No: TA/TK/2020/

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA GLISEROL DARI *EPICHLOROHYDRIN* DAN *SODIUM HYDROXYDE* DENGAN KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Konsentrasi Teknik Kimia

Disusun oleh :

Nama : Annisa' Mufsihah
No. Mahasiswa : 16521045

Nama : M. Hafiidl Ikroom
No. Mahasiswa : 16521225

KONSENTRASI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2020

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Annisa' Mufsihah	Nama	: M. Hafiidl Ikroom
NIM	: 16521045	NIM	: 16521225

Yogyakarta, 8 September 2020

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 dari hasil karya sendiri, maka kami siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian Surat Pernyataan ini kami buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Annisa' Mufsihah



M. Hafiidl Ikroom

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRARANCANGAN PABRIK KIMIA GLISEROL DARI

***EPICHLOROHYDRIN* DAN *SODIUM HYDROXYDE* DENGAN**

KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

PRARANCANGAN PABRIK

Nama	: Annisa' Mufsihah	Nama	: M. Hafiidlkroom
NIM	: 16521045	NIM	: 16521225

Yogyakarta, 8 September 2020

Pembimbing 1	Pembimbing 2
Kamariah, Dra., M.S.	VenitalityaAlethea S.A., S.T., M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA GLISEROL DARI *EPICHLOROHYDRIN* DAN *SODIUM HYDROXYDE* DENGAN KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Annisa' Mufsihah

NIM : 16521045

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

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 24 September 2020

Tim Penguji,

Kamariah, Dra., M.S. 25-Sep-20

Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng. 25-Sep-20

Ajeng Yulianti D. L., S.T., M.T. 24/09/2020

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Dr. Suharno Rusdi

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRARANCANGAN PABRIK KIMIA GLISEROL DARI EPICHLOROHYDRIN DAN SODIUM HYDROXYDE DENGAN KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

PRARANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : M. Hafiidl Ikroom

NIM : 16521225

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

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, September 2020

Tim Penguji,

Kamariah, Dra., M.S. 25-Sep-20

Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng. 25-Sep-20

Ajeng Yulianti D. L., S.T., M.T. 24/09/2020

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Dr. Suharno Rusdi

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, sahabat serta para pengikutnya.

Tugas Akhir Pra rancangan Pabrik yang berjudul "**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA GLISEROL DARI *EPICHLOROHYDRIN* DAN *SODIUM HYDROXYDE* DENGAN KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**", disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah didapat selama di bangku kuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua kami yang selalu memberikan dukungan dan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Dr. Suharno Rusdi, selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia FTI UII yang selama kuliah di jurusan Teknik Kimia ini telah membimbing dengan sabar.
3. Kamariah, Dra., M.S., sebagai pembimbing pertama selalu memberikan arahan dan bimbingan kepada kami selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
4. Venitalitya Alethea S. A., S.T., M.Eng., sebagai pembimbing kedua yang dengan sabar dan selalu menyempatkan waktunya untuk membimbing kami dalam pengerjaan tugas akhir ini.

5. Seluruh dosen, laboran, dan administrasi Jurusan Teknik Kimia atas ilmu, arahan, dan bantuannya selama ini.
6. Teman-teman Teknik Kimia angkatan 2016 yang telah mendukung dan memberikan semangat dan telah berjuang bersama-sama selama ini.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan tugas akhir ini, yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis membuka diri terhadap segala saran dan kritik yang membangun. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian.

Yogyakarta, September 2020

Penulis

LEMBAR PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

Karya ini saya persembahkan kepada:

Bapak Achmadi dan Ibu Mudawamah, selaku kedua orang tua saya serta kakak-kakak saya, Mas Huda, Mas Adi, Mas Afis, Mas Falah, Mbak Husna, Mbak Leni, dan Mbak Nana yang telah memberikan do'a, dorongan, motivasi, dan kasih sayang yang luar biasa. Terima kasih telah berjuang dan berkorban untuk saya hingga saya bisa mencapai di tahap ini.

Muhammad Hafiidl Ikroom, sebagai partner pra rancangan pabrik saya ini, yang selama ini telah bersabar dan terus berjuang dalam penyusunan pra rancangan pabrik ini. Terima kasih atas waktu, ilmu, semangat, dan dukungan selama ini. Semoga kita mendapatkan ilmu yang bermanfaat untuk diri sendiri maupun orang lain.

Teman-teman Micin (Nurul, Rahmah, Sayyidatun, Endah, dan Ulfah) teman terdekat saya selama di Jogja dari jaman mahasiswa baru hingga sudah menjadi mahasiswa semester akhir. Terima kasih telah menjadi orang yang selalu ada dalam senang dan duka saya selama di Jogja dengan memberi recehan-recehan kalian. Semoga kita diberikan ilmu yang bermanfaat dan sukses dikemudian hari.

Teknik Kimia UII 2016, almamater tercinta, yang punya andil besar dalam membentuk karakter pribadi menjadi lebih baik. Terima kasih sudah mengizinkan saya untuk menjadi bagian dari keluarga ini. Semoga kalian dapat meraih apa yang dicita-citakan.

(Annisa' Mufsihah)

LEMBAR PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

Karya ini saya persembahkan kepada:

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta"ala, atas rahmat dan hidayahnya saya bisa menyelesaikan pendidikan sarjana Teknik Kimia di Universitas Islam Indonesia. Tak lupa saya haturkan sholawat serta salam kepada baginda Rosulullah shallallahu alaihi wasallam yang sudah membawa risalah Islam bagi umat manusia. Semoga ilmu yang saya dapatkan selama kuliah dapat bermanfaat bagi saya dan juga bagi orang lain. Aamiin ya Rabbal"alamin.

Saya ucapkan banyak Terima kasih kepada mamah dan bapak yang selalu mendukung saya, yang telah membesarkan dan mendidik saya dengan penuh kasih sayang, yang selalu memberi dukungan dan doa di setiap Langkah saya dalam menggapai cita-cita saya, yang selalu memberi nasehat untuk kebaikan saya. Terima kasih atas segala pengorbanan mamah dan bapak, tidak ada balasan yang sebanding dengan semua jasa mama dan bapak. Maaf kalau sampai saat ini saya belum bisa memberikan yang terbaik untuk mama dan bapak, saya akan selalu berusaha membahagiakan mamah dan bapak. Terima kasih kepada saudari kandung saya mbak indi, dan dek dina yang selalu memberikan dukungan dan do'a kepada saya, yang selalu peduli dengan keadaan saya di tanah rantau.

Terima kasih kepada guru-guru SD N 5 Masohi, SMP N 1 Masohi, dan SMA N 1 Masohi, serta semua guru bimbingan belajar saya yang telah membekali saya ilmu yang sangat bermanfaat.

Terima kasih kepada dosen-dosen Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia, yang telah mebekali saya ilmu pengetahuan selama di perkuliahan yang insya'Allah akan sangat bermanfaat kelak di dunia kerja maupun di kehidupan bermasyarakat.

Terima kasih kepada Ridani Wiyani Putri yang selalu memberikan dukungan dan do'a kepada saya, yang selalu menasehati dan peduli kepada saya, sehingga saya bisa sampai ke titik ini.

Terima kasih kepada partner TA saya, Annisa' Mufsihah yang sudah mau berjuang bersama-sama dalam menyelesaikan tugas akhir ini. sampai rela begadang, tidak makan dan minum ketika sedang tidur.

Terimkasih kepada anak-anak kontrkan mujahedeen house, pakde, ruminten, alip, asfan, angga, doly, brian, ruyukawi, yang dengan kekonyolannya menjadi hiburan bagi saya, serta bertukar pikiran terkait masalah perkuliahan.

Terima kasih kepada Lembaga Eksekutif Mahasiswa Univeristas Islam Indinesia, IATMI SM-UII, dan kepanitiaan-kepanitiaan yang pernah saya ikuti, yang sudah menjadi wadah kepada saya untuk meningkatkan soft skill saya, serta menambah ilmu dalam kehidupan berdemokrasi.

