya.

h. Transportasi

Untuk meningkatkan produktivitas dan memperringan beban pengeluaran karyawan, perusahaan memberikan uang transportasi setiap hari yang penyerahannya bersamaan dengan penerimaan gaji tiap bulan.

i. Hak Cuti

1. Cuti Tahunan

Diberikan kepada karyawan selama 12 hari kerja dalam satu tahun.

2. Cuti Massal

Setiap tahun diberikan cuti serentak untuk karyawan bertepatan dengan hari raya idul fitri selama 4 hari kerja.

3. Cuti Hamil.

Wanita yang akan melahirkan berhak cuti selama 3 bulan dan selama cuti tersebut gaji tetap dibayar dengan ketentuan jarak kelahiran anak pertama dan kedua minimal 2 tahun.

4.4.7 Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk proses bahan baku dengan mengatur penggunaan faktor-faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian adalah mengusahakan agar diperoleh kualitas produksi yang sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatkan kegiatan produksi maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindarkan terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali.

Perencanaan ini sangat erat kaitannya dengan pengendalian. Dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional, sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikendalikan ke arah yang sesuai.

4.4.8 Perencanaan Produksi

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Yang dimaksud faktor internal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik dalam menghasilkan jumlah produk.

a. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan:

- Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik.

Ada tiga alternatif yang dapat diambil, yaitu:

- Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
- Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan pada tahun berikutnya.
- Mencari daerah pemasaran lain.

b. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain:

- Material (Bahan Baku)

Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan.

- Manusia (Tenaga Kerja)

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau *training* pada karyawan agar keterampilan meningkat.

- Mesin (Peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan peralatan, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja mesin efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu.

4.4.9 Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi dilaksanakan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai standar, dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana, serta waktu yang tepat sesuai dengan jadwal. Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut:

a. Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kesalahan operasi, atau kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor atau analisa bagian laboratorium pemeriksaan.

b. Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan bak, perbaikan alat terlalu lama, dan faktor lain yang dapat menghambat proses produksi. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

c. Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

d. Pengendalian Bahan Proses

Bila ingin mencapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan baku untuk proses harus mencukupi. Oleh karena itu diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.



BAB V

UTILITAS

Unit pendukung proses atau unit utilitas merupakan bagian penting untuk menunjang berlangsungnya suatu proses produksi dalam pabrik. Unit pendukung proses yang terdapat dalam pabrik kloroform adalah:

1. Unit Pengolahan Air

Unit ini bertugas menyediakan dan mengolah air untuk memenuhi kebutuhan air proses, air umpan *boiler*, air pendingin, dan air konsumsi umum.

2. Unit pengadaan *steam*

Unit ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan *steam* sebagai media pemanas untuk *reboiler*.

3. Unit pengadaan udara tekan

Unit ini bertugas untuk menyediakan udara tekan untuk kebutuhan instrumentasi *pneumatic*, untuk penyediaan udara tekan di bengkel dan untuk kebutuhan umum lainnya.

4. Unit pengadaan listrik

Unit ini bertugas menyediakan listrik sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses, peralatan utilitas, peralatan elektronik, dan kebutuhan listrik lainnya. Listrik disuplai dari *generator*.

5. Unit pengolahan limbah

Unit ini berfungsi mengolah limbah sanitasi dan limbah proses.

5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sungai, air sumur, dan air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik kloroform ini sumber air yang digunakan adalah air laut dengan pertimbangan sebagai berikut:

- a. Air laut dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- b. Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.
- c. Lokasi pabrik dekat dengan laut.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk:

1. Air Proses

Kebutuhan air proses pada alat *mixer-01* untuk melarutkan kalsium hipoklorit adalah sebesar 129.873,451 kg/jam dan kebutuhan air pencuci pada alat *rotary vacuum filter* adalah sebesar 6580 kg/jam.

Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Proses

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Mixer-01	M-01	129.873,451
<i>Rotary Vacuum Filter-01</i>	RVF-01	6580
Total		136.453,451

2. Air pendingin

Air pendingin diproduksi oleh menara pendingin (*cooling tower*).

Unit air pendingin ini mengolah air dengan proses pendinginan dari suhu 40°C menjadi 30°C, untuk dapat digunakan sebagai air untuk proses pendinginan pada alat pertukaran panas dari alat yang membutuhkan pendinginan.

Air pendingin yang keluar dari media perpindahan panas di area proses akan disirkulasikan dan didinginkan Kembali seluruhnya di dalam *cooling tower*. Untuk menjaga jumlah air pendingin harus ditambah air *make up* yang jumlahnya sesuai dengan jumlah air yang hilang. Maka air *make up* untuk *cooling tower* sebesar 2.789,65 kg/jam. Sedangkan untuk kebutuhan air pendingin pada pabrik kloroform ini sebagai berikut:

Tabel 5. 2 Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Reaktor -01	R-01	154.649,235
Cooler -01	CL-01	1091,51541
Cooler -02	CL-02	270,478364
Cooler -03	CL-03	20,67915416
Kondensor-01	CD-01	1128,419988
Kondensor-02	CD-02	13774,4891
Total		170.934,817

Dengan memilih *over design* 20%, maka kebutuhan air pendingin sebesar 205.121,7799 kg/jam.

3. Air umpan boiler

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut:

- a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung asam dan gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S , dan NH_3 .

- b. Zat yang dapat menyebabkan kerak

Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi.

- c. Zat yang menyebabkan *foaming*

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada boiler karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalitas tinggi.

Tabel 5. 3 Kebutuhan Air Untuk Pembangkit *Steam*

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
<i>Heater-01</i>	HE-01	3.960,774
<i>Heater-02</i>	HE-02	11,596
<i>Heater-03</i>	HE-03	303,181
<i>Reboiler -01</i>	RB-01	1.347,09
<i>Reboiler-2</i>	RB-02	1.640,68
Total		7.263,320

Dengan memilih *over design* sebesar 20% maka jumlah kebutuhan air untuk pembangkit *steam* adalah sebesar 8715,9843 kg/jam.

4. Air sanitasi

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi. Air ini antara lain untuk kebutuhan kantor, laboratorium, masjid, dan mess. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

a. Syarat fisika, meliputi:

Suhu : dibawah suhu udara

Warna : jernih

Rasa : tidak berasa

Bau : tidak berbau

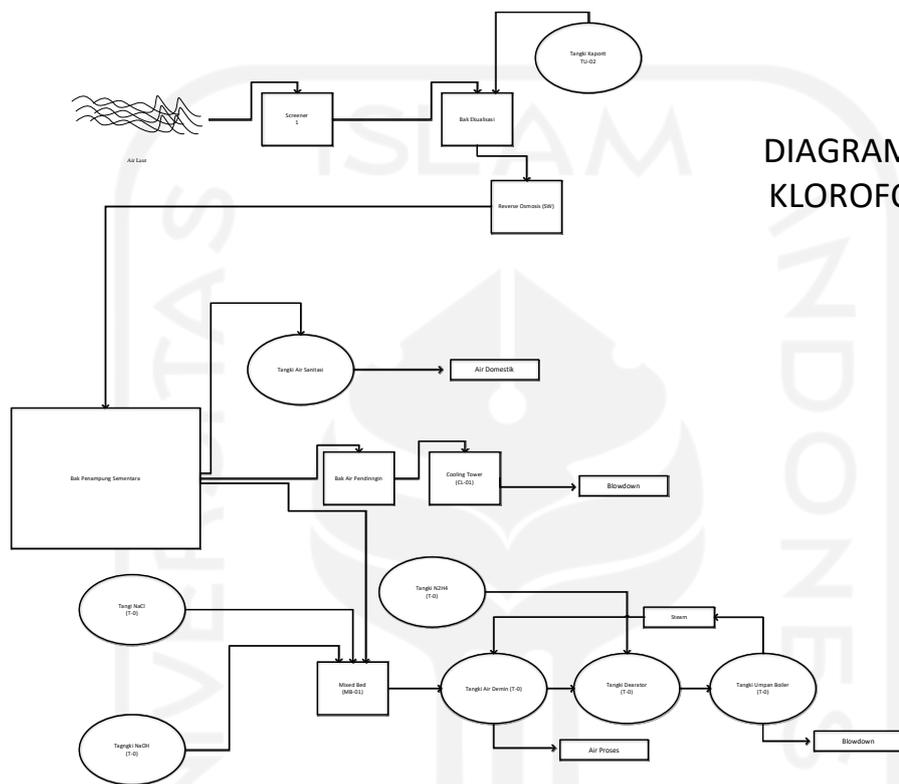
b. Syarat kimia, meliputi :

Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air serta tidak mengandung bakteri.

Tabel 5. 4 Kebutuhan Air Sanitasi

No	Nama Unit	Kebutuhan (kg/jam)
1	Perkantoran	749,4203
2	Rumah /mess	341
3	Pemadam kebakaran,laboratorium	500
Total		1590,42

Pengolahan Air



**DIAGRAM UTILITAS PABRIK
KLOROFORM 40,000 TON/
TAHUN**

Gambar 5. 1 Diagram Alir Pengolahan Air

Sumber air pabrik kloroform berasal dari air laut. Untuk menghindari *fouling* (kerak) yang terjadi pada alat-alat penukar panas maka perlu diadakan pengolahan air laut. Pengolahan air untuk kebutuhan pabrik meliputi pengolahan secara fisik dan kimia. Pengolahan secara fisik seperti dengan *screening* dan secara kimia adalah penambahan zat kimia.

Pada tahap penyaringan air laut dialirkan dari daerah terbuka ke *water intake system* yang terdiri dari *screen* dan pompa. *Screen* dipakai untuk memisahkan kotoran dan benda-benda asing pada aliran pompa. Air yang tersaring *screen* masuk ke pompa dan dialirkan melalui pipa masuk ke bak ekualisasi untuk diinjeksikan dengan klorin sejumlah 2 ppm. Jumlah ini memenuhi untuk membunuh mikroorganisme dan mencegah pertumbuhan ganggang.

Desalinasi

Pengolahan air laut pada pabrik kloroform menggunakan proses desalinasi. Air laut merupakan air murni yang didalamnya mengandung berbagai zat padat dan gas. Zat terlarut meliputi garam organik, gas terlarut dan garam-garam anorganik yang berwujud ion-ion. Banyaknya kandungan garam pada air laut mengharuskan adanya proses desalinasi. Desalinasi adalah proses yang menghilangkan kadar garam berlebih dalam air laut untuk mendapatkan air yang dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. Metode yang digunakan pada proses desalinasi merupakan metode *reverse osmosis* yang telah banyak digunakan di berbagai industri. Metode ini menggunakan membran *semi permeable* yang berfungsi sebagai alat pemisah berdasarkan sifat fisiknya. Hasil pemisahan berupa *retentate* atau disebut konsentrat

(bagian dari campuran yang tidak melewati membran). Proses pemisahan pada membran merupakan perpindahan materi secara selektif yang disebabkan oleh gaya dorong berupa perbedaan tekanan.

Demineralisasi

Demineralisasi memiliki fungsi untuk mengambil semua ion yang terkandung di dalam air. Air yang telah mengalami proses ini disebut air demin. Sistem demineralisasi disiapkan untuk mengolah air filter dengan penukar ion (*ion exchanger*) untuk menghilangkan padatan yang terlarut dalam air dan menghasilkan air demin sebagai umpan ketel (*boiler feed water*) untuk membangkitkan *steam* suhu 300 °C dengan tekanan 8.587 kPa dan kebutuhan air proses. Untuk keperluan air umpan *boiler* dan air proses, tidak cukup hanya air bersih, oleh karenanya air tersebut masih perlu diperlakukan lebih lanjut yaitu penghilangan kandungan mineral berupa garam-garam terlarut.

