PRARANCANGAN PABRIK EPICHLOROHYDRIN DARI DICHLOROHYDRIN DAN SODIUM HIDROKSIDA KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

PRARANCANGAN PABRIK

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat

untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Oleh:

Nama	**:**	**Tiara Nur Kemala Yansah**	**Nama**	**:**	**Fernanda Devin Prasetyo**
NIM	**:**	**18521140**	**NIM**	**:**	**18521143**

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2023

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRARANCANGAN PABRIK EPICHLOROHYDRIN DARI DICHLOROHYDRIN DAN SODIUM HIDROKSIDA KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tiara Nur Kemala Yansah
Nim : 18521140

Nama : Fernanda Devin Prasetyo
Nim : 18521143

Yogyakarta, Januari 2023

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

TTd

Tiara Nur Kemala Yansah

TTd

Fernanda Devin Prasetyo

LEMBARAN PENGESAHAN PEMBIMBING

PRARANCANGAN PABRIK EPICHLOROHYDRIN DARI DICHLOROHYDRIN DAN SODIUM HIDROKSIDA KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

PRARANCANGAN PABRIK

Nama : Tiara Nur Kemala Yansah **Nama : Fernanda Devin Prasetyo**

Nim : 18521140 **Nim : 18521143**

Yogyakarta, Januari 2023

Pembimbing I **Pembimbing II**

Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T. **Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T,**

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRARANCANGAN PABRIK EPICHLOROHYDRIN DARI DICHLOROHYDRIN DAN SODIUM HIDROKSIDA KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

Nama : Tiara Nur Kemala Yansah **Nama : Fernanda Devin Prasetyo**

Nim : 18521140 **Nim : 18521143**

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

Yogyakarta, Januari 2023

Tim Penguji,

Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T. ……
Ketua

Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M.Eng. ……
Anggota I

Lucky Wahyu Nuzulia, S.T., M.Eng
Anggota II

Mengetahui:
Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Alhamdulillah, segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, taufik dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir Prarancangan Pabrik Kimia dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas Akhir Prarancangan Pabrik Kimia dengan judul "Prarancangan Pabrik Kimia Epichlorohydrin dari Dichlorohidrin dan Sodium Hidroksida dengan Kapasitas 25.000 Ton/Tahun" ini disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah didapatkan selama menempuh pendidikan di bangku kuliah, dan merupakan sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia dari Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Penyusunan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tidak lepas dari dukungan, bimbingan dan bantuan dari banyak pihak yang sangat berarti bagi penulis. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya.
2. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan motivasi dan dukungan baik moril maupun materil selama menempuh pendidikan di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia,Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang selalu memberikan waktu, arahan dan bimbingannya selama penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.

6. Ibu Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberikan waktu, arahan dan bimbingannya selama penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
8. Seluruh rekan-rekan Mahasiswa Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia angkatan 2018 yang selalu memberikan dukungan serta saling membagikan ilmunya.
9. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Untuk itu, kami sangat mengharapkan kritik dan saran demi sempurnanya Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, Januari 2023

Penyusun

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil 'alamin, Ya Allah

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunianya kepada saya sehingga saya diberikan kesempatan untuk menuntut ilmu dan menyelesaikan studi saya di jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Terimakasih Ya Allah karena sudah mengabulkan doa - doa yang saya panjatkan setiap harinya, melindungi saya, dan hanya dengan izin-NYA semata saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Terimaksih kepada kedua orang tua saya, Ibu (Yeyen Firdayanti), Bapak (RudiYansah) dan adik (Nazla Zaharani Fatiha) yang tidak henti – hentinya memberikan doa, semangat, dorongan, kasih sayang dan kepercayaan yang sangat luar biasa kepada anak sulungnya agar dapat menimpa ilmu yang baik. Semoga kelak saya dapat membalas jasa yang telah dibarikan. Mohon maaf jika Tiara belum bisa memberikan yang terbaik selama ini, tetapi *Inshaallah* Tiara akan berusaha semaksimal mungkin untuk mengangkat derajat Ibu Bapak. Tidak lupa juga kepada Nenek (Suhati), Atok (Matzen), Tante (Acik Wira, Acik Evi, Acu Memed), Sepupu (Rafi, Rifki, Raisa, Raka) dan Kucing (Boo, Gembul, Leo, Bob, Cebol, Shiro, Cola, Kety, Lulu, Ringgo, Milo, Prince, Meki, dll) saya tercinta.

Terimakasih kepada Bapak Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T. dan Ibu Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktunya ditengah kesibukannya untuk membimbing, mengarahkan, memberikan ilmu dan menasehati kami. Serta kepada Dosen – dosen Teknik Kimia yang senantiasa memberikan ilmunya dengan tulus dan ikhlas selama saya kuliah.

Terimakasih kepada Fernanda Devin Prasetyo selaku rekan Tugas akhir saya. Terimakasih atas perjuangan, Kerjasama, kesabaran dan semua yang telah dilewatkan, semoga ilmu yang didapatkan berkah dan bermanfaat untuk sekitar.

Terimakasih untuk teman – teman Teknik Kimia 2018. Persembahan kepada sahabat saya yang mendukung saya sampai di titik sekarang, teristimewa kepada (Astuti, Geral Ge, Fajar GG, Ditouch, Dwikk, Alan I, dan Wiscok) sebagai manusia paling teristimewa dan ter GG yang telah berperan penting selama proses

penyelesaian Tugas Akhir saya. Kemudian kepada Keluarga Atlet (Nunut, Widay, Suntil, Mahe, Inyong, Insane, Rejak, dan Yogss) sebagai manusia teristimewa ke dua yang sudah menghiasi waktu selama kuliah saya dari awal sampai akhir. Kemudian kepada (Azradung, Raracil, Dilut, Amidut, Nans but-but, dan Manggorain) sebagai teman yang sangat saya sayangi dari SMA sampai sekarang. Kemudian kepada (Pais, Dede, Jap, dan Riz) yang menjadi dekat di saat menjalani Tugas Akhir ini. Dan terakhir untuk semua teman – teman yang telah berkontribusi dalam proses pengerjaan Tugas akhir saya tetapi saya tidak bisa sebutkan satu-satu. Semoga kita semua dapat mewujudkan cita – cita kita di masa depan nantinya Aamiin.

Tidak ada ujian yang tidak bisa diselesaikan. Tidak ada kesulitan yang melebihi batas kesanggupan. Karena "*Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kadar kesanggupannya*." QS Al-Baqarah: 286

Tiara Nur Kemala Yansah

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya kepada saya sehingga saya mendapatkan kesempatan untuk menuntut ilmu dan dapat menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi, Universitas Islam Indonesia.

Terima kasih kepada kedua orang tua saya, Bapak Sri Mulyadi dan Ibu Suprapti serta adik saya Devina Al-Zetty Prasetyo yang telah memberikan doa, dorongan, motivasi, dan kasih saying yang sangat luar biasa kepada saya selama ini. Terima kasih telah berjuang dan berkorban demi masa depan anak yang lebih baik agar selalu berbakti, bermanfaat, dan dapat membahagiakan suatu hari nanti.

Terima kasih kepada Bapak Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II. Terima kasih atas waktu, ilmu, bimbingan, dan arahannya selama ini sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

Terima kasih kepada Tiara Nur Kemala Yansah sebagai partner dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang telah bersabar dan terus berjuang dalam penyelesaian penyusunan Tugas Akhir pra rancangan pabrik. Semoga ilmu yang kita dapatkan berkah dan bermanfaat untuk sekitar.

Terima kasih juga untuk teman-teman Teknik Kimia angkatan 2018 yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, bukan hanya menjadi teman melainkan sudah menjadi keluarga. Atas segala kenangan yang telah saya dapatkan selama duduk di bangku kuliah. Terima kasih kepada JKT48 yang telah menghibur saya ketika dilanda rasa suntuk dan bosan melalui karya lagunya yang kreatif.

Terima kasih kepada teman-teman Keluarga Atlet (Geraldy, Asty, Insan, Mahe, Nanad, Nilla, Prayoga, Reza, Sani, dan Widi) yang telah menjadi teman bermain dan belajar selama di masa perkuliahan, teman-teman Bucin Grub Lagi (Amelia, Dwi, Jenny, Imelza, Nugi, Farros) yang telah menjadi teman sekaligus sahabat pertama saya di kuliah ini, serta teman saya lainnya (Faiz, Fajar, Alan, Bahrul) yang telah meluangkan waktu untuk sama sama berproses. Kemudian kepada teman-teman Badminton Teknik Kimia 2018 (Dimaz, Fahrianto, Saddam,

Wahyu, Fikar, Visral, Fachrul, dan yang lainnya) yang telah menjadi teman berolahraga setiap hari Selasa malam jam 19.00 sampai jam 23.00 di Gor Turgo Gede. Kemudian kepada teman serta sahabat yang sudah saya anggap seperti keluarga sendiri, Pengabdi Fadhil 2 (Ina, Dios, Fadhil, Akbar) yang telah menjadi teman saya sedari TK hingga saat ini. Semoga apa yang kita cita-cita kan dapat terwujud dimasa depan nanti.

Fernanda Devin Prasetyo

DAFTAR ISI

LEMBARAN PENGESAHAN PEMBIMBINGAN ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI iv
KATA PENGANTAR v
LEMBAR PERSEMBAHAN vii
DAFTAR ISI xi
DAFTAR TABEL xv
DAFTAR GAMBAR xviii
ABSTRAK xix
ABSTRACT xx
BAB I 1
PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Penentuan Kapasitas Produksi 1
1.3. Tinjauan Pustaka 5
1.3.1. Tinjauan Proses Pembuatan Epichlorohydrin 5
1.3.2. Tinjauan Secara Teknis 8
1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika 9
1.4.1 Menghitung ΔHreaksi° standar pada suhu 298°K 9
1.4.2 Menghitung Energi Gibbs (ΔGreaksi°) 10
1.4.3 Tinjauan Kinetika 12
BAB II 14
PERANCANGAN PRODUK 14
2.1 Spesifikasi Sifat Fisis Produk dan Bahan Baku 14

2.2 Spesifikasi Sifat Kimia Produk dan Bahan Baku 17
2.3 Identifikasi *Hazard* Produk dan Bahan Baku 18
2.4 Pengendalian Kualitas 22
BAB III 24
PERANCANGAN PRODUK 24
3.1 Diagram Alir Proses dan Material 24
3.1.1 Diagram Alir Proses 24
3.1.2 Diagram Alir Material 25
3.2 Uraian Proses 26
3.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku 26
3.2.2 Proses Reaksi Pembuatan Epichlorohydrin 26
3.3 Spesifikasi Alat 28
3.3.1 Spesifikasi Reaktor 28
3.3.2 Perancangan alat pemisah 30
3.3.3 Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan 42
3.3.4 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan 45
3.3.5 Spesifikasi Alat Penukar Panas 53
3.4 Neraca Massa 58
3.4.1 Neraca Massa Total 58
3.4.2 Neraca Massa Alat 58
3.5 Neraca Panas 65
BAB IV 70
4.1 Lokasi Pabrik 70
4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokai Pabrik 70
4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik 72

4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*) 73
4.3 Tata letak Alat Proses (*Machines Layout*) 79
4.4 Organisasi Perusahaan 83
4.4.1 Bentuk Perusahaan 83
4.4.2 Struktur Organisasi 85
4.4.3 Tugas dan Wewenang 88
4.4.4 Status Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan 94
4.4.5 Pembagian Jam Kerja dan Sistem Gaji Karyawan 97
4.4.6 Ketenagakerjaan 102
BAB V 105
UTILITAS 105
5.1 Pelayanan Teknik (Utilitas) 105
5.1.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*) 105
5.1.2 Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*) 111
5.1.3 Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*) 111
5.1.4 Unit Penyediaan Udara Tekan (*Instrument Air System*) 115
5.1.5 Unit Penyedian Bahan Bakar 115
5.1.6 Unit Pengolahan Limbah 115
5.1.7 Spesifikasi Alat Utilitas 117
BAB VI 125
EKONOMI 125
6.1 Evaluasi Ekonomi 125
6.1.1 Penaksiran Harga Alat 126
6.1.2 Dasar Perhitungan 127

6.1.3 Perhitungan Biaya 128
6.1.4 Analisa Kelayakan 129
6.1.5 Hasil Perhitungan 131
6.1.6 Hasil Analisis Keuntungan 136
6.1.7 Hasil Kelayakan Ekonomi 136
BAB VII 140
KESIMPULAN DAN SARAN 140
7.1 Kesimpulan 140
7.2 Saran 141
DAFTAR PUSTAKA 142
LAMPIRAN A 144
LAMPIRAN B 168

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor Epichlorohydrin pada beberapa Negara Asia 3
Tabel 1. 2 Daftar Perusahaan Epichlorohydrin di Dunia 4
Tabel 1. 3 Perbandingan Proses Pembuatan Epichlorohydrin 8
Tabel 1. 4 $\triangle Hr^o$ masing-masing komponen 10
Tabel 1. 5 $\triangle Gr^o$ masing-masing komponen 11
Tabel 2. 1 Identifikasi Hazard Produk dan Bahan Baku……18
Tabel 3. 1 Spesifikasi Reaktor……...28
Tabel 3. 2 Spesifikasi Mixer - 01 30
Tabel 3. 3 Spesifikasi Mixer - 02 31
Tabel 3. 4 Spesifikasi Netralizer - 01 32
Tabel 3. 5 Spesifikasi Evaporator - 01 33
Tabel 3. 6 Spesifikasi Rotary Vacum Fillter 34
Tabel 3. 7 Spesifikasi Rotary Dryer 35
Tabel 3. 8 Spesifikasi Dekanter 35
Tabel 3. 9 Spesifikasi Condensor 36
Tabel 3. 10 Spesifikasi Menara Destilasi 39
Tabel 3. 11 Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan Cair 42
Tabel 3. 12 Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan Padat 43
Tabel 3. 13 Spesifikasi Pompa 45
Tabel 3. 14 Spesifikasi Pompa (2) 46
Tabel 3. 15 Spesifikasi Pompa (3) 48
Tabel 3. 16 Spesifikasi Pompa (4) 49
Tabel 3. 17 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Padat 51
Tabel 3. 18 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Padat 52
Tabel 3. 19 Spesifikasi Cooler 53
Tabel 3. 20 Spesifikasi Heater 55
Tabel 3. 21 Spesifikasi Heater (2) 56
Tabel 3. 22 Tabel Neraca Massa Total 58
Tabel 3. 23 Tabel Neraca Massa Mixer (M - 01) 58

Tabel 3. 24 Neraca Massa Mixer (M - 02) 59
Tabel 3. 25 Neraca Massa Reaktor (R - 01) 59
Tabel 3. 26 Tabel Neraca Massa Reaktor (R - 02) 60
Tabel 3. 27 Tabel Neraca Massa Netralizer (N - 01) 60
Tabel 3. 28 Tabel Neraca Massa Evaporator (EVP - 01) 61
Tabel 3. 29 Tabel Neraca Massa Rotary Vacum Fillter (RVF - 01) 62
Tabel 3. 30 Tabel Neraca Massa Rotary Dryer (RD - 01) 62
Tabel 3. 31 Tabel Neraca Massa Condenser (CD - 01) 63
Tabel 3. 32 Tabel Neraca Massa Dekanter (DE - 01) 63
Tabel 3. 33 Tabel Neraca Massa Menara Destilasi (MD - 01) 64
Tabel 3. 34 Tabel Neraca Panas Mixer (M - 01) 65
Tabel 3. 35 Tabel Neraca Panas Mixer (M - 02) 65
Tabel 3. 36 Tabel Neraca Panas Reaktor (R - 01 & R - 02) 66
Tabel 3. 37 Tabel Neraca Panas Netralizer (N - 01) 66
Tabel 3. 38 Tabel Neraca Panas Evaporator (EVP - 01) 67
Tabel 3. 39 Tabel Neraca Panas Rotary Vacum Fillter (RVF - 01) 67
Tabel 3. 40 Tabel Neraca Panas Rotary Dryer (RD - 01) 68
Tabel 3. 41 Tabel Neraca Panas Dekanter (DE - 01) 68
Tabel 3. 42 Tabel Neraca Panas Condenser (CD - 01) 68
Tabel 3. 43 Tabel Neraca Panas Menara Destilasi (MD - 01) 69
Tabel 4. 1 Daftar Tata Letak Pabrik……...77
Tabel 4. 2 Daftar Jabatan Perusahaan 95
Tabel 4. 3 Jumlah Karyawan 95
Tabel 4. 4 Jadwal Shift Karyawan 99
Tabel 4. 5 Rincian Gaji Karyawan 100
Tabel 5. 1 Total Kebutuhan Air……..……106
Tabel 5. 2 Kebutuhan Cooling Water 107
Tabel 5. 3 Tabel Kebutuhan Air Umpan Boiler (Boiler Feed Water) 108
Tabel 5. 4 Kebutuhan Listrik Proses 112
Tabel 5. 5 Kebutuhan Listrik Utilitas 113
Tabel 5. 6 Kebutuhan Listrik 114

Tabel 5. 7 Pompa Utilitas 117
Tabel 5. 8 Pompa Utilitas (2) 118
Tabel 5. 9 Pompa Utilitas (3) 119
Tabel 5. 10 Pompa Utilitas (4) 120
Tabel 5. 11 Bak Penampungan Utilitas 121
Tabel 5. 12 Tangki Utilitas 122
Tabel 5. 13 Cooling Tower Utilitas 123
Tabel 5. 14 Dearator Utilitas 123
Tabel 5. 15 Blower Cooling Tower Utilitas 124
Tabel 5. 16 Mixed Bed Utilitas 124
Tabel 6. 1 Physical Plant Cost 132
Tabel 6. 2 Direct Plant Cost 132
Tabel 6. 3 Fixed Capital Investment 132
Tabel 6. 4 Direct Manufacturing Cost 133
Tabel 6. 5 Indirect Manufacturing Cost 133
Tabel 6. 6 Fixed Manufacturing Cost 133
Tabel 6. 7 Manufacturing Cost 134
Tabel 6. 8 Working Capital 134
Tabel 6. 9 General Expenses 134
Tabel 6. 10 Total Production Cost 135
Tabel 6. 11 Fixed Cost 135
Tabel 6. 12 Variable Cost 135
Tabel 6. 13 Regulated Cost 135

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Data Impor Epichlorohydrin di Indonesia 2
Gambar 4. 1 Rencana Lokasi Pendirian Pabrik…….70
Gambar 4. 2 Tata Letak Pabrik (Plant Layout) 78
Gambar 4. 3 Tata Letak Alat-Alat Proses (Machines Layout)..... 82
Gambar 4. 4 Struktur Organisasi..... 87
Gambar 5. 1 Diagram Alir Pengolahan Air…….110
Gambar 6. 1 Grafik Hubungan Antara Tahun dan Indeks Harga……...126
Gambar 6. 2 Grafik Break Even Point 137

ABSTRAK

Pra rancangan pabrik Epichlorohydrin dengan kapasitas 25.000 ton/tahun didirikan untuk memenuhi kebutuhan Epichlorohydrin di Indonesia serta mengurangi impor. Epichlorohydrin digunakan dalam pembuatan gliserol, plastik, epoxy resin. Pabrik ini akan didirikan di Cilegon. Pada proses pembuatan Epichlorohydrin ini, Dichlorohydrin direaksikan dengan Sodium Hidroksida membentuk Epichlorohydrin dan Natrium Klorida di dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) pada suhu 80 °C dan 1 atm dengan konversi 93,5%. Hasil studi evaluasi ekonomi menunjukkan bahwa modal investasi pabrik ini sebesar Rp 1.386.063.111.920 dengan biaya produksi sebesar Rp 4.979.569.307.689 dan laba setelah pajak diperkirakan sebesar Rp 208.276.002.859. Berdasarkan kondisi operasi dan sifat-sifat bahan baku dan produk, pabrik Epichlorohydrin ini tergolong sebagai pabrik resiko rendah. Hasil analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan bahwa *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum dan sesusah pajak sebesar 21,47% dan 15,03% dengan *Pay Out Time* (POT) sebelum dan sesudah pajak sebesar 3,4 dan 4,3 tahun, sedangkan *Break Even Point* (BEP), *Shut Down Point* (SDP), dan *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 54,54%, 31,26%, dan 18,69%. Dari data analisis kelayakan di atas disimpulkan bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak untuk ditinjau lebih lanjut.

Kata-kata kunci: Epichlorohydrin, Diklorohidirn, Sodium Hidroksida, Natrium Klorida

ABSTRACT

Demand on Epichlorohydrinin Indonesia increases annually, therefore an Epichlorohydrinplant needs to be built. Epichlorohydrinis commonly used in the production of glycerol, plastics, and epoxy resins. The plant with a design capacity of 25,000 tons/year is planned to be built in Cilegon. Epichlorohydrinis produced by reacting Dichlorohydrin and Sodium hydroxide in a continuous stirred tank reactor at 80°C and 1 atm with a conversion of 93.5%. Based on the economic evaluation result, it is concluded that an investment capital requires about IDR 1,386 billion with a total production cost and profit after tax of IDR 4,979 billion and IDR 208 billion , respectively. Based on the operating conditions and physical properties of the raw materials and products, the plant is then classified as a low-risk factory. Besides, based on the economic analysis, it can be seen that the Return On Investment (ROI) before and after-tax is 21,47% dan 15,03% with the Pay Out Time (POT) before and after-tax of 3,3 and 4,3 years, respectively. The other parameters such as the Break-Even Point (BEP), the Shut Down Point (SDP), and the Discounted Cash Flow Rate (DCFR) show reasonable values (54,54%, 31,26%, and 18,69%). From the feasibility analysis above, it can be concluded that this plant would be profitable and feasible to build.

Keywords: *Epichlorohydrin, Dichlorohidrin, Sodium Hydroxide, Sodium Chloride*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan sumber daya manusia terbanyak keempat di dunia. Cara untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat, di Indonesia melakukan pembangunan di segala bidang. Salah satu bidang pembangunan tersebut adalah sektor ekonomi yang dimana sektor industri masuk didalamnya. Sektor industri diharapkan dapat memicu kemajuan bangsa. (Analisa, 2008)

Perkembangan pembangunan Industri yang semakin meningkat kemajuannya ini terlihat dengan banyak berdirinya pabrik, dan salah satu perkembangan industri yang semakin pesat di Indonesia ialah industri kimia di industri yang memproduksi bahan jadi maupun bahan baku antara (intermediate). Salah satu bahan baku antara (intermediate) adalah Epichlorohydrin. Epichlorohydrin adalah senyawa organoklorin dan epoksida, banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan epoksi, penoksi, resin-resin, poli amida, karet poli ester, surfaktan, elastomer, pengemulsi minyak, lubrikan, dan cat. Epichlorohydrin juga digunakan sebagai stabilizer di senyawa-senyawa yang mengandung klorin seperti karet, pestisida, dan solven. (Bijsterbosch dkk, 1994)

Rumus kimia Epichlorohydrin adalah C_3H_5ClO. Cairan ini tidak memiliki warna yang mempunyai sifat beracun, mudah terbakar, larut dalam bahan pelarut organic dan sedikit larut dalam air (Perry, 1984)

Pendiri pabrik Epichlorohydrin di Indonesia memiliki prospek yang baik karena permintaan dosmestik yang kuat untuk mengurangi impor. Pendirian pabrik tersebut juga dapat memicu pertumbuhan pabrik-pabrik yang menggunakan bahan Epichlorohydrin, sehingga pengganguran dapat berkurang di Indonesia. Parbik tersebut diharapkan dapat memenuhi kebutuhan Epichlorohydrin dan dapat menekan angka impor.

1.2. Penentuan Kapasitas Produksi

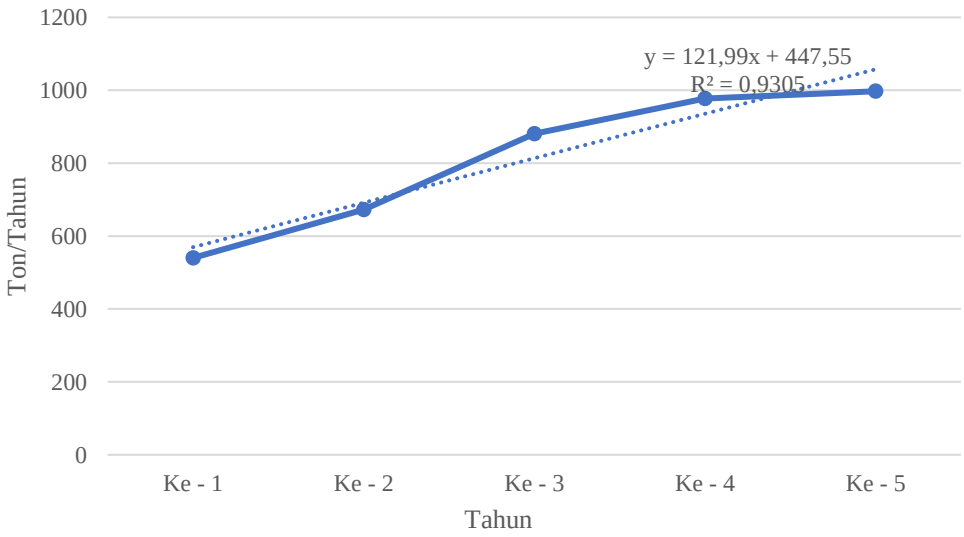
Kapasitas pabrik mempunyai peran penting dalam pendirian pabrik ini dikarenakan dapat mempengaruhi perhitungan ekonomis maupun teknis saat

perancangan. Selama ini Indonesia melakukan impor Epichlorohydrin yang diperoleh dari negara China, Jepang, Korea, Taiwan, Swedia Thailand, Belgia dan Jerman. Selama 5 tahun terakhir kebutuhan Epichlorohydrin di Indonesia mengalami fluktuasi. Kebutuhan impor Epichlorohydrin di Indonesia disajikan dalam tabel 1.1 berikut:

Tahun	Ton
2017	540,071
2018	672,205
2019	880,34
2020	977,699
2021	997,263

(Sumber : Badan Pusat Statistika)

Dari data diatas, dibuat grafik yang berhubungan antara tahun dan jumlah Epichlorohydrin yang diimpor ke Indonesia.



Gambar 1. 1 Grafik Data Impor Epichlorohydrin di Indonesia

Dari grafik diatas diapatkan suatu persamaan linear, yaitu :

$$y = 121{,}99x + 447{,}55$$

$$y = 121{,}99(10) + 447{,}55$$

$$y = 1.667{,}45 \text{ ton/tahun}$$

Dari persamaan linear diatas dapat diketahui bahwa kebutuhan impor Epichlorohydrin di Indonesia di tahun 2026 adalah 1.667,45 ton/tahun.

Pabrik Epichlorohydrin ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dikarenakan kebutuhan Epichlorohydrin dalam negeri yang hanya dipenuhi dari impor, hal ini dikarenakan pabrik Epichlorohydrin yang belum berdiri di Indonesia dan untuk kelebihan produksi dalam negerinya dapat dilakukan ekspor ke luar negeri. Berikut data impor Epichlorohydrin di beberapa negara di Asia pada tahun 2021:

Tabel 1. 1 Data Impor Epichlorohydrin pada beberapa Negara Asia

No	**Negara**	**Total Impor(ton)**
1	Thailand	74.059.561
2	Korea	28.996.167
3	Japan	4.044.570
4	Arab	4.014.390
5	Singapura	142.131
6	India	159.039

Berikut daftar pabrik-pabrik Epichlorohydrin di dunia:

Tabel 1. 2 Daftar Perusahaan Epichlorohydrin di Dunia

Perusahaan	**Lokasi**	**Kapasitas (Ton/Tahun)**
Asahi Glass	Kashima, Jepang	50.000
China		60.000
CIS		55.000
Daiso	Matsutama dan Mizushima, Jepang	50.000
Dow	Stade, Jerman	105.000
	Freeport, Texas, US	380.000
Hanwha	Yosu, Korea Selatan	25.000
Nan Ya	Mailiao, Taiwan	80.000
Samsung	Daesan, Korea Selatan	35.000
Showa Denko	Kawasaki, Jepang	24.000
Solvay	Rheinberg, Jerman	50.000
	Tavaux, Prancis	32.000
Spolek	Usti nad Labem, Republik Czech	13.000
Sumitomo	Niihara, Jepang	15.000
Thai Organics	Rayong, Thailand	10.000
Triplex	Taoyuan Zian, Taiwan	10.000
Zachem	Bydgoszcz, Polandia	35.000

(Sumber : Icis.com)

Dari data diatas didapatkan kebutuhan impor Epichlorohydrin dalam negeri dan kebutuhan impor Epichlorohydrin pada beberapa negara di Asia. Serta dapat dilihat data beberapa pabrik Epichlorohydrin yang berdiri di beberapa negara di dunia untuk dapat melihat persaingannya dan untuk kapasitas yang ditetapkan adalah sebesar 25.000 ton/tahun.

1.3. Tinjauan Pustaka

1.3.1. Tinjauan Proses Pembuatan Epichlorohydrin

1. Pembuatan Epichlorohydrin dengan Mereaksikan Dichlorohydrin dan Sodium Hidroksida.

Dengan reaksi sebagai berikut:

$C_3H_6CI_2O_{(I)}$ + $NaOH_{(aq)}$ → $C_3H_5ClO_{(aq)}$ + $NaCl_{(aq)}$ + $H_2O_{(l)}$

Dichlorohydrin Sodium Hidroksida Epichlorohydrin Natrium Klorida Air

Dalam proses ini, Epichlorohydrin dihasilkan dari reaksi antara Dichlorohydrin dan Sodium Hidroksida untuk membentuk Epichlorohydrin dan Natrium Klorida. Reaksi dilakukan dalam reaktor aliran tangki berpengaduk (RATB). Suhu reaksi yang terjadi di dalam reaktor berada pada kisaran suhu 50-80 °C dan reaksi dilakukan pada tekanan atmosfer. (Patrick Gilbeau, 2010).

Reaksi pembentukan Epichlorohydrin membutuhkan pelarut organik seperti benzena, toluena, dan 1,2,3-trikloropropana. Di antara pelarut ini, 1,2,3-trikloropropana dipilih karena lebih padat daripada air dan memiliki titik didih antara Epichlorohydrin dan Dichlorohydrin. (Viriot et al., 1957). Dengan menambahkan 1752 g 18% b/b, reaksi mengandung 1064 g (8,25 mol) 1,3-dikloro-2-propanol. Sodium Hidroksida (7,9 mol) dengan waktu tinggal di dalam reaktor 1 detik sampai 180 menit. Tingkat konversi 93,5% (Dirix et al., 2015)

2. Pembuatan Epichlorohydrin dari Alil Klorida

Dengan reaksi sebagai berikut :

- $H_2C{=}CHCH_{3(aq)}$ + $Cl_{2(l)}$ → $H_2C{=}CHCH_2Cl_{(aq)}$ + $HCL_{(aq)}$

  Propena Klorida Kloro Propena Asam Klorida

- $H_2C{=}CHCH_2Cl_{(aq)}$ + $HOCl_{(aq)}$ → $ClCH_2CHClCH_2OH_{(aq)}$

Kloro Propena Asam Hipoklorit 2,3-dikloro-1-propanol + $ClCH_2CHOHCH_2Cl_{(aq)}$ 1,3-dikloro-2-propanol

- $ClCH_2CHOHCH_2Cl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow H_2C\text{-}CHCH_2Cl_{(aq)}$

1,3-dikloro-2-propamol Natrium Hidroksida Epichlorohydrin

$+ NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$

Natrium Klorida Air

Epichlorohydrin dihasilkan dari klorohidrogenasi alil klorida. Alil klorida diperoleh dengan mengklorinasi propena. Propena dipanaskan dan klorida dimasukkan ke dalam reaktor di mana ia bereaksi pada suhu tinggi dan tekanan sedang. Alil klorida diperoleh dengan distilasi. Hidrogen klorida yang dihasilkan dapat diperoleh kembali dalam penyerap gas buang.