Terima kasih kepada P.T. Persero Pertamina RU VI Balongan, yang sudah memberikan kesempatan kepada saya untuk menimba ilmu terkait dunia kerja di sektor oil and gas. Terimaksih kepada Mas martin sebagai pembimbingan lapangan selama kerja praktek, dan Terima kasih kepada bapak agus taufiq sebagai dosen pembimbing internal kerja praktek.

Terima kasih kepada ibu Kamariah dan Ibu Venitalitya selaku dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing 2 pra rancangan pabrik yang telah sabar mengajari dan memberi arahan kepada kami selama menyusun tugas akhir ini.

Terima kasih kepada bapak Asmanto subagyo sebagai dosen pembimbing dalan penelitian, yang dengan sabar telah mengjari dan memberi arahan selama melaksanakan penelitian.

Terima kasih kepada seluruh teman-teman Teknik kimia 2016 yang sudah berbagi cerita, pengalaman dan memberi kesan selama ini.

Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu saya selama ini, yang tidak bisa saya sebutkan Namanya satu-satu, semoga Allah subhanahu wa ta"ala membalas kebaikan kalian semua. Aamiin Ya Rabbal Alamin.

Muhammad Hafiidl Ikroom

ISLAM
UNIVERSITAS
INDONESIA

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI v
KATA PENGANTAR vi
LEMBAR PERSEMBAHAN viii
DAFTAR ISI xiv
DAFTAR TABEL xviii
DAFTAR GAMBAR xx
ABSTRAK xxi
BAB I 23
PENDAHULUAN 23
1.1. Latar Belakang 23
1.2. Kapasitas Perancangan Produksi 25
1.2.1. Kebutuhan Gliserol di Indonesia 25
1.2.2. Kapasitas Pabrik yang Sudah Ada 31
1.2.3. Ketersediaan Bahan Baku 33
1.3. Tinjauan Pustaka 34
1.3.1. Proses Pembuatan 36
1.3.2. Kegunaan Produk 42
BAB II 44
PERANCANGAN PRODUK 44
2.1. Spesifikasi Produk 44
2.1.1. Gliserol 44
2.1.2. *Sodium Chloride* 44

2.2. Spesifikasi Bahan 45
2.2.1. Epichlorohydrin 45
2.2.2. *Sodium Hydroxide* 46
2.2.3. Air 46
2.3. Pengendalian Kualitas 47
2.3.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku 47
2.3.2. Pengendalian Kualitas Produk 48
2.3.3. Pengendalian Proses Produksi 48
BAB III 50
PERANCANGAN PROSES 50
3.1. Uraian Proses 50
3.2. Spesifikasi Alat/Mesin Produk 52
3.2.1. Mixer 52
3.2.2. Reaktor 53
3.2.3. Evaporator 56
3.2.4. Centrifuge 57
3.2.5. Kristalizer 57
3.2.6. Tangki Penyimpanan 59
3.2.7. Heat Exchanger 61
3.2.8. Cooler 62
3.2.9. Pompa 63
3.2.10. Alat Angkut 66
3.2.11. *Bucket Elevator* 67
3.2.12. *Expansion Valve* 68
3.3. Perencanaan Produksi 68
3.3.1. Analisis Kebutuhan Bahan Baku 68

3.3.2. Analisis Kebutuhan Peralatan Proses 69
BAB IV 70
PERANCANGAN PABRIK 70
4.1. Lokasi Pabrik 70
4.2. Tata Letak Pabrik 72
4.3. Tata Letak Alat 77
4.4. Alir Proses dan Material 80
4.4.1. Neraca Massa 80
4.4.2. Neraca Panas 83
4.5. Utilitas 87
4.5.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*) 87
4.5.2. Spesifikasi Alat Utilitas 102
4.6. Organisasi Perusahaan 121
4.6.1. Bentuk Perusahaan 121
4.6.2. Struktur Organisasi 123
4.6.3. Tugas dan Wewenang 126
4.6.4. Ketenagakerjaan 133
4.6.5. Kesejahteraan Karyawan 137
4.6.6. Fasilitas Karyawan 139
4.6.7. Manajemen Produksi 142
4.6.8. Perencanaan Produksi 143
4.6.9. Pengendalian Produksi 144
4.7. Evaluasi Ekonomi 146
4.7.1. Penaksiran Harga Peralatan 147
4.7.2. Perhitungan Biaya 151
4.7.3. Pendapatan Modal 152

4.7.4. Analisis Kelayakan 153
4.7.5. Perhitungan Ekonomi 156
BAB V 178
PENUTUP 178
5.1. Kesimpulan 178
5.2. Saran 180
DAFTAR PUSTAKA 181
LAMPIRAN 183

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor Gliserol di Indonesia 26
Tabel 1. 2 Data Ekspor Gliserol Indonesia 27
Tabel 1. 3 Data Produksi Gliserol di Indonesia 28
Tabel 1. 4 Data Konsumsi Gliserol di Indonesia 30
Tabel 1. 5 Pabrik Gliserol di Indonesia 32
Tabel 1. 6 Pabrik Gliserol di Dunia 32
Tabel 1. 7 Sumber Bahan Baku Utama 34
Tabel 1. 8 Macam-macam Proses Pembuatan Gliserol 40
Tabel 3. 1 Mixer 52
Tabel 3. 2 Reaktor 53
Tabel 3. 3 Evaporator 56
Tabel 3. 4 Tangki Penyimpanan Bahan Baku dan Produk 59
Tabel 3. 5 Silo Penyimpanan Bahan Baku dan Produk 60
Tabel 3. 6 *Heat Exchanger* 61
Tabel 3. 7 Cooler 62
Tabel 3. 8 Pompa 63
Tabel 3. 9 Alat Angkut Screw Conveyor 66
Tabel 3. 10 Kebutuhan Bahan Baku 69
Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah 75
Tabel 4. 2 Neraca Massa pada Mixer -01 80
Tabel 4. 3 Neraca Massa pada Mixer -02 80
Tabel 4. 4 Neraca Massa pada Reaktor -01 80
Tabel 4. 5 Neraca Massa pada Reaktor -02 81
Tabel 4. 6 Neraca Massa pada Reaktor -03 81
Tabel 4. 7 Neraca Massa pada Reaktor -04 81
Tabel 4. 8 Neraca Massa pada Evaporator -01 82
Tabel 4. 9 Neraca Massa pada Evaporator -02 82
Tabel 4. 10 Neraca Massa pada Centrifuge -01 82
Tabel 4. 11 Neraca Massa pada Kristalizer-01 83
Tabel 4. 12 Neraca Panas pada Mixer -01 83

Tabel 4. 13 Neraca Panas pada Mixer -02 83
Tabel 4. 14 Neraca Panas pada Reaktor -01..... 83
Tabel 4. 15 Neraca Panas pada Reaktor -02..... 84
Tabel 4. 16 Neraca Panas pada Reaktor -03..... 84
Tabel 4. 17 Neraca Panas pada Reaktor -04..... 84
Tabel 4. 18 Neraca Panas pada Evaporator -01..... 84
Tabel 4. 19 Neraca Panas pada Evaporator -02..... 84
Tabel 4. 20 Neraca Panas pada Kristalizer -01..... 84
Tabel 4. 21 Kebutuhan Air Pembangkit Steam/Pemanas 97
Tabel 4. 22 Kebutuhan Air Proses..... 99
Tabel 4. 23 Jadwal Pembagian kelompok shift 136
Tabel 4. 24 Perincian Tugas dan Keahlian..... 137
Tabel 4. 25 Jumlah Karyawan Menurut Jabatan 138
Tabel 4. 26 Perincian Golongan dan Gaji Karyawan 139
Tabel 4. 27 Indeks Harga Alat..... 148
Tabel 4. 28 Harga Alat Proses..... 157
Tabel 4. 29 Harga Alat Utilitas..... 158
Tabel 4. 30 Data Physical Plant Cost (PPC) 162
Tabel 4. 31 Data Fixed Capital Investment (FCI) 163
Tabel 4. 32 Data Fixed Capital Investment (FCI) 167
Tabel 4. 33 Indirect Manufacturing Cost (IMC) 168
Tabel 4. 34 Fixed Manufacturing Cost (FMC)..... 169
Tabel 4. 35 Manufacturing Cost (MC) 170
Tabel 4. 36 Working Capital (WC) 171
Tabel 4. 37 General Expense (GE)..... 173
Tabel 4. 38 Total Production Cost..... 173
Tabel 4. 39 Analisa Kelayakan 177