Garam terlarut di dalam air berikatan dalam ion positif (*cation*) dan negatif (*anion*). Ion-ion tersebut dihilangkan dengan cara pertukaran ion di alat penukar ion (*ion exchanger*). Awal mula prosesnya air bersih dialirkan ke *cation exchanger* yang berisi resin *cation* yang berfungsi untuk mengikat *cation* dan melepaskan ion H^+ selanjutnya air mengalir ke *anion exchanger* dimana anion di dalam air bertukar dengan ion OH^- dari resin anion. Air yang keluar dari *anion exchanger* hampir seluruh garam terlarutnya telah diikat. Air demin yang dihasilkan kemudian disimpan di tangki penyimpanan air demin.

Setiap periode tertentu, resin yang dioperasikan untuk pelayanan akan mengalami kejenuhan dan tidak mampu mengikat kation atau anion secara optimal.

Oleh karena itu diperlukan regenerasi. Regenerasi resin *cation* digenerasi menggunakan larutan NaCl apabila dalam waktu tertentu mengalami waktu jenuh. Untuk regenerasi anion menggunakan larutan NaOH.

5.2 Unit Pembangkit Steam

Unit penyedia steam terdiri dari *deaerator* dan *boiler*. Proses deaerasi terjadi dalam deaerator berfungsi untuk membebaskan air bebas mineral atau air demin. Air demin yang sudah bebas dari komponen udara ditampung dalam drum dari deaerator. Larutan hidrazin diinjeksikan ke dalam *deaerator* untuk menghilangkan oksigen terlarut dalam air bebas mineral dengan reaksi:



5.3 Unit Pembangkit Listrik

Untuk penyediaan listrik pabrik memiliki sumber listrik dari PLN dan *generator*. Sumber listrik dari PLN digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik di perkantoran dan mess. Sedangkan *generator* digunakan untuk menyediakan listrik bagi alat atau instrument yang mempengaruhi produksi. Generator yang digunakan adalah *generator* arus bolak balik (AC) dengan pertimbangan:

- a. Tenaga listrik yang dihasilkan besar.
- b. Tegangan dapat dinaikan atau diturunkan sesuai dengan kebutuhan dengan menggunakan *transformator*.

Untuk memenuhi kebutuhan listrik dalam pabrik. Kebutuhan listrik dapat dibagi:

1. Listrik untuk kebutuhan proses

2. Listrik untuk kebutuhan utilitas
3. Listrik untuk kebutuhan penerangan dan AC
4. Listrik untuk kebutuhan laboratorium dan bengkel
5. Listrik untuk kebutuhan instrumentasi

5.4 Unit Penyedia Udara Tekan

Unit penyedia udara tekan digunakan untuk menjalankan instrumentasi seperti untuk menggerakkan *control valve* serta untuk pembersihan peralatan pabrik. Udara instrument bersumber dari udara di lingkungan pabrik namun tekanannya harus dinaikan menggunakan *compressor* dan didistribusikan ke alat *control* melalui pipa-pipa.

5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit penyedia bahan bakar bertujuan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar berpengaruh pada *boiler* dan *generator*, pada prarancangan ini solar digunakan untuk *generator* sedangkan *boiler* digunakan untuk *fuel oil*.

5.6 Unit Pengolahan Limbah

Untuk pengolahan limbah pada prarancangan pabrik kloroform ini bertujuan untuk mengolah dan memeriksa limbah atau cemaran yang dihasilkan agar memenuhi peraturan pemerintah dan tidak berbahaya bagi lingkungan.

5.7 Spesifikasi Alat-Alat Utilitas

1. Spesifikasi Pompa Utilitas

Tabel 5. 5 Spesifikasi Pompa Utilitas

Spesifikasi Pompa					
Kode	PU-01	PU-02	PU-03	PU-05	PU-06
Fungsi	Mengalirkan air laut menuju <i>screener</i>	Mengalirkan air dari <i>screener</i> ke BU-01	Mengalirkan air dari BU-01 ke SWRO	Mengalirkan air dari SWRO ke BU-02	Mengalirkan air dari BU-02 ke TU-02
Jenis pompa	<i>Centrifugal pumps</i>	<i>Centrifugal pumps</i>	<i>Centrifugal pumps</i>	<i>Centrifugal pumps</i>	<i>Centrifugal pumps</i>
Spesifikasi Pompa Lanjutan					
Kode	PU-01	PU-02	PU-03	PU-05	PU-06
<i>impeller</i>	<i>Axial flow impellers</i>	<i>Axial flow impellers</i>	<i>Axial flow impellers</i>	<i>Axial flow impellers</i>	<i>mixed flow impellers</i>
Bahan konstruksi	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>
Kapasitas (m ³ /jam)	212,20	212,20	212,20	212,20	1,27

<i>Pump head</i> (m)	2,44	8.468	0,943	9,9	3,48
Suhu fluida (°C)	30	30	30	30	30
instalasi	Horizon-tal dan vertikal				
<i>submersibility</i>	<i>immersed</i>	<i>immersed</i>	<i>immersed</i>	<i>immersed</i>	<i>immersed</i>
<i>Rate volumetric</i> (ft ³ /s)	2,082	2,082	2,082	2,082	0,013
Kecepatan aliran (ft/s)	1,63	1,63	1,63	1,63	0,53 ft/s
Daya motor (HP)	4	15	1	20	0,5

Spesifikasi Pompa Lanjutan

Kode	PU-07	PU-08	PU-09	PU-10	PU-11
Fungsi	Mengalirkan air dari TU-2 ke pipa	Mengalirkan air dari BU-02 ke BU-03	Mengalirkan air dari BU-03 ke	Mengalirkan air dari <i>cooling</i>	Mengalirkan air dari BU-04 ke pipa

	kebutuhan air sanitasi		<i>cooling tower</i>	<i>Tower ke BU-04</i>	kebutuhan air pendingin
Jenis pompa	<i>Centrifugal pumps</i>				
<i>impeller</i>	<i>Axial flow impellers</i>	<i>mixed flow impellers</i>	<i>Axial flow impellers</i>	<i>Axial flow impellers</i>	<i>Axial flow impellers</i>
Bahan konstruksi	<i>Commercial steel</i>				
Kapasitas (m ³ /jam)	1,27	201,81	201,81	201,813	201,813
<i>Pump head</i> (m)	0.643	11,63	6,22	1,33	5,36
Suhu fluida	30	30	30	30	30
Spesifikasi Pompa Lanjutan					
Kode	PU-07	PU-08	PU-09	PU-10	PU-11
instalasi	Horizon-tal dan vertikal				
<i>submersibility</i>	<i>immersed</i>	<i>immersed</i>	<i>immersed</i>	<i>immersed</i>	<i>immersed</i>
<i>Rate volumetric</i> (ft ³ /s)	0.013	1,980	1,98	1,98	1,98

Kecepatan aliran (ft/s)	0,539	2,06	2,06	2,06	2,06
Daya motor (HP)	0,083	20	10	10	3

Spesifikasi Pompa Lanjutan

Kode	PU-12	PU-13	PU-14	PU-15	PU-16
Fungsi	Mengalirkan Keluaran T-07 Ke <i>Mixed bed</i>	Mengalirkan air dari BU-02 ke <i>mixed bed</i>	Mengalirkan air dari <i>mixed bed</i> ke TU-03	Mengalirkan air dari TU-03 ke TU-04	Mengalirkan air dari TU-04 ke TU-05
Jenis pompa	<i>Centrifugal pumps</i>	<i>Centrifugal pumps</i>	<i>Centrifugal pumps</i>	<i>Centrifugal pumps</i>	<i>Centrifugal pumps</i>
<i>impeller</i>	<i>mixed flow impellers</i>	<i>mixed flow impellers</i>	<i>mixed flow impellers</i>	<i>mixed flow impellers</i>	<i>mixed flow impellers</i>
Bahan konstruksi	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>
Kapasitas (m ³ /jam)	0,587	168,603	168,603	168,603	168,603
<i>Pump head</i> (m)	0,76	1,76	17,67	2,696	2,966

Suhu fluida (°C)	30	30	30	30	30
instalasi	Horizon- tal dan vertikal				
<i>submersibility</i>	<i>immersed</i>	<i>immersed</i>	<i>immersed</i>	<i>immersed</i>	<i>immersed</i>
<i>Rate volumetric(ft³/s)</i>	0,539	1,27	1,65	1,65	1,65
Kecepatan aliran (ft/s)	0,959	1,30	1,30	1,30	1,30
Daya motor (HP)	0,050	3	20	0,5	0,5

2. Screener

Fungsi : Menyaring kotoran-kotoran dari air laut sebelum diproses lebih lanjut

Jenis : Rake Screener

Jumlah air yang disaring : 180878,40 kg/jam

Luas area filter : 0,490 m²

3. Bak Ekualisasi (BU-01)

Fungsi	: Menampung air laut untuk kemudian diinjeksi dengan klorin untuk membunuh mikroorganisme dan pertumbuhan ganggang
Jenis	: Bak persegi Panjang
Bahan	: Beton bertulang
Panjang	: 16 meter
Lebar	:8 meter
Tinggi	:8 meter
Volume	:1024 m ²
Jumlah	:1

4. Rangkaian *Sea Water Reverse Osmosis (SWRO)*

Fungsi	: Proses desalinasi air laut dengan membrane sebagai media penyaringnya.
Jenis	: <i>Single stage sea water reverse osmosis system</i>
Bahan	: <i>spiral wound</i>
Tekanan	:50 atm
<i>Permeate volumetris</i>	:97674,34 L/jam
Flux RO	:15 L/m ² /jam
Recovery	:45%
Area per elements	:40 ft ²

5. Bak Penampung air sementara (BU-02)

Fungsi	: Menampung air yang keluar dari (SWRO).
Jenis	: Bak persegi Panjang
Bahan	: Beton bertulang
Panjang	:19,08 meter
Tinggi	: 9,54 meter
Volume	: 1736,4327 m ³
Jumlah	:1

6. Tangki Kaporit (TU-01)

Fungsi	: Menampung kebutuhan kaporit selama 1 minggu
Jenis	: Tangki silinder tegak
Diameter	: 0,9528 meter
Tinggi	: 0,9528 meter
Volume	: 0,6228 m ³
Jumlah	:1

7. Tangki Air Sanitasi (TU-02)

Fungsi	: Menampung air bersih untuk keperluan umum
Jenis	: Tangki silinder tegak
Diameter	: 3,42 meter
Tinggi	: 3,42 meter
Volume	: 31,402 m ³

Jumlah :1

8. Bak Air Pendingin I (BU-03)

Fungsi : Menampung kebutuhan air pendingin yang akan didinginkan di *cooling tower*

Jenis : Bak persegi panjang

Bahan : Beton bertulang

Panjang :21,47 meter

Lebar :21,47 meter

Tinggi :10,73 meter

Volume :4954,31 m³

Jumlah :1

9. Cooling Tower (CT-01)

Fungsi : Mendinginkan air pendingin yang telah dipakai dalam proses pabrik

Tinggi : 5,35 meter

Panjang : 4,50 meter

Lebar : 4,50 meter

Luas Area : 20,27 m²

Jumlah :1

10. Bak Air Pendingin II (BU-03)

Fungsi : Menampung air make up dan air pendingin proses yang sudah didinginkan

Jenis : bak persegi panjang

Bahan : beton bertulang

Tinggi : 3,7 meter

Panjang : 7,4 meter

Lebar : 7,4 meter

Volume : 206,4 m³

Jumlah : 1

11. *Blower Cooling Tower (BL-01)*

Fungsi : Untuk menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang didinginkan

Kebutuhan udara : 5209470,64 ft³/jam

Power Blower : 20 HP

12. **Mixed Bed/Tangki Kation dan Anion Exchanger (MB-01)**

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation dan anion

Jenis : Tangki silinder tegak

Tinggi : 1,52 meter

Diameter : 3,87 meter

Volume : 14,93 m³

13. **Tangki Air Demin (TU-03)**

Fungsi : Menampung air bebas mineral untuk kebutuhan air proses dan air umpan boiler

Jenis : tangki silinder tegak

Volume : 4139,04 m³

Diameter : 17,40 meter

Tinggi : 17,40 meter

Jumlah : 1

14. Tangki Deaerator (T-04)

Fungsi : Menghilangkan gas CO₂ dan O₂ yang terikat dalam air.