Alil klorida kemudian direaksikan dengan asam hipoklorit menghasilkan Dichlorohydrin (2,3-dikloro-1-propanol dan 1,3-dikloro-2-propanol). Dichlorohydrin kemudian direaksikan dengan larutan natrium hidroksida dalam reaktor kolom. Kondisi reaksi adalah 70 hingga 100°C dan tekanan atmosfer. Hasil Epichlorohydrin adalah 60% dan 65% terhadap propilena dan klorida yang diumpankan ke reaksi alil klorida. (Faith,et al., 1975)

3. Pembuatan Epichlorohydrin dengan Mereaksikan Dichlorohydrin dan Kalsium Hidroksida

Dengan reaksi sebagai berikut:

$C_3H_6ClO_{(l)} + ½\ Ca(OH)_{2(l)} \rightarrow C_3H_5ClO_{(l)} + 1/2CaCl_{2(l)}$

Dichlorohydrin Kalsium Hidroksida Epichlorohydrin + Kalsium Klorida

$+ H_2O_{(l)}$

Air

Pada proses ini, Dichlorohydrin direaksikan dengan kalsium hidroksida dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) untuk menghasilkan Epichlorohydrin dan kalsium klorida pada suhu 100 °C dengan konversi 88,2%. Kondisi operasi untuk reaksi ini berkisar dari 60 hingga 110 °C dan tekanan atmosferis. (Patent US 4634784).

4. Pembuatan Epichlorohydrin dari Gliserol dan Asam Klorida

Terdiri dari 2 tahap utama yaitu:

– Pembentukan Dichlorohydrin dari gliserol dan klorin

$OHCH_2CH(OH)CH_2(OH)_{(I)}$ + $2HCI_{(aq)}$ →

Gliserol Asam Klorida

$CICH_2CH(OH)CH_2Cl_{(aq)}$ + $CICH_2CH(CI)CH_2OH_{(aq)}$ + $_2H_2O_{(I)}$

1,3-dikloro-2-propanol 2,3-dikloro-1-propanol Air

– Pembentukan Epichlorohydrin dari Dichlorohydrin dan basa

$CICH_2CH(OH)CH_2Cl_{(aq)}$ + $CICH_2CH(CI)CH_2OH_{(aq)}$ + $2NaOH_{(aq)}$

1,3-dikloro-2-propanol 2,3-dikloro-1-propanol

→ + $C_3H_5CIO_{(I)}$ + $2NaCl_{(aq)}$

Epichlorohydrin Natrium Klorida

Reaksi dilakukan dalam dua reaktor aliran tangki berpengaduk (RATB) yang disusun secara seri. Reaksi berlangsung dalam fasa cair, reaktor pertama dioperasikan pada tekanan rendah (1-4 bar), reaktor kedua dioperasikan pada tekanan sedang (5-20 bar) dan suhu pada masing-masing reaktor adalah 90°C. terus -130°C. Pada kedua reaktor digunakan kombinasi katalis berupa asam asetat 3% dan asam maleat 8% untuk memperoleh selektivitas tinggi dan waktu reaksi yang lebih singkat.

Pada reaktor kedua berupa campuran gas-cair gliserol, HCl, kloropropanadiol dan sejumlah kecil Dichlorohydrin dikirim ke evaporator. Air yang dihasilkan dan uap kaya HCl dikirim ke menara

pemulihan deklorinasi dan cairan yang tersisa dikirim ke reaktor pertama dan diubah menjadi Dichlorohydrin. Untuk menghilangkan HCl yang terkandung, produk reaktor pertama dilewatkan melalui loop evaporator yang dimana HCl sebagai uap dan cairan dikirim ke kolom pemulihan Dichlorohydrin. Sebagian besar produk dasar yang kaya chloropropanediol dikembalikan ke reaktor pertama dan beberapa komponen berat hanyut.

Untuk membentuk garam dengan ECH ini dihasilkan dari percampuran antara Dichlorohydrin dan larutan NaOH. Reaksi pembentukan ECH dan pemisahan produk ECH dilakukan bersamaan dengan proses distilasi reaktif dan diperoleh produk pada bagian atas berupa ECH mentah, yang mengandung campuran Dichlorohydrin, garam klorida dan pengotor lainnya. Hasil ECH mentah ini harus dimurnikan hingga spesifikasi produk ECH yang diinginkan. konversi Mencapai 99,2% Dichlorohydrin. (Cassarino et al., 2009).

1.3.2. Tinjauan Secara Teknis

Kondisi operasi tiap proses untuk menghasilkan Epichlorohydrin berbeda-beda sehingga dilakukan perbandingan antara berbagai proses berdasarkan faktor teknis.

Tabel 1. 3 Perbandingan Proses Pembuatan Epichlorohydrin

Tinjauan	Proses 1	Proses 2	Proses 3	Proses 4
Fase Reaksi	Cair ****	Cair ****	Cair ****	Cair ****
Suhu	50°C – 80°C ****	70°C – 100°C ***	60°C – 110°C ***	90°C – 130°C **
Tekanan	Atmosferis ****	Atmosferis ****	Atmosferis ****	Reaktor 1 : 1 – 4 bar

				Reaktor 2 : 5 – 20 bar **
Konversi	93,5 % ****	60 - 65 % **	88,2 % ***	99,2 % ****
Jumlah Reaksi	1 ****	3 **	1 ****	2 ***
Jumlah*	**20**	**15**	**18**	**15**

Keterangan : Kurang baik (*)
Cukup (**)
Baik (***)
Sangat baik (****)

Dari Tabel 1.4 bisa dilihat bahwa proses pembuatan Epichlorohydrin di proses 1 merupakan proses yang lebih menguntungkan, maka proses 1 digunakan untuk memproduksi Epichlorohydrin pada fase cair.

1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika

Tinjauan secara termodinamika ditujukan untuk mengetahui sifat reaksi tersebut endotermis atau eksotermis dan arah reaksinya reversible atau irreversible. Pada penentuan reaksi ini berjalan secara eksotermis atau endotermis dapat diketahui dengan perhitungan panas (ΔHf°) pada suhu 298°K.

$$C_3H_6Cl_2O_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \leftrightarrow C_3H_5ClO_{(aq)} + NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

1.4.1 Menghitung ΔHreaksi° standar pada suhu 298°K

Nilai ΔH yang lebih besar atau lebih kecil menunjukkan jumlah energi yang dibutuhkan atau dihasilkan. ΔH positif (+), menunjukkan bahwa panas diperlukan untuk reaksi terjadi. Oleh karena itu, semakin besar ΔH, semakin besar energi yang dibutuhkan. ΔH bernilai negative (-)

menunjukkan bahwa reaksi tersebut menghasilkan panas selama proses berlangsungnya reaksi

Daftar ΔHf° masing – masing komponen didapatkan dari buku Yaws (1990), didapatkan ΔHf° pada suhu 298°K sebagai berikut :

Tabel 1. 4 △Hr° masing-masing komponen

Komponen	**ΔHf° (kJ/mol)**
$C_3H_6CI_2O$	-129,70
NaOH	-425,60
C_3H_5CIO	-107,80
NaCl	-411,20
H_2O	-241,80

ΔHr° 298 K = ΔHf° produk - ΔHf° reaktan

= (ΔHf° C_3H_5CIO + ΔHf° NaCl +ΔHf° H_2O) – (ΔHf° $C_3H_6CI_2O$ + ΔHf° NaOH)

= (-107,80 + (-411,20) + (-241,80)) – (-129,70 + (-425,60))

= -205,50 kJ/mol

Nilai ΔHr° (298 K) bernilai negative (ΔHr° < 0), maka reaksi ini merupakan reaksi eksotermis.

1.4.2 Menghitung Energi Gibbs (ΔGreaksi°)

ΔG° menunjukkan reaksi kimia spontan atau tidak disengaja. ΔG° positif (+), menunjukkan bahwa reaksi tidak terjadi secara spontan, sehingga dibutuhkan energi tambahan dari luar. Sedangkan negatif (-), yang menunjukkan bahwa reaksi berlangsung spontan dan membutuhkan sedikit energi. Oleh karena itu, semakin kecil atau lebih negatif ΔG°, semakin sedikit energi yang dibutuhkan untuk pembangkitan spontan dan dengan demikian semakin baik reaksinya.

Daftar ΔGf° masing – masing komponen didapatkan dari buku Yaws (1990), didapatkan ΔGf° pada suhu 298°K sebagai berikut :

Tabel 1. 5 $\triangle Gr^o$ masing-masing komponen

Komponen	ΔGf° (kJ/mol)
$C_3H_6CI_2O$	-83,09
NaOH	-379,50
C_3H_5CIO	-36,74
NaCl	-384,10
H_2O	-228,60

ΔGr° 298 K = ΔGf° produk - ΔGf° reaktan

= (ΔGf° C_3H_5CIO + ΔGf° NaCl +ΔGf° H_2O) – (ΔGf° $C_3H_6CI_2O$ + ΔGf° NaOH)

= (-36,74 + (-384,10) + (-228,60)) – (-83,09 + (-379,50))

= -186,85 kJ/mol

Nilai ΔGr° (298 K) bernilai negative (ΔGf° < 0), maka reaksi ini merupakan reaksi spontan.

Menentukan nilai K pada suhu 80°C (353 K) menggunakan persamaan Van't Hoff:

ln K = $-\frac{\Delta G}{RT}$; R = 0,008314 $\frac{kJ}{mol.k}$; T = 298 K

ln K(298) = $-\frac{\Delta G(298)}{RT}$

ln K = 75,42

$\ln \frac{K_{353}}{K_{0298}} = \frac{\Delta Hr}{R} X \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}$

$$\ln K_{353} - \ln K_{298} = \frac{-205{,}50}{8{,}314}\left(\frac{1}{353} - \frac{1}{298}\right)$$

$$\ln K_{353} - 75{,}42 = \exp(0{,}0129233)$$

$$\ln K_{353} = 75{,}4295$$

$$K_{353} = 5{,}73 \times 10^{32}$$

Dengan harga K yang tinggi, dapat disimpulkan bahwa reaksi Epichlorohydrin dari Dichlorohydrin dan Sodium Hidroksida merupakan reaksi searah (*irreversible*).

1.4.3 Tinjauan Kinetika

Kinetika berhubungan erat dengan kecepatan reaksi kimia. Faktor konsentrasi, suhu dan tekanan sangat berpengaruh terhadap konstanta kecepatan reaksi maupun pada kecepatan reaksi. Adapun, reaksi pembentukan Epichlorohydrin dari Dichlorohydrin dan Sodium Hidroksida adalah sebagai berikut :

$C_3H_6CI_2O_{(I)}$	+	$NaOH_{(aq)}$	$\xrightarrow{k}$	$C_3H_5ClO_{(aq)}$	+	$NaCl_{(aq)}$	+	$H_2O_{(l)}$
Dichlorohydrin		Sodium Hidroksida		Epichlorohydrin		Natrium Klorida		Air

$$A + B \xrightarrow{k} C + D\ E$$

Laju reaksi pembentukan Epichlorohydrin didapat dari jurnal Kajian Kinetika Pembuatan Epichlorohidrin (2017) dengan persamaan sebagai berikut :

$r = k\,[DCP][OH^-]$

dengan nilai k pada suhu 80°C sebagai berikut

$k = 0{,}021$

keterangan :

r : Laju reaksi $\left(\frac{mol}{L.jam}\right)$

k : konstanta kinetika dari reaksi dehidroklorinasi ($\frac{L}{mol.jam}$)

[DCP] : konsentrasi ion hidroksil ($\frac{mol}{L}$)

[OH^-] : konsentrasi Dichlorohydrin ($\frac{mol}{L}$)

BAB II

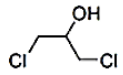
PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Sifat Fisis Produk dan Bahan Baku

1. Dichlorohydrin

Rumus Molekul :$C_3H_6Cl_2O$

Rumus Bangunan :



Berat Molekul : 128,99 kg/kmol

Kemurnian : 98%

Fase : Cair

Titik didih :174,3 ^oC

Tekanan Uap : 0,75 mmHg

Densitas : 1,363 kg/liter (20 ^oC)

Kelarutan : 12 kg/100kg air

Sifat Khusus : Irritant dan beracun apabila berkontak dengan kulit dan apabila terhirup, tidak mudah terbakar (*flash point* 74^oC)

2. Sodium Hidroksida

Rumus Molekul :NaOH

Rumus Bangunan :

Berat Molekul : 40 kg/kmol

Kemurnian : 98%

Fase : Padat

Titik didih :1388 ^oC

Tekanan Uap : -

Densitas : 2,13 g/ml (25 ^oC)

Kelarutan : 109 kg/100kg air (20 ^oC)

Sifat Khusus : Korosif terhadap logam dan dapat

menyebabkan luka bakar parah pada mata, kulit dan selaput lendir

3. Trichloropropane

Rumus Molekul : $C_3H_5Cl_3$

Rumus Bangunan :

Berat Molekul : 147,44 kg/kmol

Kemurnian : 99%

Fase : Cair

Titik didih : 156 ^oC

Tekanan Uap : 3,69 mmHg

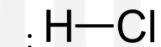
Densitas : 1,390 kg/Liter (20 ^oC)

Kelarutan : $1{,}750 \times 10^{-6}$ kg/Liter air (20 ^oC)

Sifat Khusus : Cairan tidak berwarna, irritant pada mata dan tenggorokan, bahaya untuk kesehatan, tidak mudah terbakar (*flash point* 74 ^oC)

4. Hidroclorid Acid

Rumus Molekul : HCl

Rumus Bangunan : 

Berat Molekul : 36,458 kg/kmol

Kemurnian : 38%

Fase : Cair

Titik didih : 110^oC (383K) larutan 20,2%

Tekanan Uap : 0,527 Pa larutan 10%
027,3 Pa larutan 20%

Densitas : 1,18 g/cm^3

Kelarutan : 72 g/100 ml (20 ^oC)

Sifat Khusus : larutan akuatik dari gas hydrogen klorida, korosif terhadap logam dan asam kuat.

5. Sodium Chloride

Rumus Molekul : NaCl

Rumus Bangunan : Na - Cl

Berat Molekul : 58,44 g/mol

Kemurnian : 98,5%

Fase : padat

Titik didih : 1465°C

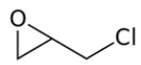
Densitas : 2,17 g/cm^{3}

Kelarutan : 360g/L

Sifat Khusus : Tidak berwarna atau berbentuk kristal putih.

6. Epichlorohydrin

Rumus Molekul : C_3H_5ClO

Rumus Bangunan : 

Berat Molekul : 92,52 kg/kmol

Kemurnian : 99%

Fase : Cair

Titik didih : 117,9 ^{o}C

Tekanan Uap : 16,4 mmHg

Densitas : 1,17 kg/Liter (20 ^{o}C)

Kelarutan : 6,59 kg/100 kg air (25 ^{o}C)

118 kg/100 kg trikloropropan (25 ^{o}C)

Sifat Khusus : Korosif dan toksik jika berkontak dengan kulit

2.2 Spesifikasi Sifat Kimia Produk dan Bahan Baku

1. Produk

   – Epichlorohydrin

     Epichlorohydrin dengan rumus kimia C_3H_5ClO merupakan cairan tidak berwarna yang mempunyai sifat beracun, mudah terbakar, korosif dan toksik jika berkontak langsung dengan kulit, larut dalam bahan pelarut organik dan sedikit larut dalam air.

   – Natrium Klorida

     Natrium Klorida dengan rumus kimia NaCl merupakan bahan atau campuran yang tidak berbahaya tetapi tetap bilas dengan air bila terjadi kontak dengan kulit ataupun mata.

2. Bahan Baku

   – Dichlorohydrin

     Dichlorohydrin dengan rumus kimia $C_3H_6Cl_2O$ merupakan cairan yang beracun dan irritant apabila berkontak dengan kulit dan apabila terhirup, tidak mudah terbakar.

   – Sodium Hidroksida

     Sodium Hidroksida dengan rumus kimia NaOH merupakan padatan putih yang tersusun dari kation natrium Na^+ dan anion hiroksida OH^-. Korosif terhadap logam dan dapat menyebabkan luka bakar parah pada mata, kulit dan selaput lendir, sangat larut dalam air, dan dengan mudah menyerap kelembaban dan karbon dioksida dari udara.

   – Trichloropropane

     Trichloropropane dengan rumus kimia $C_3H_5Cl_3$ merupakan Cairan tidak berwarna, irritant pada mata dan tenggorokan, bahaya untuk kesehatan, tidak mudah terbakar.

   – HCl

     Hydrochloric acid dengan rumus kimia HCl merupakan cairan yang dapat korosif terhadap logam, menyebabkan luka bakar yang parah, kerusakan pada mata dan iritasi pada saluran pernapasan.

2.3 Identifikasi *Hazard* Produk dan Bahan Baku

Tabel 2. 1 Identifikasi Hazard Produk dan Bahan Baku

Komponen	***Hazard***								
	Explosive	**Flammable**	**Toxic**	**Irritant**	**Oxidizing**	**Corrosive**	**Radioactive**	**Keterangan**	**Pengolahan**
Epichlorohydrin		√	√	√		√		*Flash point:* 31 ^{o}C *Autoignition point*: 385 ^{o}C	Penyimpanan wadah yang tertutup, tahan api dan terpisah dari oksidan kuat. Penyimpanan di area tanpa akses saluran pembuangan atau

									saluran pembuangan
Dichlorohydrin			√	√				*Flash point* 74°C *Boiling point*: 174,3 ^{o}C	Penyimpanan wadah yang tertutup dan terpisah dari oksidan kuat. Penyimpanan di area tanpa akses saluran pembuangan atau saluran pembuangan
Sodium Hidroksida			√	√		√		*Boiling point*: 1388 ^{o}C *Melting point*: 318 ^{o}C *Solubility in water*, g/100ml pada 20 ^{o}C	Penyimpanan wadah tertutup rapat di tempat yang kering dan berventilasi baik. Penyimpanan di

									area tanpa akses saluran pembuangan atau saluran pembuangan
Trichloropropane			√	√				*Flash point*: 74°C	Penyimpanan wadah yang tertutup dan terpisah dari oksidan kuat. Penyimpanan di area tanpa akses saluran pembuangan atau saluran pembuangan
NaCl								*Boiling point*: 1465 ^{o}C	Penyimpanan wadah yang tertutup dan

								Melting point: 800,7 ^{o}C *Solubility in water*, 360 g/1000ml pada 25 ^{o}C	terpisah dari oksidan kuat. Penyimpanan di area tanpa akses saluran pembuangan atau saluran pembuangan
HCl		√		√	√			*Boiling point : 108* ^{o}C 20% *Melting point*: -59 ^{o}C 20%	Penyimpanan wadah yang tertutup dan terpisah dari oksidan kuat. Penyimpanan di area tanpa akses saluran pembuangan atau saluran pembuangan

2.4 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah kegiatan pengendalian proses untuk mengukur karakteristik mutu produk dengan cara membandingkan dengan spesifikasi atau persyaratan yang ada dan mengambil tindakan yang tepat ketika ada perbedaan antara penampilan dan standar yang ditetapkan (Montogomery, 1990).

Quality control merupakan salah satu hal terpenting dalam proses produksi di pabrik. Tujuannya adalah untuk mencegah terjadinya penyimpangan kualitas produk yang dihasilkan sebelum sampai ke tangan konsumen. Penyimpangan kualitas dapat disebabkan oleh kualitas bahan baku yang buruk, kerusakan peralatan, dan kesalahan operasional. Penyimpangan dapat diidentifikasi berdasarkan hasil analisis dan pemantauan di area Laboratorium Pemeriksaan Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik Epichlorohydrin ini meliputi :

a. Pengawasan Kualitas Bahan Baku

   Pengawasan kualitas bahan baku dilakukan pada bahan dasar dan bahan tambahan untuk produksi Epichlorohydrin. Hal ini bertujuan untuk menitoring atau memantau kualitas bahan baku selama proses manufaktur, dari bahan baku dari *supplier* sampai bahan baku tersebut siap digunakan pada proses produksi. Pengawasan mutu bahan baku dilakukan terhadap kemurnian bahan baku yang akan digunakan yaitu Dichlorohydrin 98%, Natrium Hidroksida 98%, dan Trichloropropane 99%. Dilakukan uji laboratorium terhadap sample bahan baku selama pengawasan ini. Apabila saat dianalisa ternyata tidak sesuai dengan yang diinginkan, maka ada kemungkinan besar bahan baku terserbut akan dikirim ulang ke *supplier*.

b. Pengawasan mutu selama proses produksi

   Pada pengawasan dalam proses produksi yang paling utama adalah pengendalian alat-alat proses yang digunakan mulai dari mengontrol suhu, aliran cairan serta ketinggian cairan dalam alat proses. *Temperature Controller (TC*) digunakan untuk mengkontrol suhu pada hasil keluaran alay penukaran alat seperti *cooler* dan *heater*. *Flow Controller (FC*) digunakan untuk mengontrol aliran cairan dilakukan

pada setiap aliran antar alat proses. Kontrol ketinggian dilakukan pada tangki dengan menggunakan *Level Controller* (*LC*). Serta alat *Weight Indicator* (*WI)* yang terpasang pada bagian ujung pengeluaran *conveyor*, biasanya digunakan untuk proses dengan bahan baku padatan. Keadaan bahan dan reaksi yang ditimbulan merupakan aspek pengawasan yang perlu diamati juga. Standar operasional mesin produksi dan keadaan produk akhir sebelum *finished good* disimpan di gudang maupun kelayakan pemasaran atau konsumsi.

c. Pengawasan mutu barang jadi

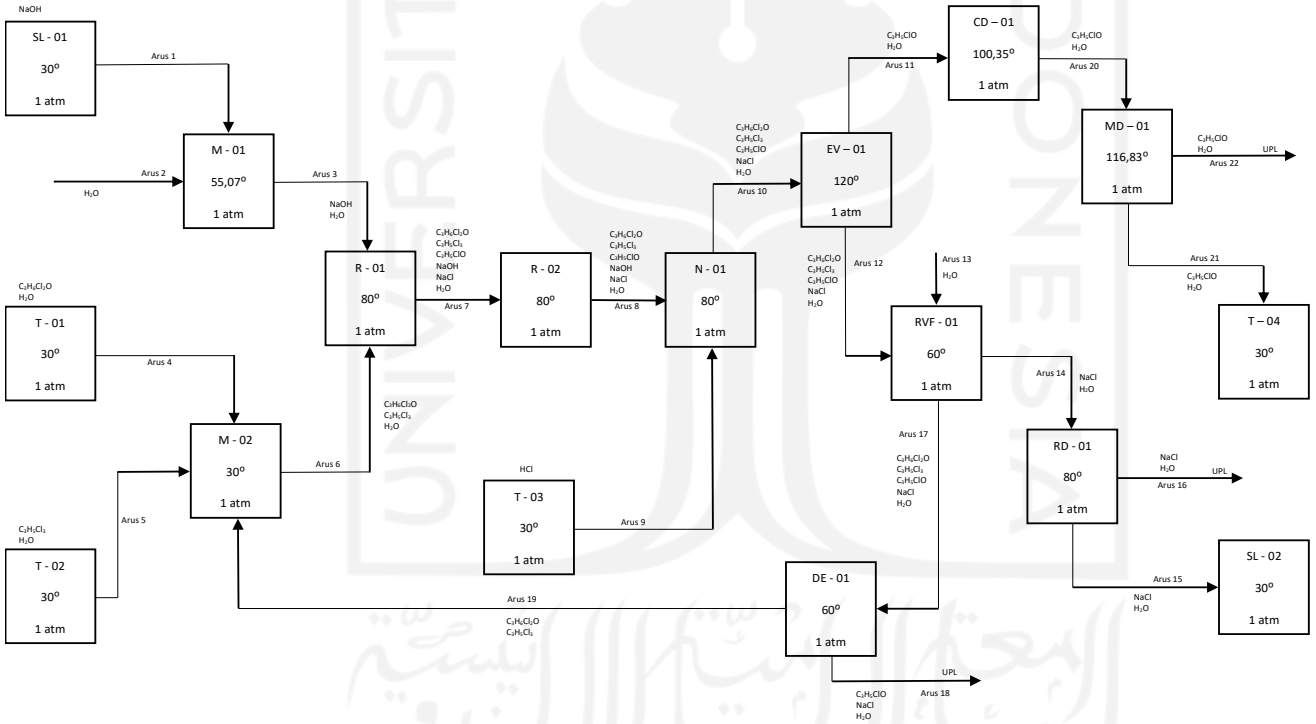
   Pengawasan mutu barang jadi ini dilakukan pengendalian terhadap *finished good* pada akhir proses dimana barang masih di dalam tangka penyimpanan maupun yang hendak dipasarkan. Pengendalian mutu ini dilakukan terhadap kemurnian Epichlorohydrin yaitu 99% dengan melakukan uji laboratorium terhadap sampel produk.

BAB III

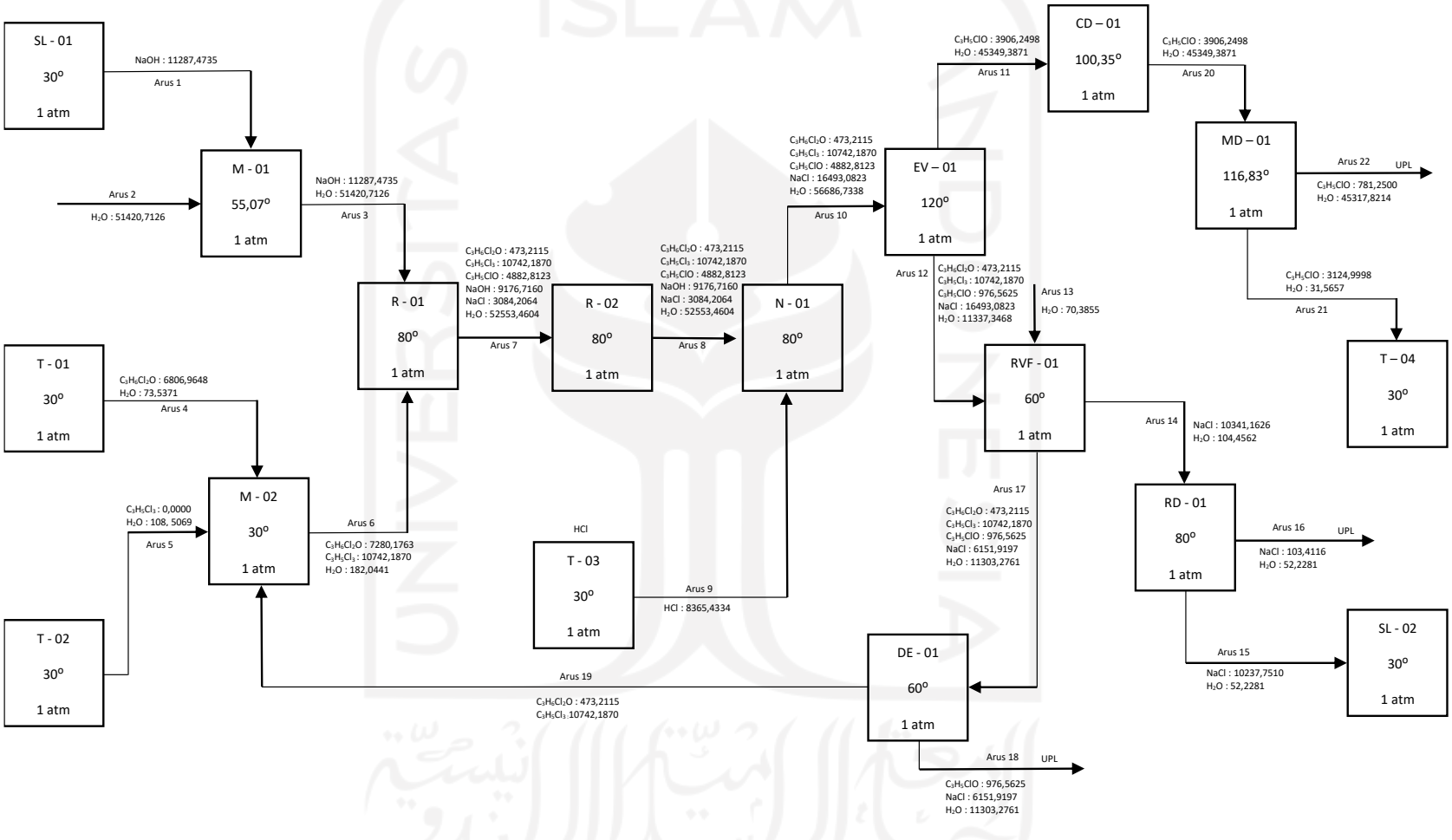
PERANCANGAN PRODUK

3.1 Diagram Alir Proses dan Material

3.1.1 Diagram Alir Proses



3.1.2 Diagram Alir Material



3.2 Uraian Proses

3.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Pada proses industri pembuatan Epichlorohydrin bahan baku yang digunakan adalah Dichlorohydrin dan Sodium Hidroksida. Pada proses persiapan bahan baku diawali dengan mengalirkan NaOH 98% padat menggunakan *screw conveyor* dan *bucket elevator* dari silo (Silo-01) ke *mixer* (M-01) dan NaOH tersebut akan diencerkan menjadi larutan 18%. Larutan NaOH 18% keluaran M-01 dipanaskan menggunakan *heater* (HE-01) terlebih dahulu sampai suhu 80ºC sebelum masuk reaktor alir tangki berpengaduk (R-01). Dichlorohydrin di tangki penyimpanan (T-01) dan triklorohidrin dari tangka penyimpanan (T-02) dipompakan menuju *mixer* (M-02). Arus keluaran *mixer* (M-02) dipanaskan menggunakan *heater* (HE-02) sampai suhu 80ºC sebelum masuk ke reaktor (R-01).