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Data Impor di Indonesia 26
Gambar 1. 2 Grafik Data Impor di Indonesia 28
Gambar 1. 3 Grafik Data Produksi Gliserol di Indonesia 29
Gambar 1. 4 Grafik Data Konsumsi Gliserol di Indonesia 30
Gambar 4. 1 Lay Out Pabrik Gliserol 76
Gambar 4. 2 Tata Letak Alat Proses 79
Gambar 4. 3 Diagram Alir Kualitatif 85
Gambar 4. 4 Diagram Alir Kuantitatif 86
Gambar 4. 5 Diagram Alir Pengolahan Air Utilitas 90
Gambar 4. 6 Struktur Organisasi 125
Gambar 4. 7 Grafik Indeks Harga Tiap Tahun 149
Gambar 4. 8 Grafik BEP 177

ABSTRAK

Pabrik gliserol bisa menjadi prospek yang baik dengan melihat kebutuhan gliserol di Indonesia dan negara-negara ASEAN yang semakin meningkat. Gliserol biasanya dimanfaaakan sebagai bahan pembuat kosmetik, farmasi, industri makanan dan bahan peledak. Pabrik ini rencananya akan didirikan di Tanggerang, Banten, di tanah seluas 26.141 m^2. Pabrik ini akan dioperasikan 24 jam per hari selama 330 hari per tahun dengan total 198 karyawan.

Pabrik ini akan didirikan dengan kapasitas 20.000 ton/tahun. Gliserol dibuat menggunakan *epichlorohydrin* yang direaksikan dengan natrium hidroksida serta air, yang terjadi pada fase cair. Bahan baku *epichlorohydrin* yang dibutuhkan adalah sebanyak 17.877,414 ton/tahun dan natrium hidroksida 7.738,038 ton/tahun. Proses produksi akan dioperasikan pada temperatur 150^oC dan tekanan 1,3 atm menggunakan Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dengan konversi reaksi 98%. Pabrik ini membutuhkan air sebanyak 7.144,59 ton/tahun, steam sebanyak 63.839,71 ton/tahun, dan listrik sebesar 1.185,203 kW yang disediakan oleh PLN.

Dari hasil evaluasi ekonomi yang telah dilakukan terhadap pabrik ini didapatkan hasil bahwa modal tetap yang dibutuhkan sebesar Rp 529.249.046.071 dan modal kerja sebesar Rp 193.196.687.582 Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 143.560.057.193 dan setelah pajak sebesar Rp 100.492.040.035. Persentase Return On Investment (ROI) sebelum pajak adalah 27,13% dan setelah pajak 18,99 %, Pay Out Time (POT) sebelum pajak adalah 2,8 tahun dan setelah pajak 3,7 tahun. Nilai Break Event Point (BEP) sebesar 41,62% dan Shut Down Point (SDP) sebesar 17,95% dengan Discounted Cash Flow Rate (DCFR) sebesar 16,61%. Berdasarkan analisa ekonomi tersebut, prarancangan pabrik gliserol dengan kapasitas 20.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

Kata-kata kunci : Gliserol, *Epichlorohydrin,* Natrium hidroksida

ABSTRACT

The glycerol factory can be a good prospect considering the increasing need for glycerol in Indonesia and ASEAN countries. Glycerol is usually used as an ingredient in cosmetics, pharmaceuticals, food industry and explosives. This factory is planned to be built in Tanggerang, Banten, on a land area of 26,141 m^2. This factory will be operated 24 hours per day for 330 days in a year with a total of 198 employees.

This plant will be established with a capacity of 20,000 tons/year. Glycerol is made using epichlorohydrin which is reacted with sodium hydroxide and water, which occurs in the liquid phase. The raw materials needed for epichlorohydrin are 17,877,414 tons/year and sodium hydroxide 7,738,038 tons/year. The production process will be operated at a temperature of 150ºC and a pressure of 1.3 atm using a stirred tank flow reactor (RATB) with the conversion of reactions 98%. This factory requires 7,144.59 tons/year of water, 63,839.71 tons/year of steam, and 1,185,203 kW of electricity provided by PLN.

From the results of the economic evaluation that has been carried out on this factory, it is found that the fixed capital required is Rp 529,249,046,071 and working capital is Rp 193,196,687,582. The profit before tax is Rp 143,560,057,193 and after tax is Rp 100,492,040,035. The percentage of Return On Investment (ROI) before tax is 27.13% and after tax is 18.99%, Pay Out Time (POT) before tax is 2.8 years and after tax is 3.7 years. The Break Event Point (BEP) value is 41.62% and the Shut Down Point (SDP) value is 17.95% with a Discounted Cash Flow Rate (DCFR) of 16.61%. Based on the economic analysis, the glycerol factory design with a capacity of 20,000 tons/year is feasible to build.

Keywords : Glycerol, Epichlorohydrin, Sodium Hydroxyde

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia sebagai negara berkembang terus melakukan pengembangan dalam berbagai bidang, termasuk di sektor industri. Hal ini tampak dengan adanya pendirian pabrik yang mengolah bahan mentah menjadi bahan jadi, serta meningkatnya industri barang untuk modal termasuk industri mesin dan peralatan.

Selama ini, bahan baku untuk sektor industri kimia di Indonesia mayoritas didukung dari luar negeri karena keterbatasan pasokan dari dalam negeri dan produk yang dihasilkan mayoritas hanya dijual untuk pasar dalam negeri. Hal itu pula yang menjadi tantangan Indonesia dalam menghadapi era masyarakat ekonomi asean (MEA) saat ini dimana setiap negara di ASEAN berusaha mempersiapkan diri untuk bersaing demi kemajuan negaranya masing-masing dan juga kemajuan ekonomi di ASEAN itu sendiri.

Hal ini merupakan sebuah peluang bagi Indonesia untuk meningkat sektor industri kimia demi mendapatkan tambahan devisa negara dan juga meningkatkan relasi dengan negara-negara di ASEAN. Salah satunya dengan cara mendirikan pabrik kimia untuk memenuhi kebutuhan pasar di dalam maupun luar negeri.

Salah satu bahan kimia yang digunakan secara luas dalam kehidupan sehari-hari dalam berbagai sektor industri adalah gliserol. Istilah gliserol digunakan untuk zat kimia yang murni, sedang gliserin digunakan untuk istilah hasil pemurnian secara komersial (Kirk Othmer, 1966). Pada penganekaragaman industri kimia, khususnya gliserol adalah salah satu bahan yang penting di dalam industri, gliserol memiliki rumus molekul $C_3H_5(OH)_3$. Senyawa ini larut dalam air dan alkohol, sedikit larut dalam dietil eter, etil asetat, dan dioxane, dan tidak larut dalam hidrokarbon. Gliserol merupakan bahan yang dibutuhkan pada berbagai industri, misalnya: obat-obatan, bahan makanan, kosmetik, pasta gigi, industri kimia, larutan anti beku, dan tinta printer.

Pada tahun 2010 kontribusi produksi gliserol dunia mencapai 1 juta ton. Peningkatan kontribusi tersebut disebabkan cepatnya laju peningkatan produksi gliserol yang selama 2000-2010 diperkirakan mencapai 3,1% per tahun. Jika dilihat dari banyaknya kebutuhan gliserol di Indonesia, maka untuk mencukupi kebutuhan bahan gliserol di Indonesia masih didatangkan dari luar negeri.