Jenis : Tangki silinder tegak

Volume : 8,71 m³

Diameter : 2,23 meter

Tinggi : 2,23 meter

Jumlah : 1

15. Tangki Umpan Boiler (T-05)

Fungsi : Menampung kondensat sirkulasi dan air *make up* umpan *boiler* sebelum dibangkitkan sebagai *steam* dalam boiler.

Jenis : Tangki silinder tegak

Volume : 8.7160 m³

Diameter : 2,23 meter

Tinggi : 2,23 meter

Jumlah : 1

16. Tangki NaOH (T-06)

Fungsi : Menampung larutan NaOH yang akan digunakan untuk meregenarasi anion *exchanger*.

Jenis : Tangki silinder tegak

Diameter : 3,38 meter

Tinggi : 3,38 meter

Volume : 30,44 m³

Jumlah : 1

17. Tangki NaCl (T-07)

Fungsi : Menampung larutan NaCl yang akan digunakan untuk meregenarasi kation *exchanger*.

Jenis : Tangki silinder tegak

Diameter : 4,23 meter

Tinggi : 4,23 meter

Volume : 59,79 m³

Jumlah : 1

18. Tangki N₂H₄ (T-08)

Fungsi : Menyimpan larutan N₂H₄

Jenis : Tangki silinder tegak

Diameter : 2,24 meter

Tinggi : 2,24 meter

Volume : 8,85 m³

Jumlah : 1



BAB VI

EVALUASI EKONOMI

6.1 Evaluasi Ekonomi

Pada prarancangan pabrik kloroform ini dilakukan evaluasi ekonomi untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang ini menguntungkan dari segi ekonomi atau tidak. Evaluasi ekonomi dapat meninjau kebutuhan modal investasi, besar kemungkinan yang diperoleh, lama modal investasi dapat dikembalikan, dan titik terjadinya impas yaitu total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Sehingga dapat menjadi suatu dasar kelayakan untuk mendirikan suatu pabrik.

Dalam prarancangan ini akan dibahas mengenai penerapan *Risk Management* pada pabrik di industri Kloroform. Pabrik ini menggunakan pendekatan kualitatif. Tujuan diterapkan *Risk Management* pada perusahaan ini adalah agar dapat diidentifikasi resiko-resiko apa saja yang berkaitan dengan *non-financial performance* di perusahaan. Hasil identifikasi risiko ini untuk menentukan resiko tersebut termasuk dalam *low risk*, *medium risk*, dan *high risk*. Dengan demikian, akan membantu pihak manajemen dalam mengambil tindakan dan respon yang tepat untuk mengurangi dampak negatif dan kemungkinan terjadi di masa yang akan datang. Hasil dari prarancangan ini ada 2 *medium risk*, dan 2 *low risk*. Rekomendasi yang diberikan sebagian besar adalah mengurangi resiko untuk mengurangi dampak negatif yang terjadi ataupun yang akan terjadi. Penerapan *Risk*

Management diharapkan dapat membantu meningkatkan *non-financial performance* di perusahaan.

Penyebab <i>Risk Management</i>	Penyebab	Dampak
Bahan baku Kalsium Hipoklorit	Jika terhirup, terkena mata, mengenai kulit atau rambut, dan tertelan	Akan terjadi reaktif karena pada kode NFPA reaktif menunjukkan angka 1, kalsium hipoklorit juga tidak mudah terbakar, resiko kebaran berbahaya jika terkena jika terkena bahan organik, saat dipanaaskan dengan hingga terurai dapat mengeluarkan asap beracun, Solusinya jika terjadi kebakaran gunakan pemadam api kimia kering kelas tiga
Bahan baku Aseton	Cairan dan uap amat mudah menyala, menyebabkan iritasi mata yang serius, jika terhirup, tidak mengandung reaktif di diamond hazard.	Bahan baku mudah terbakar dihadapan api terbuka dan percikan api panas, Membahayakan bila terhirup uap air konsentrasi dapat menyebabkan kantuk, tidak mengandung reaktif tetapi tetapi jika terkenan kulit dan mata akan terjadi iritasi
Bahan produk Kloroform	Berbahaya jika tertelan, tekena kulit, tekena mata, jika terhirup, menyebabkan rusak pada organ	Jika tertelan berbahaya, menyebabkan iritasi kulit, iritasi mata yang serius, jika terhirup menyebabkan toxic, mengantuk, dan pusing, dan juga dapat menyebabkan kanker dan merusak janin. Jika paparan yang terlalu lama atau berulang.

Alat Proses	Suhu proses sekitar 50°C	Tidak terlalu berbahaya dan tidak terlalu berdampak serius.
-------------	--------------------------	---

Untuk itu pada prarancangan pabrik kloroform ini, kelayakan investasi modal pada sebuah pabrik akan dianalisis meliputi:

1. *Return on Investment (ROI)*
2. *Pay Out Time (POT)*
3. *Break Event Point (BEP)*
4. *Shut Down Point (SDP)*
5. *Discounted Cash Flow of Return (DCFR)*

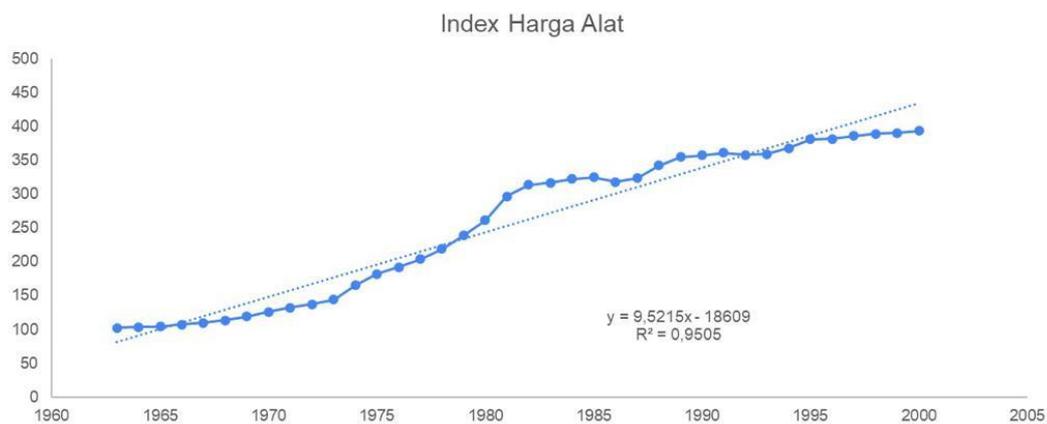
Namun, ada beberapa hal yang perlu diperkirakan sebelum melakukan analisis terhadap ke lima faktor di atas, seperti:

1. Penentuan modal industri (*Fixed Capital Investment*), yaitu meliputi
 - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal kerja (*Working Capital*)
2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*) terdiri dari:
 - a. Biaya pengeluaran (*Manufacturing Costs*)
 - b. Biaya pengeluaran umum (*General Expense*)
3. Pendapatan modal perkiraan yang perlu dilakukan untuk mengetahui titik impas, adalah sebagai berikut:
 - a. Biaya tetap per tahun (*Fixed Costs Annual*)
 - b. Biaya variable per tahun (*Variable Cost Annual*)
 - c. Biaya mengambang (*Regulated Cost Annual*)

6.1.1 Penaksiran Harga Alat

Harga peralatan akan berubah setiap saat tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Oleh karena itu, untuk mengetahui harga peralatan diperlukan metode atau cara untuk memperkirakan harga alat tertentu. Harga peralatan produksi pada tahun rencana pendirian pabrik yaitu pada tahun 2026 ditentukan menggunakan indeks harga alat pada tahun tersebut.

Untuk mengetahui harga alat pada tahun pendirian pabrik yaitu tahun 2026, maka dicari indeks pada tahun tersebut. Harga indeks tahun 2026 dapat diperkirakan dengan data indeks dari tahun-tahun sebelumnya. Pada analisis ini digunakan data indeks harga dari tahun 1980 sampai 2020 didapatkan dari *chemengoline.com/pci*.



Gambar 6. 1 Grafik Indeks Harga Tiap Tahun

Dengan asumsi kenaikan linear, maka dapat diturunkan persamaan *Least Square* sehingga didapatkan persamaan berikut:

$$y = 9,515x + 18.609$$

Dengan:

y = indeks harga

x = tahun pembelian

Dari persamaan tersebut diperoleh harga indeks di tahun 2026 adalah 668.390.

Harga alat dan lainnya diperkirakan pada tahun evaluasi (2026) dan dilihat dari grafik pada referensi. Untuk mengestimasi harga alat tersebut pada masa sekarang digunakan persamaan:

$$EX = EY \frac{NX}{NY}$$

Dimana:

EX : harga alat pada tahun x

EY : harga alat pada tahun y

NX : harga indeks untuk tahun x

NY : harga indeks untuk tahun y

Apabila suatu alat dengan kapasitas tertentu ternyata tidak memotong kurva spesifikasi, maka harga alat dapat diperkirakan dengan persamaan:

$$E_b = E_a \left(\frac{C_b}{C_a} \right)^x$$

Dimana:

Ea: harga alat a

Eb: harga alat b

Ca: kapasitas alat a

Cb: kapasitas alat b

x: eksponen

Harga eksponen tergantung dari jenis alat yang akan dicari harganya. Harga eksponen untuk berbagai macam jenis alat dapat dilihat pada *Peter & Timmerhaus*, “*Plant Design and Economic for Chemical Engineering*”, 3th edition. Untuk alat yang tidak diketahui harga eksponennya maka diambil harga x sebesar 0,6.

Dasar perhitungan yang digunakan dalam analisis ekonomi adalah:

- a. Kapasitas produksi : 40000 ton/tahun
- b. Satu tahun operasi : 330 hari
- c. Pabrik didirikan tahun : 2027
- d. Nilai kurs dollar 2018 : \$ 1 = Rp 14.756
- e. Umur alat : 10 tahun

6.1.2 Perhitungan Biaya

1. *Capital Investment*

Capital investment adalah banyaknya pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya.

Capital investment meliputi:

a. *Fixed Capital Investment (FCI)*

Fixed Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan pabrik beserta fasilitas-fasilitasnya.

b. *Working Capital Investment (WCI)*

Working Capital Investment adalah biaya-biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

2. *Manufacturing Cost*

Manufacturing Cost adalah biaya yang dikeluarkan untuk produksi suatu barang, yang merupakan jumlah dari *Direct Manufacturing Cost (DC)*, *Indirect Manufacturing Cost (IC)*, dan *Fixed Manufacturing Cost (FC)*, yang berkaitan dengan produk.

a. *Direct Manufacturing Cost*

Direct Manufacturing Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b. *Indirect Manufacturing Cost*

Indirect Manufacturing Cost adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.

c. *Fixed Manufacturing Cost*

Fixed Manufacturing Cost adalah harga yang berkaitan dengan *Fixed Capital Investment* dan pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan, dimana harganya tetap tidak dipengaruhi waktu maupun tingkat produksi.

3. *General Expense*

General Expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost*.

6.1.3 Pendapatan Modal

Untuk mendapatkan titik impas maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

1. Biaya Tetap (*Fixed Cost*)

Yaitu biaya yang harus dikeluarkan setiap tahun yang tidak terpengaruh produksi atau tidak berproduksi.