3.2.2 Proses Reaksi Pembuatan Epichlorohydrin

Pada proses reaksi pembentukan Epichlorohydrin dari arus keluaran NaOH *mixer* (M-01) dan Dichlorohydrin *mixer* (M-02) yang sudah dipanaskan menjadi 80ºC dan tekanan 1 atm dari reaktor alir tangki berpengaduk (R-01). Reaksi yang terjadi didalam reaktor sebagai berikut:

$$\underset{\text{Dichlorohydrin}}{C_3H_6CI_2O_{(I)}} + \underset{\text{Sodium Hidroksida}}{NaOH_{(aq)}} \rightarrow \underset{\text{Epichlorohydrin}}{C_3H_5ClO_{(aq)}} + \underset{\text{Natrium Klorida}}{NaCl_{(aq)}} + \underset{\text{Air}}{H_2O_{(l)}}$$

Reaksi dehidroklorinasi diatas bersifat eksotermis, spontan dan *irreversible.* Dikarenakan reaktor ini bersifat eksotermis maka untuk menjaga suhu yang bereaksi di dalam reaktor dilengkapi dengan pendingin. Konversi optimum yang dihasilkan dari reaksi ini sebesar 93,5%.

Arus keluaran dari reaktor berupa NaCl, Dichlorohydrin, air, sisa Sodium Hidroksida dan Epichlorohydrin yang larut dalam Trichloropropane. Selanjutnya produk keluaran reaktor masuk ke *netralizer* (N-01) karena masih terdapat sisa NaOH agar tidak menghidrolisis Epichlorohydrin menjadi gliserol. Larutan HCl 20% digunakan di *netralizer* (N-01) dari arus keluaran tangka penyimpanan (T-03). Setelah di *netralizer*, arus keluarannya dipanaskan menggunakan *heater* (HE-01) sampai suhu 100ºC.

Arus keluaran yang sudah mencapai 100ºC akan masuk ke *evaporator* (EV-01) untuk menguapkan Epichlorohydrin dan air menggunakan suhu 120ºC. Arus keluaran evaporator (EV-01) ada dua yakni arus yang menuju filter *rotary vacuum filter* (RVF-01) untuk memisahkan NaCl padatan dengan NaCl cair, Epichlorohydrin, Dichlorohydrin, dan triklorohidrin dan arus yang menuju condenser. Arus keluaran *rotary vacuum filter* (RVF-01) padatan akan dialirkan menggunakan *screw conveyor* dan *bucket elevator* menuju *rotary dryer* (RD-01) untuk menggurangi kadar air pada padatan NaCl dan untuk arus yang sudah didinginkan menggunakan *cooler* (CO-01) sampai 60ºC akan menuju *dekanter* (DE-01) yang berupa Natrium Klorida, Epichlorohydrin, air, Dichlorohydrin, dan Trichloropropane. Di *dekanter* (DE-01) terjadi proses pemisahan fase berat dan fase ringannya yang ditentukan dari densitas masing-masing fase. Fase berat seperti Natrium Klorida, epiklorohidirn, dan air akan dipompakan menuju Unit pengolahan lebih lanjut (UPL). Untuk fase ringannya seperti Dichlorohydrin dan Trichloropropane akan di dinginkan menggunakan *cooler* (CO-02) sampai 30ºC menuju *mixer* (M-02) sebagai arus recyle.

Untuk arus keluaran evaporator (EV-01) yang akan menuju *kondenser* (CD-01) akan mengalami proses pengembunan pada Epichlorohydrin dan air. Arus keluaran condenser akan dipompakan menuju menara destilasi (MD-01). Arus keluaran menara destilasi

ada dua berupa air yang akan dipompakan menuju unit pengolahan lanjut (UPL) dan arus yang berupa produk Epichlorohydrin 99% yang didinginkan terlebih dahulu pada *cooler* (CO-03) sehingga suhu 30ºC kemudian disimpan di tangki penyimpanan (T-04).

3.3 Spesifikasi Alat

3.3.1 Spesifikasi Reaktor

Tabel 3. 1 Spesifikasi Reaktor

REAKTOR	
SPESIFIKASI UMUM	
Kode	R-01 R-02
Fungsi	Mereaksikan Dichlorohydrin dan Sodium Hidroksida menjadi Epichlorohydrin
Jenis/Tipe	Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
Mode Operasi	Kontinyu
Jumlah	2 unit
Harga ($)	646,760
Kondisi Operasi	
Suhu (˚C)	80
Tekanan (atm)	1
Kondisi Proses	Isothermal
Kontruksi dan Material	
Bahan Kontruksi	*Stainless Stell SA 167 grade 3 type 304*
Diameter (ID) shell	3,66
Tebal shell (in)	0,25
Tinggi shell (m)	5,49

Tabel 3. 2 Spesifikasi Reaktor (lanjutan)

Kode	R-01 R-02
Jenis Head	*Torispherical Flanged and Dished Head*
Insulasi	
Bahan Konstruksi	Air Pendingin
Konduktifitas Panas (Btu/Jam. Ft^2.F)	367,36
Tebal Isolasi	0,76
Spesifikasi Khusus	
Tipe Pengaduk	*Turbin with 6 flat blade*
Diameter pengaduk (m)	1,31
Kecepatan pengadukan (rpm)	45
Jumlah baffle	4
Lebar baffle	0,13
Mode Transfer Panas	
UD (Btu/Jam. Ft2.F)	500
Luas Transfer Panas (m^2)	34,12
Tebal Jaket (m)	0,0079

3.3.2 Perancangan alat pemisah

1. Mixer

Tabel 3. 3 Spesifikasi Mixer - 01

MIXER	
SPESIFIKASI UMUM	
Kode	M-01
Fungsi	Mengencerkan umpan NaOH 98% sehingga NaOH menjadi 18% sebelum diumpankan ke dalam reaktor.
Tipe	*Torispherical Flanged and Dished Head dengan pengaduk Turbine Imppler with 6 Flat Blade*
Material	*Stainless Steel SA 167 Tipe 304-3.*
Kondisi Operasi	
Tekanan Operasi (atm)	1
Suhu Operasi (ºC)	30
Spesifikasi	
Diameter (m)	3,00
Tinggi Tangki (m)	7,50
Tebal *Shell* (in)	0,19
Diameter pengaduk (m)	0,71
Tenaga Pengaduk (HP)	10
Kecepatan pengaduk (rpm)	84
Dimensi Pemanas	
Jenis	*Coil*
Fluida Mengalir	Air Steam
Panjang (m)	7,92

Tabel 3. 4 Spesifikasi Mixer - 01 (lanjutan)

MIXER	
Jumlah lilitan	5
Luas Transfer Panas (m^2)	15,21
NPS (in)	4
Harga ($)	66,539

Tabel 3. 5 Spesifikasi Mixer - 02

MIXER	
SPESIFIKASI UMUM	
Kode	M - 02
Fungsi	Mencampurkan komponen umpan $C_3H_6Cl_2O$, $C_3H_5Cl_3$ sebelum masuk Reaktor-01
Tipe	*Torispherical Flanged and Dished Head dengan pengaduk Turbine Imppler with 6 Flat Blade*
Material	*Stainless Steel SA 167 Tipe 304-3.*
Kondisi Operasi	
Tekanan Operasi (atm)	1
Suhu Operasi (ºC)	30
Spesifikasi	
Diameter (m)	3,19
Tinggi Tangki (m)	2,89
Tebal *Shell* (in)	0,25
Diameter pengaduk (m)	1,06
Tenaga Pengaduk (HP)	15
Kecepatan pengaduk (rpm)	56
Harga ($)	66,539

2. Netralizer

Tabel 3. 6 Spesifikasi Netralizer - 01

NETRALIZER	
SPESIFIKASI UMUM	
Kode	N - 01
Fungsi	Menetralkan NaOH dengan penetral larutan HCl
Kondisi Operasi	
Tekanan (ATM)	1
Suhu (°C)	80
Spesifikasi	
Diameter *shell* (m)	1,59
Tinggi *shell* (m)	2,02
Jenis *impeller*	*Turbin with 6 flat blade*
Jumlah *baffle* (buah)	4
Diameter pengaduk (m)	0,55
Tinggi pengaduk (m)	2,15
Lebar pengaduk (m)	0,14
Kecepatan pengaduk (rpm)	125
Power pengaduk (HP)	40
Harga ($)	320,979

3. Evaporator

Tabel 3. 7 Spesifikasi Evaporator - 01

EVAPORATOR - 01	
SPESIFIKASI UMUM	
Kode	EV - 01
Fungsi	Untuk Menguapkan C_3H_5ClO dan H_2O
Jenis	*Long Tube Vertical, Double Effect Evaporator*
Kondisi Operasi	
Suhu (°C)	222,65
Tekanan (atm)	1
Bahan	*Stainless Steel SA 167 grade 3 type 304*
SPESIFIKASI	
***Pitch, triangular,* in**	1,56
A (ft^2)	692
Uc (Btu/hr.ft^2.F)	170,7
Ud (Btu/hr.ft^2.F)	300
Rd	0,001
Tube	
Length	24
Passes	1
OD (in)	1,25
BWG	8
Surface Area (ft^2)	0,32
Δ P perhitungan (psi)	10
Shell	
Passes	2
ID (in)	10
Baffle Space (in)	5
Δ P perhitungan (psi)	10

4. Rotary Vacum Fillter

Tabel 3. 8 Spesifikasi Rotary Vacum Fillter

Rotary Vacum Filter	**RVF - 01**
Fungsi	Memisahkan cake produk NaCl beserta air
Jenis	*Rotary Drum Vacum Filter*
Material	*Stainless Steel 304*
Kondisi Operasional	
Suhu (°C)	30
Tekanan (atm)	1
Spesifikasi	
Diamter (m)	5,12
Panjang (m)	10,24
kecepatan Putaran (HP)	25
Waktu Siklus	
Pembentukan *Cake* (s)	10,27
***First Dewatering* (s)**	14,72
***Washing* (s)**	15,27
***Second Dewatering* (s)**	14,72
Total Waktu Siklus (s)	65,69

5. Rotary Dryer

Tabel 3. 9 Spesifikasi Rotary Dryer

Rotary Dryer	
Kode	RD - 01
Fungsi	Menghilangkan Wet Cake produk NaCl
Jenis	Counter-Current Rotary Dryer
Material	Stainless Steel 304
Kondisi Operasional	
Suhu (°C)	80
Tekanan (atm)	1
Spesifikasi	
Diameter (m)	2,72
Panjang (m)	10,88
Tebal	0,50
Kemiringan/Slope (cm)	4
Kecepatan Putaran	10
Power Standar (HP)	2

6. Dekanter

Tabel 3. 10 Spesifikasi Dekanter

DEKANTER - 01	
SPESIFIKASI UMUM	
Kode	DE-01
Fungsi	Memisahkan fase ringan (lapisan atas) dengan fase berat (lapisan bawah).
Tipe	*Horizontal Cylinder Vessel*
Material	*Stainless Steel SA 167 Tipe 304-3.*
Kondisi Operasi	
Tekanan (atm)	1
Suhu (°C)	30

Tabel 3. 11 Spesifikasi Dekanter (lanjutan)

Kode	DE-01
Shell	
Diameter luar (m)	2,13
Panjang total (m)	2,45
Tebal *shell (in)*	0,19
Head	
Jenis *Head*	*Torispherical head (flange and dished)*
Tebal *Head (in)*	0,19
Panjang *Head (m)*	0,42

7. Condensor

Tabel 3. 12 Spesifikasi Condensor

CONDENSER - 01	
SPESIFIKASI UMUM	
Kode	CD-01
Fungsi	Untuk mengembunkan uap C_3H_5ClO dan H_2O
Tipe	*Shell and Tube Heat Exchanger*
Jenis Bahan	Carbon Stell SA-283 Grade C
Kondisi Operasi	
Suhu (°C)	100,35
Tekanan (atm)	1
SPESIFIKASI	
***Pitch, triangular,* in**	17,25
A (ft^2)	300,53
Uc (Btu/hr.ft^2.F)	42,3
Ud (Btu/hr.ft^2.F)	26,57
Rd calculated	0,0376

Tabel 3. 13 Spesifikasi Condensor (lanjutan)

Kode	CD-01
Tube	
Aliran Fluida	Cold Fluid
Passes	4
Nt (buah)	224
L (ft)	24
OD (in)	0,5
ID (in)	0,40
IPS	1/4
BWG	18
Δ P perhitungan (psi)	4,96
Δ P diijinkan (psi)	10
Shell	
Aliran Fluida	Hot Fluid
IDs (in)	23,75
Passes	1
Δ P perhitungan (psi)	0,0064
Δ P diijinkan (psi)	10

Tabel 3. 14 Spesifikasi Condensor

CONDENSER - 02	
SPESIFIKASI UMUM	
Kode	CD-02
Fungsi	Untuk mengembunkan uap C_3H_5ClO dan H_2O
Tipe	*Shell and Tube Heat Exchanger*
Jenis Bahan	Carbon Stell SA-283 Grade C
Kondisi Operasi	
Suhu (°C)	100,24
Tekanan (atm)	1

Tabel 3. 15 Spesifikasi Condensor (lanjutan)

Kode	CD-02
SPESIFIKASI	
***Pitch, triangular,* in**	1,56
A (ft^2)	2.126
Uc ($Btu/hr.ft^2.F$)	109,18
Ud ($Btu/hr.ft^2.F$)	98,9
Rd calculated	0,0092
Tube	
Aliran Fluida	Cold Fluid
Passes	1
Nt (buah)	31
L (ft)	24
OD (in)	1,3
ID (in)	1,08
IPS	1
BWG	14
Δ P perhitungan (psi)	4
Δ P diijinkan (psi)	10
Shell	
Aliran Fluida	Hot Fluid
IDs (in)	12,00
Passes	1
Δ P perhitungan (psi)	0,0002
Δ P diijinkan (psi)	10

8. Menara Destilasi

Tabel 3. 16 Spesifikasi Menara Destilasi

MENARA DESTILASI	
SPESIFIKASI UMUM	
Kode	MD - 01
Fungsi	Untuk memisahkan komponen H_2O sebagai keluaran top (distilat) dan C_3H_5ClO sebagai keluaran bottom (produk)
Jenis	*Mufticomponen Distillation*
Tipe	*Tray*
Material	*Stainless Steel SA 167 grade 3 type 304*
Kondisi Operasional	
Umpan (°C)	105,19
***Distilat* (°C)**	100,24
***Bottom* (°C)**	116,83
Spesifikasi	
Shell	
Diameter (m)	4,01
Tinggi (m)	8
Tebal (in)	0,31
Material	*Stainless Steel*
Head	
Tebal (in)	0,25
Material	*Stainless Steel*
Tipe *tray*	
Jenis *tray*	*Sieve*
Jumlah *Plate aktual* (buah)	25
Jumlah *Hole* (buah)	1.369
***Tray Spacing* (m)**	0,45
Harga ($)	196,21

9. Reboiler

Tabel 3. 17 Spesifikasi Reboiler

REBOILER - 01	
SPESIFIKASI UMUM	
Kode	RB-01
Fungsi	Menguapkan cairan yang keluar dari MD sebagai hasil bawah
Tipe	*Shell and Tube Heat Exchanger*
Jenis Bahan	*Stainless steel SA 167 Grade 3 type 304*
Kondisi Operasi	
Suhu (°C)	116,30
Tekanan (atm)	1
SPESIFIKASI	
***Pitch, triangular,* in**	1,25
A (ft^2)	908
Uc (Btu/hr.ft^2.F)	205,88
Ud (Btu/hr.ft^2.F)	213
Rd calculated	0,0049
Tube	
Aliran Fluida	Cold Fluid
Passes	2
Nt (buah)	54
L (ft)	20
OD (in)	1,0
ID (in)	0,90
IPS	3/4
BWG	18
Δ P perhitungan (psi)	10
Δ P diijinkan (psi)	10

Tabel 3. 18 Spesifikasi Reboiler (lanjutan)

Kode	RB-01
Shell	
Aliran Fluida	Hot Fluid
IDs (in)	13,25
Passes	1
Δ P perhitungan (psi)	0,02
Δ P diijinkan (psi)	10

3.3.3 Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan

1. Tangki

Tabel 3. 19 Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan Cair

Tangki	**T – 01**	**T – 02**	**T – 03**	**T – 04**
Fungsi	Menyimpan kebutuhan C3H6Cl2O sebagai bahan baku	Menyimpan kebutuhan $C_3H_5Cl_3$	Menyimpan kebutuhan HCL	Menyimpan C3H5ClO
Lama Penyimpanan	7 hari	14 hari	2 hari	15 hari
Fasa	cair	cair	cair	cair
Jumlah Tangki	1	1	1	1
Jenis Tangki	*Silinder Vertical*	*Silinder Vertical*	*Silinder Vertical*	*Silinder Vertical*
Kondisi Operasi				
Suhu (°C)	30	30	30	30
Tekanan (atm)	1	1	1	1
Spesifikasi				
Bahan Kontruksi	*Carbon Steel SA-283 grade C*	*Carbon Steel SA-283 grade C*	*Carbon Steel SA-283 grade C*	*Carbon Steel SA-283 grade C*
Volume Tangki (m^3)	445,97	561,02	189,77	207,64
Diameter (m)	15,24	18,29	12,19	13,72
Tinggi (m)	9,14	19,51	7,32	19,51
Jumlah *Course*	4	8	3	8

Tabel 3. 20 Spesifikasi Tangki (lanjutan)

Tangki	**T – 01**	**T – 02**	**T – 03**	**T – 04**
Tebal *Shell* (in)	0,19	0,19	0,19	0,19
Head & Bottom				
Jenis *Head*	*Torispherical*	*Torispherical*	*Torispherical*	*Torispherical*
Tebal *Head* (in)	0,88	0,75	0,75	0,44
Jenis *Bottom*	*Flat Bottom*	*Flat Bottom*	*Flat Bottom*	*Flat Bottom*
Tebal *Bottom* (in)	0,019	0,029	0,013	0,021
Harga ($)	682,958	691,159	393,843	679,444

2. Tangki

Tabel 3. 21 Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan Padat

Tangki	**SL - 01**	**SL - 02**
Fungsi	Sebagai tempat penyimpan NaOH	Sebagai tempat penyimpan NaCl
Lama Penyimpanan	7 hari	7 hari
Fasa	Padat	Padat
Jumlah Tangki	1	1
Jenis Tangki	*Silinder tegak dengan Conical Bottom* dan *Flat Silinder* tegak dengan *Conical Bottom* dan *Flat Head*	*Silinder tegak dengan Conical Bottom* dan *Flat Silinder* tegak dengan *Conical Bottom* dan *Flat Head*
Kondisi Operasi		
Suhu (°C)	30	30
Tekanan (atm)	1	1

Tabel 3. 22 Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan Padat (lanjutan)

Tangki	**SL - 01**	**SL - 02**
Spesifikasi		
Bahan Kontruksi	*Carbon Steel SA-283 grade C*	*Carbon Steel SA-283 grade C*
Volume Tangki (m^3)	1.205,61	1.092,41
Diameter (m)	12,94	12,52
Tinggi (m)	30,67	29,68
Jumlah *Course*	3	3
Tebal *Shell* (in)	0,19	0,19
Head & Bottom		
Jenis *Head*	*Torispherical*	*Torispherical*
Tebal *Head* (in)	0,38	0,38
Jenis *Bottom*	*Cornical Bottom*	*Cornical Bottom*
Tebal *Bottom* (in)	-	-
Harga ($)	13,237	12,300

3.3.4 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan

1. **Pompa**

Tabel 3. 23 Spesifikasi Pompa

Pompa	**P - 01**	**P - 02**	**P - 03**	**P - 04**
Fungsi	Mengalirkan Dichloro dari T – 01 menuju M – 02	Mengalirkan Trikloro dari T – 21 menuju M – 02	Mengalirkan NaOH dari M – 01 menuju R – 01	Mengalirkan Dichloro dan Triklo dari M – 02 menuju R – 01
Kondisi Operasi				
Viskositas (cP)	0,84	2,049	145,95	0,33
Kapasitas (m3/jam)	7,51	9,47	64,79	16,89
Head Pump (ft)	20,16	32,04	44,68	10,18
ID (in)	6,065	6,065	3,068	6,065
OD (in)	6,625	6,625	3,5	6,625
Sch Number	40	40	40	40
IPS (in)	6	6	3	6
Suhu Fluida (°C)	30	30	55,067	30
Submersibility	*Immersed*	*Immersed*	*Immersed*	*Immersed*

Tabel 3. 24 Spesifikasi Pompa (lanjutan)

Pompa	**P - 01**	**P - 02**	**P - 03**	**P - 04**
Jenis Pompa	*Single Stage Centrifugal Pump*	*Single Stage Centrifugal Pump*	*Single Stage Centrifugal Pump*	*Single Stage Centrifugal Pump*
Daya Motor (Hp)	0,25	0,25	0,25	0,25
Material Construction	*Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304*	*Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304*	*Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304*	*Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304*
Harga ($)	10,426	10,426	10,426	10,426

Tabel 3. 25 Spesifikasi Pompa (2)

Pompa	**P - 05**	**P - 06**	**P - 07**	**P - 08**
Fungsi	Mengalirkan hasil dari R – 01 menuju R – 02	Mengalirkan hasil dari R – 02 menuju N – 01	Mengalirkan HCL dari T – 03 menuju N – 01	Mengalirkan hasil dari N – 01 menuju EVP – 01
Kondisi Operasi				
Viskositas (cP)	72,99	43,26	0,06	24,32
Kapasitas (m3/jam)	82,08	83,17	13,10	89,59

Tabel 3. 26 Spesifikasi Pompa (2) (lanjutan)

Pompa	**P - 05**	**P - 06**	**P - 07**	**P - 08**
Head Pump (ft)	90,53	49,32	12,04	54,44
ID (in)	10,02	10,02	6,065	10,02
OD (in)	10,75	10,75	6,625	10,75
Sch Number	40	40	40	40
IPS (in)	10	10	6	10
Suhu Fluida (°C)	80	80	30	80
Submersibility	*Immersed*	*Immersed*	*Immersed*	*Immersed*
Jenis Pompa	*Single Stage Centrifugal Pump*	*Single Stage Centrifugal Pump*	*Single Stage Centrifugal Pump*	*Single Stage Centrifugal Pump*
Daya Motor (Hp)	0,25	0,25	0,25	0,25
Material Construction	*Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304*	*Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304*	*Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304*	*Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304*
Harga	10,426	10,426	10,426	10,426

Tabel 3. 27 Spesifikasi Pompa (3)

Pompa	**P - 09**	**P - 10**	**P - 11**	**P - 12**
Fungsi	Mengalirkan hasil dari EVP – 01 menuju RVF – 01	Mengalirkan hasil dari RVF – 01 menuju DE – 01	Mengalirkan hasil dari DE – 01 menuju UPL	Mengalirkan hasil dari DE – 01 menuju M – 02
Kondisi Operasi				
Viskositas (cP)	6,85	41,83	416,85	2,01
Kapasitas (m3/jam)	36,79	27,01	10,23	9,83
Head Pump (m)	32,46	28,37	8,00	13,43
ID (in)	7,98	6,065	6,065	6,065
OD (in)	8,625	6,625	6,625	6,625
Sch Number	40	40	40	40
IPS	8	6	6	6
Suhu Fluida (°C)	224,67	60	60	60
Submersibility	Immersed	Immersed	Immersed	Immersed
Jenis Pompa	Rotary External Gear Pump	Single Stage Centrifugal Pump	Single Stage Centrifugal Pump	Single Stage Centrifugal Pump
Daya Motor (Hp)	0,25	0,25	0,25	0,25

Tabel 3. 28 Spesifikasi Pompa (3) (lanjutan)

Pompa	**P - 09**	**P - 10**	**P - 11**	**P - 12**
Material Construction	*Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304*	*Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304*	*Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304*	*Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304*
Harga	31,629	10,426	10,426	10,426

Tabel 3. 29 Spesifikasi Pompa (4)

Pompa	**P - 13**	**P - 14**	**P - 15**
Fungsi	Mengalirkan hasil dari CD – 01 menuju MD – 01	Mengalirkan hasil dari MD – 01 menuju T – 04	Mengalirkan hasil dari MD – 01 menuju UPL
Kondisi Operasi			
Viskositas (cP)	0,29	0,39	0,28
Kapasitas (m3/jam)	61,26	3,60	57,78
Head Pump (m)	9,53	4,48	9,66
ID (in)	10,02	6,065	7,981
OD (in)	10,75	6,625	8,625
Sch Number	40	40	40

Tabel 3. 30 Spesifikasi Pompa (4) (lannjutan)

Pompa	**P - 13**	**P - 14**	**P - 15**
IPS	10	6	8
Suhu Fluida (°C)	100,35	116,83	100,24
Submersibility	Immersed	Immersed	Immersed
Jenis Pompa	Single Stage Centrifugal Pump	Single Stage Centrifugal Pump	Single Stage Centrifugal Pump
Daya Motor (Hp)	0,25	0,25	0,25
Material Construction	*Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304*	*Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304*	*Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304*
Harga	10,426	10,426	10,426

Tabel 3. 31 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Padat

Wujud Bahan	**NaOH Padat**	**NaCl Padat**	
Spesifikasi	*Screw Conveyor*	*Screw Conveyor*	*Cooling Screw Conveyor*
Kode	SC - 01	SC - 02	CSC - 03
Fungsi	Mengangkut NaOH padat menuju Mixer - 01	Mengangkut NaCl padat dari RVF ke RD	Mengangkut NaCl padat dari RD ke SILO
Kondisi Operasi			
Tekanan (atm)	1	1	1
Suhu (°C)	30	60	30
Bentuk Bahan	*Crystal*	*Crystal*	*Crystal*
Jenis Conveyor	*Horizontal Screw Conveyor*	*Horizontal Screw Conveyor*	*Horizontal Closed Screw Conveyor*
Kapasitas (lb/menit)	497,69	460,58	455,97
Speed (rpm)	40	40	40
Motor Power (Hp)	0,43	0,43	0,43
Dimensi			
Panjang (ft)	15	15	15
Diameter (in)	6	6	6
Material Constuction	*Carbon Steel SA 28 Grade C*	*Carbon Steel SA 28 Grade C*	*Carbon Steel SA 28 Grade C*
Harga ($)	4,452	4,452	4,452

2. Bucket Elevator

Tabel 3. 32 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Padat

Wujud Bahan	**NaOH Padat**	**NaCl Padat**
Spesifikasi	Bucket Elevator	Bucket Elevator
Kode	BE - 01	BE - 02
Fungsi	Mengangkut NaOH padat menuju Mixer - 01	Mengangkut NaCl padat dari RD - 01 menuju SL -02
Kondisi Operasi		
Tekanan (atm)	1	1
Suhu (°C)	30	30
Bentuk Bahan	*Crystal*	*Crystal*
Jenis Conveyor	*Centrifungal Discharge Bucket Elevator*	*Centrifungal Discharge Bucket Elevator*
Kapasitas (ton/jam)	14,00	14,00
Speed (rpm)	41,60	38,11
Motor Power (Hp)	3,4	3,4
Dimensi		
Panjang	-	-
Diameter	-	-
Tinggi (m)	12,19	12,19
Material Constuction	*Carbon Steel SA 28 Grade C*	*Carbon Steel SA 28 Grade C*
Harga ($)	18,158	18,158

3.3.5 Spesifikasi Alat Penukar Panas

1. Cooler

Tabel 3. 33 Spesifikasi Cooler

Fungsi	Mendinginkan fluida keluaran EVP - 01 menuju DE - 01		Mendinginkan fluida keluaran DE - 01 menuju M - 02		Mendinginkan fluida keluaran MD - 01 menuju T - 04	
Jenis	*Double Pipe*		*Double Pipe*		*Double Pipe*	
Tipe	Air Pendingin		Air Pendingin		Air Pendingin	
Kondisi Operasi						
	Annulus	Tube	Annulus	Tube	Annulus	Tube
Suhu Masuk (°C)	224,67	30	60	30	116,29	30
Suhu Keluar (°C)	60	50	30	50	30	50
Tekanan (atm)	1	1	1	1	1	1
Beban Pendingin (btu/jam)	1.563.794,20		1.384.621,32		225.786,84	

Tabel 3. 34 Spesifikasi Cooler (lanjutan)

Cooler	**CO - 01**		**CO - 02**		**CO - 03**	
Mechanical Design						
	Annulus	Tube	Annulus	Tube	Annulus	Tube
Panjang (ft)	20		20		20	
Hairpin	1 buah		1 buah		1 buah	
ID (in)	4,03	2,067	4,03	2,067	4,03	2,067
OD (in)	4,50	2,38	4,50	2,38	4,50	2,38
IPS	4	3	4	3	4	3
A (ft^2)	0,057	0,0233	0,057	0,0230	0,057	0,023
Pressure Drop (psi)	0,102	0,00002	0,074	0,00016	0,0036	0,0014
Rd	0,0076		0,0079		0,0088	
Harga ($)	20,735		20,735		20,735	

2. Heater

Tabel 3. 35 Spesifikasi Heater

Kode	**H – O1**		**H - 02**	
Fungsi	Memanaskan Fluida dari M – 02 ke R - 01		Memanaskan Fluida dari N - 01 ke EVP - 01	
Jenis	Double Pipe		Double Pipe	
Tipe	Steam		Steam	
Kondisi Operasi				
	Annulus	Tube	Annulus	Tube
Suhu Masuk (°C)	160	30	180	80
Suhu Keluar (°C)	155	80	175	100
Tekanan (atm)	1	1	1	1
Bebas Panas (btu/jam)	1.060.826,27		5.044.802,49	
Mechanical Design				
	Annulus	Tube	Annulus	Tube
Panjang (ft)	24	24	24	24
Hairpin	1	1	1	1
ID (in)	39	0,62	39	0,62

Tabel 3. 36 Spesifikasi Heater (lanjutan)

Kode	**H – O1**		**H - 02**	
OD (in)		0,75		0,75
IPS	1/2	3/8	1/2	3/8
A (ft^2)		97,41		535,15
Pressure Drop (psi)	0,0000006	0,065	0,0001	0,065
Rd	0,0931	0,0931	0,0195	0,0195
Harga ($)	36,081		36,081	

Tabel 3. 37 Spesifikasi Heater (2)

Kode	**H - 03**	
Fungsi	Memanaskan Fluida dari T – 03 ke N - 01	
Jenis	Double Pipe	
Tipe	Steam	
Kondisi Operasi		
	Annulus	Tube
Suhu Masuk (°C)	160	30

Tabel 3. 38 Spesifikasi Heater (2) (lanjutan)

Kode	**H - 03**	
Suhu Keluar (°C)	155	80
Tekanan (atm)	1	1
Bebas Panas (btu/jam)	1.268.069,65	
Mechanical Design		
	Annulus	Tube
Panjang (ft)	24	24
Hairpin	1	1
ID (in)	39	0,62
OD (in)		0,75
IPS	1/2	3/8
A (ft^2)		116,45
Pressure Drop (psi)	0,0000006	0,065
Rd	0,0931	0,0931
Harga ($)	36,081	

3.4 Neraca Massa

3.4.1 Neraca Massa Total

Tabel 3. 39 Tabel Neraca Massa Total

NM TOTAL			
Komponen	**Input Kg/Jam**	**Output Kg/Jam**	
		Produk	**UPL**
$C_3H_6Cl_2O$	5.752,24	373,90	
$C_3H_5Cl_3$	8.487,66	8.487,66	
C_3H_5ClO		3.125,00	733,03
NaOH	8.918,51		
NaCl		8.089,10	4.942,49
HCl	6.607,73		
H_2O	40.842,98	72,83	44.787,12
TOTAL	**70.611,12**	**20.148,49**	**50.462,63**
		70.611,12	