Gliserol dunia pada tahun 2000 sebagian besar terpusat di beberapa negara importir utama, yaitu Amerika Serikat dengan pangsa pasar 14,6% dari total volume impor dunia, Jerman 12,2%, Inggris 9,5%, Belanda 7,8%, Meksiko 6,7%, Jepang 6,6%, Perancis 4,7%, Swedia 4,8%, Belgia 4,5%, dan Italia 3,8%. Kesepuluh negara tersebut menyerap 75,2% dari total volume impor gliserol dunia. Jika dilihat dari banyaknya

kebutuhan gliserol di Indonesia, maka untuk mencukupi kebutuhan bahan gliserol di Indonesia masih didatangkan dari luar negeri (impor).

Pertimbangan utama yang melatarbelakangi pendirian pabrik gliserol ini pada umumnya sama dengan sektor-sektor industri kimia yang lain, yaitu mendirikan suatu pabrik yang secara social-ekonomi cukup menguntungkan. Pendirian pabrik gliserol ini cukup menarik karena belum adanya pabrik yang memproduksi gliserol sebagai produk utama di Indonesia, melainkan hanya sebagai produk samping saja. Selain itu, prospek mendirikan pabrik gliserol ini juga menguntungkan di masa mendatang, baik untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun luar negeri.

1.2. Kapasitas Perancangan Produksi

Kapasitas produksi dari pabrik akan mempengaruhi perhitungan teknis maupun ekonomis dalam perancangan pabrik. Semakin besar kapasitas produksinya maka kemungkinan keuntungannya juga semakin besar. Namun ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam penentuan kapasitas produksi, yaitu:

1.2.1. Kebutuhan Gliserol di Indonesia

Pabrik gliserol yang dirancang ini direncanakan akan berdiri pada tahun 2025. Untuk memperoleh kapasitas perancangan pabrik tersebut terdapat beberapa data yang harus dipertimbangkan sebagai berikut:

a. Data Impor

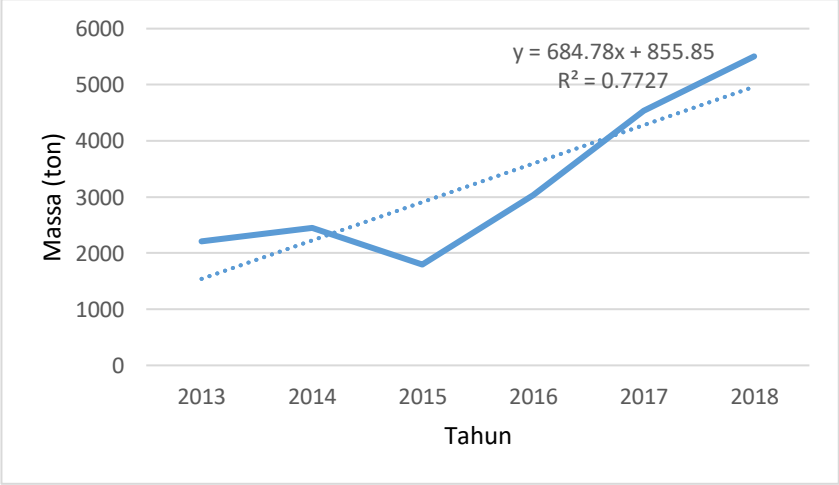
Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), Indonesia masih membutuhkan impor gliserol untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri seperti yang terlihat pada Tabel 1.1 berikut ini:

Tabel 1. 1 Data Impor Gliserol di Indonesia

Tahun	Massa (ton)
2013	2207.808
2014	2448.173
2015	1796.596
2016	3026.256
2017	4531.161
2018	5505.568

(Sumber: Badan Pusat Statistik)

Berdasarkan Tabel 1.1, maka dapat dibuat suatu persamaan linear agar dapat memperkirakan kebutuhan impor gliserol di Indonesia pada tahun 2025.



Gambar 1. 1 Grafik Data Impor di Indonesia

Berdasarkan gambar grafik impor di Indonesia didapatkan persamaan linear sebagai berikut:

$$y = 684.78x + 855.85 \qquad \text{Pers. 1.1}$$

dari persamaan tersebut, dimana Y adalah kebutuhan impor gliserol di Indonesia dalam satuan ton, dan X merupakan tahun ke-n, maka dapat diperkirakan kebutuhan impor gliserol di Indonesia pada tahun 2025 adalah 9757.99 ton/tahun.

b. Data Ekspor

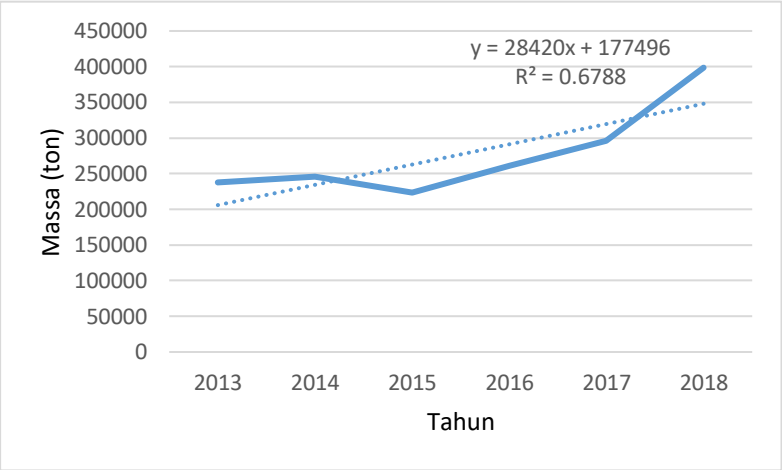
Dibawah ini merupakan tabel perkembangan ekspor gliserol Indonesia pada tahun 2013-2018 yang didapat dari data Badan Pusat Statistik (BPS).

Tabel 1. 2 Data Ekspor Gliserol Indonesia

Tahun	**Massa (ton)**
2013	237352.2
2014	245525.3
2015	223455.3
2016	261020.1
2017	295855.7
2018	398577.7

(Sumber: Badan Pusat Statistik)

Berdasarkan Tabel 1.2, maka dapat dibuat suatu persamaan linear agar dapat memperkirakan volume ekspor gliserol Indonesia pada tahun 2025.



Gambar 1. 2 Grafik Data Impor di Indonesia

Dari Gambar 1.2 diatas, didapatkan persamaan linear sebagai berikut:

$$y = 28420x + 177496 \qquad \text{Pers. 1.2}$$

berdasarkan persamaan tersebut, maka dapat diperkirakan volume ekspor gliserol Indonesia pada tahun 2025 mengalami peningkatan yaitu sebesar 546956 ton/tahun.

c. Data Produksi

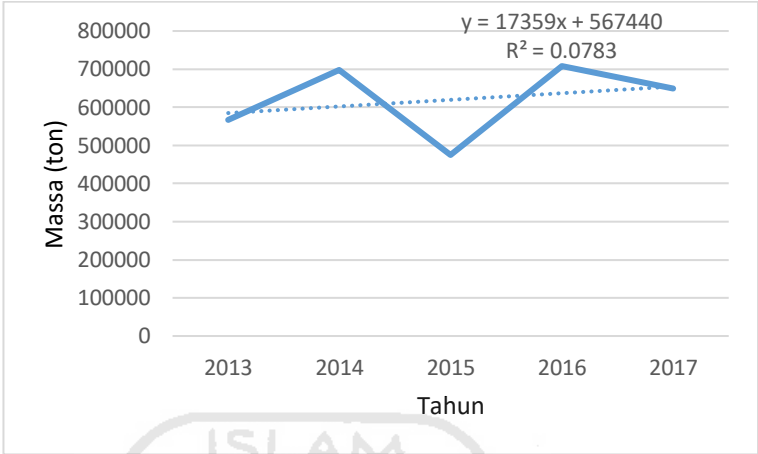
Berikut ini merupakan tabel yang mencantumkan data produksi gliserol di Indonesia pada tahun 2013 hingga 2017.