2. Biaya Variabel (*Variable Cost*)

Yaitu biaya yang harus dikeluarkan setiap tahun yang besarnya dipengaruhi kapasitas produksi.

3. Biaya Mengambang (*Regulated Cost*)

Yaitu biaya yang harus dikeluarkan setiap tahun yang besarnya proporsional dengan kapasitas produksi. Biaya-biaya itu bisa menjadi biaya tetap dan bisa menjadi biaya variabel.



6.1.4 Analisis Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, dan untuk mengetahui pabrik tersebut berpotensi untuk didirikan atau tidak, maka perlu dilakukan analisa kelayakan.

1. *Percent Return on Investment (ROI)*

Percent Return on Investment adalah perkiraan keuntungan yang dapat diperoleh setiap tahun berdasarkan pada kecepatan pengembalian modal tetap yang diinvestasikan.

$$ROI = \frac{\text{Profit}}{\text{Fixed Capital Cost}} \times 100\%$$

Nilai ROI minimum untuk pabrik berisiko rendah adalah 11% dan ROI minimum untuk pabrik berisiko tinggi adalah 40% (Aries dan Newton, 1995)

2. *Pay Out Time (POT)*

Pay Out Time adalah jumlah tahun yang dibutuhkan untuk pengembalian *Fixed Capital Investment* dengan keuntungan pertahun sebelum dikurangi depresiasi:

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Cost}}{\text{profit} + (0,1 \times \text{Fixed Capital Investment})} \times 100\%$$

Untuk pabrik berisiko rendah selama 5 tahun, sedangkan untuk pabrik berisiko tinggi selama 2 tahun (Aries dan Newton, 1955)

3. *Break Event Point* (BEP)

Break Event Point adalah titik impas (kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian). Kapasitas pabrik pada saat *sales* sama dengan *total cost*.

$$BEP = \frac{(Fa + 0,3Ra)}{(Sa - Va - 0,7Ra)} \times 100\%$$

Dimana:

Fa : *Annual Fixed Expense*

Ra : *Annual Regulated Expense*

Va : *Annual Variable Expense*

Sa : *Annual Sales Value*

Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah nilai BEP dan untung jika beroperasi diatas nilai BEP. Harga BEP pada umumnya berkisar antara 40-60% dari kapasitas maksimal (Aries dan Newton, 1955).

4. *Shut Down Point* (SDP)

Shut Down Point adalah level produksi dimana biaya untuk menjalankan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun, maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.

$$SDP = \frac{0,3Ra}{(Sa - Va - 0,7Ra)} \times 100\%$$

5. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*

Discounted Cash Flow adalah perbandingan besarnya persentase keuntungan yang diperoleh terhadap *capital investment* dibandingkan dengan tingkat bunga yang berlaku di bank. *Rate of Return* dihitung dengan persamaan:

$$(FC + WC) (1 + i)^n = CF [(1 + i)^{n-1} + (1 + i)^{n-2} + \dots + (1 + i) + 1 + SV + WC]$$

Nilai R harus sama dengan S

Dimana:

- FC : *Fixed Capital*
- WC : *Working Capital*
- SV : *Salvage Value* (Nilai Tanah)
- CF : *Annual Cash Flow (Profit after taxes + depresiasi + finance)*
- I : *Discounted Cash Flow*
- n : Umur pabrik (tahun)

6.1.5 Perhitungan Ekonomi

1. Penentuan *Total Capital Investment (TCI)*

Asumsi-asumsi dan ketentuan yang digunakan dalam perhitungan analisis ekonomi:

- a. Pengoperasian pabrik dimulai tahun 2027.
- b. Proses yang dijalankan adalah proses kontinyu.

- c. Kapasitas produksi adalah 40.000 ton/tahun.
- d. Jumlah hari kerja adalah 330 hari/tahun.
- e. *Shut down* pabrik dilaksanakan selama 35 hari dalam satu tahun untuk perbaikan alat-alat pabrik.
- f. Umur alat-alat pabrik diperkirakan 10 tahun.
- g. Nilai residu (*salvage value*) adalah nol.
- h. Situasi pasar, biaya, dan lain-lain diperkirakan stabil selama pabrik beroperasi.
- i. Upah tenaga asing sebesar \$ 20/jam.
- j. Upah tenaga Indonesia sebesar Rp. 15.000/jam.
- k. Harga bahan aseton Rp. 12.000/kg.
- l. Harga bahan kalsium hipoklorit Rp. 7.000/kg.
- m. Harga pelarut DMSO Rp. 8.000.000/kg.
- n. Harga produk kloroform \$ 14.
- o. Harga produk aseton \$1.
- p. Kurs rupiah yang dipakai sebesar \$ 1 sama dengan Rp.14.756.

2. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)

Tabel 6. 1 Harga Alat Proses

No	Nama Alat	Kode	Jumlah	Harga (US \$)
1	Tangki Aseton	T-01	1	949,863.71
2	Tangki DMSO	T-02	1	20,381.79
3	Tangki Kloroform	T-03	1	459,735.96
4	Tangki Aseton Produk	T-04	1	138,572.04
5	Tangki Kalsium Hipoklorit	S-01	1	1,179,008.07
6	<i>Mixer 1</i>	M-01	1	3,489,386.31
7	<i>Mixer 2</i>	M-02	1	1,164,053.39
8	Reaktor	R-01	1	396,540.36
9	<i>Rotary Vaccum Filter</i>	F-01	1	298,973.10

No	Nama Alat	Kode	Jumlah	Harga (US \$)
10	<i>Decanter</i>	D-01	1	289,445.52
11	Menara Distilasi 1	MD-01	1	241,204.60
12	Menara Distilasi 2	MD-02	1	96,481.84
13	<i>Heater 1</i>	HE-01	1	4,703.49
14	<i>Heater 2</i>	HE-02	1	603.01
15	<i>Heater 3</i>	HE-03	1	4,824.09
16	<i>Cooler 1</i>	CL-01	1	164,863.34
17	<i>Cooler 2</i>	CL-02	1	5,065.30
18	<i>Cooler 3</i>	CL-03	1	3,859.27
19	<i>Cooler 4</i>	CL-04	1	1,564.83
20	<i>Screw Conveyor</i>	SC-01	2	5,788.91
21	<i>Bucket Elevator</i>	BE-01	2	21,708.41
22	Kondensor 1	CD-01	1	43,658.03
23	Kondensor 2	CD-02	1	5,065.30
24	<i>Reboiler 1</i>	RB-01	1	4,100.48
25	<i>Reboiler 2</i>	RB-02	1	2,050.24
26	Pompa 1	P-01	2	73,808.61
27	Pompa 2	P-02	2	73,808.61
28	Pompa 3	P-03	2	23,396.85
29	Pompa 4	P-04	2	73,808.61
30	Pompa 5	P-05	2	73,808.61
31	Pompa 6	P-06	2	32,321.42
32	Pompa 7	P-07	2	73,808.61
33	Pompa 8	P-08	2	5,547.71
34	Pompa 9	P-09	2	32,321.42
35	Pompa 10	P-10	2	13,266.25
36	Pompa 11	P-11	2	42,934.42
37	Pompa 12	P-12	2	27,014.91
38	Pompa 13	P-13	2	27,014.91
39	<i>Accumulator 1</i>	ACC-01	1	13,507.46
40	<i>Accumulator 2</i>	ACC-02	1	28,100.00
TOTAL				9,605,973.97

Tabel 6. 2 Harga Alat Utilitas

No	Nama Alat	Jumlah	Harga (US \$)
1	<i>Screener</i>	1	5,789
2	Bak Ekualisasi	1	1,809
3	<i>Reverse Osmosis (SW)</i>	1	1,380,000
4	Bak Penampung Air	1	1,206
5	Tangki Kaporit	1	2,171
6	Tangki Air Bersih	1	61,025
7	Bak Air Pendingin I	1	2,412
8	<i>Cooling Tower</i>	1	172,461
9	<i>Blower Cooling Tower</i>	1	186,210

No	Nama Alat	Jumlah	Harga (US \$)
10	<i>Mixed Bed</i>	1	30,754
11	<i>Blower Cooling Tower</i>	1	38,080
12	Tangki NaCl	1	50,412
13	Tangki NaOH	1	17,367
14	Tangki Deaerator	1	73,567
15	Tangki N ₂ H ₄	1	73,929
16	Bak Air Pendingin II	1	2,412
17	Tangki Umpan <i>Boiler</i>	1	54,271
18	Tangki Air Demin	1	428,500
19	Pompa 1	2	42,452
20	Pompa 2	2	42,452
21	Pompa 3	2	42,452
22	Pompa 4	2	42,452
23	Pompa 5	2	13,266
24	Pompa 6	2	13,266
25	Pompa 7	2	39,075
26	Pompa 8	2	39,075
27	Pompa 9	2	39,075
28	Pompa 10	2	39,075
29	Pompa 11	2	9,166
30	Pompa 12	2	42,452
31	Pompa 13	2	42,452
32	Pompa 14	2	42,452
33	Pompa 15	2	4,583
TOTAL			\$ 3,076,121

Tabel 6. 3 Data *Physical Plant Cost* (PPC)

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Purchased Equipment Cost</i>	187.136.987.128,80	12,682,094.55
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	46.784.246.782,20	3,170,523.64
3	<i>Instalation Cost</i>	36.430.449.518,73	2,468,856.70
4	Pemipaan	110.018.345.398,69	7,455,837.99
5	Instrumentasi	47.883.885.836,14	3,245,045.12
6	Insulasi	8.089.950.384,89	548,248.20
7	Listrik	18.713.698.712,88	1,268,209.45
8	Bangunan	76.601.100.000,00	5,191,183.25
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	38.300.550.000,00	2,595,591.62
TOTAL		569.959.213.762,33	38625,590.52

Tabel 6. 4 Data *Fixed Capital Investment* (FCI)

No	<i>Fixed Capital</i>	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Direct Plant Cost</i>	683.951.056.514,79	46,350,708.63
2	<i>Contractor's fee</i>	27.358.042.260,59	1,854,028.35
3	<i>Contingency</i>	68.395.105.651,48	4,635,070.86
TOTAL		779.704.204.426,87	52,839,807.84

3. *Manufacturing Cost*

Biaya yang dikeluarkan untuk pembuatan suatu produk (per tahun).

a. *Direct Manufacturing Cost*

Merupakan pengeluaran langsung dalam pembuatan satu pabrik.

Tabel 6. 5 Tabel Bahan Baku Pabrik Kloroform

No	Bahan Baku	Densitas (kg/jam)	Kebutuhan (kg/tahun)	Harga (\$/kg)	Total Harga (\$/tahun)
1	Kalsium Hipoklorit	27,273.4247	216,005,523.6691	0,91	197,619,583.19
2	Aseton	2,727.3425	21,600,552.3669	1,36	29,276,975.29
3	DMSO		4,657.3027	54,22	252,496.76
TOTAL					227,149,055.24

Tabel 6. 6 *Direct Manufacturing Cost* (DMC)

No	<i>Type Of Expenses</i>	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Raw Material</i>	3.351.811.459.068,14	227,149,055.24
2	<i>Labor</i>	6.403.200.000,00	433,938.74
3	<i>Supervision</i>	640.320.000,00	43,393.87
4	<i>Maintenance</i>	15.594.084.088,54	1,056,796.16
5	<i>Plant Supplies</i>	2.339.112.613,28	158,519.42
6	<i>Royalty and Patents</i>	129.026.664.681,60	8,744,013.60
7	<i>Utilities</i>	1.454.487.504.420,68	98,569,226.38
TOTAL DMC		4.960.302.344.872,24	336,154,943.40

b. *Indirect Manufacturing Cost*

Merupakan pengeluaran tidak langsung akibat dari pembuatan suatu produk.