3.4.2 Neraca Massa Alat

1. Neraca Massa di Mixer (M – 01)

Tabel 3. 40 Tabel Neraca Massa Mixer (M - 01)

Mixer 1			
Komponen	**Input Kg/Jam**		**Output Kg/Jam**
	1	**2**	**3**
NaOH	8.918,51		8.918,51
H_2O		40.628,75	40.628,75
TOTAL	**8.918,51**	**40.628,75**	
	49.547,26		**49.547,26**

2. Neraca Massa di Mixer (M – 02)

Tabel 3. 41 Neraca Massa Mixer (M - 02)

Mixer 2				
Komponen	**Input Kg/Jam**			**Output Kg/Jam**
	4	**5**	**18**	**6**
$C_3H_6Cl_2O$	5.378,35		373,90	5.752,24
$C_3H_5Cl_3$		0,00	8.487,66	8.487,66
H_2O	58,10	85,73		143,84
TOTAL	**5.436,45**	**85,73**	**8.861,56**	
	14.383,74			**14.383,74**

3. Neraca Massa di Reaktor (R – 01)

Tabel 3. 42 Neraca Massa Reaktor (R - 01)

Reaktor 1			
Komponen	**Input Kg/Jam**		**Output Kg/Jam**
	3	**6**	**7**
$C_3H_6Cl_2O$		5.752,24	373,90
$C_3H_5Cl_3$		8.487,66	8.487,66
C_3H_5ClO			3.858,03
NaOH	8.918,51		7.250,75
NaCL			2.436,91
H_2O	40.628,75	143,84	41.523,77
TOTAL	**49.547,26**	**14.383,74**	
	63.931,01		**63.931,01**

4. Neraca Massa di Reaktor (R – 02)

Tabel 3. 43 Tabel Neraca Massa Reaktor (R - 02)

Reaktor 2		
Komponen	**Input Kg/Jam**	**Output Kg/Jam**
	7	**8**
$C_3H_6Cl_2O$	373,90	373,90
$C_3H_5Cl_3$	8.487,66	8.487,66
C_3H_5ClO	3.858,03	3.858,03
NaOH	7.250,75	7.250,75
NaCL	2.436,91	2.436,91
H_2O	41.523,77	41.523,77
TOTAL	**63.931,01**	**63.931,01**

5. Neraca Massa di Netralizer (N – 01)

Tabel 3. 44 Tabel Neraca Massa Netralizer (N - 01)

Netralizer			
Komponen	**Input Kg/Jam**		**Output Kg/Jam**
	8	**9**	**10**
$C_3H_6Cl_2O$	373,90		373,90
$C_3H_5Cl_3$	8.487,66		8.487,66
C_3H_5ClO	3.858,03		3.858,03
NaOH	7.250,75		
NaCL	2.436,91		13.031,59
HCL		6.609,73	
H_2O	41.523,77		44.789,57
TOTAL	**63.931,01**	**6.609,73**	
	70.540,74		**70.540,74**

6. Neraca Massa di Evaporator (EVP – 01)

Tabel 3. 45 Tabel Neraca Massa Evaporator (EVP - 01)

Evaporator			
Komponen	**Input Kg/Jam**	**Output Kg/Jam**	
	10	**12**	**11**
$C_3H_6Cl_2O$	373,90	373,90	
$C_3H_5Cl_3$	8.487,66	8.487,66	
C_3H_5ClO	3.858,03	385,80	3.472,23
NaCL	13.031,59	13.031,59	
H_2O	44.789,57	4.478,96	40.310,61
Total		**26.757,90**	**43.782,83**
	70.540,74	**70.540,74**	

Tabel 3. 46 Neraca Massa Evaporator (EVP - 02)

Evaporator				
Komponen	**Input Kg/Jam**		**Output Kg/Jam**	
	11	**12**	**14**	**13**
$C_3H_6Cl_2O$		373,90	373,90	
$C_3H_5Cl_3$		8.487,66	8.487,66	
C_3H_5ClO	2.700,62	1.157,41	347,22	3.510,81
NaCL		13.031,59	13.031,59	
H_2O	31.352,70	13.436,87	4.031,06	40.758,50
Total	**34.053,32**	**36.487,42**	**26.271,43**	**44.269,31**
	70.540,74		**70.540,74**	

7. Neraca Massa di Rotary Vacum Fillter (RVF – 01)

Tabel 3. 47 Tabel Neraca Massa Rotary Vacum Fillter (RVF - 01)

RVF				
Komponen	**Input Kg/Jam**		**Output Kg/Jam**	
	14	**15**	**16**	**19**
$C_3H_6Cl_2O$	373,90			373,90
$C_3H_5Cl_3$	8.487,66			8.487,66
NaCL	13.031,59		8.170,80	4.860,78
C_3H_5ClO	347,22			347,22
H_2O	4.031,06	70,39	82,53	4.018,91
TOTAL	**26.757,90**	**70,39**	**8.253,34**	**18.088,48**
	26.828,29		**26.341,81**	

8. Neraca Massa di Rotary Dryer (RD – 01)

Tabel 3. 48 Tabel Neraca Massa Rotary Dryer (RD - 01)

RD			
Komponen	**Input Kg/Jam**	**Output Kg/Jam**	
	16	**17**	**18**
NaCL	8.170,80	8.089,10	81,71
H_2O	82,53	41,27	41,27
TOTAL		**8.130,36**	**122,97**
	8.253,34	**8.253,34**	

9. Neraca Massa di Condenser (CD – 01)

Tabel 3. 49 Tabel Neraca Massa Condenser (CD - 01)

Kondenser		
Komponen	**Input Kg/Jam**	**Output Kg/Jam**
	13	**22**
C_3H_5ClO	3.510,81	3.510,81
H_2O	40.758,50	40.758,50
TOTAL	**44.269,31**	**44.269,31**

10. Neraca Massa di Dekanter (DE – 01)

Tabel 3. 50 Tabel Neraca Massa Dekanter (DE - 01)

Dekanter			
Komponen	**Input Kg/Jam**	**Output Kg/Jam**	
	19	**20**	**21**
$C_3H_6Cl_2O$	373,90		373,90
$C_3H_5Cl_3$	8.487,66		8.487,66
NaCL	4.860,78	4.860,78	
C_3H_5ClO	347,22	347,22	
H_2O	4.018,91	4.018,91	
TOTAL		**9.226,92**	**8.861,56**
	18.088,48	**18.088,48**	

11. Neraca Massa di Menara Distilasi (MD – 01)

Tabel 3. 51 Tabel Neraca Massa Menara Destilasi (MD - 01)

Menara Destilasi			
Komponen	**Input Kg/Jam**	**Output Kg/Jam**	
	22	**23**	**24**
C_3H_5ClO	3.510,81	3.125,00	385,80
H_2O	40.758,50	31,57	40.726,94
TOTAL		**3.156,57**	**41.112,74**
	43.269,31	**43.269,31**	

3.5 Neraca Panas

1. Mixer – 01

Tabel 3. 52 Tabel Neraca Panas Mixer (M - 01)

Komponen	Masuk(kJ/jam)		Keluar(kJ/jam)
	Arus	Arus	Arus
NaOH	63.861,73		583.813,37
H_2O		851.335,08	5.105.372,39
Q steam	4.773.988,95		
Sub Total	4.837.850,68	851.335,08	5.689.185,77
Total	5.689.185,77		5.689.185,77

2. Mixer – 02

Tabel 3. 53 Tabel Neraca Panas Mixer (M - 02)

Komponen	Masuk(kJ/jam)		Keluar(kJ/jam)
	Arus	Arus	Arus
$C_3H_6Cl_2O$	42.308,50		42.308,50
$C_3H_5Cl_3$		62.966,78	62.966,78
H_2O	1.540,90	2.273,65	3.814,55
Sub Total	**43.849,40**	**65.240,43**	**109.089,83**
Total	**109.089,83**		**109.089,83**

3. Reaktor – 01 dan Reaktor – 02

Tabel 3. 54 Tabel Neraca Panas Reaktor (R - 01 & R - 02)

Komponen	Masuk(kJ/jam)		Keluar(kJ/jam)
	Arus	Arus	Arus
$C_3H_6Cl_2O$		476.625,05	30.980,63
NaOH	1.350.984,65		1.098.350,52
C_3H_5ClO			397.114,71
$C_3H_5Cl_3$		710.056,64	710.056,64
NaCl			247.262,03
H_2O	11.806.558,81	41.798,61	12.066.645,71
Qreaksi	14.834.461,22		
$Q_{Pendinginan}$			14.670.074,74
sub total	27.992.004,69	1.228.480,30	29.220.484,99
Total	29.220.484,99		29.220.484,99

.

4. Netralizer – 01

Tabel 3. 55 Tabel Neraca Panas Netralizer (N - 01)

Komponen	Masuk(kJ/jam)		Keluar(kJ/jam)
	Arus	Arus	Arus
$C_3H_6Cl_2O$	30.976,08		30.976,08
NaOH	1.098.356,32		
C_3H_5ClO	397.052,85		397.052,85
$C_3H_5Cl_3$	709.951,63		709.951,63
NaCl	247.274,52		247.274,52
H_2O	12.066.812,51		12.066.812,51
HCl		52.999.796,87	
Qreaksi		47.034.196,82	
$Q_{Pendinginan}$			101.132.350,02
sub total	**14.550.423,92**	**100.033.993,69**	**114.584.417,61**
Total	**114.584.417,61**		**114.584.417,61**

5. Evaporator – 01

Tabel 3. 56 Tabel Neraca Panas Evaporator (EVP - 01)

Komponen	Masuk(kJ/jam)	Keluar(kJ/jam)	
	Arus	Arus	Arus
$C_3H_6Cl_2O$	30.976,08		123.950,91
C_3H_5ClO	54.095.593,76	74.720.460,16	
$C_3H_5Cl_3$	709.951,63		2.802.427,58
NaCl	1.322.323,65		4.686.772,92
H_2O	13.015.854,41	17.089.421,72	
Q penguapan			573.160.710,56
Q steam	603.409.044,32		
sub total	**672.583.743,85**	**91.809.881,88**	**580.773.861,97**
Total	**672.583.743,85**	**672.583.743,85**	

6. RVF – 01

Tabel 3. 57 Tabel Neraca Panas Rotary Vacum Fillter (RVF - 01)

Komponen	Masuk(kJ/jam)	Keluar(kJ/jam)	
	Arus	Arus	Arus
$C_3H_6Cl_2O$	19.517,39	19.517,39	
$C_3H_5Cl_3$	447.350,26	447.350,26	
NaCl	314.927,64	117.468,01	197.459,63
H2O	1.652.816,83	1.652.816,83	
C3H5ClO	50.007,20	50.007,20	
sub total	**2.484.619,31**	**2.287.159,69**	**197.459,63**
Total	**2.484.619,31**	**2.484.619,31**	

7. RD – 01

Tabel 3. 58 Tabel Neraca Panas Rotary Dryer (RD - 01)

Komponen	Masuk(kJ/jam)	Keluar(kJ/jam)	
	Arus	Arus	Arus
NaCl	529.382,38	829.096,93	
H2O	15.274,06		23.984,21
Q steam	308424,6985		
sub total	**853.081,14**	**829.096,93**	**23.984,21**
Total	**853.081,14**	**853.081,14**	

8. Dekanter – 01

Tabel 3. 59 Tabel Neraca Panas Dekanter (DE - 01)

Komponen	Masuk(kJ/jam)	Keluar(kJ/jam)	
	Arus	Arus	Arus
$C_3H_6Cl_2O$	123.977,92	123.977,92	
$C_3H_5Cl_3$	2.802.952,80	2.802.952,80	
NaCl	4.686.539,32		4.686.539,32
sub total	**7.613.470,04**	**2.926.930,72**	**4.686.539,32**
Total	**7.613.470,04**	**7.613.470,04**	

9. Condensor – 01

Tabel 3. 60 Tabel Neraca Panas Condenser (CD - 01)

Komponen	Masuk(kJ/jam)	Keluar(kJ/jam)
	Arus	Arus
C_3H_5ClO	25.788,57	6.993,88
H_2O	8.009.630,78	6.360.491,38
$Q_{Pendinginan}$		1.667.934,09
sub total	**8.035.419,35**	**8.035.419,35**
Total	**8.035.419,35**	**8.035.419,35**

10. Menara Destilasi – 01

Tabel 3. 61 Tabel Neraca Panas Menara Destilasi (MD - 01)

Komponen	Masuk(kJ/jam)	Keluar(kJ/jam)	
	Arus	Arus	Arus
C_3H_5ClO	470.206,48	87.988,23	602.959,67
H_2O	27.283.662.783,15	25.395.054.823,24	31.565.819,01
ΔH condenser			25.377.203.683,74
ΔH reboiler	23.520.382.284,27		
sub total	**50.804.515.273,90**	**25.395.142.811,47**	**25.409.372.462,43**
Total	**50.804.515.273,90**	**50.804.515.273,90**	

BAB IV
PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Untuk pemilihan dan penentuan lokasi pabrik merupakan salah satu hal yang penting dipertimbangkan dalam perancangan suatu pabrik, dikarenakan berkaitan mulai dari nilai ekonomis maupun operasional mulai dari produksi sampai dengan distribusi dan pemasaran pabrik yang didirikan. Beberapa aspek yang harap diperhatikan dalam menentukan lokasi pabrik diantaranya ketersediaan bahan baku, pemasaran, transportasi, lingkungan sekitar, keamanan untuk menjalankan operasi pabrik, sarana pendukung dan sebagianya.

Pabrik Epichlorohydrin dari Dichlorohydrin dan Sodium Hidroksida dengan kapasitas 25.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di area sawah/kebun, Kec. Ciwandan, Kota Cilegon, Provinsi Banten dengan pertimbangan sebagai berikut :

Gambar 4. 1 Rencana Lokasi Pendirian Pabrik

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokai Pabrik

Faktor primer memiliki tujuan utama yang meliputi proses produksi dan distribusi, adapun factor primer yang berpengaruh secara langsung dalam pemilihan lokasi pabrik sebagai berikut:

b. Ketersediaan Bahan Baku

Pada pemilihan lokasi pabrik yang dekat dengan sumber bahan baku dapat meminimalisir biaya transportasi bahan baku menuju pabrik. Oleh karena itu, pabrik Epichlorohydrin yang bahan baku utamanya Dichlorohydrin dan Sodium Hidroksida yang direncanakan akan berdiri di Cilegon sebagai lokasi pabrik. Pengiriman bahan baku Dichlorohydrin dan pelarut Trichloropropane didapatkan dari menimpor dari PT. Haihang Industri Co,.Ltd Cina. Untuk kebutuhan NaOH sebagai bahan baku pabrik ini didapatkan dari PT. Asahimas Chemical, Cilegon. Untuk kebutuhan HCl 20% dari CV. Karya Chemical. Pemilihan lokasi pabrik di Cilegon sebagai lokasi pabrik Epichlorohydrin dianggap tepat dikarenakan dekat dengan pelabuhan untuk keperluan bahan yang diimpor, dan PT. Asahimas Chemical sebagai penyuplai NaOH 98%.

c. Pemasaran

Lokasi pabrik ini diharapkan dekat dengan industri-industri lainnya yang membutuhkan Epichlorohydrin sebagai bahan utama maupun pendukung. Kota Cilegon merupakan kota yang strategis untuk sisi dalam negeri, pabrik yang membutuhkan Epichlorohydrin banyak terdapat di provinsi Banten, seperti pabrik sabun, deterjen, gliserol, karet dan lain-lain.

d. Utilitas

Utilitas merupakan salah satu proses yang penting dalam mendukung proses produksi. Sarana utilitas tersebut antara lain adalah air, listrik, bahan bakar, dan lain-lain. Untuk itu, lokasi pabrik yang dekat dengan sarana utilitas yang baik sangatlah menguntungkan. Pada pabrik ini air dapat diperoleh dari PT. Krakatau Tirta Industri yang berlokasi

dekat lokasi pabrik dan listrik didapatkan dari perusahaan listrik negara (PLN) yang memiliki pembangkit listrik dengan kapasitas ± 10.000 MW, dan apabila terjadi gangguan dapat menggunakan generator cadangan. Untuk kebutuhan bakar dapat diperoleh dari Pertamina.

e. Transportasi

Pada sarana transportasi, dalam pemilihan lokasi pendirian pabrik merupakan faktor penting karena diperlukan penyediaan bahan baku, pengangkutan maupun pemasaran produk. Untuk dari segi sarana transportasi, Kota Cilegon relatif strategis dikarenakan dilengkapi dengan transportasi darat yang memadai dan dapat menghubungkan berbagai kota besar pulau jawa.

f. Ketenagakerjaan

Pada lokasi pabrik Epichlorohydrin ini terdapat di kota yang dimana kota ini merupakan daerah industri di Indonesia, sehingga ketersediaan tenaga kerja industri di kota ini sudah memadai dari segi pendidikan maupun fisik.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Pada faktor sekunder ini tidak secara langsung berperan pada operasional pabrik, akan tetapi sangat berpengaruh dalam kelancaran proses operasional dari pabrik itu sendiri. Faktor-faktor sekunder meliputi:

a. Perluasan Pabrik

Pada pendirian suatu pabrik hendaknya mempertimbangkan rencana peluasan pabrik untuk beberapa tahun kedepannya. Saat pemilihan lokasi pendirian pabrik harus daerah yang mempunyai cukup lahan. Hal ini digunakan agar suatu saat nanti saat akan dilakukan peluasan area maka tidak ada kesulitan dalam mencari lahan peluasan.

b. Perizinan

Lokasi pabrik dipilih pada daerah khusus untuk kawasan industri, sehingga akan memperoleh kemudahan untuk mengurus perizinan pendirian pabrik. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pengaturan tata letak pabrik diantaranya:

- Keamanan kerja terpenuhi.
- Pengoperasian, pengontrolan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman.
- Pemanfaatan area tanah seefisien mungkin.
- Transportasi yang baik dan efisien.

c. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Lingkungan prasarana dan fasilitas sosial yang dimaksud seperti jalan dan transportasi lainnya harus tersedia, penyediaan bengkel industri, dan fasilitas umum lainnya seperti rumah sakit, sekolah, bank dan sarana ibadah.

d. Lingkungan Masyarkat Sekitar

Sikap masyarakat sekitar cukup terbuka karena sudah terbiasa dengan adanya industri, karena dengan pendirian pabrik baru akan tersedianya lapangan pekerjaan bagi mereka, sehingga terjadi peningkatan kesejahteraan masyarakat setelah pabrik-pabrik didirikan.

4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Tata letak pabrik atau plant layout merupakan suatu kedudukan dari suatu bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat perkantoran, lalu lintas karyawan, tempat peralatan, tempat penyimpanan bahan baku, tempat alat proses, dan produk yang saling berhubungan. Tata letak pabrik ini dirancang sedemikian rupa. Sehingga pengguna area pabrik lebih efisien dan proses produksi dipabrik dapat berjalan lancar tanpa ada masalah keamanan, keselamatan, dan kenyamanan bagi karyawan dapat terpenuhi. Selain

peralatan proses dan utilitas, terdapat beberapa bangunan lainnya yakni, kantor, bengkel, laboratorium, kantin, poliklinik, pemadam kebakaran, pos keamanan, mesh, dan sebagainya ditempatkan pada bagian yang tidak akan mengganggu lalu lintas, barang dan proses. Perancangan tata letak yang baik memiliki keuntungan yang baik yakni (peters and timmerhaus, 2004) :

1. Mengurangi biaya produksi
2. Meningkatkan pengawasan operasi dan proses
3. Meningkatkan keselamatan kerja
4. Mengurangi jarak transportasi produksi dan bahan baku, sehingga dapat mengurangi *material handling*
5. Dapat memberikan ruang bergerak untuk mempermudah dalam perbaikan peralatan dan mesin ketika terjadi kerusakan.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan tata letak pabrik adalah :

d. Daerah Proses

Daerah proses merupakan daerah yang digunakan untuk menempatkan alat-alat yang berhubungan dengan proses produksi. Dimana daerah proses ini diletakkan pada daerah yang terpisah dari bagian lain.

e. Keamanan

Keamanan merupakan kemungkinan adanya bahaya ledakan kebakaran, asap atau gas beracus harus benar-benar diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik. Sehingga harus dilakukan penempatan alat-alat pengaman seperti hidran, penampungan air yang cukup dan penahan ledakan. Tangki penyimpanan bahan baku dan perlu adanya jarak antara bangunan satu dengan lainnya yang berguna memberikan pertolongan dan penyediaan jalan bagi karyawan untuk menyelamatkan diri.

f. Bangunan

Bangunan diharuskan memenuhi standar dan perlengkapan yang mumpuni seperti ventilasi, instalasi, dan lain-lainnya tersedia dan memenuhi syarat.

g. Luas Area yang Tersedia

Faktor yang membatasi kemampuan penyedia area yakni harga tanah. Pemakaian tempat disesuaikan dengan area yang tersedia. Jika harga tanah terlalu tinggi, maka diperlukan efisiensi dalam pemakaian ruangan hingga peralatan tertentu efisiensi dalam pemakaian ruangan hingga peralatan tertentu diletakkan di atas peralatan yang lain, ataupun lantai ruangan diatur sedemikian rupa agar menghemat tempat.

h. Instalasi dan Utilitas

Pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, udara, *steam*, dan listrik akan memudahkan kerja dan perawatan. Penempatan peralatan proses ditata dengan baik sehingga petugas dapat dengan mudah menjangkaunya dan dapat membuat kelancaran operasi serta memudahkan perawatannya.

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

a. 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.

b. Produksi

Daerah produksi merupakan tempat berlangsungnya kegiatan operasional produksi. Daerah ini meliputi tempat penyimpanan bahan baku dan produk, penempatan alat-alat proses dan ruangan

pengendalian (*control room).* Daerah ini berada di tempat yang terpisah dengan daerah lainnya untuk tujuan keamanan.

c. Instalasi dan Utilitas

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

d. Fasilitas Umum

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

e. 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.

f. 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.

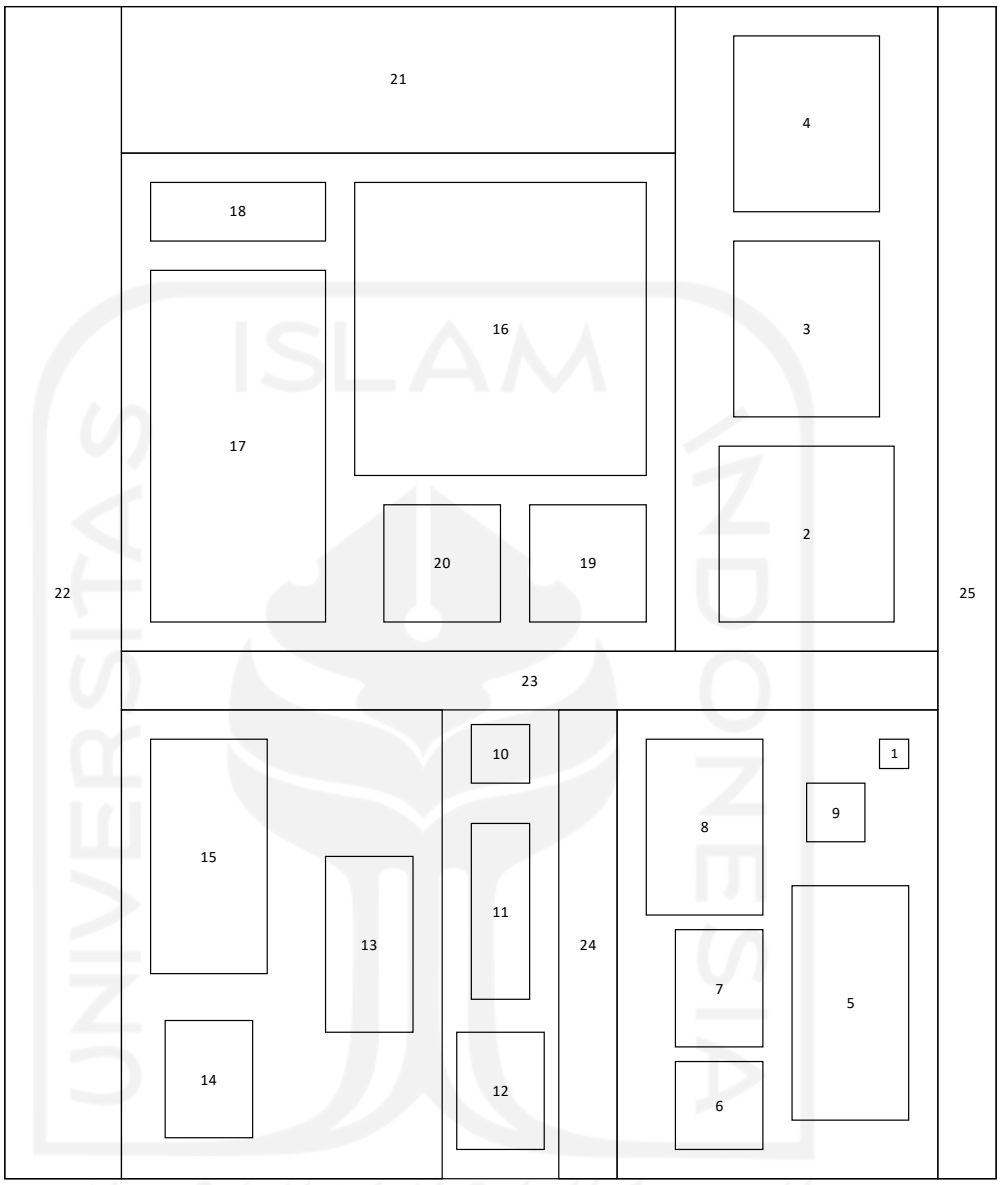
g. Perluasan

Dalam rangka mengantisipasi kemungkinan adanya peningkatan kapasitas produksi yang disebabkan olah permintaan produk yang meningkat, perlu dipertimbangkan untuk menyediakan lahan kosong sebagai daerah perluasan pabrik apabila dibutuhkan di masa mendatang. Pembangunan pabrik Epichlorohydrin

direncanakan akan menggunakan area seluas 21.811 m^2. Adapun rinciannya dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4. 1 Daftar Tata Letak Pabrik

No.	Lokasi	Luas (m2)
1	Area Proses	2.500
2	Area Utilitas	2.100
3	UPL	300
4	Control Room Produk	400
5	Control Room Utilitas	400
6	Gudang Peralatan	800
7	Parkir Truk	700
8	Bengkel	600
9	Unit Pemadam Kebakaran	500
10	Kantor Utama	900
11	Kantor Teknik dan Produksi	300
12	Parkir Utama	750
13	Laboratorium	300
14	Masjid	600
15	Kantin	300
16	Poliklinik	225
17	Pos Keamanan 1	36
18	Taman 1	100
19	Taman 2	100
20	Jalan	3.000
21	Daerah Perluasan 1	4.000
22	Daerah Perluasan 2	2.000
23	Mess	900
Luas Tanah		21.811
Luas Bangunan		12.611



Gambar 4. 2 Tata Letak Pabrik (Plant Layout)

Skala = 1:1000

Keterangan Alat :

1. Pos Keamanan
2. Kantor Utama
3. Parkir Utama
4. Parkir Truk
5. Mess Karyawan
14. Bengkel
15. Gudang Peralatan
16. Area Proses
17. Area Utilitas
18. UPL

6. Poliklinik
7. Kantin
8. Masjid
9. Taman 1
10. Taman 2
11. Kantor Teknik & Produksi
12. Laboratorium
13. Unit Pemadam Kebakaran
19. Kontrol Room Produksi
20. Control Room Utilitas
21. Area Perluasan 1
22. Area Perluasan 2
23. Jalan Utama Pabrik
24. Jalan II Pabrik
25. Jalan Utama

4.3 Tata letak 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 oprasional produksi dapat berjalan secara efisien. Selain itu, hal ini menjadi penting karena berkaitan dengan keamanan, keselamatan dan kenyamanan karyawan selama berkerja. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan dalam mengatur tata letak alat proses sebagai berikut :

a. Aliran Bahan Baku dan Produk

   Jalannya aliran bahan baku dan produk yang akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan proses produksi.

b. Aliran Udara

   Sirkulasi udara di dalam dan sekitar area proses harus dipastikan kelancarannya. Sirkulasi udara yang lancer diperlukan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja. Selain itu, arah hembusan angin juga perlu menjadi perhatian.

c. Pencahayaan

Pencahayaan atau penerangan di seluruh area pabrik harus memadai terutama pada malam hari karena pabrik bekerja selama 24 jam dalam sehari. Selain itu, pada tempat-tempat tertentu dimana terdapat alat-alat proses yang mempunyai risiko akan bahaya yang tinggi perlu diberikan penerangan tambahan.

d. Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan

Lalu lintas manusia dan kendaraan di area proses harus menjadi perhatian termasuk jarak antar alat, lebar jalan dan kemudahan akses bagi karyawan untuk mencapai alat-alat proses. Hal ini dilakukan agar apabila terjadi gangguan pada alat, karyawan dapat dengan cepat untuk memperbaiki sehingga dapat meminimalisir potensi bahaya yang dapat ditimbulkan. Selain itu, jika terjadi ledakan atau kebakaran pada alat, kendaraan dan alat pemadam kebakaran dapat dengan mudah menjangkau alat tersebut.

e. Jarak antar Alat Proses

Dalam mengatur tata letak alat proses, jarak alat proses harus diperhitungkan secara cermat, terutama pada alat-alat yang beroperasi pada suhu dan tekanan yang tinggi. Alat-alat tersebut harus ditempatkan di lokasi khusus yang terpisah dari alat-alat proses yang lain. Hal ini bertujuan agar apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut, tidak langsung membahayakan alat-alat yang lain.

f. Pertimbangan Ekonomi

Penyusunan tata letak alat proses yang tepat dan optimum diharapkan dapat meminimalisir biaya operasi sehingga dapat menguntungkan secara ekonomi, namun tetap harus mengedepankan aspek keamanan dan keselamatan.

g. Perluasan dan Pengembangan Pabrik

Setiap pabrik yang didirikan diharapkan dapat berkembang dengan penambahan unit sehingga diperlukan susunan pabrik yang memungkinkan adanya perluasan (Vibrant, 1959)

Ada tiga macam penyusunan tata letak alat proses, yaitu:

1. Tata Letak Produk atau Garis (*Products Layout/Line Layout*)

   Susunan mesin atau peralatan berdasarkan urutan proses produksi. Biasanya digunakan pada pabrik yang memproduksi suatu jenis produk dalam jumlah besar dfan mempunyai tipe proses kontinyu. Pabrik Epichlorohydrin ini akan didirikan dalam penyusunan tata letak alat prosesnya menggunakan Tata Letak Produk atau Garis (*Products Layout/Line Layout*).

2. Tata Letak Proses atau Fungsional (*Process/Fungsional Layout*)

   Penyusunan mesin atau peralatan berdasarkan fungsi yang sama pada ruang tertentu. Biasanya digunakan pada pabrik yang memproduksi lebih dari satu jenis produk.