Tabel 1. 3 Data Produksi Gliserol di Indonesia

Tahun	**Massa (ton)**
2013	567562
2014	697863
2015	474875
2016	707995
2017	649291

(Sumber: Badan Pusat Statistik)

Berdasarkan Tabel 1.3, maka dapat dibuat suatu persamaan linear dari gambar grafik dibawah ini agar dapat memperkirakan volume produksi yang dibutuhkan di Indonesia pada tahun 2025.



Gambar 1. 3 Grafik Data Produksi Gliserol di Indonesia

Dari gambar grafik data produksi gliserol di Indonesia diatas, maka didapatkan sebuah persamaan sebagai berikut:

$$y = 17359x + 567440 \qquad \text{Pers. 1.3}$$

berdasarkan persamaan 1.3 tersebut, dimana X merupakan tahun ke-n dan Y merupakan volume produksi gliserol maka dapat diperkirakan produksi gliserol di Indonesia pada tahun 2025 sebesar 793107 ton/tahun.

d. Data Konsumsi

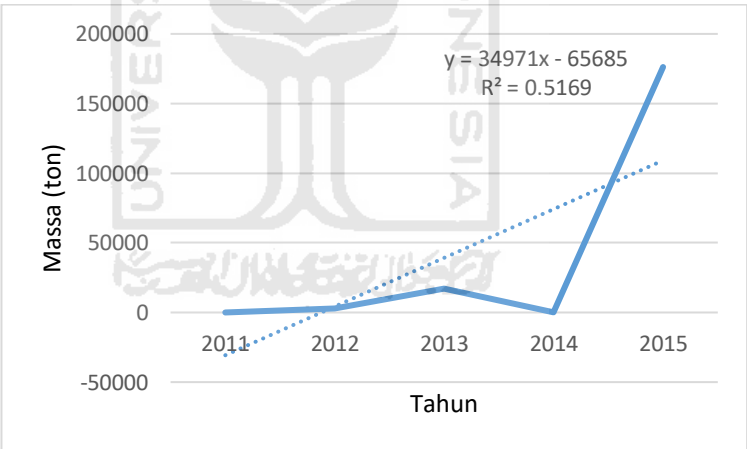
Konsumsi gliserol di Indonesia pada tahun 2011 hingga 2015 dapat dilihat pada Tabel 1.4 dibawah ini yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik (BPS).

Tabel 1. 4 Data Konsumsi Gliserol di Indonesia

Tahun	Massa (ton)
2011	0
2012	2779
2013	17094
2014	52
2015	176219

(Sumber: Badan Pusat Statistik)

Dari Tabel 1.4 diatas, maka dapat dibuat suatu persamaan untuk memperkirakan volume konsumsi gliserol di Indonesia pada tahun 2025 berdasarkan grafik dibawah ini.



Gambar 1. 4 Grafik Data Konsumsi Gliserol di Indonesia

Berdasarkan Gambar 1.4 diatas, didapatkan persamaan linear sebagai berikut:

$$y = 34971x - 65685 \qquad \text{Pers. 1.4}$$

dimana X merupakan tahun ke-n dan Y merupakan volume konsumsi gliserol maka dari persamaan tersebut dapat diperkirakan

volume konsumsi gliserol di Indonesia mengalami peningkatan menjadi 458880 ton/tahun.

Dari data yang sudah didapatkan, untuk menentukan kapasitas pada perancangan ini menggunakan rumus peluang kapasitas sama dengan demand dikurang dengan supply, dimana demand merupakan jumlah dari data konsumsi dan ekspor, sedangkan supply merupakan jumlah dari data produksi dan impor. Kemudian didapatkan peluang kapasitas produksi seperti penjabaran dibawah ini:

Peluang Kapasitas = Demand – Supply Pers. 1.5

= (Konsumsi + Ekspor) – (Produksi + Impor)

= (458880 + 546956) – (793107 + 9757.99)

= 1005836 – 802864.99

= 202971.01

1.2.2. Kapasitas Pabrik yang Sudah Ada

Selain dari data impor, ekspor, produksi, dan konsumsi gliserol di dunia, pertimbangan dalam penentuan kapasitas produksi gliserol juga dapat dilihat dari kapasitas produksi pabrik yang sudah ada. Hal tersebut dikarenakan pabrik yang telah didirikan telah memiliki analisis ekonomi yang memberikan keuntungan sesuai dengan kapasitas produksi yang dihasilkan. Berikut data pabrik dan kapasitas produksi yang ada di dalam negeri maupun luar negeri:

Tabel 1. 5 Pabrik Gliserol di Indonesia

Nama Pabrik	**Lokasi**	**Kapasitas Produksi (ton/tahun)**
PT Sinar Oleochemical Int	Medan	12250
PT Flora Sawita	Medan	5400
PT Cisadane Raya Chemical	Tangerang	5500
PT Sumi Asih	Bekasi	3500
PT Sayap Mas Utama	Bekasi	4000
PT Bukit Perak	Semarang	1440
PT Wings Surya	Surabaya	3500
PT Unilever	Surabaya	8450
Total		**44040**

(Sumber: Direktorat Jenderal Industri Argo dan Kimia, 2009)

Tabel 1. 6 Pabrik Gliserol di Dunia

Nama Pabrik	**Lokasi**	**Kapasitas Produksi (ton/tahun)**
Procter & Gamble	Ivorydale, Ohio	72727.27
Emery Olechemicals	Cincinnati, Ohio	29545.45
Vantage Olechemicals	Chicago, Illinois	27272.73
Cargill	Iowa Falls, Iowa	17045.45
	Kansas City, Missouri	13636.36

Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas Produksi (ton/tahun)
BMC Brogenix	Memphis, Tennessee	13636.36
WF	Montgomery, Illinois	13636.36
Twin Rivers Technologies	Quincy, Massachusettes	12727.27
Evonik	Mapleton, Illinois	9090.91
Total		**209318.16**

(Sumber : *Icis Chemical Business Americas,* 2012)

Berdasarkan hasil perhitungan pada Persamaan 1.5, maka dapat ditentukan kapasitas pabrik gliserol yang akan didirikan diambil 10% dari kebutuhan yang ada di Indonesia sebesar: 10% x 202971.01 = 20297.1 ton/tahun. Kapasitas pabrik yang akan didirikan harus berada pada kisaran kapasitas maksimal dan minimal pabrik yang sedang berjalan.

1.2.3. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku pembuat gliserol adalah natrium hidroksida, *epichlorohydrin,* dan air. Pabrik yang memproduksi natrium hidroksida di Indonesia terdapat di PT. Asahimas Chemical yang letaknya di Kota Cilegon, Banten. Sedangkan, untuk bahan *epichlorohydrin* diperoleh dari Qingdao Lasheng Corporation Ltd yang letaknya di China.

Tabel 1. 7 Sumber Bahan Baku Utama

No.	Bahan Baku	Produsen	Produksi (ton/tahun)	Sumber
1.	Epichlorohydrin 99,9 % massa	Qingdao Lasheng Corporation Ltd, China	150.000	www.hiseachem.com
2.	Natrium Hidroksida 98 % massa	PT. Asahimas Chemical	30.000	www.asc.co.id

1.3. Tinjauan Pustaka

Gliserol atau glycerin atau 1,2,3-propanatriol merupakan sebuah alkohol trihidrat berupa cairan higroskopis, kental, bening dengan rasa manis pada suhu kamar diatas titik lelehnya. (Kirk, R.E. and Othmer, 1978).

Gliserol ditemukan pertama kali oleh Scheele pada tahun 1779, dengan memanaskan campuran minyak zaitun *(olive oil)* dan litharge, kemudian membilasnya dengan air. Bilasan dengan air tersebut menghasilkan suatu larutan berasa manis, yang disebutnya sebagai “the sweet principle of fats”. Sejak 1784, Scheele membuktikan bahwa substansi yang sama dapat diperoleh dari minyak nabati dan lemak hewan seperti lard dan butter.