Tabel 6. 7 *Indirect Manufacturing Cost* (IMC)

No	Type of Expense	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	960.480.000,00	65,090.81
2	<i>Laboratory</i>	640.320.000,00	43,393.87
3	<i>Plant Overhead</i>	3.201.600.000,00	216,969.37
4	<i>Packaging and Shipping</i>	322.566.661.704,00	21,860,034.00
TOTAL (IMC)		327.369.061.704,00	22,185,488.05

c. *Fixed Manufacturing Cost*

Merupakan pengeluaran yang berkaitan dengan *initial fixed capital investment* dan harganya tetap tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi.

Tabel 6. 8 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

No	Type of Expense	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Depreciation</i>	77.970.420.442,69	5,283,980.78
2	<i>Property Taxes</i>	15.594.084.088,54	1,056,796.16
3	<i>Insurance</i>	7.797.042.044,27	528,398.08
TOTAL FMC		101.361.546.575,49	6,869,175.02

Tabel 6. 9 Manufacturing Cost (MC)

No	Type of Expense	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	4.960.302.344.872,24	336,154,943.40
2	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	327.369.061.704,00	22,185,488.05
3	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	101.361.546.575,49	686,9175.02
TOTAL MC		5.389.032.953.151,73	365,209,606.48

d. *Working Capital*

Working Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

Tabel 6. 10 Working Capital (WC)

No	Type of Expense	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	304.710.132.642,56	20,649,914.11
2	<i>In process Inventory</i>	673.629.119.143,97	45,651,200.81
3	<i>Product Inventory</i>	489.912.086.650,16	33,200,873.32
4	<i>Extended Credit</i>	586.484.839.461,82	39,745,516.36
5	<i>Available Cash</i>	489.912.086.650,16	33,200,873.32
TOTAL WC		2.544.648.264.548,66	172,448,377.92

e. *General Expense*

Yaitu macam-macam pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

Tabel 6. 11 *General Expense (GE)*

No	Type of Expense	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Administration</i>	129.026.664.681,60	8,744,013.60
2	<i>Sales Expense</i>	322.566.661.704,00	21,860,034.00
3	<i>Research</i>	258.053.329.363,20	17,488,027.20
4	<i>Finance</i>	66.487.049.379,51	4,505,763.72
TOTAL General Expense		776.133.705.128,31	52,597,838.52

Total production cost = manufacturing cost + general expense

= Rp. 5.389.032.953.151,73 + Rp.776.133.705.128,31

= Rp. 6.165.166.658.280,04

= \$ 417,807,444.99

f. Analisa Keuntungan

Pabrik kloroform yang didirikan ini merupakan pabrik berisiko rendah.

Karena dilihat dari kondisi operasi, sifat-sifat bahan yang digunakan, serta

produk samping yang dihasilkan, pabrik kloroform ini masuk dalam

kategori pabrik berisiko rendah.

Total penjualan = Rp. 6.451.333.234.080,00

Total production cost = Rp. 6.165.166.658.280,04

Keuntungan sebelum pajak = Rp. 286.166.575.800

Pajak 20% dari keuntungan = Rp. 57.233.315.159,99
(Sumber: Perpu No 1 Tahun 2020)

Keuntungan setelah pajak = Rp. 228.933.260.639,97

a. *Return on Investment* (ROI)

$$ROI = \frac{\text{Profit}}{\text{Fixed Capital Cost}} \times 100\%$$

ROI Sebelum Pajak = 36,70%

ROI Sesudah Pajak = 29,36%

b. *Pay Out Time* (POT)

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Cost}}{\text{profit} + (0,1 \times \text{Fixed Capital Investment})} \times 100\%$$

POT Sebelum Pajak = 2,14 Tahun

POT Sesudah Pajak = 2,54 Tahun

c. *Break Event Point* (BEP)

a. *Fixed Cost* (Fa)

Perhitungan *Fixed Cost* terdiri dari:

Depresiasi = Rp. 77.970.420.442,69

= \$ 5,283,980.78

Property Taxes = Rp. 15.594.084.088,54

	= \$ 1,056,796.16
Asuransi	= Rp. 7.797.042.044,27
	= \$ 528,398.08

b. Regulated Cost (Ra)

Perhitungan *regulated cost* terdiri dari:

Gaji Karyawan	= Rp. 6.403.200.000,00
	= \$ 433,938.74
<i>Payroll Overhead</i>	= Rp. 960.480.000.00
	= \$ 65,090.81
<i>Supervision</i>	= Rp. 640.320.000,00
	= \$ 43,393.87
<i>Plant Overhead</i>	= Rp. 3.201.600.000.00
	= \$ 216,969.37
Laboratorium	= Rp. 640.320.000,00
	= \$ 43,393.87
<i>General Expense</i>	= Rp. 776.133.705.128,31
	= \$ 52,597,838.52
<i>Maintenance</i>	= Rp. 15.594.084.088,54
	= \$ 1,056,796.16
<i>Plant Supplies</i>	=Rp. 2.339.112.613,28
	= \$ 158,519.42
TOTAL Nilai Ra	= Rp. 805.912.821.830,13

= \$ 54,615,940.76

c. *Variable Cost (Va)*

Perhitungan *Variable Cost* terdiri dari:

Raw Material = Rp. 3,351,811,459,068.14

= \$ 227,149,055.24

Packaging = Rp. 258,053,329,363.20

= \$ 17,488,027.20

Shipping = Rp. 64,513,332,340.80

= \$ 4,372,006.80

Utilities = Rp. 1,454,487,504,420.68

= \$ 98,569,226.38

Royalty & Patent = Rp. 129,026,664,681.60

= \$ 8,744,013.60

TOTAL Nilai Va = **Rp. 5,257,892,289,874.42**

= \$ 356,322,329.21

d. *Sales (Sa)*

Biaya Sales = Rp. 6,451,333,234,080.00

= \$ 437,200,680.00

Maka nilai BEP = 54,53%

d. *Shut Down Point (SDP)*

$$SDP = \frac{0,3 Ra}{Sa - Va - (0,7 Ra)} \times 100\%$$

$$SDP = 38,42\%$$

e. *Discounted Cash Flow Rate*

Umur pabrik = 10 tahun

Salvage Value = Depresiasi

= Rp. 77.970.420.442,69

Cash Flow = *Annual profit* + depresiasi + *finance*

= Rp. 373.390.730.462,17

Working Capital = Rp. 2,544.648.264.548,66

Fixed Capital Investment = Rp. 779.704.204.426,87

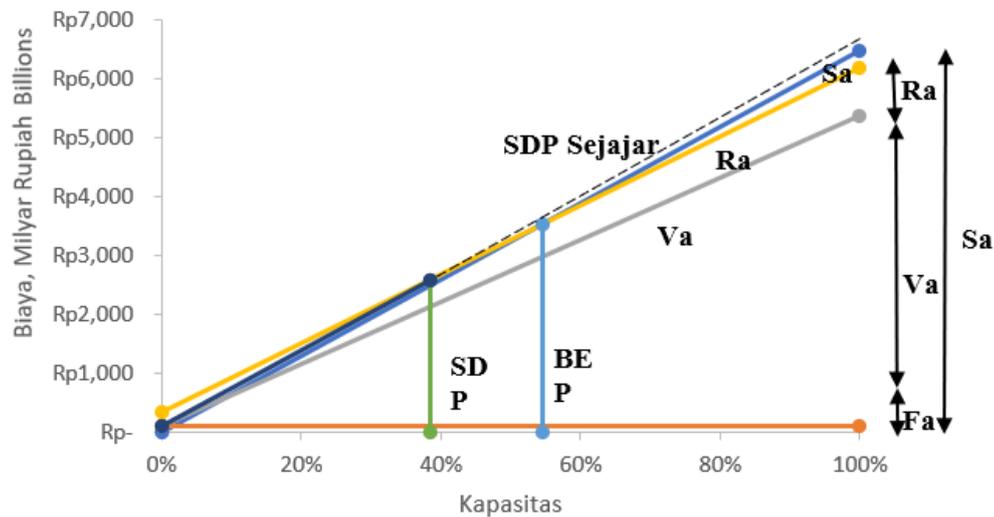
Discounted Cash Flow adalah perbandingan besarnya persentase keuntungan yang diperoleh terhadap *Capital Investment* dibanding dengan tingkat bunga yang berlaku di bank, nilai dari DCFR harus lebih

dari 1,5% bunga bank atau DCFR bernilai umum 5,25%. Pada perhitungan ini diperoleh nilai DCFR 11,39%.

Tabel 6. 12 Analisa Kelayakan

No	Kriteria	Terhitung	Syarat
1	<i>Return on Investment</i> - ROI sebelum pajak - ROI sesudah pajak	36,70% 29,36%	Minimal 11% untuk pabrik beresiko rendah
2	<i>Pay Out Time</i> - POT sebelum pajak - POT sesudah pajak	2,14 tahun 2,54 tahun	Maksimal 5 tahun untuk pabrik beresiko rendah
3	<i>Break Event Point</i>	54,53%	Kisaran 40-60%
4	<i>Shut Down Point</i>	38,42%	>20%
5	<i>Discounted Cash Flow</i>	11,39%	>1,5 bunga bank = minimum 5,25%

Dari perhitungan evaluasi ekonomi, maka dapat digambarkan grafik hubungan kapasitas produksi terhadap BEP dan SDP sebagai berikut:



Gambar 6. 2 Grafik Hubungan Kapasitas Produksi terhadap BEP dan SDP

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan bahan yang diproses beserta kondisi operasi (suhu dan tekanan) serta analisa ekonomi, pabrik ini termasuk resiko rendah. Perancangan pabrik kloroform dari aseton dan kalsium hipoklorit dengan kapasitas 40.000 ton/tahun diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pendirian pabrik kloroform dari aseton dan kalsium hipoklorit dengan kapasitas 40.000 ton/tahun merupakan prospek yang baik karena pabrik kloroform belum berdiri di Indonesia sehingga bisa memenuhi kebutuhan dalam negeri dan bisa mengekspor ke negara lain.
2. Berdasarkan analisa perhitungan terhadap aspek-aspek ekonomi yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut:

- a. Keuntungan yang diperoleh:

Sebelum Pajak: Rp. 286.166.575.800

Sesudah Pajak: Rp. 228.933.260.639

- b. *Return of Investment* (ROI):

Sebelum pajak: 36,70 %

Sesudah pajak: 29,39 %

c. *Pay Out Time* (POT):

Sebelum pajak: 2,14 %

Sesudah pajak: 2,54 %

d. *Break Event Point* (BEP) pada 54,53 % kapasitas produksi dan *Shut Down Point* (SDP) pada 38,42 % kapasitas produksi.

e. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 11.39 % Suku bunga pinjaman dan suku bunga bank saat ini sebesar 5,25 % (BI).

Dari data hasil analisa ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik kloroform dari kalsium hipoklorit dan aseton dengan kapasitas 40.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

7.2 Saran

Perencanaan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep-konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimia diantaranya sebagai berikut:

- a. Optimasi pemilihan bahan baku dan alat proses perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang dapat diperoleh.
- b. Prarancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
- c. Produk kloroform dapat direalisasikan sebagai saran untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R. ., & Newton. (1955). *Chemical Engineering Cost Estimation*. McGraw-Hill Book Company.
- Faith, W. ., Keyes, D. ., & Clark, R. . (1959). *Industrial Chemicals*.
- Guthrie, J. P., & Cossar, J. (1985). *The Chlorination of Acetone: A Complete Kinetic Analysis*.
- Othmer, K. (1947). Encyclopedia of Chemical Technology. In *Journal of Chemical Education* (Vol. 24, Issue 1, p. 10). <https://doi.org/10.1021/ja01486a060>
- Patent, C. (1981). *A Process For The Manufacture of Chloroform* (p. CA : 1102355).
- Peters, M. S., & Timmerhaus, K. D. (1991). Plant Design and Economics for Chemical Engineers. In *Plant design and economics for chemical engineers*. McGraw-Hill International Editions.
- Rouleau, D., & Safi, B. F. (1981). *Procede de Fabrication en Continu du Chloroforme*.
- Smith, J. M., Ness, H. C. Van, Abbot, M. M., & Swihart, M. T. . (2018). Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics. In *McGraw-Hill Education* (Eighth Edi).
- Ullmann, F. (2000). *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Wiley.
- Wojtowicz, I. J. A., Haglind, F. B., Donald, F., & Haven, N. (1983). *United States Patent. 19*.