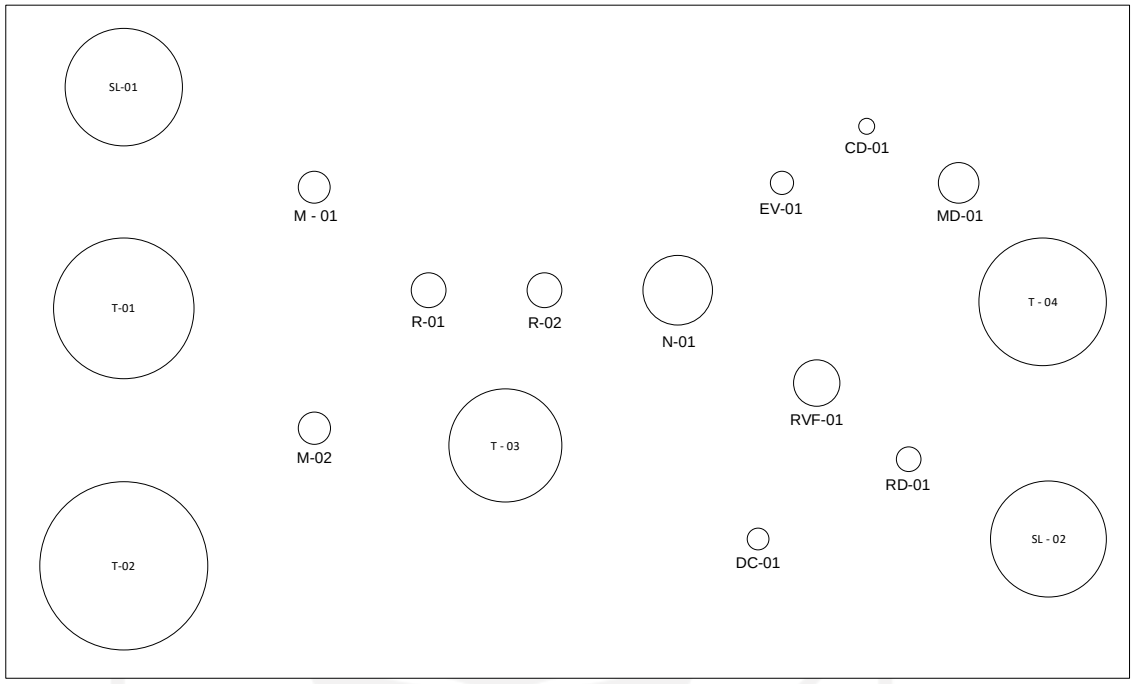
3. Tata letak Kelompok (*Group Layout*)

   Kombinasi dari *Line Layout* dan *Process Layout.* Biasanya dipakai oleh perusahaan besar yang memproduksi lebih dari satu jenis produk.

h. Kemudahan Pemeliharaan

Kemudahan pemeliharaan alat ini juga dapat dipertimbangkan dalam penempatan alat-alat proses. Hal ini disebabkan karena pemeliharaan alat merupakan hal yang penting untuk menjaga alat peroperasi sebagaimana mestinya dan berumur Panjang. Penempatan alat yang baik akan memberikan ruang gerak yang cukup untuk memperbaiki maupun untuk membersihkan peralatan.

Tata letak alat-alat proses (*Machines Layout)* dapat dilihat pada Gambar 4.3



Gambar 4. 3 Tata Letak Alat-Alat Proses (Machines Layout)

Skala = 1:1000

Keterangan Alat :

1. SL-01 : Tangki NaOH
2. SL-02 : Tangki NaCl
3. T-01 : Tangki $C_3H_6Cl_2O$ & H_2O
4. T-02 : Tangki $C_3H_5Cl_3$ & H_2O
5. T-03 : Tangki HCl
6. T-04 : Tangki C_3H_5ClO
7. M-01 : *Mixer 1*
8. M-02 : *Mixer 2*
9. R-01 : *Reaktor 1*
10. R-02 : *Reaktor 2*
11. N-01 : *Neutralizer*
12. EV-01 : *Evaporator*
13. CD-01 : *Condensor*
14. MD-01 : Menara Distilasi
15. RVF-01 : *Rotary Vacuum Filter*
16. RD-01 : *Rotary Dryer*
17. DC-01 : *Decanter*

4.4 Organisasi Perusahaan

4.4.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik Epichlorohydrin yang akan didirikan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). PT merupakan bentuk dari perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Dalam PT pemegang saham hanya yang bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham. Untuk perusahaan-perusahaan skala besar, biasanya menggunakan bentuk PT atau korporasi. PT merupakan asosiasi pemegang saham yang diciptakan berdasarkan hukum dan dianggap sebagai badan hukum. Bentuk PT memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

a. Perusahaan dibentuk berdasarkan hukum

   Pembentukan menjadi badan hukum disertai akte perusahaan yang berisi informasi-informasin nama perusahaan, tujuan-tujuan perusahaan, jumlah modal dan lokasi kantor pusat. Setelah pengolahan perusahaan menyerahkan akte perusahaan dan disertai uang yang diminta untuk keperluan akte perusahaan, makai zin diberikan. Dengan izin ini perusahaan secara sah dilindungi oleh hukum dalam pengolahan intern perusahaan.

b. Badan hukum terpisah dari pemiliknya (pemegang saham)

   Hal ini menunjukan bahwa perusahaan ini didirikan bukan dari perkumpulan pemegang saham tetapi merupakan badan hukum yang terpisah. Kepemilikan dimiliki dengan memiliki saham. Apabil seorang pemilik saham meninggal dunia, maka saham dapat dimiliki oleh ahli warisnya atau pihak lain sesuai dengan kebutuhan hukum. Kegiatan-kegiatan perusahaan tidak dipengaruhi olehnya.

c. Menuntungkan bagi kegiatan-kegiatan yang berskala besar
   Perseroan Terbatas (PT) sesuai dengan perusahaan berskala besar dengan aktifitas-aktifitas yang komplek.

Dalam mempertimbangkan pemilihan perusahaan ini ada beberapa hal yang dilihat, sebagai berikut :

a. Mudah mendapatkan modal
   Dalam perseroan terbatas, modal didapatkan melalui penjualan saham di pasar modal. Modal terbagi dalam saham-saham, sehingga jika ada orang yang ingin ikut serta menanam modal dalam jumlah kecil namun tidak menghalangi pemasukan modal dalam jumlah besar. Sehingga akan memudahkan pergerakan di pasar modal dan pengumpulan modal dengan penjualan saham menjadi efektif.
b. Wewenang dan tanggung jawab pemegang saham terbatas
   Dalam perseroan terbatas, pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah modal yang disebutkan dalam tiap-tiap saham tanpa ikut adil dalam mengelolah perusahaan. Hal ini membuat kelancaran produksi relatif lebih stabil karena pengolahan perusahaan hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
c. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain
   Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham, sementara pengurus perusahaan adalah direksi berserta jajarannya yang diawasi oleh dewan komisaris.
d. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin
   Jika terjadi pergantian pemegang saham dari jabatannya, tidak akan berpengaruh terhadap direksi, staf, maupun karyawan yang bekerja di dalamnya. Hal ini dikarenakan

para pemilik saham tidak ikut adil secara langsung dalam mengelolah perusahaan.

e. Lapangan usaha lebih luas

Suatu perusahaan terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini dapat memperluas usahanya.

4.4.2 Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan salah satu unsur yang sangat diperlukan dalam suatu perusahaan. Dengan adanya struktur yang baik maka para atasan dan para karyawan dapat memahami posisi masing-masing. Dengan demikian struktur organisasi suatu perusahaan dapat menggambarkan bagian, posisi, tugas, kedudukan, wewenang dan tanggung jawab dari masing-masing personil dalam perusahaan tersebut.

Untuk mendapatkan system organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman antara lain :

1. Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
2. Pendelegasian wewenang
3. Pembagian tugas kerja yang jelas
4. Kesatuan perintah dan tanggung jawab
5. Sistem pengontrolan atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
6. organisasi perusahaan yang fleksibel

Dengan berpedoman terhadap azas-azas tersebut, maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu : *system line and staff*. Pada sistem ini, garis kekuasaan sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja, sedangkan

untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang ahli dalam bidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat pada tingkat pengawasan demi tercapainya tujuan perusahaan.

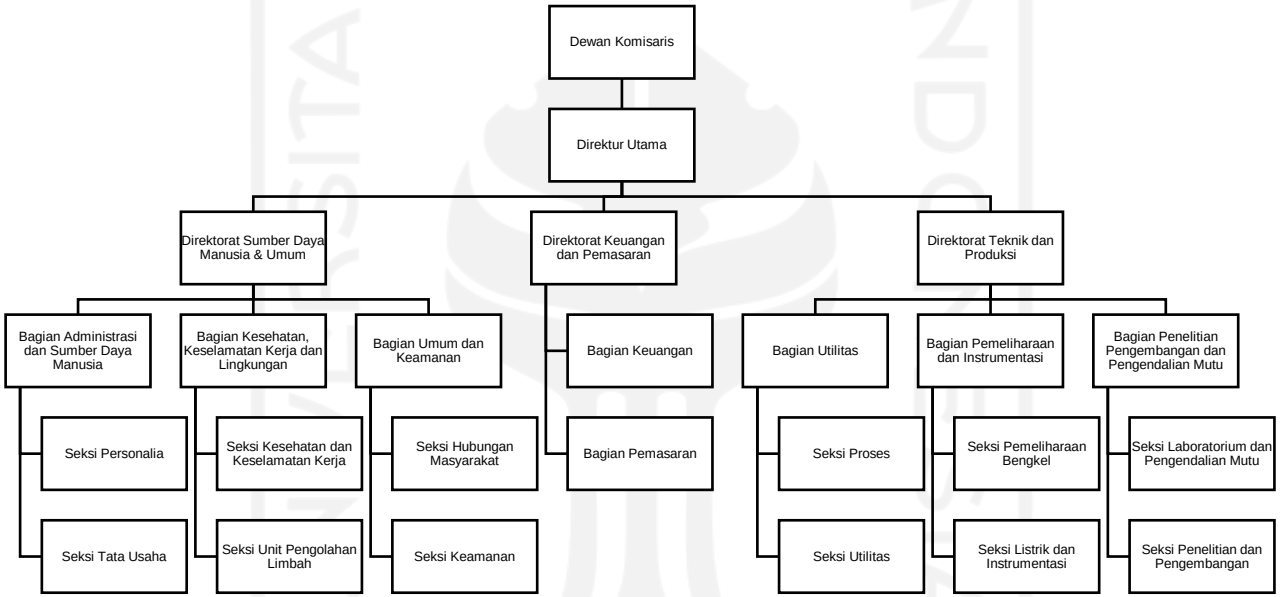
Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf ini, yaitu :

1. Sebagai garis atau *line* yaitu orang-orang yang menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staf yaitu orang-orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran kepada unit operasional.

Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut :

1. Menjelaskan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab dan wewenang.
2. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat
3. Penempatan pegawai yang lebih tepat
4. Penyusunan program pengembangan manajemen
5. Mengatur kembali Langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar

Dalam menjalankan tugas dan wewenangnya, para pemegang saham yang merupakan pemilik perusahaan diwakili oleh Dewan Komisaris, sementara dalam hal tugas menajalankan perusahaan dilaksanakan oleh Direktur Utama yang dibantu oleh beberapa Direktur di bawahnya, baik Dewan Komisaris maupun Direktur Utama dipilih oleh para pemegang saham dalam Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) yang merupakan kekuasaan tertinggi dalam perusahaan. Struktur organisasi perusahaan ini dapat dilihat pada Gambar 4. 4



Gambar 4. 4 Struktur Organisas

4.4.3 Tugas dan Wewenang

1. Pemegang Saham

   Pemegang saham merupakan orang yang memberikan modal untuk perusahaan dengan cara membeli saham perusahaan. Sehingga, para pemilik saham juga merupakan pemilik perusahaan.

   Tugas dan wewenang pemegang saham adalah sebagai berikut :

   a. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris dan Direktur
   b. Mengesahkan hasil-hasil usaha dan neraca perhitungan untung rugi tahunan perusahaan
   c. Mengadakan Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) minimal satu kali dalam setahun

2. Dewan Komisaris

   Dewan Komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemegang saham dan bertanggung jawab penuh kepada pemegang saham. Tugas dan wewenang Dewan Komisaris adalah sebagai berikut :

   a. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran
   b. Mengawasi tugas-tugas direksi
   c. Membantu direksi dalam tugas-tugas penting

3. Direktur Utama

   Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan yang bertanggung jawab penuh terhadap jalannya perusahaan kepada Dewan Komisaris. Tugas dan wewenang Direktur Utama adalah sebagai berikut :

a. Mengatur dan melaksanakan kebijakan perusahaan
b. Bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris dan pemegang saham atas pekerjaanya pada akhir jabatannya
c. menjaga kestabilan organisasi perusahaa dan kontinuitas hubungan baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen serta karyawan
d. mengangkat dan memberhentikan kepala bagian atas persetujuan para pemegang saham
e. mengkoordinir Kerjasama antara direktorat, bagian dan seksi di bawahnya

Direktur Utama membawahi beberapa direktorat, antara lain :

a. Direktorat Sumber Daya Manusia dan Umum
   Direktorat Sumber Daya Manusia dan Umum memiliki tugas dan wewenang dalam hal yang berhubungan dengan administrasi, personalia, humas, keamanan, dan keselamatan kerja. Direktorat Sumber Daya Manusia dan Umum membawahi beberapa bagian, antara lain bagian Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkunga, Bagian Administrasi dan Sumber Daya Manusia, serta Bagian Umum dan Keamanan.
b. Direktorat Keungan dan Pemasaran
   Direktorat Keungan dan Pemasaran memiliki tugas dan wewenang dalam Menyusun dan mengalokasikan anggaran dan pendapatan perusahaan serta melaksanakan kebijakan pemasaran. Direktorat Keuangan dan Pemasaran membawahi beberapa bagian, antara lain Bagian Keuangan dan Bagian Pemasaran.

c. Direktorat Teknik dan Produksi

Direktorat Teknik dan Produksi memiliki tugas dan wewenang dalam merumuskan kebijakan teknik operasi serta mengawasi kesinambungan beberapa bagian, antara lain Bagian Proses dan Produksi membawahi beberapa bagian, antara lain Bagian Proses dan Utilitas, Bagian Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi, serta Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu.

4. Bagian

Setiap bagian memiliki tugas dan wewenang dalam mengatur, mengkoordinir dan mengawal pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan dan bertanggung jawab kepada direktorat yang menauinginya. Bagian-bagian tersebut terdiri dari :

a. Bagian Administrasi dan Sumber Daya Manusia

Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan administrasi, kesekretarian dan pengembangan sumber daya manusia.

b. Bagian Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan

Bertanggung jawab terhadap Kesehatan dan keselamatan kerja karyawan serta pelestarian lingkungan.

c. Bagian Umum dan Keamanan

Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan masyarakat umum serta menjaga keamanan perusahaan.

d. Bagian Keungan

   Bertanggung Jawab terhadap kegiatan pengelolahan keungan, pengadaan barang, serta pembukuan keungan.

e. Bagian Pemasaran

   Bertanggung jawab terhadap kegiatan distribusi dan pemasaran produk.

f. Bagian Proses dan Utilitas

   Bertanggung jawab terhadap kegiatan pabrik dalam bidang proses, penyediaan bahan baku dan utilitas.

g. Bagian Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi

   Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan, perawatan dan penyediaan fasilitas penunjangan kegiatan produksi.

h. Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu

   Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan dan pengawasan mutu.

5. Seksi

Setiap seksi pada perusahaan memiliki tugas dan wewenang dalam melaksanakan pekerjaan dalam lingkungan seksinya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh Kepala Bagian masing-masing. Setiap seksi bertanggung jawab kepada bagian yang menaunginya. Seksi-seksi tersebut terdiri dari :

a. Seksi Personalia

   Seksi personalia ini bertanggung jawab dalam melaksanakan kegiatan yang berhubungan dengan

kepegawaian dan pengembangan sumber daya manusia.

b. Seksi Tata Usaha

Seksi tata usaha ini bertanggung jawab dalam mengurus kebijakan teknis di bidang administrasi, kesekretariatan, perencanaan dan pelaporan, perlengkapan serta aset perusahaan.

c. Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

Seksi Kesehatan dan keselamatan kerja atau K3 ini bertanggung jawab dalam memastikan kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

d. Seksi Unit Pengolahan Limbah

Seksi unit pengolahan limbah ini bertanggung jawab dalam melaksanakan pengolahan limbah hasil produksi.

e. Seksi Hubungan Masyarakat

Seksi hubungan masyarakat ini bertanggung jawab menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan dengan pemerintahan, masyarakat dan industri-industri lain.

f. Seksi Keamanan

Seksi keamanan ini bertanggung jawab dalam meyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

g. Seksi Proses

Seksi proses ini bertanggung jawab dalam melaksanakan dan memastikan kelancaran kegiatan produksi di pabrik.

h. Seksi Utilitas

Seksi utilitas ini bertanggung jawab dalam penyediaan air, *steam,* bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.

i. Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

Bertanggung jawab dalam melakukan perawatan, pemeliharaan dan penggantian alat-alat serta fasilitas pendukungan proses produksi.

j. Seksi Listrik dan Instrumentasi

Seksi listrik dan instrumentasi ini bertanggung jawab dalam memastikan ketersediaan energi listrik dan instrumentasi yang dibutuhkan agar proses produksi dapat berjalan baik.

k. Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu

Seksi laboratorium dan pengendalian mutu ini bertanggung jawab dalam melaksanakan pengendalian mutu bahan baku, bahan pembantu dan produk.

i. Seksi Penelitian dan Pengembangan

Seksi penelitian dan pengembangan ini bertanggung jawab dalam melaksanakan penelitian dan pengembangan perusahaan.

6. Staf Ahli

Staf ahli bertugas dalam memberikan suatu 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 dengan baik yang berhubungan dengan teknik, keungan dan pemasaran maupun sumber daya manusia dan umum. Staf ahli bertanggung jawab kepada direktur utama

sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing. Tugas dan wewenang sebagai berikut :

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

4.4.4 Status Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan

1. Status Karyawan

   Statusnya karyawan ini dibedakan menjadi beberapa golongan, antara lain :

   a. Karyawan Tetap

      Karyawan tetap ini merupakan karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) dari direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerjanya.

   b. Karyawan Harian

      Karyawan harian merupakan karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa Surat Keputusan (SK) dari direksi dan mendapat gaji harian yang dibayar tiap akhir pekan.

   c. Karyawan Borongan

      Karyawan Borongan ini merupakan karyawan yang bekerja di pabrik atau perusahaan jika diperlukan saja. Karyawan ini menerima gaji Borongan untuk suatu pekerjaan yang telah disetujui.

2. Penggolongan Jabatan

   Dalam struktur organisasi perusahaan, jabatan diisi oleh orang-orang dengan spesifikasi Pendidikan dan keahlian sesuai jabatan dan tanggung jawabnya. Karyawan pada perusahaan ini terdiri dari beragam jenjang Pendidikan, mulai dari lulusan Sekolah

Menengah Pertama hingga Magister (S-2). Rincian penggolangan jabatan beserta jenjang Pendidikannya dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut :

Tabel 4. 2 Daftar Jabatan Perusahaan

Jabatan	**Pendidikan**
Direktur Utama	S2
Direktur Utama	S2
Kepala Bagian	S1
Kepala Seksi	S1
Staff Ahli	S1
Sekretaris	S1
Karyawan dan Operator	D3/S1
Dokter	S1
Perawat	D3/S1
Supir	SMP – SMA
Cleaning Service	SMP - SMA

3. Jumlah Karyawan

   Dalam perusahaan, jumlah karyawan harus diperhitungkan secara cermat agar pekerjaan dapat diselesaikan secara efektif dan efisiensi. Jumlah karyawan pada setiap posisi tergantung pada kebutuhan. Rincian jumlah karyawan dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4. 3 Jumlah Karyawan

No	**Jabatan**	**Jumlah**
1	Direktur Utama	1
2	Direktur Sumber Daya Manusia dan Umum	1
3	Direktur Keuangan dan Pemasaran	1

4	Direktur Teknik dan Produksi	1
5	Ka. Bagian Administrasi dan Sumber Daya Manusia	1
6	Ka. Bagian Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan	1
7	Ka. Bagian Umum dan Keamanan	1
8	Ka. Bagian Keuangan	1
9	Ka. Bagian Pemasaran	1
10	Ka. Bagian Proses dan Utilitas	1
11	Ka. Bagian Pemeliharaan Listrik dan Instrumentasi	1
12	Ka. Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu	1
13	Ka. Sek Personalia	1
14	Ka. Sek Tata Usaha	1
15	Ka. Sek Kesehatan, Keselamatan Kerja	1
16	Ka. Sek Unit Pengolahan Limbah	1
17	Ka. Sek Hubungan Masyarakat	1
18	Ka. Sek Keamanan	1
19	Ka. Sek Proses	1
20	Ka. Sek Utilitas	1
21	Ka. Sek Pemeliharaan dan Bengkel	1
22	Ka. Sek Listrik dan Instrumentasi	1
23	Ka. Sek Laboratorium dan Pengendalian Mutu	1
24	Ka. Sek Penelitian dan Pengembangan	1
25	Karyawan Personalia	5
26	Karyawan Tata Usaha	5
27	Karyawan Kesehatan, Keselamatan Kerja	5
28	Karyawan Unit Pengolahan Limbah	5
29	Karyawan Hubungan Masyarakat	4
30	Karyawan Keamanan	10

31	Karyawan Proses	7
32	Karyawan Utilitas	4
33	Karyawan Pemeliharaan dan Bengkel	5
34	Karyawan Listrik dan Instrumentasi	5
35	Karyawan Laboratorium dan Pengendalian Mutu	5
36	Karyawan Penelitian dan Pengembangan	5
37	Operator	57
38	Sekretaris	3
39	Dokter	4
40	Perawat	6
41	Sopir	5
42	*Cleaning Service*	8
	Total	172

4.4.5 Pembagian Jam Kerja dan Sistem Gaji Karyawan

1. Pembagian Jam Kerja

   Pabrik Epichlorohydrin ini direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam setahun dan 24 jam dalam sehari. Sisa hari yang tidak termasuk hari libur digunakan untuk perbaikan, perawatan (*maintenance*) dan *shut down.* Oleh karena itu, untuk menjaga kelancaran proses produksi serta kegiatan administrasi dan pemasaran, maka pembagian jam kerja harus diatur seefektif mungkin. Berdasarkan jam kerjanya, karyawan pada perusahaan ini dibedakan menjadi dua golongan yaitu :

   a. Karyawan *Non-Shift*

      Karyawan *Non-Shift* merupakan karyawan yang tidak menangani secara langsung proses produksi. Karyawan *non-shift* meliputi jajaran direksi, kepala bagian, kepala seksi serta jabatan-jabatan di bawahnya yang bekerja di kantor.

Keryawan *non-shift* bekerja selama 5 hari selama seminggu, berikut adalah ketentuan jam kerja pegawai *non-shift* :

Senin-Kamis: 08.00-16.00 (istirahat 12.00-13.00) WIB

Jumat : 08.00-16.00 (istirahat 11.30-13.00) WIB

b. Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* merupakan karyawan yang menangani secara langsung proses produksi atau mengantur bagian tertentu dari pabrik yang berhubungan dengan keamanan dan kegiatan produksi. Sebagai dari bagian teknik, bagian Gudang, dan beberapa bagian lain harus siaga demi keselamatan dan keamanan pabrik. Karyawan *shift* akan bekerja secara bergantian dalam sehari semalam, dengan pembagian *shift* sebagai berikut :

Shift 1 : pukul 07.00-15.00

Shift 2 : pukul 15.00-23.00

Shift 3 : pukul 23.00-07.00

Jam kerja *shift* berlangsung selama 8 jam sehari dan mendapat pengganti *shift* setiap 3 hari kerja sekali. Karyawan *shift* bekerja dengan sistem 3 hari kerja, 1 hari libur. Pada hari minggu dan libur besar semua karyawan *shift* tidak libur. Namun, setiap karyawan mendapat jatah cuti selama 12 hari setiap tahunnya. Pembagian *shift* dilakukan dalam 4 regu, dimana 3 regu mendapatkan giliran *shift* sedangkan 1 regu libur. Jadwal *shift* karyawan dapat dilihat pada Table 4.4

Tabel 4. 4 Jadwal Shift Karyawan

Regu	Hari														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	I	I	I		II	II	II		III	III	III		I	I	I
B		II	II	II		III	III	III		I	I	I		II	II
C	II		III	III	III		I	I	I		II	II	II		III
D	III	III		I	I	I		II	II	II		III	III	III	

Regu	Hari														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A		II	II	II		III	III	III		I	I	I		II	II
B	II		III	III	III		I	I	I		II	II	II		III
C	III	III		I	I	I		II	II	II		III	III	III	
D	I	I	I		II	II	II		III	III	III		I	I	I

2. Sistem Gaji Karyawan

   Sistem pembagian gaji pada perusahaan ini terbagi menjadi tiga jenis yaitu :

   a. Gaji Bulanan

      Gaji bulanan merupakan gaji yang diberikan kepada karyawan tetap dengan jumlah sesuai peraturan perusahaan dan dibayar pada tanggal 1 setiap bulannya.

   b. Gaji Harian

      Gaji harian merupakan gaji yang diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian dan karyawan Borongan.

   c. Gaji Lembur

      Gaji lembur merupakan gaji tambahan yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok.

Rincian gaji setiap karyawan pada setiap jabatan dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut :

Tabel 4. 5 Rincian Gaji Karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji (Rp) (Orang/Bulan)	Gaji (Rp)(Bulan)
1	Direktur utama	1	40.000.000	40.000.000
2	Direktur SDM	1	30.000.000	30.000.000
3	Direktur Adkeu dan Pemasaran	1	30.000.000	30.000.000
4	direktur teknik dan produksi	1	30.000.000	30.000.000
5	Ka. Bagian Administrasi dan Sumber Daya Manusia	1	16.000.000	16.000.000
6	Ka. Bagian kesehatan, keselamatan kerja dan lingkungan	1	16.000.000	16.000.000
7	Ka. Bagian umum dan keamanan	1	16.000.000	16.000.000
8	Ka. Bagian keuangan	1	16.000.000	16.000.000
9	Ka. Bagian pemasaran	1	16.000.000	16.000.000
10	Ka. Bagian proses dan Utilitas	1	16.000.000	16.000.000
11	Ka. Bagian pemeliharaan listrik dan Instrumentasi	1	16.000.000	16.000.000
12	Ka. Bagian penelitian pengembangan dan pengendalian Mutu	1	16.000.000	16.000.000

13	Ka. Sek. Personalia	1	10.000.000	10.000.000
14	Ka. Sek. Tata usaha	1	10.000.000	10.000.000
15	Ka. Sek. Kesehatan keselematan kerja	1	10.000.000	10.000.000
16	Ka. Sek. Unit pengolahan limbah	1	10.000.000	10.000.000
17	Ka. Sek. Hubungan masyarakat	1	10.000.000	10.000.000
18	Ka. Sek. Keamanan	1	10.000.000	10.000.000
19	Ka. Sek. Proses	1	10.000.000	10.000.000
20	Ka. Sek. Utilitas	1	10.000.000	10.000.000
21	Ka. Sek. Pemeliharaan dan bengkel	1	10.000.000	10.000.000
22	Ka. Sek. Listrik dan instrumentasi	1	10.000.000	10.000.000
23	Ka. Sek. Laboratorium dan pengendalian mutu	1	10.000.000	10.000.000
24	Ka. Sek. Penelitian dan pengembangan	1	10.000.000	10.000.000
25	Karyawan Personalia	5	6.000.000	30.000.000
26	Karyawan Tata usaha	5	6.000.000	30.000.000
27	Karyawan Kesehatan dan keselamatan kerja	5	6.000.000	30.000.000
28	Karyawan Unit Pengolahan Limbah	5	6.000.000	30.000.000
29	Karyawan Hubungan masyarakat	4	6.000.000	24.000.000
30	Karyawan Keamanan	10	4.600.000	46.000.000
31	Karyawan Proses	7	6.500.000	45.500.000
32	Karyawan Utilitas	4	6.500.000	26.000.000

33	Karyawan Pemeliharaan dan bengkel	5	6.000.000	30.000.000
34	Karyawan listrik dan Instrumentasi	5	6.000.000	30.000.000
35	Karyawan Laboratorium dan pengendalian Mutu	5	6.000.000	30.000.000
36	karyawan Penelitian dan pengembangan	5	6.000.000	30.000.000
37	Operator	57	6.000.000	342.000.000
38	Sekretaris	3	6.200.000	18.600.000
39	Dokter	4	10.000.000	40.000.000
40	Perawat	6	5.000.000	30.000.000
41	Sopir	5	4.500.000	22.500.000
42	Cleaning Servis	8	4.500.000	36.000.000
TOTAL		**172**	**485.800.000**	**1.248.600.000**

4.4.6 Ketenagakerjaan

Setiap karyawan memiliki hak dalam hal ketenagakerjaan seperti yang tertuang dalam peraturan perundang-undangan. Hak-hak tersebut antara lain :

1. Tunjangan

   Tunjangan karyawan terdiri dari :

   a. Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberian berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
   b. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan.
   c. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.

d. Tunjangan hari raya (THR), diberikan sebesar nilai satu bulan gaji kepada karyawan setiap tahunnya saat menjelang Hari Raya Idul Fitri.

2. Hari Libur Nasional

   Untuk karyawan harian (*non-shift*), hari libur nasional dihitung sebagai hari libur kerja. Sedangkan bagi karyawan *shift*, hari libur nasional dihitung sebagai kerja lembur (*overtime*).

3. Hak Cuti

   Hak cuti karyawan terdiri dari :

   a. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu tahun. Apabila hak cuti tersebut tidak digunakan maka hak tersebut akan hilang untuk tahun tersebut.
   b. Cuti sakit diberikan kepada setiap karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter, termasuk kepada karyawan wanita yang melahirkan.

4. Fasilitas Karyawan

   Dalam rangka meningkat produktivitas karyawan, perusahaan menyediakan berbagai fasilitas yang dapat digunakan oleh karyawan untuk menjaga kondisi jasmani dan rohani karyawan, sehingga mereka tidak merasa jenuh dalam menjalankan pekerjaan sehari-hari dan kegiatan dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Fasilitas yang disediakan perusahaan meliputi :

   a. Poliklinik

      Poliklinik disediakan bertujuan untuk menjaga kesehatan karyawan yang merupakan salah satu hal yang berpengaruh dalam efisiensi produksi pabrik. Poliklinik yang disediakan ditangani oleh dokter dan perawat.

b. Tempat Ibadah

Tempat ibadah yang disediakan perusahaan berupad masjid, agar karyawan tetap dapat melaksanakan kewajiban rohani dan aktivitas keagamaan lainnya.

c. Pakaian Kerja

Perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahunnya kepada semua karyawan untuk menghindari kesenjangan antar karyawan. Selain itu, perusahaan menyediakan masker dan berbagai alat pelindung diri (APD) lain sebagai alat pengaman kerja.

d. Makan dan Minum

Makanan dan minuman disediakan sebanyak satu kali dalam sehari oleh perusahaan yakni pada jam makan siang. Makanan dan minuman direncakan akan dikelola oleh perusahaan *catering* yang ditunjuk perusahaan.

e. Transportasi

Untuk meringankan beban pengeluaran karyawan, perusahaan menyediakan alat transportasi bagi karyawan yang tidak menggunakan transportasi pribadi berupa *shuttle bus.* Bua akan beroperasi di beberapa titik tempat tinggal karyawan untuk mengantar dan menjemput karyawan saat akan berangkat dan pulang kerja.