Pada tahun 1811, Chevreul memberi nama hasil temuan Scheele ini dengan sebutan gliserin, yang berasal dari bahasa Yunani yaitu glyceros, yang berarti manis. Kemudian pada 1823, Chevreul mendapatkan paten untuk pertama kalinya atas manufaktur gliserin, yang kemudian berkembang menjadi industri lemak dan sabun. Tahun 1836, formulasi gliserol berhasil ditemukan oleh Pelouze, dan tahun 1883, Berthelot dan Luce mempublikasikan rumus struktur dari gliserol. (Swern, D., 1979)

Pada tahun 1870, dicoba membuat gliserol dengan cara menghidrolisa minyak makanan, hasil hidrolisa itu mengandung gliserol 12 %. (Kirk, R.E. and Othmer, 1978). Struktur kimia gliserol ditunjukkan adalah:



Pemakaian kata gliserol dan gliserin sering membuat orang bingung. Gliserol dan gliserin adalah hal sama, tetapi pemakaian kata gliserol biasa dipakai jika kemurnian rendah (masih terkandung dalam air manis), sedangkan pemakaian kata gliserin dipakai untuk kemurnian yang tinggi. Tetapi secara umum, gliserin merupakan nama dagang dari gliserol.

Salah satu alternatif pembuatan gliserol sintetik adalah dari bahan *epichlorohydrin*. *Epichlorohydrin* merupakan senyawa turunan dari *alyl chloride* yang memiliki rumus molekul C_3H_5OCl. Senyawa ini berupa cairan tidak berwarna dengan bau yang menyengat, agak larut dalam air, tetapi larut dengan pelarut organik yang paling polar. *Epichlorohydrin*

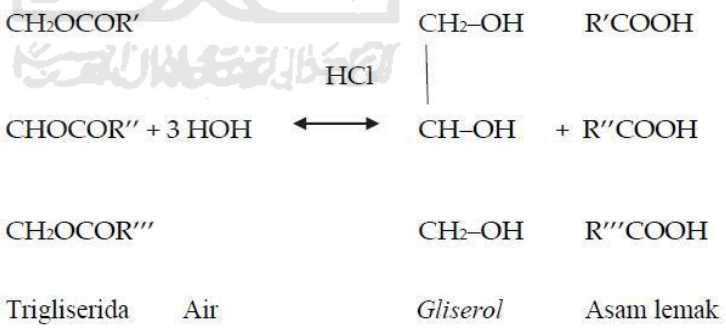
adalah senyawa yang sangat reaktif dan digunakan dalam produksi gliserol, plastik, lem *epoxy* dan resin, dan elastomer (en.wikipedia.org).

1.3.1. Proses Pembuatan

Dalam skala industri, ada beberapa proses yang telah diterapkan dalam pembuatan gliserol, antara lain dengan cara:

a. *Twitchell*

Pada proses ini minyak dihidrolisis dengan menggunakan proses batch pada suhu 100-105ºC, tekanan vakum, konversi yang diperoleh 85-98% dengan kemurnian gliserol 5-15% dan waktu tinggal 12-48 jam. Proses ini menggunakan katalis *alkyl aryl sulfonic acid* atau *cycloaliphatic sulfonic acid*. Dalam proses ini, proses hidrolisis dilakukan dengan 2 *stage* berlawanan arah, menggunakan reaktor tangki berpengaduk. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Gliserol akan dipisahkan dari asam lemak melalui bagian bawah tangki hidrolisis. Sedangkan asam lemak bersama katalis akan keluar melalui bagian atas. Hasil bawah reaktor disebut *sweet water* dengan kandungan gliserol sekitar 15%. Untuk menetralkan asam lemak yang terbawa dan memekatkan

gliserol sampai konsentrasi yang dikehendaki dilakukan proses lanjutan yaitu netralisasi, filtrasi, evaporasi, distilasi, dan kondensasi.

b. *Autoclave*

Proses ini meliputi hidrolisis asam lemak dengan air pada fase cair dengan menggunakan katalis Seng Oksida (ZnO) dan Magnesium Oksida (MgO) atau tanpa katalis. Proses ini akan memberikan konversi sebesar 98%. Reaksi hidrolisis tanpa katalis berlangsung pada suhu 220-240ºC dan tekanan 29-31 atm dengan waktu tinggal 2-4 jam. Reaksi hidrolisis dengan menggunakan katalis berlangsung pada suhu 150-175ºC dan tekanan 52-100 atm dengan waktu tinggal selama 5-10 jam.

c. Gliserol dari propylene melalui *acrolein*

Propylene direaksikan menjadi *acrolein* dengan oksida katalitik fase uap. Akrolein dioksidasi menjadi *glyceroldehyde* dengan *hydrogen peroxide* (dari oksidasi *isopropyl alcohol*) pada suhu 350°C dan tekanan 2 atm. *Glyceroldehyde* kemudian dihidrogenasi menjadi gliserol (Faith and Keyes, 1955).

a. $CH2 = CHCH3 + Cl2 \rightarrow H2 = CHCH2Cl + HCl$

Propylene allyl chloride

b. $CH_2 = CHCH_2Cl + HOCl \rightarrow CH_2OH.CHCl.CH_2Cl$

chlorhydrin dichlorhydrin

c. $2CH_2OH.CHCl.CH_2Cl + Ca(OH)_2 \rightarrow C_3H_5OCl + CaCl_2.2H_2O$

Epichlorohydrin

d. $C_3H_5OCl + NaOH + H_2O \rightarrow C_3H_8O_3 + NaCl$

Glycerine (75-80%) yield

d. Gliserol dari propylene melalui *allyl chloride*

Klorinasi kontinyu dari *propylene* pada suhu tinggi mencapai 400°C dan tekanan 40 psia (yang didapat dari proses *petroleum cracking*) menghasilkan *allyl chloride* yang kemudian direaksikan dengan bahan *hydrochlorous acid* menjadi *dichlorohydrin* dan direaksikan kembali dengan susu kapur menghasilkan *epichlorohydrin* yang bereaksi menjadi gliserol melalui hidrolisa dengan larutan natrium hidroksida (Faith and Keyes, 1955).

1. $CH_2=CH_2=CH_2+Cl_2 \rightarrow CH_2=CH-CH_2Cl + HCl$

   allyl chloride

Untuk reaksi sekunder:

2. $CH_2=CH_2=CH_2+Cl_2 \rightarrow CH_2Cl - CHCl - CH_3$

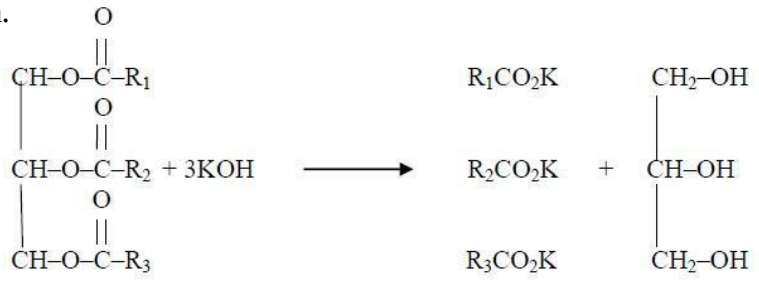
   1,2 *dichloropropane*

3. $CH_2=CH_2=CH_2+2Cl_2 \rightarrow CH_2Cl-CCl=CH_2+2HCl$

   2-3 *dichloropropane*

e. Gliserol dari reaksi saponifikasi

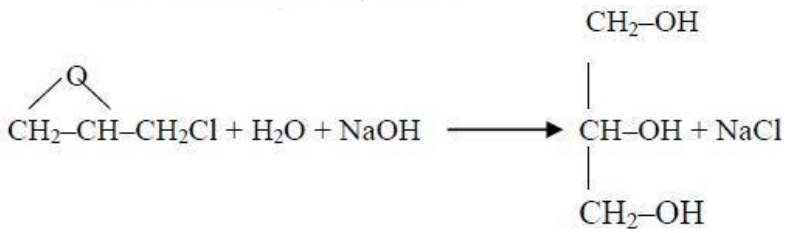
Gliserol dihasilkan dari reaksi saponifikasi yaitu reaksi antara minyak dan basa kuat dengan produk samping berupa sabun.