LAMPIRAN A

PERHITUNGAN REAKTOR-01

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi antara aseton dan kalsium hipoklorit menjadi kloroform

Jenis : Reaktor alir tangki berpengaduk / RATB (*Continuous Stirred Tank Reactor*)

Kondisi Operasi: Suhu = 50 °C
Tekanan = 2 atm

Neraca Massa Reaktor

4.1 Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 3	Arus 4	Arus 5
kloroform			5113,53
Aseton	2727		245,46
Kalsium Hipoklorit		27273,42471	18094,74
Kalsium Asetat			3380
Kalsium hidroksida			3166,5
Air		129873,450979	129873,5
Total	159874,2181557		159874,2181557

Penentuan kecepatan *Volumetric (FV)*

komponen	Massa (kg/jam)	Mol (kmol/jam)	Densitas (kg/m ³)	Fv (m ³ /jam)
Aseton	2727	47,02	1032,78	2,64
Kalsium hipoklorit	27273	190,72	2350	11,60
Air	129873,45	7215,19	1230,08	105,58
Total	159874	7452,93	4612,86	119,82

Menentukan Volume Reaktor

Laju A masuk – Laju A keluar – Laju reaksi A = Laju akumulasi

$$Fv \cdot C_{A \text{ in}} - C_{A \text{ out}} - (-r_A)V = 0$$

$$Fv \cdot C_{A \text{ in}} - Fv \cdot C_{A \text{ out}} = (-r_A)V$$

$$Fv(C_{A \text{ in}} - C_{A \text{ out}}) = (-r_A)V$$

$$V = \frac{Fv (C_{A \text{ in}} - C_{A \text{ out}})}{(-r_A)}$$

$$V = \frac{Fv (C_{A o} - C_{A o}(1 - X_a))}{(-r_A)}$$

$$V = \frac{Fv (C_{A o} - X_a)}{(-r_A)}$$

$$V = \frac{Fv (C_{A o} - X_a)}{(k \cdot C_A)}$$

$$V = \frac{Fv (C_{A o} - X_a)}{(k \cdot C_{A o} (1 - X_a))}$$

$$V = \frac{Fv \cdot X_a}{k \cdot ((1 - X_a))}$$

Optimasi Reaktor

1. Jumlah Reaktor 1

$$V_1 = 14,63$$

$$X_0 = 0$$

$$X_1 = 0,91$$

2. Jumlah Reaktor 2

$$V_1 = V_2 = 7,31$$

$$X_0 = 0$$

$$X_1 = 0,45$$

$$X_2 = 0,91$$

3. Jumlah Reaktor 3

$$V_1 = V_2 = V_3 = 4,87$$

$$X_0 = 0$$

$$X_1 = 0,30$$

$$X_2 = 0,60$$

$$X_3 = 0,91$$

4. Jumlah Reaktor 4

$$V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = 3,65$$

$$X_0 = 0$$

$$X_1 = 0,22$$

$$X_2 = 0,45$$

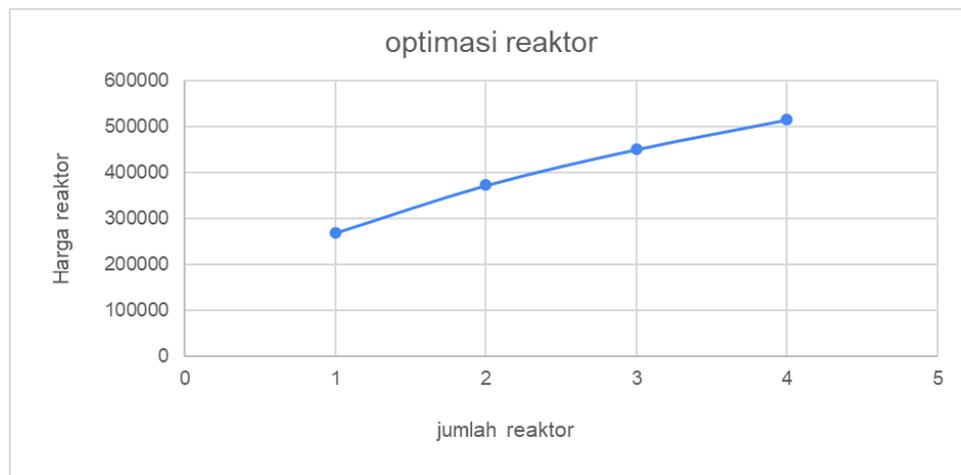
$$X_3 = 0,68$$

$$X_4 = 0,91$$

n	V1 (gallon)	V2	V3	V4
1	3866			
2	1933	1933		
3	1289	1289	1289	
4	966	966	966	966

n	X0	X1	X2	X3	X4
1	0,00	0,91			
2	0,00	0,45	0,91		
3	0,00	0,30	0,60	0,91	
4	0,00	0,22	0,45	0,68	0,91

n	V (gallon)	Harga (\$)	Harga Total (\$)
1	3866	269100	269100
2	1933	186400	372800
3	1289	150400	451200
4	966	129000	516000



Berdasarkan optimasi yang dilakukan, maka jumlah reaktor yang optimal untuk mendapatkan konversi 91% dengan 1 reaktor.

Menghitung Dimensi Reaktor

Perbandingan diameter dan tinggi reaktor yang optimum ialah 1 : 1 (H=D). Jenis tutup bagian atas dan bawah yang digunakan adalah *torispherical head*.

Menghitung Kapasitas Reaktor

$$\text{Densitas campuran} = 1334,2 \text{ kg/m}^3$$

$$F_v = 119,82 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$k = 0,023 \text{ s}^{-1} = 82,8 \text{ jam}^{-1}$$

$$x_a = 0,91$$

$$V = \frac{F_v \cdot X_a}{k \cdot ((1 - X_a))}$$

$$V = 14,63 \text{ m}^3$$

$$V \text{ Over design} = 1,2 \times 14,63 \text{ m}^3 = 17,56 \text{ m}^3$$

$$F_v = 119,82 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu tinggal} &= \frac{V}{Fv} \\
 &= \frac{17,56}{119,82} \\
 &= 0,122 \text{ jam} \\
 &= 7,3 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Perbandingan diameter dan tinggi reaktor yang optimum 1:1 ($D : H = 1:1$)

$$D = v = \frac{\pi}{4} D^2 h$$

$$D = \frac{\pi}{4} D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4V}{\pi}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times 17,56 \text{ m}^3}{3,14}}$$

$$D = 3,014 \text{ m}$$

$$D = 119 \text{ in}$$

$$D = 10 \text{ ft}$$

Bentuk reaktor dipilih *vertical vessel* dengan *torispherical head*. Dasar pemilihan digunakan untuk tangki dengan tekanan dalam 15 psi-200 psi.

$$V_{\text{dish}} = 0,000049 D_s^3$$

Dimana:

$$D_s = \text{Diameter shell, in}$$

$$V_{dish} = \text{Volume dish, } ft^3$$

$$V_{dish} = 0,000049 \times (110,93)^3$$

$$V_{dish} = 66,86 \text{ } ft^3$$

$$V_{sf} = \frac{\pi}{4} D^2 \frac{Sf}{144}$$

$$\text{Dipilih } sf = 2 \text{ in}$$

$$V_{sf} = \frac{3,14}{4} 110,93^2 \frac{2}{144}$$

$$V_{sf} = 134,162 \text{ } in^3$$

$$V_{sf} = 0,078 \text{ } ft^3$$

$$V_{head} = 2 (v_{dish} + V_{head})$$

$$V_{head} = 2 (66,86 + 0,078)$$

$$V_{head} = 113,927 \text{ } ft^3$$

$$V_{head} = 3,793 \text{ } m^3$$

$$V_{reaktor} = v_{shell} + V_{head}$$

$$V_{reaktor} = 17,56 \text{ } m^3 + 3,793 \text{ } m^3$$

$$V_{reaktor} = 21,352 \text{ } m^3$$

$$V_{bottom} = 0,5 V_{head}$$

$$V_{bottom} = 66,963 \text{ } ft^3$$

$$V_{bottom} = 1,896 \text{ } m^3$$

$$V_{cairan} = v_{shell} - V_{bottom}$$

$$V_{cairan} = 17,56 \text{ m}^3 - 1,896 \text{ m}^3$$

$$V_{cairan} = 15,663 \text{ m}^3$$

$$h_{cairan} = \frac{4V}{\pi D^2}$$

$$h_{cairan} = \frac{4 \times 17,56 \text{ m}^3}{3,14 \times (2,81)^2}$$

$$h_{cairan} = 2,81 \text{ m}$$

$$h_{cairan} = 9,24 \text{ ft}$$

Menghitung Tekanan Desain:

$$\text{Tekanan operasi} = 2 \text{ atm} = 23,39 \text{ psi}$$

$$P_{hidrostatik} = \frac{\rho g h}{g_c}$$

$$\text{Tekanan operasi (Pop)} = 2 \text{ atm}$$

$$= 23,39 \text{ psi}$$

$$\text{Dimana } g/g_c = 1$$

$$1/\rho \text{ campuran} = 1334,200 \text{ kg/m}^3$$

$$P \text{ Hidrostatis} = 3759,24 \text{ kg/m}^2$$

$$= 5,34 \text{ psi}$$

$$p_{total} = P_{hidrostatik} + P_{operasi}$$

$$p_{total} = 5,34 \text{ psi} + 23,29 \text{ psi}$$

$$p_{total} = 34,73 \text{ psi}$$

Karena tekanan over design 20% maka, P desain menjadi = 41,68 psi.

Menentukan Tebal Shell:

$$ts = \frac{P \cdot ri}{f \cdot E - 0,6 \cdot P} + C$$

ts = Tebal shell (in)

P = Tekanan dalam tangki (psia)

F = Allowable stress (21030 psi)

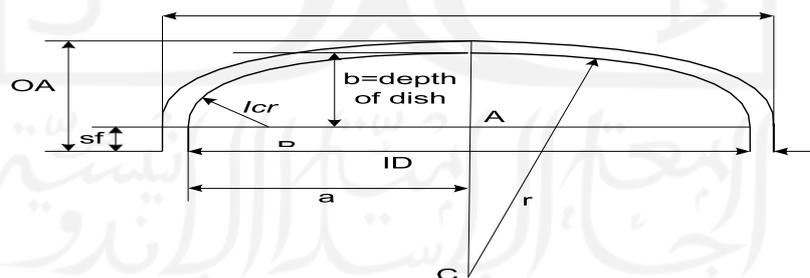
ri = Jari-jari dalam storage (in)

E = Efisiensi pengelasan (85% (double welded butt joint))

C = Faktor korosi (0.125 in)

Diperoleh tebal shell hitungan adalah 0,255 in, tebal shell standar = 0,375 in.