5. Jaminan Ketenagakerjaan

Perusahaan menyediakan asuransi pertanggung jiwa dan asuransi kecelakaan kerja bagi karyawan yang dikelola oleh Badan Penyelenggaraan Jaminan Sosial Tenaga Kerja (JAMSOSTEK).

BAB V

UTILITAS

5.1 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Unit utilitas adalah sarana penunjangan yang sangatlah penting dalam menciptakan kelancaran jalan proses produksi. Sarana penunjangan ialah sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan. Beberapa utilitas yang diperlukan dalam perancangan pabrik Epichlorohydrin ini meliputi :

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
2. Unit Pembangkit *Steam* (*Steam Generation System*)
3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
4. Unit Penyediaan Udara Tekanan (*Instrument Air System*)
5. Unit Penyediaan Bahan Bakar
6. Unit Pengolahan Limbah

5.1.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)

Unit Penyediaan dan Pengolahan Air ini bertugas menyediakan dan mengolah air bersih yang akan digunakan dalam memenuhi kebutuhan air di pabrik. Kebutuhan air meliputi air pendingin, air umpan boiler dan air domestik untuk kebutuhan kantor dan rumah tangga, air untuj pemadam kebakaran dan air cadangan. Pabrik Epichlorohydrin ini akan didirikan di kawasan industri Cilegon. Oleh karena itu kebutuhan air yang diperoleh dari perusahaan Air Krakatau Tirta Industri (KTI) Cilegon. Untuk spesifikasi air yang dibeli dari PT. Krakatau Tirta Industri sebagai berikut :

pH	= 6-9
Konduktivitas	= 100-400µS
TOC (*Total Organic Carbon*)	= 1000 ppm
TDS (*Total Dissolve Solid*)	= 88,4278 mg/L

Kontaminan Klorin = 10 mg/L

Kontaminan Tembaga = 0,0006 mg/L

Kekeruahan (*Turbiditas*) = 2 NTU

Kesadahan total = 35 mg/L

Silika (SiO2) = 100 mg/L

Tabel 5.1 Total Kebutuhan Air

Tabel 5. 1 Total Kebutuhan Air

No.	**Keperluan**	**Jumlah (kg/jam)**
1	*Domestik Water*	2.405,57
2	*Service Water*	500
3	*Cooling Water*	162.089.873,51
4	*Steam Water*	23.684.325,71
5	*Process water*	61.789,32
Total		**185.838.894,10**

Air yang dibeli dari perusahaan PT. Krakatau Tirta Industri ini dilebihkan 20% sehingga totalnya menjadi 185.838.894,10 kg/jam. Secara keseluruhannya kebutuhan air pada pabrik ini digunakan untuk keperluan berikut :

1. Air pendingin

   Air pendingin ini pada umumnya digunakan sebagai pendingin karena pertimbangan sebagai berikut :

   a. Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume
   b. Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar
   c. Mudah pengolahan dan pengaturannya
   d. Tidak tedekomposisi
   e. Air sanitasi

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan perumahan, perkantoran, laboratorium, dan masjid. Air sanitasi harus memenuhi syarat tertentu, yaitu :

a. Jernih/tak berwarna
b. Netral/pH sekitar 7
c. Tidak mengandung logam berat
d. Bersih/sehat dan bebas dari bakteri bacillus
e. Kadar klor bebas sekitar 0,7 ppm

Tabel 5. 2 Kebutuhan Cooling Water

Nama Alat	**Kode**	**Jumlah (kg/jam)**
Reaktor -01	R-01	14.670.074,74
Reaktor -02	R-02	14.670.074,74
Netralizer -01	N-01	101.132.350,02
Cooler -01	CL-01	1.649.890,44
Cooler -02	CL-02	1.460.853,02
Cooler -03	CL-03	238.217,77
Condenser-01	CD-01	1.253.433,86
Total		**135.074.894,59**

2. Air umpan boiler

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler ini yakni :

a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan oleh air yang mengandung larutan-larutan asam, gas-gas larutan seperti O_2, CO_2, H_2S dan NH_3. O_2 masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

b. Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*)
dalam pembentukan kerak ini disebabkan oleh adanya kesadahan dan suhu tinggi yang biasanya berupa garam-garam karbonah dan silika.

c. Zat yang menyebabkan *foaming*
Air yang diambilkan kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada boiler karena adanya zat-zat organik yang tidak larut dalam jumlah besar, efek pembuasan terutama terjadi pada alkalitas tinggi.

Tabel 5. 3 Tabel Kebutuhan Air Umpan Boiler (Boiler Feed Water)

Nama Alat	**Kode**	**Jumlah (kg/jam)**
Heater-01	HE-01	1.119.231,10
Heater-02	HE-02	5.322.549,07
Heater-03	HE-03	1.337.884,48
Total		**7.779.664,65**

3. Kebutuhan Air Domestik
Kebutuhan air domestik meliputi kebutuhan air karyawan dan kebutuhan air perumahan.

– Kebutuhan Air Karyawan
Jumlah karyawan = 172 orang
Kebutuhan air setiap karyawan = 100 L/hari
Total kebutuhan air karyawan = 16813,08 kg/hari

– Kebutuhan Air Perumahan
Jumlah Rumah = 50 rumah
Jumlah orang setiap unit = 4 orang
Kebutuhan air setiap orang = 200 L/hari
Total kebutuhan air perumahan = 40920,51 kg/hari

Total kebutuhan air domestik = 57733,6003 kg/hari

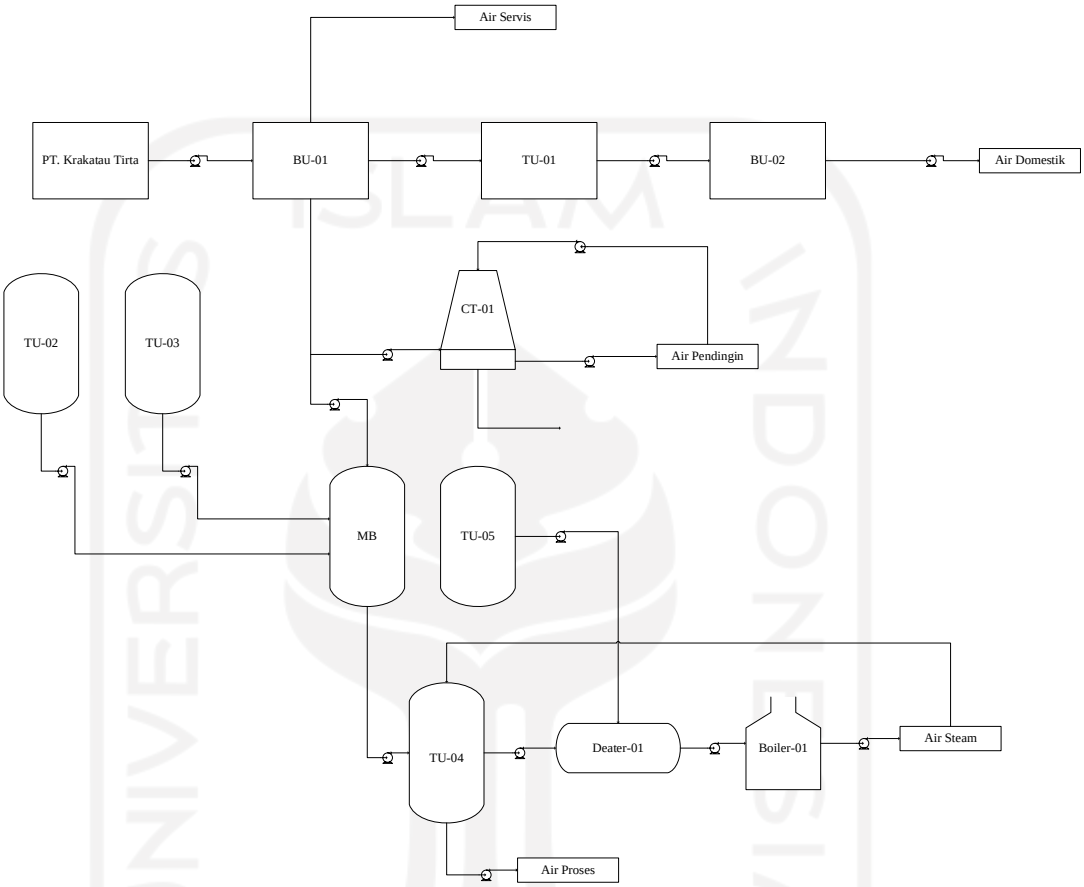
4. Kebutuhan Air Layanan Umum (Servis Water)

   Kebutuhan servis water ini diasumsikan sekitar 500 kg/jam. Asumsi air ini kemudian digunakan untuk konsumsi umum seperti laboratorium, masjid, pemadam kebakaran, kantin, bengkel dan lain-lain.

5. Kebutuhan Air Proses (Process Water)

   Pada kebutuhan air proses ini ada pada alat Mixer (M – 01) dan Rotary Vacum Fillter (RVF – 01) sebesar 51.491,10 kg/jam. Perancangan dibuat dengan overdesign 20% sehingga kebutuhan air proses menjadi 61789,32 kg/jam.

Berikut diagram alir pengolahan air :



Keterangan					
BU-01	**Bak penampung air bersih**	**TU-03**	**Tangki NaOH**	**CT**	**Cooling Tower**
BU-02	**Bak penampung air domestik**	**TU-04**	**Tangki air demin**	**DA**	**Deaerator**
TU-01	**Tangki deklorinasi**	**TU-05**	**Tangki N_2H_4**	**BL**	**Boiler**
TU-02	**Tangki NaCl**	**MB**	**Mixed Bed**		

Gambar 5. 1 Diagram Alir Pengolahan Air

5.1.2 Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *steam* pada proses produksi, yang dengan menyediakan *boiler* dengan spesifikasi :

Kapasitas = 27.598.580,41 kg/jam

Jenis = Water Tube Boiler

Jumlah = 1

Suhu = 120 °C

Tekanan = 1 atm

Alat yang membutuhkan *steam* ialah *heater, reboiler*, dan *evaporator*. Sebelum masuk ke *boiler*, air harus dihilangkan kesadahannya karena akan menimbulkan kerak di dalam *boiler*. Sebelum masuk *boiler*, air yang dilewatkan dalam *ion exchanger* dan *deaerator* terlebih dahulu agar tidak menimbulkan kerak.

5.1.3 Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Pada pabrik Epichlorohydrin ini kebutuhan listriknya diperoleh dari PLN dan generator diesel. Fungsi dari generator diesel ini sebagai tenaga cadangan saat terjadinya gangguan atau pemadaman listrik oleh PLN. Berikut ini spesifikasi generator diesel yang digunakan yaitu :

Kapasitas : 1125,29 kW

Jumlah : 1 buah

Berikut rincian untuk kebutuhan listrik pabrik :

a. Tabel Kebutuhan Listrik Proses

Tabel 5. 4 Kebutuhan Listrik Proses

Alat	**Kode Alat**	**Daya**	
		Hp	**Watt**
Mixer-01	M-01	10	7457,00
Mixer-02	M-02	15	11185,50
Reaktor-01	R-01	24,78	18476,86
Reaktor-02	R-02	24,78	18476,86
Netralizer-01	N-01	40	29828,00
Evaporator-01	EV-01	7,5	5592,75
Rotary Vacuum Dryer-01	RVF-01	25	18642,50
Rotary Dryer-01	RD-01	2	1491,40
Bucket Elevator-01	BE-01	3,4	2535,38
Bucket Elevator-02	BE-02	3,4	2535,38
Screw Conveyor-01	SC-01	0,43	320,65
Screw Conveyor-02	SC-02	0,43	320,65
Screw Conveyor-03	SC-03	0,43	320,65
Pompa-01	P-01	0,25	186,43
Pompa-02	P-02	0,25	186,43
Pompa-03	P-03	0,25	186,43
Pompa-04	P-04	0,25	186,43
Pompa-05	P-05	0,25	186,43
Pompa-06	P-06	0,25	186,43
Pompa-07	P-07	0,25	186,43
Pompa-08	P-08	0,25	186,43
Pompa-09	P-09	0,25	186,43
Pompa-10	P-10	0,25	186,43
Pompa-11	P-11	0,25	186,43

Pompa-12	P-12	0,25	186,43
Pompa-13	P-13	0,25	186,43
Pompa-14	P-14	0,25	186,43
Pompa-15	P-15	0,25	186,43
Total		**160,90**	**119979,96**

Total kebutuhan listrik alat proses = 119.979,96 Watt
= 119,979 kW

b. TabeL Kebutuhan Listrik Utilitas

Tabel 5. 5 Kebutuhan Listrik Utilitas

Alat	**Kode Alat**	**Daya**	
		Hp	**Watt**
Blower Cooling Tower	BL-01	20,00	14.914,00
Kompresor Udara	CP-01	10,00	7.457,00
Pompa Utilitas-01	PU-01	3,00	2.237,10
Pompa Utilitas-02	PU-02	0,02	14,90
Pompa Utilitas-03	PU-03	0,10	71,70
Pompa Utilitas-04	PU-04	0,00316	2,35
Pompa Utilitas-05	PU-05	0,10	71,70
Pompa Utilitas-06	PU-06	0,10	71,70
Pompa Utilitas-07	PU-07	3,00	2.237,10
Pompa Utilitas-08	PU-08	3,00	2.237,10
Pompa Utilitas-09	PU-09	3,00	2.237,10
Pompa Utilitas-10	PU-10	3,00	2.237,1000
Pompa Utilitas-11	PU-11	13,92	10.380,10
Pompa Utilitas-12	PU-12	2,06	1.538,74
Pompa Utilitas-13	PU-13	3,00	2.237,10
Pompa Utilitas-14	PU-14	3,00	2.237,10

Pompa Utilitas-15	PU-15	3,00	2.237,10
Pompa Utilitas-16	PU-16	3,00	2.237,10
Pompa Utilitas-17	PU-17	3,00	2.237,10
Pompa Utilitas-18	PU-18	3,00	2.237,10
Pompa Utilitas-19	PU-19	3,00	2.237,10
Total		**82,30**	**61.367,38**

Total kebutuhan listrik alat utilitas = 61.367,38 Watt

= 61,376 kW

Total kebutuhan listrik *plant* = 181,34 kW

c. Kebutuhan Listrik lainya

- Kebutuhan lsitrik untuk AC dan penerangan masing-masing sebesar 30kW dan 100 kW
- Kebutuhan listrik untuk laboratorium dan bengkel sebesar 75 kW dan listrik intrumentasi sebesar 50 kW.

Kebutuhan penunjang alat listrik secara lebih lengkap dapat dilihat pada tabel 5.6 sebagai berikut

Tabel 5. 6 Kebutuhan Listrik

Keperluan	**Kebutuhan (kW)**
Kebutuhan Plant	
a. Proses	119,98
b. Utilitas	61,37
a. Penerangan	100,00
b. AC	30,00
Laboratorium dan bengkel	75,00
Instrumentasi	50,00
Total	**436,3473**

5.1.4 Unit Penyediaan Udara Tekan (*Instrument Air System*)

Unit Penyediaan Udara Tekan diperlukan untuk memenuhi kebutuhan udara tekan untuk pemakaian alat dengan prinsip *pneumatic* terutama alat-alat kontrol. Pada dasarnya proses yang terjadi pada unit ini adalah mengurangi berat jenis udara dari kandungan kondensat sebelum masuk ke unit instrumen udara. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 56,07 m^3/jam dan tekanan 6,35 bar pada alat pengadaan udara tekan menggunakan kompresor.

5.1.5 Unit Penyedian Bahan Bakar

Pada unit penyediaan bahan bakar ini mempunyai fungsi untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada boiler dan generator. Jenis bahan bakar yang digunakan generator yaitu solar. Kebutuhan bahan bakar untuk boiler sebesar 581.189,77 kg/jam dan generator sebesar 132,25 L/jam.

5.1.6 Unit Pengolahan Limbah

Pabrik Epichlorohydrin ini menghasilkan limbah buangan baik yang berasal dari proses produksi, utilitas maupun kegiatan-kegiatan lain. Untuk itu, perlu dilakukan pengolahan terhadap limbah-limbah tersebut sebelum dibuang ke lingkungan sehingga tidak merusak lingkungan sekitar. Limbah yang dihasilkan dari pabrik Epichlorohydrin ini limbah cair. Pengolahan limbah tersebut harus disesuaikan dengan jenis limbahnya.

Limbah cair yang dihasilkan berdasarkan air proses, utilitas, dan sanitasi. Pengolahan limbah cair harus memperhatikan parameter air buang yang sesuai dengan peraturan pemerintah, yaitu :

COD : maks. 100 mg/l
BOD : maks. 20 mg/l
TSS : maks. 80 mg/l
Oil : maks. 5 mg/l
pH : 6,5-8,5

Pengolahan untuk masing-masing limbah tersebut adalah sebagai berikut:

a. Limbah Air Proses

   Pengolahan air yang berasal dari buangan alat proses dilakukan dengan berdasarkan perbedaan berat jenisnya. Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor KEP-51/MENLH/10/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri, menyatakan bahwa maksimal batas padatan yang terlarut dalam air adalah 4000 mg/L untuk limbah cair kelompok II. Untuk menghilangkan larutan tersebut maka dilakukan proses desalinasi dengan menggunakan alat evaporator yang dilengkapi dengan kondensor untuk penguapan.

b. Limbah Sanitasi

   Air buangan sanitasi yang berasal dari perkantoan, perumahan, toilet dan lain-lain pengolahannya tidak memerlukan penanganan khusus, yaitu dengan cara diolah pada unit stabilisasi menggunakan aerasi, dan injeksi klorin.

5.1.7 Spesifikasi Alat Utilitas

1. Pompa Utilitas

Tabel 5. 7 Pompa Utilitas

Spesifikasi	**Pompa Utilitas**				
Kode	PU-01	PU-02	PU-03	PU-04	PU-05
Fungsi	Mengalirkan air dari PT. Krakatau Tirta menuju BU - 01	Mengalirkan air dari BU – 01 menuju Sistem Air Servis	Mengalirkan air dari BU – 01 menuju TU – 01	Mengalirkan Kaporit dari Tangki kaporit menuju TU - 01	Mengalirkan air dari TU – 01 menuju BU - 02
Jenis Pompa	*Centrifugal Pump Single Stage*				
Bahan Kontruksi	*commercial Steel*	*commercial Steel*	*commercial Steel*	*commercial Steel*	*commercial Steel*
Kapasitas (ft^2/s)	2.139,72	2,583	12,431	0,408	12,431
Spesifikasi					
Pump head, (m)	310,9	4,557	4,558	4,557	4,558
Sch.	40	40	40	40	40
Tenaga Pompa (HP)	506	0,0199	0,096	0,0031	0,096
Tenaga Motor (HP)	3	3	3	3	3

Tabel 5. 8 Pompa Utilitas (2)

Spesifikasi	**Pompa Utilitas**				
Kode	PU-06	PU-07	PU-08	PU-09	PU-10
Fungsi	Mengalirkan air dari BU – 02 menuju Sistem Air Domestik	Mengalirkan air dari BU – 01 menuju CT - 01	Mengalirkan air dari CT - 01 menuju Sistem Air Pendingin	Mengalirkan air dari Sistem Air Pendingin menuju CT - 01	Mengalirkan air dari dari BU – 01 menuju TU - 04
Jenis Pompa	*Centrifugal Pump Single Stage*				
Bahan Kontruksi	*commercial Steel*	*commercial Steel*	*commercial Steel*	*commercial Steel*	*commercial Steel*
Kapasitas (ft^2/s)	12,43	1866,28	1866,28	2139,72	272,69
Spesifikasi					
Pump head, (m)	4,55	236	236	310	505
Sch.	40	40	40	40	40
Tenaga Pompa (HP)	0,09	33	33	50	104
Tenaga Motor (HP)	3	3	3	3	3

Tabel 5. 9 Pompa Utilitas (3)

Spesifikasi	**Pompa Utilitas**				
Kode	PU-11	PU-12	PU-13	PU-14	PU-15
Fungsi	Mengalirkan NaCl dari TU – 02 menuju TU - 04	Mengalirkan NaOH dari TU – 03 menuju TU - 04	Mengalirkan air dari TU – 04 menuju TU - 05	Mengalirkan air dari TU – 04 menuju Deator - 01	Mengalirkan N_2H_4 dari TU – 06 menuju Deator - 01
Jenis Pompa	*Centrifugal Pump Single Stage*				
Bahan Kontruksi	*commercial Steel*	*commercial Steel*	*commercial Steel*	*commercial Steel*	*commercial Steel*
Kapasitas (ft^2/s)	2,269	0,56	272,69	272,69	272,69
Spesifikasi					
Pump head, (m)	8,05	4,77	505	505	505
Sch.	40	40	40	40	40
Tenaga Pompa (HP)	13,91	2,06	104	104	104
Tenaga Motor (HP)	3	3	3	3	3

Tabel 5. 10 Pompa Utilitas (4)

Spesifikasi	**Pompa Utilitas**			
Kode	PU-16	PU-17	PU-18	PU-19
Fungsi	Mengalirkan air dari Deator – 01 menuju Boiler - 01	Mengalirkan air dari Boiler – 01 menuju Sistem Air Steam	Mengalirkan air dari Sistem Air Steam menuju TU - 05	Mengalirkan air dari TU – 05 menuju Sistem Air Proses
Jenis Pompa	**Centrifugal Pump Single Stage**			
Bahan Kontruksi	**commercial Steel**	**commercial Steel**	**commercial Steel**	**commercial Steel**
Kapasitas (ft^2/s)	272,69	272,69	213	0,71
Spesifikasi				
Pump head, (m)	505	505	310	4,9
Sch.	40	40	40	40
Tenaga Pompa (HP)	104	104	506	2,6
Tenaga Motor (HP)	3	3	3	3

2. Bak Penampung

Tabel 5. 11 Bak Penampungan Utilitas

Spesifikasi	**Bak Utilitas**	
Kode	BU - 01	BU - 02
Fungsi	Menampung sementara raw water dari PT. Krakatau Tirta	Menampung sementara Air Domestik
Jenis	Bak Persegi	
Bahan	Beton bertulang	
Spesifikasi		
Panjang (m)	76,40	4,45
Lebar (m)	76,40	4,45
Tinggi (m)	38,20	4,45
Jumlah	1	1

3. Tangki Utilitas

Tabel 5. 12 Tangki Utilitas

Spesifikasi	**Tangki**				
Kode	TU - 01	TU - 02	TU - 03	TU - 04	TU - 05
Fungsi	Mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga	Tangki penyimpanan NaCl	Tangki penyimpanan NaOH	Menampung air bebas mineral sebagain air proses dan air umpan boiler.	Tangki penyimpanan N_2H_4
Jenis	*Silinder Tegak*				
Bahan	*Carbon Steel*				
Spesifikasi					
Tinggi (m)	1,54	23,24	33,08	95,42	1,33
Diameter (m)	1,54	23,24	33,08	95,42	1,33
Volume (m)	2,89	9854,17	2.8421,19	682.108,58	1,86
Jumlah	1	1	1	1	1

4. Cooling Tower

Tabel 5. 13 Cooling Tower Utilitas

Spesifikasi	Cooling Tower
Fungsi	Mendinginkan air pendingin setelah digunakan
Jenis	*Cooling Tower Induced Draft*
Spesifikasi	
Panjang (ft)	138,20
Lebar (ft)	138,20
Tinggi (ft)	453,42
Jumlah	1

5. Deaerator

Tabel 5. 14 Dearator Utilitas

Spesifikasi	Dearator
Fungsi	Menghilangkan gas CO_2 dan O_2 yang terikat dalam feed water yang menyebabkan kerak pada reboiler dan turbin
Jenis	Tangki Silinder Tegak
Spesifikasi	
Kapasitas (m^3/jam)	236
Diameter (m)	33,08
Tinggi (m)	33,08
Volume (m^3)	2.842
Jumlah	1

6. Blower

Tabel 5. 15 Blower Cooling Tower Utilitas

Spesifikasi	Blower Cooling Tower
Fungsi	Menghembuskan udara ke cooling tower
Jenis	*Centrifugal Blower*
Spesifikasi	
Kapasitas (m^3/jam)	4.908
Efisiensi (m^3/jam)	80%
Power (Hp)	20
Bahan	*Carbon Steel SA-285 Grade C*
Jumlah	1

7. Mixed Bed

Tabel 5. 16 Mixed Bed Utilitas

Spesifikasi	Mixed Bed
Fungsi	Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation seperti Ca dan Mg, serta anion seperti Cl, SO_4 dan NO_3
Jenis	Tangki Silinder Tegak
Resin	Zeolit
Spesifikasi	
Diameter Tangki (m)	49,68
Tinggi Tangki (m)	5
Tinggi bed (m)	50
Volume Bed (m^3)	2.460,7
Volume bak resin (m^3)	14.875
Tebal (in)	0,18
Jumlah	1

BAB VI

EKONOMI

6.1 Evaluasi Ekonomi

Pra rancangan pabrik Epichlorohydrin ini diperlukan evaluasi ekonomi untuk mengetahui apakah pabrik yang didirikan merupakan suatu investasi yang layak dan menguntungkan atau tidak. Evaluasi ekonomi ini meninjau kebutuhan modal investasi, besar keuntungan 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. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi evaluasi ekonomi diantaranya yaitu :

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

Ada beberapa hal yang harus diperkirakan sebelum melakukan analisis terhadap lima faktor diatas, yakni :

1. Penentuan modal industri (*fixed capital investment*) yang meliputi :
    a. Modal tetap (*fixed capital investment*)
    b. Modal kerja (*working capital investment*)
2. Penentuan total biaya produksi (*Total production cost*) yang meliputi :
    a. Biaya pembuatan (*manufacturing cost*)
    b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)
3. Pendapatan Modal

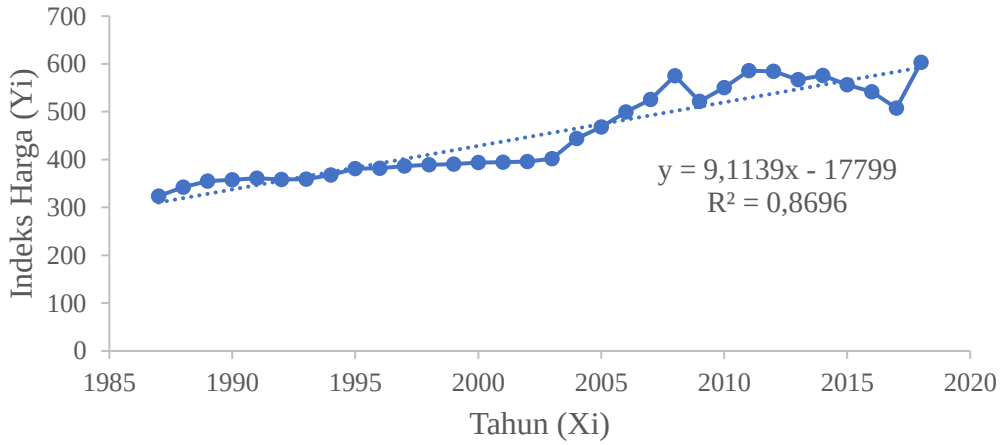
    Perkiraan yang perlu dilakukan untuk mengetahui titik impas, sebagai berikut :

a. Biaya tetap per tahun (*fixed cost annual*)
b. Biaya variable per tahun (*variable cost annual*)
c. Biaya mengambang (*regulated cost annual*)

6.1.1 Penaksiran Harga Alat

Harga peralatan akan mengalami perubahan, hal ini tergantung pada kondisi ekonomi. Oleh karena itu untuk mengetahui harga peralatan diperlukan metode atau cara untuk memperkirakan harga alat tertentu. Harga peralatan proses produksi pada tahun rencana pendirian pabrik yaitu tahun 2026 ditentukan menggunakan indeks harga alat pada tahun tersebut.

Untuk mengetahui harga alat pada tahun 2026 untuk pendirian pabrik, maka dicari indeks pada tahun tersebut. Harga indeks pada tahun 2026 dapat diperkirakan dengan data indeks dari tahun-tahun sebelumnya. Pada analisis ini menggunakan data indeks harag pada tahun 1987 sampai dengan 2018 didapatkan dari chemengonline.com/pci yang kemudian dicari menggunakan persamaan regresi linier. Grafik hubungan antara tahun dan indeks harga ditunjukan pada gambar 6.1



Gambar 6. 1 Grafik Hubungan Antara Tahun dan Indeks Harga

Dengan asumsi kenaikan linear, berdasarkan data diata maka didapatkan persamaan berikut :

$$y = 9{,}1139x - 17799$$

Dimana :

y : indeks harga

x : tahun pembelian

Dari persamaan di atas didapatkan harga indeks pada tahun 2026 adalah 665,761. Harga alat pada tahun pabrik didirikan dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio indeks harga (Aries dan Newton, 1955).

$$Ex = Ey\frac{Nx}{Ny}$$

Dimana :

Ex : Harga pembelian pada tahun 2026

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi

Nx : Indeks harga pada tahun ke 2026

Ny : Indeks harga pada tahun referensi

6.1.2 Dasar Perhitungan

Dasar perhitungan yang digunakan dalam analisis ekonomi pabrik Epichlorohydrin ini adalah :

Kapasitas pabrik	= 25.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	= 330 hari
Tahun pendirian pabrik	= 2026
Kurs mata uang	= 1 U$$: Rp 15.092 (Desember 2022)

6.1.3 Perhitungan Biaya

1. *Capital Investment*

   Capital Investment adalah jumlah pengeluaran yang dibutuhkan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikan pabrik. *Capital Investment* terdiri dari:

   b. *Fixed Capital Investment*

      Fixed capital investment adalah biaya yang dibutuhkan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas suatu pabrik.

   c. *Working Capital Investment*

      Working capital investment merupakan biaya yang dibutuhkan untuk mengoperasikan suatu pabrik selama waktu tertentu.

2. *Total Production Cost*

   a. *Manufacturing Cost*

      Manufacturing cost adalah suatu biaya yang dibutuhkan untuk kegiatan produksi suatu produk. *Manufacturing cost* merupakan jumlaj dari *direct, indirect* dan *fixed manufacturing cost* yang berkaitan dengan proses pembuatan produk. Menurut Aries dan Newton, *Manufacturing cost* meliputi :

      - *Direct Cost*

        Direct cost merupakan biaya pengeluaran yang berhubungan dengan proses pembuatan suatu produk.

      - *Indirect Cost*

        Indirect cost merupakan biaya pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi suatu pabrik.