(Priani, 2010)

f. Gliserol dari proses hidrolisis epiklorohidrin

Epiklorohidrin dihidrolisis dengan *caustic soda 10%* di dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) menghasilkan larutan gliserol dengan konversi hampir sempurna selama 30 menit pada suhu 150°C (Faith and Keyes, 1955).



Tabel 1. 8 Macam-macam Proses Pembuatan Gliserol

Proses	Kelebihan	Kekurangan
Proses *Twitchell*	• Biaya murah • Instalasi dan operasi mudah	• Konsumsi *steam* besar • Kualitas produk rendah • Menggunakan katalis • Waktu reaksi 36-48 jam
Saponifikasi	• Kandungan gliserol 10-25% • Kemurnian produk akhir 90% • Bahan baku murah dan mudah didapatkan	• Produk gliserin merupakan produk samping industri sabun • Membutuhkan tahap pemurnian dan bahan pembantu yang banyak
Klorinasi kontinyu	• Konversi yang dihasilkan 80-85%	• Terjadi pada tekanan dan suhu yang tinggi • Memerlukan peralatan yang tahan akan tekanan dan suhu yang tinggi • Memerlukan katalis

Proses	Kelebihan	Kekurangan
Proses *Autoclave*	• Konversi 95%	• Waktu reaksi cukup lama (6-10 jam) • Menggunakan katalis
Transesterifikasi	• Kandungan gliserol 25-30% • Kemurnian produk akhir 99%	• Menggunakan katalis • Bahan baku mahal • Produk gliserin merupakan produk samping industri metil ester • Tahap pemurnian panjang dan mahal
Hidrolisis	• Reaksi berlangsung satu arah • Konversi yang dihasilkan ±99%	• Menghasilkan produk samping garam berlebih

(Sumber : Faith Keyes, 1955)

Berdasarkan perbandingan proses-proses pembuatan gliserol pada Tabel 1.8 diatas, maka pada perancangan pabrik gliserol ini digunakan proses hidrolisis dengan *epichlorohydrin* karena konversi yang hampir sempurna dan menghasilkan produk samping berupa garam NaCl yang memiliki nilai jual.

1.3.2. Kegunaan Produk

Gliserol memiliki berbagai macam kegunaan, berikut merupakan contoh penggunaan gliserol dalam berbagai aplikasi:

1. Kosmetik

   Digunakan sebagai *body agent, emollient, humectant, lubricant, solven*. Biasanya dipakai untuk *skin cream and lotion, shampoo and hair conditioners,* sabun dan *detergen.*

2. *Dental cream*

   Digunakan sebagai *humectant.*

3. Peledak

   Digunakan untuk membuat nitrogliserin sebagai bahan dasar peledak.

4. Industri Makanan dan Minuman

   Digunakan sebagai solven, emulsifier, *conditioner, freeze, preventer dan coating* serta dalam industri minuman anggur.

5. Industri Logam

   Digunakan untuk *pickling, quenching, stripping, electroplatting, galvanizing,* dan *solfering*.

6. Industri Kertas

   Digunakan sebagai *humectant, plasticizer,* dan *softening agent*.

7. Industri Farmasi

   Digunakan untuk antibiotik dan kapsul.

8. Fotografi

   Digunakan sebagai *plasticizing*.

9. Resin

   Digunakan untuk *polyurethanes, epoxies, pthalic acid* dan *maleic acid resin*.

10. Industri Tekstil

    Digunakan untuk *lubricating, antishrink, waterproofing* dan *flameproofing.*

11. *Tobacco*

    Digunakan sebagai *humectant, softening agent* dan *flavor enhancer.*

Berikut ini adalah persentase pemakaian gliserol untuk keperluan indutri, yaitu:

1. Alkyd resin 36%
2. *Cellophone* 17%
3. Untuk kebutuhan obat-obatan dan pasta gigi 16%
4. Industri tembakau 13%
5. Monogliserides dan bahan makanan 3%
6. Bahan peledak 5%
7. Untuk penggunaan lain (seperti pelumas, sabun detergen, keramik, produk fotografi, dan kosmetik) 14%.

(Kirk Othmer, 1966)

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1. Spesifikasi Produk

2.1.1. Gliserol

Rumus Kimia	: $C_3H_8O_3$
Berat Molekul	: 92,0542 g/mol
Titik Didih	: 563.15 K
Titik Beku	: 291,33 K
Titik Kritis	: 723,00 K
Densitas	: 1,2551 g/ml (30 ºC, 1 atm)
Viskositas	: 540,016429 cP (30 ºC, 1 atm)
Kelarutan dalam air	: 100 mg/mL
ΔHf	: -669,6 kJ/mol
Kapasitas Panas (Cp)	: 4333,977 J/mol.K (30 ºC, 1 atm)
Wujud	: Cairan kental tidak berwarna

(Yaws, 1999)

2.1.2. *Sodium Chloride*

Rumus Kimia	: NaCl
Berat Molekul	: 58,44 g/mol
Titik Didih	: 1734,15 K
Titik Beku	: 1074,15 K

Titik Kritis : 3400 K

Densitas : 1,9338 g/ml (30 ºC, 1 atm)

Viskositas : 418,5502 cP (30 ºC, 1 atm)

Kelarutan dalam air : 0,359 kg/ kg air

ΔHf : -411,2 kJ/mol

Kapasitas Panas (Cp) : 2836,503 J/mol.K (30 ºC, 1 atm)

Wujud : Kristal tidak berwarna

(Yaws, 1999)

2.2. Spesifikasi Bahan

2.2.1. Epichlorohydrin

Rumus Kimia : C_3H_5OCl

Berat Molekul : 92,53 g/mol

Titik Didih : 391,05 K

Titik Beku : 215,95 K

Titik Kritis : 610,00 K

Densitas : 1,1685g/ml (pada 30 ºC, 1 atm)

Viskositas : 1,0294 cP (pada 30 ºC, 1 atm)

Kelarutan dalam air : 60 g/L air (pada 10ºC)

ΔHf : -148,4 kJ/mol

Kapasitas Panas (Cp) : 1.823,548 J/mol.K (30 ºC, 1 atm)

Wujud : Cair tidak berwarna

(Yaws, 1999)

2.2.2. *Sodium Hydroxide*

Rumus Kimia	: NaOH
Berat Molekul	: 39,997 g/mol
Titik Didih	: 1661,15 K
Titik Beku	: 596 K
Titik Kritis	: 2820 K
Densitas	: 1,9093 g/l (30 ^{o}C, 1 atm)
Viskositas	: 2323,095 cP (30 ^{o}C, 1 atm)
Kelarutan dalam air	: 215 g/ml
ΔHf	: -425,6 kJ/mol
Kapasitas Panas (Cp)	: 2.628,912 J/mol. K (30 ^{o}C, 1 atm)
Wujud	: Padatan putih

(Yaws, 1999)

2.2.3. Air

Rumus Kimia	: H_2O
Berat Molekul	: 18,01514 g/mol
Titik Didih	: 373,15 K
Titik Beku	: 273,15 K
Titik Kritis	: 647,13 K
Densitas	: 997 kg/m^3 (30 ^{o}C, 1 atm)
Viskositas	: 0,8176 cP (30 ^{o}C, 1 atm)

ΔHf	: -241,8 kJ/mol
Kapasitas Panas (Cp)	: 2741,82 J/mol.K (30 ^{o}C, 1 atm)
Wujud	: Cair bening

(Yaws, 1999)

2.3. Pengendalian Kualitas

2.3.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Bahan baku sangat berpengaruh terhadap kualitas produk yang akan dihasilkan. Oleh karena itu pemilihan bahan baku harus diperhatikan kualitasnya. Sebelum masuk ke proses produksi, bahan baku harus melalui tahap pengujian kualitas, dengan tujuan agar bahan baku yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Parameter yang akan diukur untuk menganalisa bahan baku adalah sebagai berikut:

a.) Kemurnian dari bahan baku asam akrilat dan methanol.

b.) Kandungan yang ada di dalam asam akrilat dan methanol

c.) Kemurnian *Sodium Chloride*.

d.) Kemurnian *Epichlorohydrin*.

e.) Kandungan mineral pada air.

f.) Kadar air

g.) Kadar zat pengotor

2.3.2. Pengendalian Kualitas Produk

Saat perencanaan produksi dijalankan, perlu adanya pengawasan dan pengendalian agar proses produksi tetap berjalan dengan baik. Ketika terjadi masalah atau perubahan kualitas produksi, penyesuaian dan koreksi harus segera dilakukan agara tidak menimbulkan kerusakan yang semakin besar. Selain itu pengawasan terhadap tingkat kualitas dari hasil atau produk yang dihasilkan untuk memperoleh mutu standar juga harus dilakukan. Dalam kegiatan proses produksi diharapkan dapat menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standart dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal. Produk yang telah jadi harus dianalisa kualitasnya sebelum produk tersebut dipasarkan.