Menghitung Dimensi Head:



t = tebal head, in

icr = inside corner radius, in

r = radius of dish, in

OD = outside diameter, in

ID = inside diameter, in

- B = depth of dish, in
 OA = overall dimension, in
 Sf = straight flange

Menghitung Tebal Head:

- ts = 0,313 in
 icr = 6,875 in
 r = 108 in
 OD = 114 in
 ID = 111 in
 a = 55,46 in
 AB = 48,59 in
 BC = 101,1 in
 AC = 88,68 in
 b = 19,31 in

Diperoleh dari persamaan persamaan 7.77 Brownell and Young, 1959

$$th = \frac{P r w}{(2fE - 0,2P)} + C$$

Diperoleh nilai tebal head atas standard adalah 0,250 in

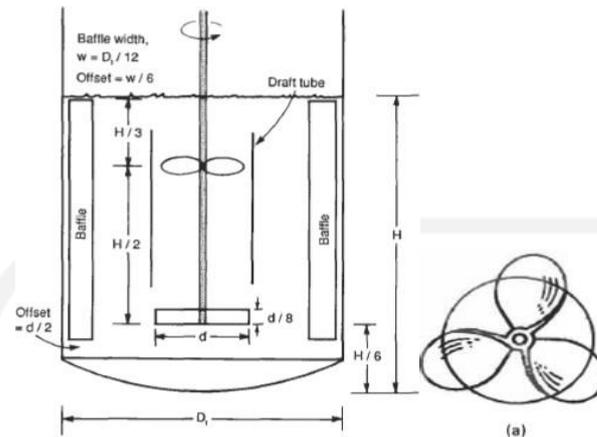
Dari tabel 5.8 Brownell dengan tebal head 0,250 in didapatkan sf = 1,5 – 2,5 in, digunakan nilai sf 1,75 in.

Sehingga tinggi head yang diperoleh adalah

$$H \text{ head} = sf + b + th = 21,31 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi Total Reaktor} = 2.H \text{ shell} + H \text{ head} = 3,9 \text{ m}$$

Menghitung Ukuran Pengaduk:



Jenis pengaduk adalah marine propeller 3 blade, impeller jenis ini sesuai untuk pengadukkan dengan viskositas dibawah 4000 cp.

$$Dt/Di = 3$$

$$Zi/Di = 2,7 - 3,9$$

$$Zi/Di = 0,75 - 1,3$$

$$WB/Di = 0,1$$

$$L/Di = 2$$

$$\text{Baffle} = 4 \text{ terpisah } 90^\circ$$

$$N = \frac{600}{\pi Di} \sqrt{\frac{WELH}{2Di}}, WELH = Z_L \times Sg$$

$$Di = \text{Diameter pengaduk} = 36,97 \text{ in}$$

$$ZL = \text{Tinggi cairan dalam reaktor} = 110,94 \text{ in}$$

$$WELH = 3,75 \text{ m}$$

$$Sg = 1,33$$

$$\text{Jumlah impeller} = WELH/ID = 1,33 \text{ meter}$$

$$\text{Berarti jumlah impeller} = 2$$

$$\text{Jumlah Putaran (N)} = 87,72 \text{ rpm} = 1,46 \text{ rps}$$

Menghitung Power Pengaduk:

$$\text{Re} = \frac{\rho N D_i^2}{\mu}$$

$$\rho = 0,000046 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu = 0,00031 \text{ lb/ft.s}$$

$$\text{Re} = 3711591,35$$

Dengan menggunakan fig 477 G.G Brown page 507, 1978 diperoleh $N_p = 0,8$

$$P = \frac{N_p \rho N^3 D_i^5}{g_c}$$

$$N_p = \text{Power Number} = 0,8$$

$$\rho = \text{Densitas Campuran} = 1334,20 \text{ kg/m}^3$$

$$D_i = \text{Diameter Pengaduk} = 0,93 \text{ m}$$

$$N = \text{Kecepatan Putar Pengaduk} = 1,46 \text{ rps}$$

$$P = 179,103 \text{ ft.lb/s} = 2,86 \text{ kW} = 3,84 \text{ hP}$$

Daya motor, efisiensi motor adalah 89% (figur 14.38 peters hal 521) sehingga

Didapat daya motor 4,31 hp

Dipilih power standar $P = 5 \text{ hP}$

Neraca Panas Reaktor:

Komponen Energi	Q input (kj/jam)	Q outoput (kj/jam)
Input	13756197,193	-
output	-	26320081,953
reaksi	3251257,322	-
Pendingin	-	3254044,62
Total	49008025,87	4900,8025,87

Media pendingin yang yang digunakan adalah Cooling Water dengan suhu masuk 30 °C dan suhu keluar 40 °C.

Maka kebutuhan pendingin:

$$Q = 32565044,62 \text{ kJ/jam}$$

$$C_p \text{ air} = 4,148 \text{ KJ/Kg}^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$m = 784596,06 \text{ kg/jam}$$

Suhu LMTD

Komponen`	°C	°F
Suhu fluida panas masuk reaktor	50	122
Suhu fluida panas keluar reaktor	50	122
Suhu fluida dingin masuk	30	86
Suhu fluida dingin keluar	40	104

inisial	Fluida panas (°F)		ΔT (°F)
ΔT2	122	Lower temp	36
ΔT1	122	Higher temp	18

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{(T_2 - t_1) - (T_1 - t_2)}{\ln \frac{(T_2 - t_1)}{(T_1 - t_2)}}$$

$$\Delta T_{LMTD} = 26 \text{ }^\circ\text{F}$$

Luas Perpindahan Panas:

$$A = \frac{Q}{U_D \cdot \Delta T_{LMTD}}$$

Bedasarkan viskositas 0,4 cp termasuk light organik, nilai UD sebesar 75 – 100 Btu/ft². °F jam (kern hal 840_

$$UD = 99 \text{ btu/jam.ft}^2.\text{°F}$$

$$A = 1114,87 \text{ m}^2$$

Menghitung luas selubung reaktor:

$$A = \pi \cdot D \cdot H = 24,92 \text{ m}^2$$

Karena luas transfer panas > luas selubung reaktor maka dipilih koil pendingin.

Kecepatan Volumetrik Air

$$Q_v = \frac{m}{\text{densitas air}}$$

$$Q_v = 784,59 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Untuk aliran dalam koil/tube, Batasan kecepatannya adalah 1,5 – 2,5 m/s (Culson pg, 527).

$$\text{Kecepatan fluida pendingin} = 2 \text{ m/s} = 7200 \text{ m/jam}$$

$$\text{Debit fluida pendingin} = 784,59 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Luas penampang A} = 0.1090 \text{ m}^2$$

$$ID = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

$$ID = 0.372 \text{ m} = 9,20 \text{ in}$$

Dipilih diameter standar (Kern tabel 11 pg 844)

$$\text{NPS} = 10 \text{ in}$$

$$\text{Schedule Number} = 40$$

$$\text{OD} = 10.07 \text{ in} = 0,89 \text{ ft} = 0.271 \text{ m}$$

$$\text{ID} = 10.02 \text{ in} = 0,85 \text{ ft} = 0,25 \text{ m}$$

$$\text{Luas Penampang (A')} = 78,8 \text{ in}^2 = 0,54 \text{ ft}^2$$

$$\text{Luas Perpan/panjang (a'')} = 2,8 \text{ ft}^2/\text{ft outside}$$

$$= 2,6 \text{ ft}^2/\text{ft inside}$$

Menentukan koefisien transfer panas dalam koil (hi)

$$\rho \text{ fluida pendingin} = 1023,01 \text{ kg/m}^3 = 63,8360 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu \text{ fluida pendingin} = 0,797 \text{ cp} = 1,9284 \text{ lb/ft.jam}$$

$$k \text{ fluida pendingin} = 0,3315 \text{ Btu/ft.jam. } ^\circ\text{F}$$

$$C_p \text{ fluida pendingin} = 5514,2376 \text{ btu/lb.F}$$

$$jH = 500 \text{ (Grafik 24 Kern pg 834)}$$

$$h_i = jH \left(\frac{k}{ID} \right) \left(\frac{C_p \mu}{k} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14}$$

$$h_i = 6195,64 \text{ Btu/ft}^2.\text{jam.F}$$

Menentukan hio

$$h_{io} = h_i \frac{ID}{OD}$$

$$h_{io} = 4956,51 \text{ Btu/ft}^2.\text{jam.F}$$

Untuk koil, hio harus dikoreksi dengan faktor koreksi

$$h_{io_{koil}} = h_{io_{pipa}} \left(1 + 3.5 \frac{D_{koil}}{D_{spiral\ koil}} \right)$$

$$h_{io \text{ koil}} = 8440,43 \text{ Btu/ft}^2.\text{jam.F}$$

Menentukan ho

Untuk tangki berpengaduk yang dilengkapi dengan koil, maka koefisien perpindahan panas dari reaktor ke koil dihitung dengan :

$$h_o = 0.87 \left(\frac{k}{D} \right) \left(\frac{L_p^2 \cdot N \cdot \rho}{\mu} \right)^{2/3} \left(\frac{C_p \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.4}$$

$$L_p = D_i = 3,08 \text{ ft}$$

$$N = 1,46 \text{ rps} = 5263,63 \text{ rpj}$$

$$\rho = 1333,38 \text{ kg/m}^3 = 83,20 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu = 0,46 \text{ cP} = 1,120 \text{ lb/ft.jam}$$

$$C_p = 23091,4470 \text{ kj/kg} = 5514,2375 \text{ Btu/lb.F}$$

$$k = 0,3315 \text{ Btu/ft.jam. } ^\circ\text{F}$$

$$OD = 114 \text{ in} = 9,5 \text{ ft}$$

$$D = 10,20 \text{ in} = 0,835 \text{ ft}$$

$$\mu/\mu_w = 1,120$$

Sehingga didapatkan $h_o = 22567,34 \text{ Btu/jam.ft}^2\text{.F}$

Menentukan U_c

Koefisien transfer panas dalam keadaan bersih :

$$U_c = \frac{h_o \times h_{io \text{ koil}}}{h_o + h_{io \text{ koil}}}$$

$$U_c = 8136,13 \text{ Btu/jam ft}^2\text{F}$$

Menentukan U_d

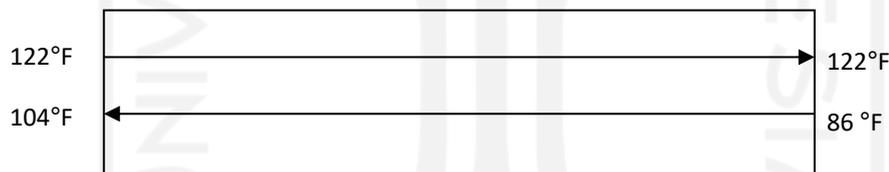
Untuk kecepatan fluida 2 m/s maka $R_d = 0,001$ (Kern pg 845)

$$U_d = \frac{h_D \cdot U_c}{h_D + U_c}$$

$$h_D = 1/R_d$$

$$U_d = 890,54 \text{ Btu/jam ft}^2 \text{ F}$$

Menentukan luas bidang transfer panas



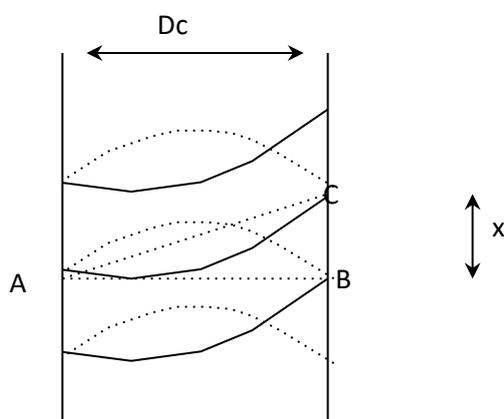
$$A = Q_{total} / (U_d \times \Delta T_{LMTD}) = 1407,2 \text{ ft}^2$$