– *Fixed Cost*

Fixed cost meruapakan suatu biaya pengeluaran yang bersifat tetap, tidak dipengaruhi oleh tingkat produksi dan waktu atau pengeluaran ketika pabrik beroperasi maupun tidak beroperasi.

6.1.4 Analisa Kelayakan

Analisa atau evaluasi kelayakan suatu perancangan pabrik dilakukan untuk mengetahui keuntungan yang diperoleh. Studi kelayakan dari pabrik Epichlorohydrin dapat dilihat dari parameter-parameter ekonomi. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah :

1. *Return On Investment* (ROI)

   Return on investment merupakan perkiraan suatu keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan pada kecepatan pengembalian modal tetap yang diinvestasikan. Persamaan yang digunakan untuk menghitung *percent return on investment* adalah :

$$ROI = \frac{Keuntungan}{Fixed\ Capital} x\ 100\%$$

   Profit atau keuntungan dihitung berdasarkan *annual sales* (Sa) dan *total manufacturing cost. Finance* akan dihitung sebagai komponen yang berisikan pengembalian hutang selama pembangunan pabrik. Pabrik dengan resiko rendah mempunyai ROI *before tax* sebesar 11% sedangkan pada pabrik dengan resiko tinggi minimum ROI *before tax* sebesar 44%.

2. *Pay Out Time* (POT)

   Pay out time merupakan waktu pengambilan modal yang dihasilkan dari keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui beberapa tahun modal investasi

yang dilakukan akan kembali. Persamaan yang digunakan untuk menghitung pay out time adalah

$$POT = \frac{Fixed\ Capital\ Investment}{Keuntungan\ Tahunan + Depresiasi}$$

Pabrik dengan resiko rendah mempunyai nilai POT maksimal 5 tahun, sedangkan pada pabrik dengan resiko tinggi mempunyai nilai POT maksimal 2 tahun.

3. *Break Event Point* (BEP)

   Break even point merupakan titik impas dimana pabrik tidak mengalami keuntungan maupun kerugian. Kondisi ini kapasitas produksi pada saar sales sama dengan *total cost*. Pabrik akan mengalami kerugian apabila beroperasi dibawah nilai BEP, dan akan mengalami keuntungan apabila beroperasi diatas nilai BEP. Nilai BEP pada umumnya memiliki nilai kisaran antara 40%-60%. Persamaan yang digunakan untuk menghitung *break event point* adalah :

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

   Keterangan :

   Fa : *Annual fixed manufacturing cost* pada produksi maksimum

   Ra : *Annual regulated expenses* pada produksi maksimum

   Sa : *Annual variable* value pada produksi maksimum

   Va : *Annual sales* value pada produksi maksimum

4. *Shut Down Point* (SDP)

   Shut down point adalah suatu titik dimana kegiatan produksi diberhentikan. Penghentian ini bisa saja terjadi karena keputusan manajemen yang dikarenakan kegiatan produksi yang tidak ekonomis atau bisa juga dikarenakan oleh *variable cost* yang terlalu tinggi. Dalam setahun persen kapasitas minimum pabrik bisa mencapai kapasitas produk yang diinginkan. Namun jika pabrik tersebut dalam setahun tidak

bida mencapai kapasitas minimum yang diinginkan maka operasi pabrik harus dihentikan. Hal tersebut dikarenakan biaya yang dikeluarkankan untuk melanjutkan proses operasi akan lebih mahal dibandingkan dengan biaya yang digunakan untuk membayar *fixed cost* dan menutup pabrik. Persamaan yang digunakan untuk menentukan *shut down point* adalah :

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

5. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFR)

   Discounted casg flow of return merupakan perkiraan suatu keuntungan yang diperoleh setiap tahunnya. Didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik. Persamaan yang digunakan untuk menghitung *discounted cash flow of return* adalah :

$$(FC + WC)(1 + i)^n = \sum_{n=0}^{n=n-1} (1 + i)^n + WC + SV$$

Keterangan :

FC = Fixed capital

WC = Working capital

SV = Salvage value

C = Cash flow

= (keuntungan setelah pajak + depresiasi + finance)

n = Umur pabrik

i = Nilai DCFR

6.1.5 Hasil Perhitungan

Pada pendirian pabrik Epichlorohydrin ini memerlukan perencanaan keungan dan analisis yang baik untuk meninjau apakah pabrik ini layak untuk didirikan atau tidak. Hasil perhitungan akan disajikan pada Tabel 6.1 Sampai dengan Tabel 6.13

Tabel 6. 1 Physical Plant Cost

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Purchased Equipment Cost*	107.198.875.824	7.103.097,09
2	*Delivered Equipment Cost*	26.799.718.956	1.775.774,27
3	*Installation Cost*	17.825.741.385	1.181.150,18
4	*Piping Cost*	59.504.105.611	3.942.797,31
5	*Instrumentation Cost*	26.859.079.894	1.779.707,58
6	*Insulation Cost*	4.158.757.688	275.563,15
7	*Electrical Cost*	16.079.831.374	1.065.464,56
8	*Building Cost*	37.833.000.000	2.506.849,72
9	*Land & Yard Improvement*	76.338.500.000	5.058.259,92
Physical Plant Cost (PPC)		**372.597.610.731**	**24.688.664**

Tabel 6. 2 Direct Plant Cost

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Engineering and Construction*	745.195.221.462	49.377.328
Total DPC + PPC		**1.117.792.832.194**	**74.065.991**

Tabel 6. 3 Fixed Capital Investment

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	Total DPC + PPC	1.117.792.832.194	74.065.991
2	*Contractor's Fee*	100.601.354.897	6.665.939
3	*Contingency*	167.668.924.829	11.109.899
Fixed Capital Investment (FCI)		**1.386.063.111.920**	**91.841.829**

Tabel 6. 4 Direct Manufacturing Cost

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Raw Material*	3.698.660.923.219	245.076.709
2	*Labor Cost*	1.248.600.000	82.733
3	*Supervisory Cost*	149.832.000	9.928
4	*Maintenance Cost*	27.721.262.238	1.836.837
5	*Plant Supplies Cost*	4.158.189.336	275.525
6	*Royalty and Patents Cost*	158.313.193.639	10.489.979
7	*Utilities Cost*	24.114.650.194	1.597.859
Direct Manufacturing Cost (DMC)		**3.914.366.650.626**	**259.369.570**

Tabel 6. 5 Indirect Manufacturing Cost

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Payroll Overhead*	187.290.000	12.410
2	*Laboratory*	124.860.000	8.273
3	*Plant Overhead*	749.160.000	49.640
4	*Packaging & Shipping*	263.855.322.732	17.483.299
Indirect Manufacturing Cost (IMC)		**264.916.632.732**	**17.553.622**

Tabel 6. 6 Fixed Manufacturing Cost

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Depresiation*	110.885.048.954	7.347.346
2	*Property Taxes*	27.721.262.238	1.836.837
3	*Insurance*	13.860.631.119	918.418
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		**152.466.942.311**	**10.102.601**

Tabel 6. 7 Manufacturing Cost

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Direct Manufacturing Cost (DMC)*	3.914.366.650.626	259.369.570
2	*Indirect Manufacturing Cost (IMC)*	264.916.632.732	17.553.622
3	*Fixed Manufacturing Cost (FMC)*	152.466.942.311	10.102.601
Manufacturing Cost (MC)		**4.331.750.225.669**	**287.025.794**

Tabel 6. 8 Working Capital

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Raw Material Inventory*	78.456.443.826	5.198.597
2	*In Process Inventory*	6.563.257.918	434.888
3	*Product Inventory*	91.885.610.848	6.088.426
4	*Extended Credit*	111.938.621.765	7.417.157
5	*Available Cash*	393.795.475.061	26.093.254
Working Capital (WC)		**682.639.409.417**	**45.232.321**

Tabel 6. 9 General Expenses

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Administration*	129.952.506.770	8.610.774
2	*Sales Expense*	259.905.013.540	17.221.548
3	*Research*	216.587.511.283	14.351.290
4	*Finance*	41.374.050.427	2.741.483
General Expenses (GE)		**647.819.082.020**	**42.925.094**

Tabel 6. 10 Total Production Cost

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Manufacturing Cost (MC)*	4.331.750.225.669	287.025.794
2	*General Expenses (GE)*	647.819.082.020	42.925.094
Total Production Cost (TPC)		**4.979.569.307.689**	**329.950.888**

Tabel 6. 11 Fixed Cost

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Depreciation*	110.885.048.954	7.347.346
2	*Property Taxes*	27.721.262.238	1.836.837
3	*Ansurance*	13.860.631.119	918.418
Fixed Cost (Fa)		**152.466.942.311**	**10.102.601**

Tabel 6. 12 Variable Cost

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Raw Material*	3.698.660.923.219	245.076.709
2	*Packaging & Shipping*	263.855.322.732	17.483.299
3	*Utilities*	24.114.650.194	1.597.859
4	*Royalty & Patent*	158.313.193.639	10.489.979
Variabel Cost (Va)		**4.144.944.089.784**	**274.647.846**

Tabel 6. 13 Regulated Cost

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Labor Cost*	1.248.600.000	82.733
2	*Payroll Overhead*	187.290.000	12.410
3	*Supervision*	149.832.000	9.928
4	*Plant Overhead*	749.160.000	49.640
5	*Laboratory*	124.860.000	8.273

6	*General Expense*	647.819.082.020	42.925.094
7	*Maintenance*	27.721.262.238	1.836.837
8	*Plant Supplies*	4.158.189.336	275.525
Regulated Cost (Ra)		**682.158.275.595**	**45.200.441**

6.1.6 Hasil Analisis Keuntungan

Total penjualan = Rp 5.277.106.454.631 / tahun

Total production cost = Rp 4.979.569.307.689 / tahun

Keuntungan sebelum pajak = Rp 297.537.146.941 / tahun

Pajak pendapatan = Rp 89.261.144.082 / tahun

Keuntungan setelah pajak = Rp 208.276.002.859 / tahun

6.1.7 Hasil Kelayakan Ekonomi

1. Return On Investment (ROI)

$$ROI = \frac{Keuntungan}{Fixed\ Capital}\ X\ 100\%$$

ROI sebelum pajak = 21,46%

ROI setelah pajak = 15,02%

2. Pay Out Time (POT)

$$POT = \frac{Fixed\ Capital\ Investment}{Keuntungan\ Tahunan + Depresiasi}$$

POT sebelum pajak = 3,3 tahun

POT setelah pajak = 4,3 tahun

3. Break Event Point (BEP)

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

BEP = 54,55%

4. Shut Down Point (SDP)

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

SDP = 31,26%

5. Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)

$$(FC + WC)(1 + i)^n = \sum_{n=0}^{n=n-1} (1 + i)^n + WC + SV$$

Umur pabrik = 10 tahun

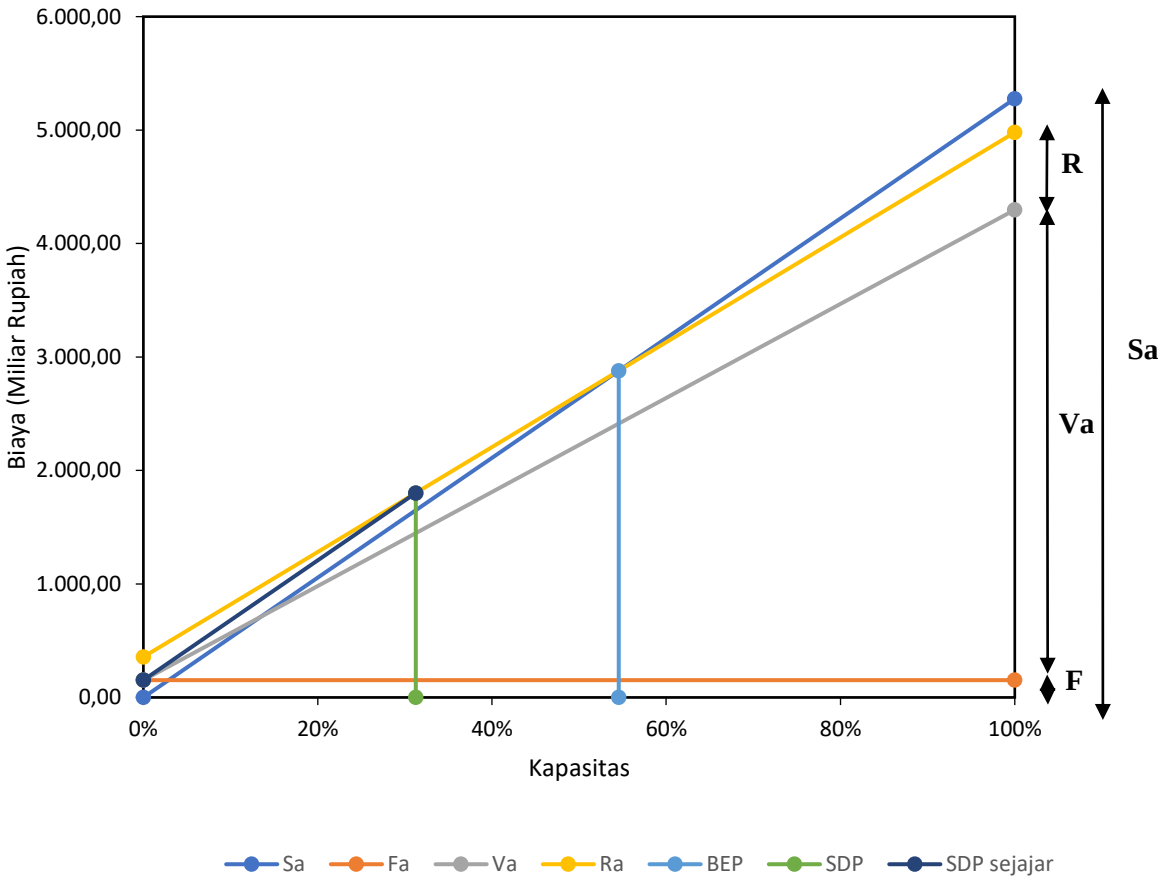
Fixed Capital Investment (FC) = Rp 1.386.063.111.920

Working Capital (WC) = Rp 682.629.420.489,00

Salvage (SV) = Rp 110.885.048.954

Cash Flow (C) = Rp 360.605.188.552

DFCR = 18,69 %



Gambar 6. 2 Grafik Break Even Point

6.2 Resiko Pabrik

Suatu pabrik harus dilihat risikonya apakah pabrik tersebut tinggi (*high risk*) atau beresiko rendah (*low risk*). Resiko pabrik ini dapat ditinjau dari berbagai parameternya yang dapat dilihat dari Tabel 6.3 dan 6.4

Tabel 6.2 1 Hasil analisa High Risk dan Low Risk

No	Parameter Resiko	Deskripsi	Risk	
			High	Low
1.	Kondisi Operasi	Suhu maksimal yang digunakan 222°C		√
		Tekanan maksimal yang digunakan 1 atm		√
2.	Bahan Baku Yang digunakan	Dichlorohydrin		√
		Sodium Hidroksida		√
		Trichloropropane		√
		Hidroclorid Acid	√	
3.	Sifat Produk Yang dihasilkan	Epichlorohydrin	√	
		Natrium Klorida		√
4.	Regulasi Pemerintah	Limbah pabrik		√
5.	Keberadaan Pabrik	Kec. Ciwandan, Kota Cilegon, Provinsi Banten		√

Untuk analisa ekonomi didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 6.2 2 Hasil analisa ekonomi

Parameter Kelayakan	**Perhitungan**	**Standar Kelayakan (Aries and Newton, 1954)**
Profit		
Profit sebelum pajak	Rp 297.637.555.643	Pajak (11%) (peraturan Dirjen Pajak Nomor PER-17/PJ/2015)
Profit setelah pajak	Rp 208.346.288.950	
Return On Investment (ROI)		
ROI sebelum pajak	21,46%	Industrial Chemical minimal 11% (Low Risk) dan 44% (High Risk)
ROI setelah pajak	15,02%	
Pay Out Time		
POT sebelum pajak	3,3 tahun	Industrial Chemical minimal 5 tahun (Low Risk) dan 2 tahun (High Risk)
POT setelah pajak	4,3 tahun	
Break Even Point (BEP)	54,55%	40% - 60%
Shut Down Point (SDP)	31,26%	>20%
Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)	18,69 %	1,5 x suku bunga acuan bank = 5,25%

Dari data hasil analisa resiko pabrik dan ekonomi dapat disimpulkan bahwa pabrik Epichlorohydrin dengan kapasitas 25.000 ton/tahun ini layak dan menarik untuk dikaji lebih lanjut.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari perancangan pabrik Epichlorohydrin ini adalah sebagai berikut :

1. Pra rancangan pabrik Epichlorohydrin dari Dichlorohydrin dan Sodium Hidroksida dengan kapasitas 25.000 Ton/Tahun akan didirikan di Kecamatan Ciwandan, Kota Cilegon, Banten, Jawa Barat. Dengan luas tanah 21.811 m^2 dan jumlah karyawan 172 orang.
2. Pabrik Epichlorohydrin ini merupakan pabrik yang tergolong resiko rendah *(low risk)*.
3. Pabrik Epichlorohydrin ini didirikan dengan pertimbangan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, mengurangi ketergantungan terhadap impor, dan membantu memperbaiki perekonomian negara.
4. Berdasarkan hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut:
    a. Keuntungan yang diperoleh: sebelum pajak sebesar Rp/tahun, dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp/tahun.
    b. Return On Investement (ROI) sebelum pajak sebesar 21,47 % dan ROI setelah pajak sebesar 15,03 % syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan risiko rendah adalah minimum 11 %.
    c. Pay Out Time (POT) sebelum pajak 3,4 tahun sedangkan sesudah pajak adalah 4,3 tahun.
    d. Break Event Point (BEP) pada 54,54 % dan Shut Down Point (SDP) pada 31,26 %. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40% - 60 %.
    e. Discounted Cash Flow Rate (DCFR) sebesar 18,69 %. Syarat minimum DCFR adalah diatas suku bunga pinjaman bank yaitu sebesar 1,5 x suku bunga pinjaman bank.

Berdasarkan hasil Analisa ekonomi dapat disimpulkan bahwa pabrik Epichlorohydrin dari Dichlorohydrin dan Sodium Hidroksida dengan kapasitas 25.000 Ton/Tahun ini layak untuk didirikan.

7.2 Saran

Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep-konsep dasar yang dapat meingkatkan kelayakan suatu pabrik kimia diantaranya sebagai berikut :

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses atau alat penunjang bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
3. Produk Epichlorohydrin dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat melihat pesatnya kebutuhan masyarakat saat ini.
4. Pendirian pabrik Epichlorohydrin dapat menjadi solusi pemerintah untuk mendorong tumbuhnya industri kimia di dalam negeri, agar menjadi sektor penggerak perekonomian nasional.

DAFTAR PUSTAKA

R.S. Aries, R. N. (1955). *Chemical Engineering Cost Estimation.* New York: Mc. Graw Hill Handbook.

Atiqa. (2019). *Skripsi Prarancangan Pabrik Kimia Epichlorohydrin.* Yogyakarta: UPN Veteran.

Brownell, E. L. (1959). *Process Equipment Design*. New York: John Wiley & Sons. Inc.,.

Kern, D. Q. (1950). *Process Heat Transfer*. Singapore: McGraw-Hillbook Company.

Ma. L., W. Z. (2007). *Synthesis of EpichlorohydrinFrom Dichloropropanols Kinetic Aspects of The Process.* Shanghai, China: Institution of Chemical Engineering, East China University of Science and Technology.

Matche. (t.thn.). *Equipment Cost*. Dipetik Desember 2020, dari http://www.matche.com/

McCabe, L. W. (1993). *Unit Operation of Chemical Engineering, 5th Edition.* Singapore: McGraw-Hill International Editions.

Robert H. Perry, W. G. (t.thn.). *Perry's Chemical Engineer's Handbook 7th Edition.* New York: McGraw-Hill Companies, Inc.

Robert H. Perry, W. G. (1999). *Perry's Chemical Engineer's Handbook 7th Edition.* New York: McGraw-Hill Companies, Inc.,.

Max S. Peters, D. T. (1991). *Plant Design and Economics for Chemical Engineers 4th Edition.* Singapore: McGraw-Hill International Edition.

J.M. Smith, H. V. (1975). *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics 3rd Edition.* Tokyo: McGraw-Hill International Book co.

Wallas, S. (t.thn.). *Chemical Process Equipment* . Tokyo: Mc. Graw Hill Book Koagakusha Company.

Yaws, C. L. (1999). *Chemical Properties Handbook.* Tokyo: Mc. Graw Hill Book Co.

Herliati. (2017). Kajian Kinetika Pembuatan Epichlorohydrin. *Jurnal UMJ, 6*(1), 13-18.

al., S. e. (2001). Epichlorohydrin-Based Product and Process for Manufacturing This Product. *United States Patent*.

al., D. e. (2015). Process for Preparing Epichlorohydrinfrom Dichlorohydrin. *United States Patents Application Publication*.

LAMPIRAN A

LAMPIRAN

PERHITUNGAN REAKTOR

Kode	: R - 01 & R – 02
Fase	: Cair – cair
Bentuk	: Tangki Silinder Tegak dengan Tutup Torispherical Dished Head
Fungsi	: Mereaksikan Dichlorohydrin ($C_3H_6Cl_2O$) dengan Sodium Hidroksida (NaOH) menjadi Epichlorohydrin (C_3H_5ClO), Natrium Klorida (NaCl) dan Air (H_2O).
Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
Bahan Konstruksi	: Stainless Steel SA – 167 Tipe 316
Kondisi Operasi	:
– Suhu	: 80ºC
– Waktu Reaksi	: 13 jam 45 menit
– Tekanan	: 1 atm
Konversi	: 93,5%

1. Neraca Massa Reaktor

Reaksi di Reaktor adalah sebagai berikut

$C_3H_6CI_2O_{(l)}$ + $NaOH_{(aq)}$ → $C_3H_5ClO_{(aq)}$ + $NaCl_{(aq)}$ + $H_2O_{(l)}$

Dichlorohydrin Sodium Hidroksida Epichlorohydrin Natrium Klorida Air

Reaktor 1			
Komponen	Input Kg/Jam		Output Kg/Jam
	3	6	7
$C_3H_6Cl_2O$		7.280,1763	473,2115
$C_3H_5Cl_3$		10.742,1870	10.742,1870
C_3H_5ClO			4.882,8123
NaOH	11.287,4735		9.176,7160
NaCl			3.084,2064
H_2O	51.420,7126	182,0441	52.553,4604
TOTAL	62.708,1861	18.204,4073	
	80.912,5934		80.912,5934

2. Menentukan Keceparan Volumetrik (Fv, L/jam)

Komp.	**Massa (kg/jam)**	**xi Massa**	**ρ (kg/L)**	**xi. ρ (kg/L)**	**Fv (l/jam)**
$C_3H_6Cl_2O$	7.280,18	0,09	1,11	0,10	6.533,95
NaOH	11.287,47	0,14	1,82	0,25	6.188,42
$C_3H_5Cl_3$	10.742,19	0,13	1,31	0,17	8.203,67
H_2O	51.602,76	0,64	0,98	0,62	52.899,11
Total	**80.912,59**	**1,00**	**5,22**	**1,15**	**73.825,15**

3. Menghitung Konsentrasi

a. Konsentrasi Dichlorohydrin

$$\mathrm{Ca0} = \frac{Fa0}{Fv}$$

$$\mathrm{Ca0} = \frac{Mol\ Dichlorohydrin}{Total\ Fv}$$

$$\mathrm{Ca0} = \frac{56{,}44}{73825{,}15}$$

C_{a0} = 0,00076 Kmol/L

b. Konsentrasi NaOH

$$\mathrm{Cb0} = \frac{Fb0}{Fv}$$

$$\mathrm{Cb0} = \frac{Mol\ Sodium\ Hidroksida}{Total\ Fv}$$

$$\mathrm{Cb0} = \frac{282{,}21}{73825{,}15}$$

C_{b0} = 0,0038 Kmol/L

4. Menghitung Konstanta kecepatan reaksi

k = 0,021 $\frac{m^3}{kmol/jam}$

5. Menghitung laju reaksi

(-ra) = k.C_a.C_b

(-ra) = k.(C_aO(1-X)).(C_bO(1-X))

(-ra) = 4,E-03 kmol/m^3jam

6. Menentukan Volume reaktor

$$V = \frac{Fa0\ .\ X}{-ra}$$

V = 18.387.943,03

7. Menentukan Optimasi Reaktor

Tujuan dari optimasi reaktor ini adalah untuk menentukan jumlah dan volume optimal ditinjau dari konversi dan harga reaktor.

– Jumlah 1 buah reaktor

$$V = \frac{Fv\,.Xal}{K.Ca0.(1-Xa)(M-Xa)}$$

Diperoleh

Xa0 = 0

Xa1 = 0,94

V1 = 18.387.943,03 m^3

– Jumlah 2 buah reaktor

$$V = \frac{Fv\,.(Xa2-Xa1)}{K.Ca0.(1-Xa2)(M-Xa2)}$$

Diperoleh

Xa0 = 0

Xa1 = 0,010

Xa2 = 0,94

V1 = 1.016.360,597 m^3

V2 = 1.016.360,597 m^3

– Jumlah 3 buah reaktor

$$V = \frac{Fv\,.(Xa3-Xa2)}{K.Ca0.(1-Xa3)(M-Xa3)}$$

Diperoleh

Xa0 = 0

Xa1 = 0,55

Xa2 = 0,81

Xa3 = 0,94

V1 = 606.706,34 m^3

V2 = 606.706,34 m^3

V3 = 606.706,34 m^3

– Jumlah 4 buah reaktor

$$V = \frac{Fv\,.\,(Xa4 - Xa3)}{K.Ca0.\,(1 - Xa4)(M - Xa4)}$$

Diperoleh

Xa0 = 0

Xa1 = 0,44

Xa2 = 0,68

Xa3 = 0,83

Xa4 = 0,94

V1 = 468.843,67 m^3

V2 = 468.843,67 m^3

V3 = 468.843,67 m^3

V4 = 468.843,67 m^3

– Jumlah 5 buah reaktor

$$V = \frac{Fv\,.\,(Xa5 - Xa4)}{K.Ca0.\,(1 - Xa5)(M - Xa5)}$$

Diperoleh

Xa0 = 0

Xa1 = 0,36

Xa2 = 0,58

Xa3 = 0,74

Xa4 = 0,85

Xa5 = 0,94

V1 = 403.022,95 m^3

V2 = 403.022,95 m^3

V3 = 403.022,95 m^3

V4 = 403.022,95 m^3

V5 = 403.022,95 m^3

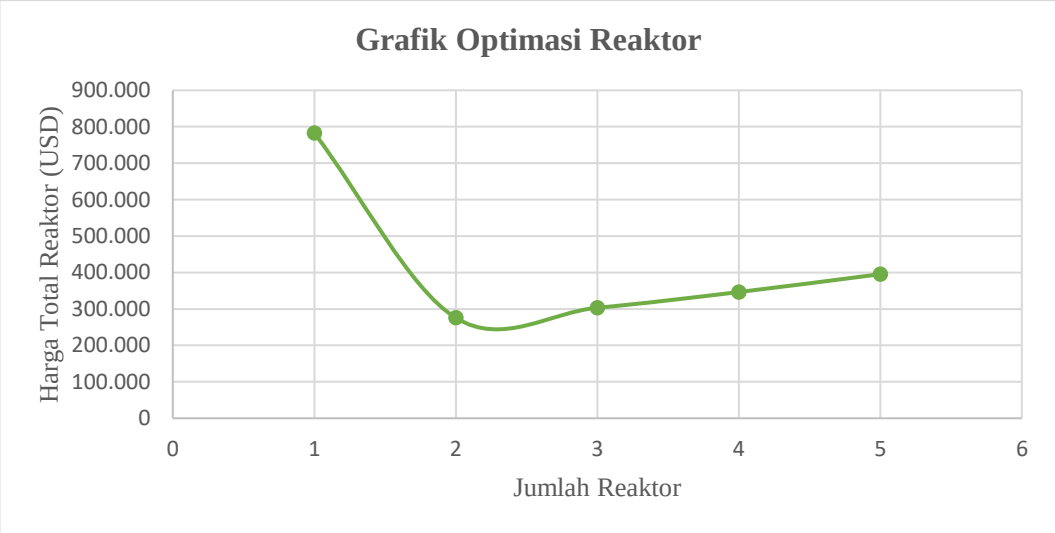
Didapatkan data volume dan konversi di setiap reaktor sebagai berikut :

Jumlah Reaktor	Optimasi	**Volume (L)**			
	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
1 RATB	18.387.943,03	-	-	-	-
2 RATB	1.016.360,60	1.016.360,60	-	-	-
3 RATB	606.706,35	606.706,35	606.706,35	-	-
4 RATB	468.843,68	468.843,68	468.843,68	468.843,68	-
5 RATB	403.022,96	403.022,96	403.022,96	403.022,96	403.022,96

Jumlah Reaktor	**Konversi**					
	X_0	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
1	0,00	0,935	-	-	-	-
2	0,00	0,72	0,935	-	-	-
3	0,00	0,56	0,81	0,935	-	-
4	0,00	0,44	0,69	0,84	0,935	-
5	0,00	0,36	0,59	0,74	0,94	0,935

Untuk mengetahui Jumlah reaktor dilakukan optimasi, dengan menggunakan data harga reaktor yang diambil dari http://www.matche.com/equipcost/Reactor.html untuk mempertimbangkan jumlah reaktor dengan harga minimal. Dipilih Stainless Steel sebagai bahan pembuat reaktor, tipe jacket agitated. Sehingga didapatkan :

n	Volume Shell		Diameter Shell	Biaya (USD)	Biaya Total (USD)
	(L)	(gall)	(m)		
1	2.206.5531,63	5.829.095,62	24,13	82.704,76	782.704,76
2	57.799,05	15.268,89	3,32	22.106,59	44.213,18
3	972.964,60	257.030,01	8,52	120.289,46	360.868,37
4	531.302,42	140.355,22	6,96	83.670,90	334.683,58
5	3.385	894,23	1,29	4.028,17	20.140,84



Dapat dilihat dari segi ekonomi, jumlah reaktor berpengaruh pada harga reaktor. Dari hasil optimasi, didapatkan harga paling ekonomis dan banyaknya reaktor yang terbaik yaitu dengan menggunakan 2 reaktor.

8. Dimensi Reaktor

a. Menentukan Diamter reaktor

Perbandingan diameter dengan tinggi reaktor yang optimum D : H < 2 (penyimpanan bahan cair) dipilih perbandingan D : H = 1 : 1,5 (Tabel 4 – 27 Ulrich, 198 : 248).

Volume reaktor = Volume Shell (Vs) + {2 x Volume Head (V_H)}

Volume reaktor = {(1/4) x π x D^2 x H} + (2 x V_H)

Volume reaktor = {(1/4) x π x D^2 x 1,5D} + (2 x VH)

Volume reaktor = {(1/4) x π x D^3 x 1,5} + (2 x VH)

Volume reaktor = 1,1786 D^3

57,7991 m^3 = 1,1786 D^3

D = 3,6603 m

= 12,0090 ft

= 144,1080 in

Maka, Nilai H,

H = 1,5 x D

= 5,4905 m

= 18,0135 ft

= 216,1620 in

b. Menentukan Tekanan Desain

Tekanan Operasi (P) = 1 atm

Tekanan desain 5-10% diatas tekanan kerja normal (Coulson, 1988 Hal. 673).

Tekanan yang dipilih 10% diatasnya

Pdesain = 1,1 x Poperasi

= 1,1 x 14,69 psi

= 16,1655 psi

c. Menentukan Tebal Dinding Reaktor

Material penyusun reaktor yang digunakan adalah Stainless Steel SA 167 Type 316, dikarenakan terdapat bahan yang bersifat korosif. Pemilihan bahan material untuk reaktor cukup kuat dan tahan terhadap korosi.

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

Ts = 0,2027 in

Diambil tebal shell standar = ¼ in (Brownell and Young, hal. 88).

OD = ID + 2 x tshell standar

OD = 144,1080 + 2 x 0,25 in

= 144,6080 in

= 3,6730 m

Dari Tabel 5.7 hal 91 Brownell & Young, OD Standar yang mendekati perhitungan adalah

= 156 in

= 3,9624 m

Koreksi ID

ID = OD - 2 x tshell standar

= 156 - 2 x 0,25

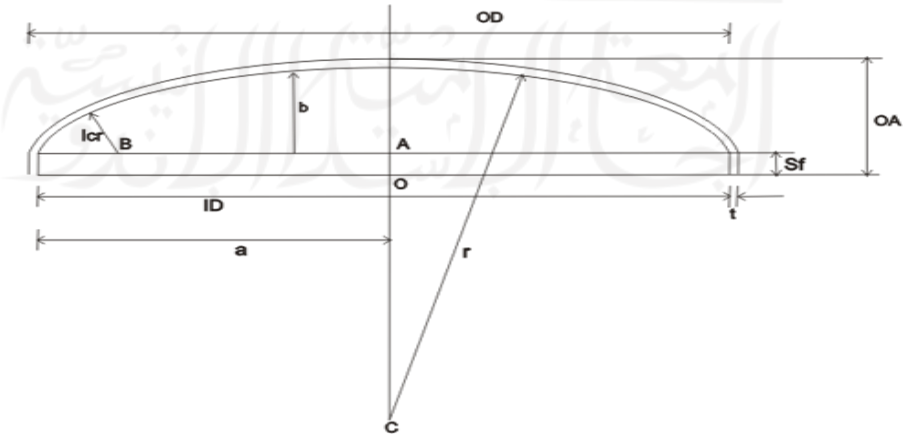
= 155,50 in

= 3,9497 m

= 12,9583 ft

d. Perancangan Head dan Bottom Tangki

Jenis Head yang dipilih adalah Torispherical Flanged and Dished Head. Dikarenakan tekanan operasi yang dirancang yaitu 1 atm (15 psig) trmasuk kedalam rentang tekanannya yaitu dari 15 psig – 200 psig dan harga yang lebih ekonomis.



1. Ketebalan Torispherical Head

$$th = \frac{0{,}885\ x\ p\ x\ r}{fxE - 0{,}1\ x\ p} + c$$

(pers 13.12, Brownell, 1959 : 258)

Keterangan :

th = Tebal head (in)

r = Jari – jari dalam shell

f = Allowable stress untuk Plate Steel SA – 167 tipe : 309

E = Efisiensi sambungan

P = Tekanan desain

C = Corrosian allowance

Maka, ketebalan Torisherical Head

$$th = \frac{0{,}885\ x\ p\ x\ r}{fxE - 0{,}1\ x\ p} + c$$

th = 0,1992

Dipakai tebal head (th) standar ¼ in = 0,25 in

2. Tinggi Head

ID koreksi = 155,50 in

OD = ID koreksi + 2 x thead standar

OD = 155,50 in + 2 x 0,25 in

OD = 156 in

Dengan nilai OD standar 156 in (Brownell and Young, tabel 5.7 hal. 90)

Maka diperoleh :

r = 144 in

icr = 9,375 in

berdasarkan tebal head standar (1/4) , maka dipilih straight flange (sf) antara 1 ½ - 2 ¼ in dengan straight flange (Sf) maksimal 2 in. (tabel 5.8 hal. 93 Brownell – Young).

Dipilih Sf = 2 in

= 0,0508 m

a = ID koreksi / 2

= 155,5 / 2

= 77,75 in

AB = a - icr

= 77,75 - 9,375

= 68,375 in

BC = rc - icr

= 144 - 9,375

= 134,625 in

AC = $\sqrt{BC^2 - AB^2}$

= 115,97 in

b = rc - AC

= 144 - 115,97

= 28,03 in

Maka tinggi head (OA) = th standar + b + Sf

= 0,25 + 28,03 + 2

= 30,28 in

= 0,769 m

3. Menentukan Tinggi Total Reaktor

Maka tinggi total reaktor adalah

Tinggi total reaktor = Tinggi shell + 2 x Tinggi head

= 216,16 + 2 x 30,28

= 276,72 in

= 7,02 m

= 23,06 ft

Menentukan Tinggi Larutan dalam Reaktor

A = (π/4) x IDkoreksi^2

A = 0,7858 x 15,60

A = 12,25 m^2

Diameter dalam reaktor (ID) = 155,50 in

Volume head bawah (V_h) = Volume head atas (V_h)

= 0,000049 D^3

= 184,24 in^3

= 0,0030 m^3

Volume larutan = 48,16 m^3

Volume Larutan dibagian shell (V_L) = Volume larutan – Volume head bawah

= 48,16 - 0,0030 m^3

= 48,16 m^3

Tinggi Larutan dalam bagian shell (H_L,S) = VL / A

= 48,16 : 12,25

= 3,92 m

Tinggi larutan dalam shell dan head bawah (H_L) = HL,S + OA

= 3,92 + 0,769

= 4,69 m

= 15,41 ft

9. Desain Sistem Pengaduk

Pengaduk yang akan digunakan dalam reaktor dipilih berdasarka

Viskositas fluida pada temperature = 80 ºC

(T,K), (μ, cP) = 353,15 K

= 176 F

Dengan rumus : $\log_{10} n_{liq} = A + B/T + C\,T + D\,T^2$

Komponen	A	B	C	D	log μ	μ, cp
$C_3H_6Cl_2O$	-2,8361	6,0541E+02	4,0515E-03	-5,0439E-06	-0,3200	0,4786
NaOH	-4,1939	2,0515E+03	2,7917E-03	-6,1590E-07	2,5243	334,4438
$C_3H_5Cl_3$	-1,7913	6,4440E+02	3,8924E-04	-1,4969E-06	-0,0158	0,9643
H_2O	-10,2158	1,7925E+03	1,7730E-02	-1,2631E-05	-0,4540	0,3516
Total	-19,0371	5093,8100	0,0250	0,0000	1,7345	336,2382

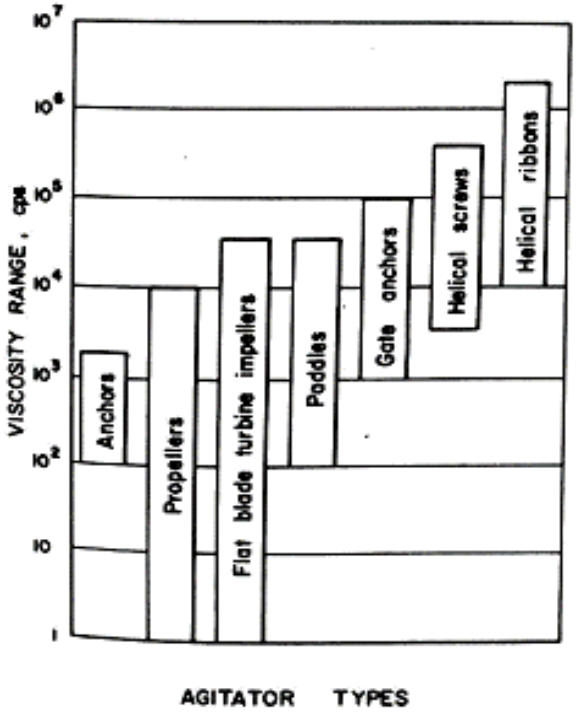
(Yaws, 1999)

1. Menentukan Jenis Pengaduk

   Menghitung Viskositas (μ) campuran

Komponen	BM	kg/jam	kmol/jam	Fraksi Mol	Fraksi Massa	ρ (kg/m3)	ρ campuran (kg/m3)
$C_3H_6Cl_2O$	129	7280,18	56,44	0,017	0,090	1,1142	0,1003
NaOH	40	11287,47	282,21	0,086	0,140	1,8240	0,2544
$C_3H_5Cl_3$	147	10742,19	72,86	0,022	0,133	1,3094	0,1738
H_2O	18	51602,76	2864,43	0,874	0,638	0,9755	0,6221
Total		80912,59	3275,94	1,000	1,000	5,2231	1,1507

Jenis pengaduk dipilih berdasarkan viskositas fluida yang diaduk (Holland, F.A dan F.S., Chapman, Liquid Mixing and Processing in Strirred Tanks, Reinhold New York, 1966).



Untuk viskositas 1,1507 cP maka jenis pengaduk yang dipilih adalah Propeller atau Flat Blade Turbines Impellers. (Howards F. Rase, Fig 8.4 Halaman 341).

Dipilih Flat Blade Turbines Impeller karena dapat menghasilkan pengadukan yang baik dan biasanya digunakan untuk reaktor dengan proses continue. (Howards F. Rase, Halaman 344).

Menurut Brown, 1978 halaman 507 disebutkan bahwa jenis pengaduk turbin dengan 6 buah sudut (flat blade turbines impellers) :

Dt/Di	=	3
Zl/Di	=	2,7 - 3,9
Zi/Di	=	0,75 - 1,3
Jumlah baffle	=	4
w/Di	=	0,1

Adapun mengenai spesifikasi dari pengaduk yang dirancang adalah sebagai berikut :

a. Jumlah Blade = 6 buah
b. Jumlah Baffle = 4 buah

c. Diameter Impeller(Di) = 1/3 x Diameter tangka (Dt)
= 0,333 x 3,949
= 1,316 m
= 4,319 ft

d. Tinggi Impeller dari dasar (Zi) = diambil Zi/Di = 1
= Di
= 1,316 m
= 4,319 ft

e. Lebar Blade Impeller (h) = 1/5 x Di
= 0,25 x 12,257
= 2,451 m
= 8,042 ft

f. Panjang Blade Impeller (L) = ¼ x Di
= 0,25 x 0,769
= 0,192 m
= 0,630 ft

g. Lebar Baffle (W) = 0,1 x Di
= 0,1 x 1,32
= 1,32 m
= 0,431 ft

2. Menentukan Kecepatan Pengaduk

Berdasarkan Rase, H.F., dan J.R., Holmes, Chemical Reactor Design for Process Plants, Willey and Son, New York, (1977), vol. 1., 366.

Kecepatan putaran untuk pengaduk tipe flat blade turbin impeller dengan 6 blade berkisar antara 500 ft/menit – 700 ft ft/menit.

Untuk turbin impeller memberikan agitasi yang baik pada 600 ft/menit (Rase, halaman 345).

Untuk mencari kecepatan putaran pengaduk dalam satuan rpm maka menggunakan rumus :

N = Keterangan

N = Kecepatan putaran pengaduk (rpm)

N = 44,19 rpm

= 0,736 rps

Dari Wallas, halaman 288 untuk kecepatan pengaduk standar

IMPELLER SPEED

With commercially available motors and speed reducers, standard speeds are 37, 45, 56, 68, 84, 100, 125, 155, 190, and 320rpm. Power requirements usually are not great enough to justify the use of continously adjustable steam turbine drives. Two-speed drives may be required when starting torques are high, as with a settled slurry.

Maka digunakan kecepatan pengadukan = 45 rpm = 0,7500 rps

3. Menentukan Bilangan Reynold

Densitas campuran cairan masuk reaktor :

Komponen	**Massa (kg/jam)**	**fraksi massa (xi)**	**Densitas (ρ) (kg/liter)**	**xi . ρ**
$C_3H_6Cl_2O$	7280,1763	0,0900	1,1142	0,1003
NaOH	11287,4735	0,1395	1,8240	0,2544
$C_3H_5Cl_3$	10742,1870	0,1328	1,3094	0,1738
H_2O	51602,7567	0,6378	0,9755	0,6221
Total	80912,5934	1,0000	5,2231	1,1507

NRe =

Keterangan : ρ = ρ campuran umpan masuk = 71,83 lb/ft^3

N = Kecepatan pengaduk = 0,7500 rps

Di = Diameter impeller = 4,319 ft

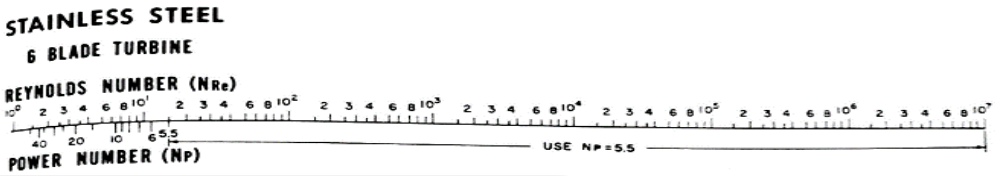
μ = Viskositas campuran umpan masuk reaktor

= 1,1507 cP

= 0,0008 lb/ft.s

NRe = 130010,22

Dari gambar 8.8 (Rase, 1957), untuk 6 blade turbine dengan NRe > 10, nilai Np (power number) yang didapat adalah 5,5.



4. Menghitung Tenaga Pengaduk

Dihitung dengan persamaan

P = Np x ρ x N3 x Di5

Keterangan

P = Daya pengerak (watt)

Np = Power Number

ρ = Densitas cairan yang diaduk (kg/m^3)

N = Kecepatan pengaduk standar (1/s)

Di = Diameter pengaduk (m)

Maka,

P = 5,5 x 1150,67 x 0,412 x 3,95

= 10561,1639 $kg.m^2/s^3$

= 10561,1639 J/s

= 10561,1639 Watt

= 10,5611 kWatt

Efisiensi motor pengaduk, diperoleh dari Tabel 3.1 Towler, halaman 111 :

Tabel Approximate Efficiencies of Electric Motors

Size (kW)	Efficiency (%)
5	80
15	85
75	90
200	92
750	95
>4000	97

Dengan daya penggerak 10,5611 kWatt, P > 5 kW

Sehingga diperoleh efisiensi sebesar 80%

Maka daya pengerak motor pengaduk yang diperlukan :

P = 10,5611 kWatt : 0,8

= 13,201 kWatt x $\frac{1{,}34102\ HP}{1\ kWatt}$

= 17,7 HP

Digunakan motor pengaduk standar, diperoleh dari Ludwig, E.F., Applied Process design for Chemical and Petrochemical Plants, Gulf, Publishing, Co. Houston, Texas, 2001, edisi 3, hal. 628 :

General purpose: $^1/_2$, $^3/_4$, 1, 1 $^1/_2$, 2, 3, 5, 7 $^1/_2$, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, and 500.

Large motors: 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1,000, 1,250, 1,500, 1,750, 2,000, 2,250, 2,500, 3,000, 3,500, 4,000, 4,500, 5,000 and up to 30,000.

Dipilih motor pengaduk standar = 20 HP

10. Pendingin Reaktor

Neraca energi masuk arus 3

$$Q = \Delta H = n \int Cp.dT$$

Komponen	**Massa (kg/jam)**	**Mol (kmol/jam)**	**∫Cp.dT (J/Mol.K)**	**ΔH_1 (kJ/jam)**
NaOH	11.287,47	282,20	4.787,19	1.350.984,65
H_2O	51.420,71	2.854,32	4.136,37	11.806.558,81
Total	**62.708,18**	**3.136,53**	**8.923,56**	**13.157.543,46**

Neraca energi masuk arus 6

$$Q = \Delta H = n \int Cp.dT$$

Komponen	Massa (kg/jam)	Mol (kmol/jam)	∫Cp.dT (J/Mol.K)	ΔH₂ (kJ/jam)
$C_3H_6Cl_2O$	7.280,17	56,44	8.444,57	476.625,04
$C_3H_5Cl_3$	10.742,18	72,86	9.745,22	710.056,64
H_2O	182,04	10,10	4.136,37	41.798,60
Total	**18.204,40**	**139,40**	**22.326,17**	**1.228.480,29**

Sehingga di dapatkan total ΔH in = 14.386.023,29 kJ/jam

Neraca energi keluar arus 7

$$Q = \Delta H = n \int Cp.dT$$

Komponen	Massa (kg/jam)	Mol (kmol/jam)	∫Cp.dT (J/Mol.K)	ΔH₄ (kJ/jam)
$C_3H_6Cl_2O$	473,21	3,66	8444,57	30.980,62
NaOH	9.176,71	229,43	4787,19	1.098.350,52
$C_3H_5Cl_3$	10.742,18	72,86	9745,22	710.056,64
C_3H_5ClO	4.882,81	52,77	7524,97	397.114,70
NaCl	3.084,20	52,77	4.685,39	247.262,03
H_2O	52.553,46	2.917,20	4.136,37	12.066.645,70
Total	**80.912,59**	**3.328,71**	**39.323,73**	**14.550.410,24**

Sehingga didapatkan total ΔH out = 14.550.410,24 kJ/jam

Reaksi

	$C_3H_6Cl_2O$	+	NaOH	= >	C_3H_5ClO	+	NaCl	+	H_2O
Mula	56,44		282,20						
Reaksi	52,8		52,8		52,8		52,8		52,8
Sisa	3,7		229,43		52,8		52,8		52,8

Tabel entalpi pembentukan

Komponen	**ΔHf at 298 K (kJ/mol)**	**ΔHf at 298 K (J/mol)**
$C_3H_6Cl_2O$	161,50	161.500
NaOH	-425,60	-425.600
C_3H_5ClO	107,80	107.800
NaCl	-411,20	-411.200
H_2O	-241,80	-241.800

Perhitungan panas pembentukan reaktan

Komponen	**Mol (kmol/jam)**	**ΔHf at 298 K (J/mol)**	**ΔHf Reaktan (kJ/jam**
$C_3H_6Cl_2O$	52,7729	161.500	8.522.822,79
NaOH	52,7729	-425.600	-22.460.144,78
		∑ ΔHf Reaktan =	-13937321,98

Pembentukan panas pembentukan produk

Komponen	**Mol (kmol/jam)**	**ΔHf at 298 K (J/mol)**	**ΔHf Produk (kJ/jam)**
C_3H_5ClO	52,7729	107.800	5.688.918,25
NaCl	52,7729	-411.200	-21.700.215,07
H_2O	52,7729	-241.800	-12.760.486,39
		∑ ΔHf Produk =	-28.771.783,21

$$\Delta H_R = \Delta H_f\, produk - \Delta H_f\, \mathrm{Re}ak\tan$$

Sehingga :

ΔH_R = -14.834.461,22

ΔH_R (-) menunjukkan bahwa reaksi tersebut merupakan reaksi eksotermis, dimana suhu reaktor harus dipertahankan pada suhu 80°C. sehingga diperlulan media pendingin untuk mengambil panas reaksi yang terbentuk.

1. Kebutuhan Air Pendingin
   a. Menghitung beban pendingin (Qpendingin)

   $\Delta H_{in} + \Delta H_R = \Delta H_{out} + Q_{pendingin}$

   $Q_{pendingin} = \Delta H_{in} - \Delta H_{out} + \Delta H_R$

   $Q_{pendingin}$ = 14.670.074,74 kJ/jam

   b. Kebutuhan air pendingin

   T_{in} = 30°C = 303,15K

   T_{out} = 45°C = 318,15K

   Cp = 4,1811 kJ/kg.K

   $$Wa = \frac{Q}{Cp\,.\Delta T}$$

   Wa = 233.912,53 kg/jam
2. Pemilihan Media Pendingin

   Wa = 233.912,53 kg/jam

   T1 = Suhu umpan masuk reaktor = 80°C = 176°F

   T2 = Suhu hasil reaksi keluar reaktor = 80°C = 176°F

   t1 = Suhu masuk air pendingin = 30°C = 86°F

   t2 = Suhu keluar air pendingin = 45°C = 113°F

   T1 – t1 = 90°F

   T2 – t2 = 63°F

   $$\Delta T\ LMTD = \frac{(T1 - t1) - (T2 - t2)}{ln\frac{(T1 - t1)}{(T2 - t2)}}$$

   ΔT LMTD = 75,79 °F

3. Menghitung Luas transfer Panas

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

A = 34,12 m^2

4. Menghitung Luas Selimut Reaktor

L = π D L

L = 66,56 m^2

Karena luas transfer panas < luas selimut reaktor maka menggunakan jaket pendingin.

5. Perancangan Jaket Pendingin

Reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermis, maka untuk memperhatikan suhu reaksi tetap 80°C, reaktor dilengkapi dengan jaket pendingin.

Q yang diserap = 13.904.546,23 Btu/jam

$\rho_{pendingin}$ = 1.015,96 kg/m^3 = 63,42 lb/ft^3

Masa air pendingin = 233912,53 kg/jam

Rate air pendingin = 230,23 m^3/jam

= 0,0640 m^3/s

Diambil spasi jaket = 2 in

Diameter dalam jaket (DI) = Diameter dalam + (2 x tebal dindingin) + (2 x jarak jaket)

= 160 in

= 4,064 m

Tebal dinding jaket :

Bahan = carbon steel plate SA – 285C

H jaket = 15,41 ft

$$Phidrostatis = \frac{H-1}{144} * \rho air$$

$\rho_{hidrostastik}$ = 6,349 psia

$\rho_{desain} = \rho_{desain\ reaktor} + \rho_{hidrostastik}$

= 21 psia

= 187,23 kpa

$$t = \frac{PD}{2SE - 1{,}2P} + n.C$$

Keterangan =

f = allowable stress

E = welded joint

C = Corrossion allowance

n = umur alat

D = Diameter

t = 0,231 in

Diambil tebal jaket standar = 0,3125 in (Brownell 1959. Tabel 5.2)

= 0,0079 m

Diameter luar jaket (D_2) = D_1 + 2 x tebal jaket

= 160,625 in

= 4,0799 m

Kecepatan air pendingin (V)

$$V = \frac{Qw}{A}$$

V = 2269,19 m/jam

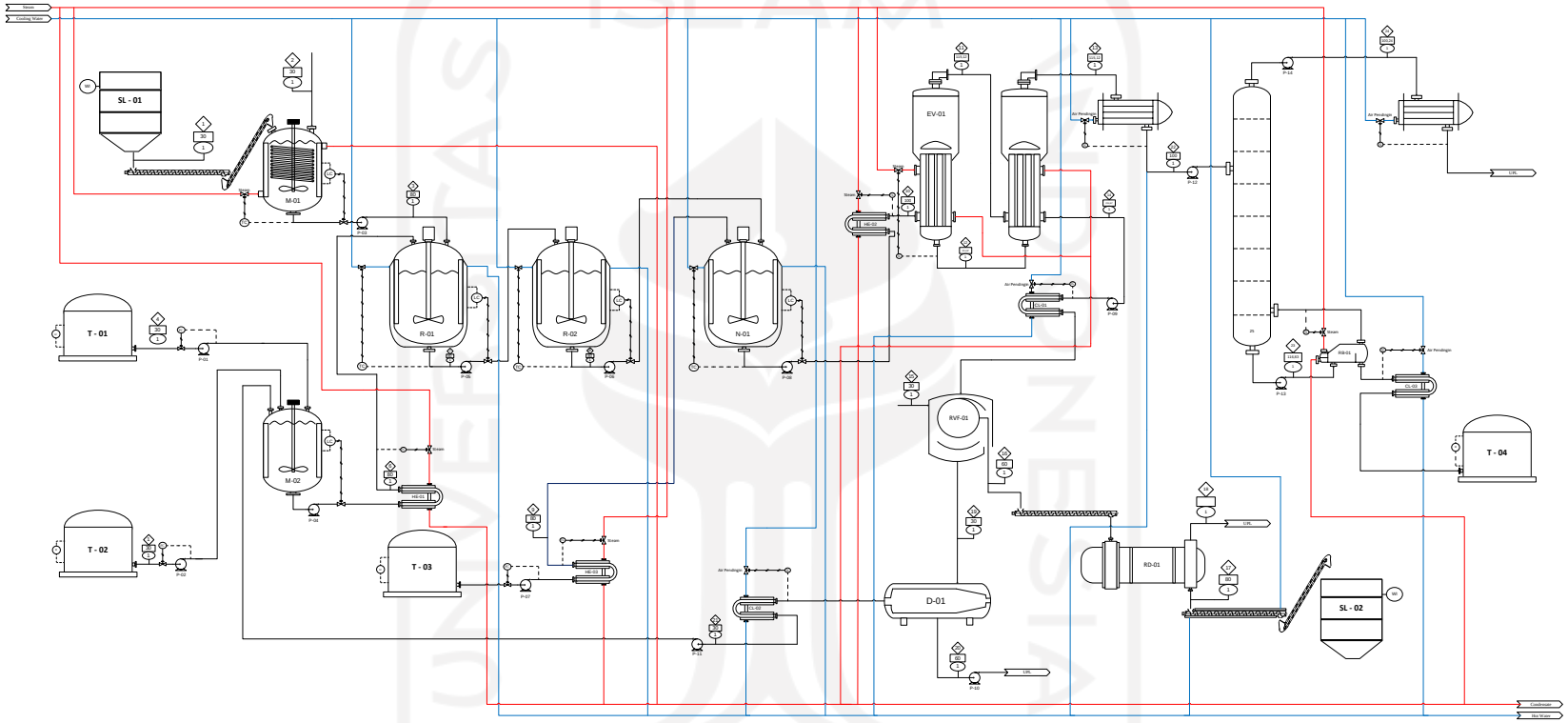
V = 0,6303 m/s

LAMPIRAN B

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

PRA RANCANGAN PABRIK EPIKLOROHIDRIN DARI DIKLOROHIDRIN DAN SODIUM HIDROKSIDA

KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN



Komponen	Nomor Arus (kg/Jam)																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
C_3H_5ClO							3858,03	3858,03		3858,03	2700,62	1157,41	3510,81	347,22					347,22	347,22		3510,81	3125,00	385,80
$C_3H_6Cl_2O$				5378,35		5752,24	373,90	373,90		373,90		373,90		373,90					373,90		373,90			
$C_3H_6Cl_2$					0,00	8487,66	8487,66	8487,66		8487,66		8487,66		8487,66					8487,66		8487,66			
HCl									6609,73															
H_2O		40628,75	40628,75	58,10	85,73	143,84	41523,77	41523,77		44789,57	31352,70	13436,87	40758,50	4031,06	70,39	82,53	41,27	41,27	4018,91	4018,91		40758,50	31,57	40726,94
NaOH	8918,51		8918,51				7250,75	7250,75																
NaCl							2436,91	2436,91		13031,59		13031,59		13031,59		8170,80	8089,10	81,71	4860,78	4860,78				
Total	8918,51	40628,75	49547,26	5436,45	85,73	14383,74	63931,01	63931,01	6609,73	70540,74	34053,32	36487,43	44269,31	26271,43	70,39	8253,34	8130,36	122,97	18088,47	9226,91	8861,56	44269,31	3156,57	41112,74

Keterangan	
BE	Bucket Elevator
CD	Condenser
CL	Cooler
D	Decanter
EV	Evaporator
F	Filter
HE	Heater
M	Mixer
MD	Menara Distilasi
P	Pompa
R	Reaktor
RD	Rotary Dryer
SC	Screw Conveyor
SL	Silo
T	Tangki

Keterangan Instrumen	
FC	Flow Controller
LC	Level Controller
LI	Level Indicator
TC	Temperature Controller
WI	Weight Indicator

Keterangan Instrumen	
	Nomor Arus
	Temperatur
	Tekanan
	Gate Valve
	Pipa
	Sinyal Pneumatic
	Sinyal Elektrik

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK EPIKLOROHIDRIN DARI DIKLOROHIDRIN DAN SODIUM HIDROKSIDA DENGAN KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

Disusun Oleh :
1. Tiara Nur Kemala Yamak
2. Fernanda Devin Prasetya

Dosen Pembimbing :
1. Arif Hidayat, Dr., S.T., M.T.
2. Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Tiara Nur Kemala Yansah
   No. MHS : 18521140
2. Nama Mahasiswa : Fernanda Devin Prasetyo
   No. MHS : 18521143

Judul Prancangan : Prarancangan Pabrik Epichlorohydrin dari Dichlorohydrin dan Sodium Hidroksida Kapasitas 25.000 Ton/Tahun

Mulai Masa Bimbingan : **13 Mei 2022**

Batas Akhir Bimbingan : **9 Mei 2023**

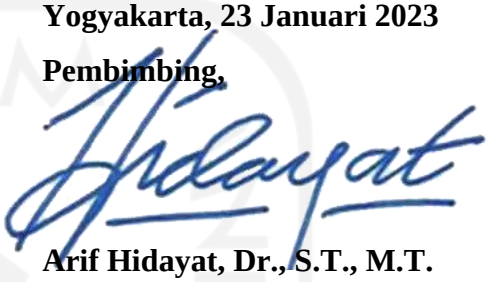
No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	19 Mei 2022	Perkenalan dan pembagian buku panduan tugas akhir	
2	24 Mei 2022	Diskusi mengenai tahap perancangan pabrik	
3	3 Mei 2022	Pemilihan judul	
4	24 Juni 2022	Pembagian tugas dosen pembimbing 1 dan 2	
5	24 Juni 2022	Bimbingan mengenai kapasitas	
6	8 Desember 2022	Bimbingan Reaktor	
7	9 Desember 2022	Bimbingan Reaktor	

8	16 Januari 2023	Konsultasi Luaran 7 sampai 13	

Disetujui Draft Penulisan :

Yogyakarta, 23 Januari 2023

Pembimbing,



Arif Hidayat, Dr., S.T., M.T.

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Tiara Nur Kemala Yansah
   No. MHS : 18521140
2. Nama Mahasiswa : Fernanda Devin Prasetyo
   No. MHS : 18521143

Judul Prancangan : Prarancangan Pabrik Epichlorohydrin dari Dichlorohydrin dan Sodium Hidroksida Kapasitas 25.000 Ton/Tahun

Mulai Masa Bimbingan : **13 Mei 2022**

Batas Akhir Bimbingan : **9 Mei 2023**

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	25 Mei 2022	Perkenalan dan pemberitahuan judul tugas akhir	
2	16 Juni 2022	Diskusi mengenai tahap perancangan pabrik dan penentuan kapasitas	
3.	10 Agustus 2022	Bimbingan mengenai pemilihan proses dan spesifikasi bahan	
4	30 Agustus 2022	Bimbingan mengenai diagram alir	
5.	15 Desember 2022	Konsultasi Luaran 4 sampai 6	
6	23 Desember 2022	Konsultasi alat kecil	
7	5 Januari 2023	Konsultasi alat tambahan	

8	14 Januari 2023	Konsultasi Utilitas	
9	23 Januari 2023	Konsultasi Pengecekan Naskah dan PEFD	

Disetujui Draft Penulisan :

Yogyakarta, 23 Januari 2023

Pembimbing,

Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.