Menentukan Panjang koil

$$L_{\text{pipa Koil}} = A/a'' = 127,05 \text{ ft} = 38,72 \text{ m}$$

Menentukan jumlah lilitan

Keliling lilitan = 0.5 putaran miring + 0.5 putaran datar



$$K \text{ lilitan} = 1/2\pi Dc + 1/2\pi AC$$

$$K \text{ lilitan} = 1/2\pi Dc + 1/2\pi (Dc^2 + x^2)/x$$

$$K \text{ lilitan} = 6,20 \text{ m}$$

$$N \text{ lilitan} = L \text{ pipa koil} / K \text{ lilitan}$$

$$N \text{ lilitan} = 7 \text{ lilitan}$$

Menentukan Tinggi Tumpukan dan Tinggi Cairan Setelah Ada Koil

$$\text{Tinggi tumpukan koil} = (N \text{ lilitan} - 1) \cdot x + N \text{ lilitan} \cdot OD$$

$$\text{Tinggi tumpukan koil} = 8,95 \text{ ft} = 2,73 \text{ m}$$

Tinggi cairan dalam shell akan naik karena adanya volume dari koil

Asumsi : semua koil tercelup

$$\text{Tinggi cairan setelah ditambah koil (Zc)} = \frac{V_{\text{cairan dalam shell}} + V_{\text{koil}}}{A_{\text{shell}}}$$

$$V \text{ cairan dalam shell} = 15,66 \text{ m}^3$$

$$V \text{ koil} = 9,06 \text{ m}^3$$

$$A \text{ shell} = 6,23 \text{ m}^2$$

$$Zc = 3,96 \text{ m}$$

Jarak dari dasar tangki ke bagian bawah koil = (tinggi cairan setelah ada koil)/2

$$hk = 0,88 \text{ m}$$

$$b+sf = 0,53 \text{ meter}$$

Asumsi dikatakan benar jika :

1. Tinggi tumpukan koil < tinggi cairan
2. Jarak dasar tangka ke bagian bawah koil $(hk) > (b+sf)$

Tinggi reaktor setelah adanya koil = 5,58 meter



Menentukan Pressure Drop

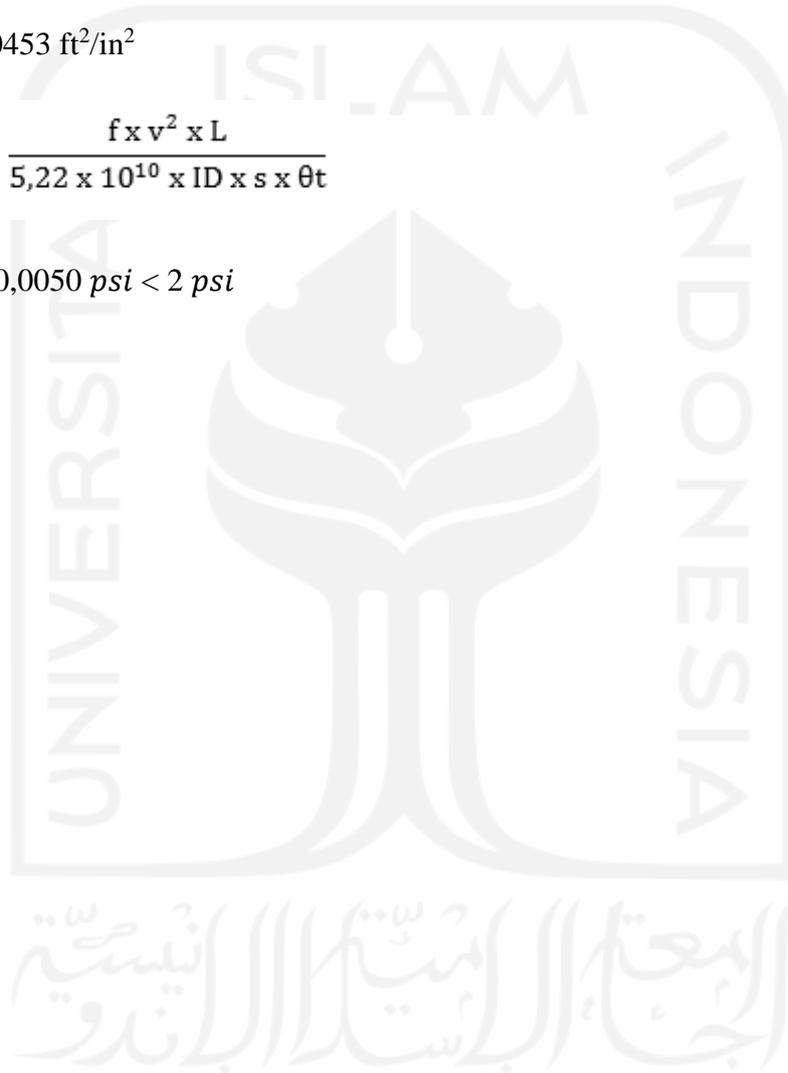
$$\text{faktor friksi, } f = 0,0035 + \frac{0,264}{\text{Re}^{0,42}}$$

$$\text{Re} = 539,54$$

$$f = 0,00453 \text{ ft}^2/\text{in}^2$$

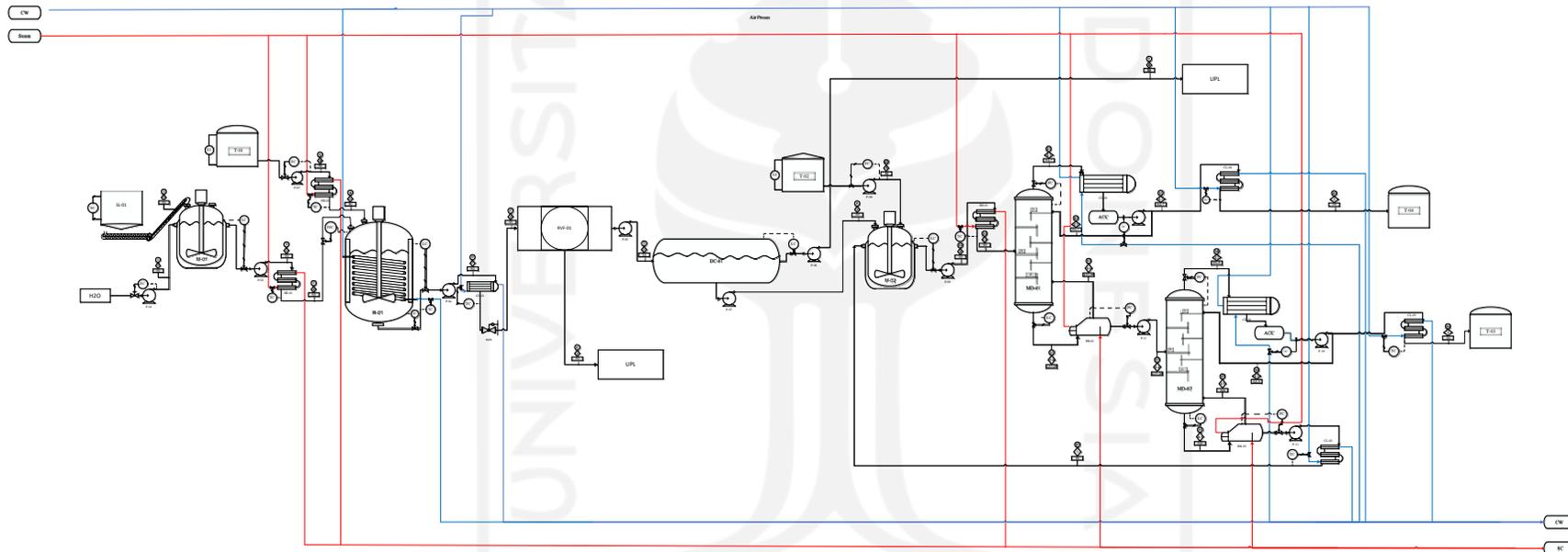
$$\Delta P_T = \frac{f \times v^2 \times L}{5,22 \times 10^{10} \times \text{ID} \times s \times \theta t}$$

$$\Delta P_T = 0,0050 \text{ psi} < 2 \text{ psi}$$



LAMPIRAN B

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK KLOOROFORM DARI ASETON DAN KALSIMUM HIPOKLORIT
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN



Komponen	Arus (kg/jam)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CHCl ₃ (l)					5.113,53		5.113,532	5.076,101	37,43105		5.098,82	25,49	5.073,33	5.050,5	22,83
CH ₃ COCH ₃ (l)			2.727	245,46			245,4	198,09	47,37394		199,07	198,08	0,995	0,004358	0,99
Ca(OCl) ₂ (aq)	27.273	27.273,42			18.094,74		18.094,74		18.094,74						
Ca(CH ₃ COO) ₂ (l)					3.380,49		3.380,494		3.380,494						
Ca(OH) ₂ (s)					3.166,54	3.166,539									
H ₂ O (aq)	129.873,5	129.873,5	5,42	129.878,9	474,98	129.403,9		129.403,9							
C ₂ H ₅ OS (l)										0,588	5.880,433		5,880	0,588043	5.879,84
TOTAL	129.873,5	27.273,42	157.146,87	2.732,38	159.879,67	3.642,519	156.238,15	5.274,188	150,964	0,588	11.178,31	223,57	10.954,76	5.051,09	5.904,656

KETERANGAN		
MI	Mixer	FC
R	Reaktor	FC
RVF	Rotary Vacuum Filter	LC
LI	Level Indicator	LI
MD	Menara Distilasi	TC
CD	Condensator	WI
RB	Reaktor	EV
ACC	Accumulator	
HE	Heater	Q
COL	Cooler	Q
TI	Tangki	o
TS	Silo	W
P	Pompa	
CW	Cooling Water	
TRC	Ratio Control	
		Pressure Control
		Flow Control
		Level Control
		Level Indicator
		Temperature Control
		Weight Control
		Expansion Valve
		Sambungan Listrik
		Tekanan Listrik
		Temperature (C)
		Control Valve
		Pipa
		Udara Tekan

	JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA	
	PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM PRARANCANGAN PABRIK KLOOROFORM DARI ASETON DAN KALSIMUM HIPOKLORIT DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 40.000 TON/TAHUN	
Disusun Oleh:	1. Siti Dinnas Yulia Pratama	18521164
	2. Baralis Suddana Ardiansyah	18521170
Dosen Pembimbing:	1. Dr. Khamidin Cahyadi, ST., Msc	
	2. Vitasidlysa Aeliana San Anggoro, S.T., M.Eng.	

LAMPIRAN C

- Aries, R. ., & Newton. (1955). *Chemical Engineering Cost Estimation*. McGraw-Hill Book Company.
- Brown, G. G., Foust, A. S., Katz, R. L., Schneidewind, R., Wood, W. P., & Brown, G. M. (1950). *Unit Operations*. CBS Publishers & Distributors.
- Brownell, Ll. E., & Young, E. H. (1959). *Process Equipment Design*. John Willey & Sons.
- Coulson & Richardson's. (2006). *Chemical Engineering Design* (6th ed.). Elsevier Butterworth Heinemann.
- Kern, D. Q. (1983). *Process Heat Transfer*. McGraw-Hill Book Company.
- Kister, H. Z. (1990). *Distillation Operation*.
- Mccabe, W., Smith, J., & Harriott, P. (1993). *Unit Operations of Chemical Engineering* (5th ed.). McGraw-Hill International Editions.
- Perry, R. H. (2007). Perry's Chemical Engineering Handbook. In *Perrys' Chemical Engineers' Handbook* (7th ed.).
- Peters, M. S., & Timmerhaus, K. D. (1991). Plant Design and Economics for Chemical Engineers. In *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*. McGraw-Hill International Editions.
- Ulrich, G. D. (n.d.). *A Guide To Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Willey & Sons.
- Van Winkle, M. (1967). *Distillation*. McGraw-Hill International Editions.
- Yaws, C. L. (1999). *Chemical Properties Handbook*. John Willey & Sons.