2.3.3. Pengendalian Proses Produksi

Selain bahan baku dan dan kualitas produk, proses produksi juga harus dilakukam pengawasan dan pengendalian agar sesuai dengan prosedur dan sesuai standart yang di pakai guna menghasilkan produk yang sesuai spesifikasi. Pengendalian proses produksi pabrik ini meliputi aliran dan sistem control.

1. Alat Sistem Control

1) *Controller* dan Indikator, meliputi *level* indikator dan *control*, *temperature indicator control*, *pressure control*, *flow control*.

2) Sensor, digunakan untuk identifikasi variabel – variabel proses, alat yang digunakan *automatic control valve* dan *manual hand valve*.

2. Aliran Sistem Control

1) Aliran pneumatis (aliran udara tekan) digunakan untuk *valve* dari *controller* ke *actuator*.
2) Aliran elektrik (aliran listrik) digunakan untuk suhu dari sensor ke *controller*.
3) Aliran mekanik (aliran gerakan/perpindahan level) digunakan untuk *flow* dari sensor ke *controller*.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1. Uraian Proses

Padatan NaOH 98% dari Silo (S-01) diumpankan dengan menggunakan Screw Conveyor (SC-01) menuju Mixer (M-01). Di dalam Mixer NaOH 98% diencerkan sampai 10% dengan menambahkan air yang dialirkan oleh Pompa (P-01) dari utilitas. Untuk menyesuaikan kondisi suhu pada Reaktor (R-01) maka NaOH 10% dipanaskan terlebih dahulu menggunakan pemanas yaitu Heater (HE–01) untuk menaikan suhu dari suhu 30^{o}C menjadi 150^{o}C kemudian dipompa menuju Reaktor (R-01).

Epichlorohydrin dari tangki penyimpanan (T-01) dipompa oleh Pompa (P-03) menuju Mixing Tank (M-02). Kemudian di dalam Mixing Tank (M-02) juga diumpankan arus Recycle yang terbentuk dari Evaporator (EV-01) dengan kondisi suhu 155^{o}C dan Evaporator (EV-02) dengan kondisi suhu 160^{o}C dengan komponen yaitu Epichlorohydrin dan Air. Di dalam Mixing Tank terjadi pencampuran selama 10 menit sehingga suhu campuran yang terbentuk yaitu 128^{o}C. Kemudian umpan dari Mixing Tank untuk menyesuaikan kondisi suhu didalam Reaktor (R-01) maka digunakan Heater (HE-02) untuk

menaikan suhu dari suhu campuran 128^{o}C menjadi 150^{o}C kemudian diumpankan menuju Reaktor (R-01).

Dalam Reaktor ini proses berlangsung *isothermal* pada fase cair pada kondisi 150^{o}C dan tekanan 1,3 atm di dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) yang disusun seri sebanyak 4 buah. Dimana konversi reaksi pada tiap reaktor berbeda, untuk Reaktor pertama (R-01), kedua (R-02), ketiga (R-03), dan keempat (R-04) berturut-turut memiliki konversi sebesar 62%, 80%, 82%, dan 98%. Reaksi berlangsung *eksotermis*, sehingga untuk mempertahankan suhu operasi maka panas yang timbul tersebut didinginkan dengan koil pendingin. Karena suhu di reaktor 150^{0}C maka jenis pendingin yang dipakai yaitu Dowtherm A. Kemudian reaksi antara Epichlorohydrin dan NaOH 10% akan terbentuk gliserol.

Dari Reaktor, cairan hasil dialirkan dengan pompa (P-08) menuju Expansion Valve (EXP-01) untuk diturunkan tekanannya dari 1,3 atm menjadi 1 atm. Untuk mengurangi kadar airnya digunakan proses evaporasi. Evaporator yang digunakan adalah *long tube vertical evaporator* dengan *single effect* dengan tutup atas dan bawah standar *dished head*. Menggunakan dua evaporator karena banyaknya volume air yang akan dikurangi sehingga akan membutuhkan banyak steam.

Hasil yang keluar dari Evaporator (EV-02) dalam bentuk *slurry* diturunkan suhunya dari 160^{o}C menjadi 70^{o}C dengan menggunakan Cooler (CO-01) untuk menyesuaikan kondisi suhu Centrifuge (C-01). Kemudian *slurry* diumpakan kedalam Centrifuge (C-01) type solid bowl

untuk memisahkan cake NaCl dan NaOH dari larutan Gliserol dan Epichlorohydrin, Dari Cake kemudian diumpankan menuju *Crystalizer* (CR-01) dengan kondisi suhu 60^{o}C untuk mengkristalkan NaCl kemudian diangkut menggunakan Screw Conveyor (SC-02) dan Bucket Elevator (BE-01) menuju Silo (S-02). Sedangkan gliserol diumpankan dengan menggunakan Pompa menuju tangki penyimpanan (T-02) dengan suhu 40^{o}C.

3.2. Spesifikasi Alat/Mesin Produk

3.2.1. Mixer

Tabel 3. 1 Mixer

	Mixer 1	**Mixer 2**
Kode	M-01	M-02
Fungsi	Untuk mengencerkan padatan NaOH 98% dengan air	Untuk mencampurkan Epichlorohidrin dari T-01 dan arus *recycle* dari EV-01 dan EV-02
Jenis	Tangki silinder tegak berpengaduk	Tangki silinder tegak berpengaduk
Jumlah	1 buah	1 buah
Kondisi Operasi		
Tekanan	1 atm	1 atm
Suhu	43 ºC	128 ºC
Bahan Konstruksi	*Carbon Steel SA 283 Grade C*	*Carbon Steel SA 283 Grade C*
Ukuran		
Volume alat	0,1815 m^3	1,7369 m^3
Diameter	0,4871 m	1,0342 m
Tinggi	0,9743 m	2,0685 m
Tebal *shell*	3/16 in	3/16 in
Tebal *head*	3/16 in	3/16 in

Pengaduk mixer		
Jenis	*Turbine with 6 flat bladess i*	*Marine propeller with 3 blades and pitch 2Di*
Jumlah *baffle*	1 baffles	1 baffles
Diameter pengaduk	0,1667 m	0,3542 m
Jumlah pengaduk	1 buah	1 buah
Efisiensi putaran	80% / 5,2303 rps	80% / 2,4744 rps
Daya motor	0,1998 Hp	1,9119 Hp
Harga	$ 41.885	$ 116.157

3.2.2. Reaktor

Tabel 3. 2 Reaktor

	Reaktor 01	**Reaktor 02**
Kode	R-01	R-02
Fungsi	Mereaksikan epichlorohidrin dan natrium hidroksida	Mereaksikan epichlorohidrin dan natrium hidroksida
Bahan Konstruksi	*Carbon Steel 283 grade C*	*Carbon Steel 283 grade C*
Type	CSTR	CSTR
Jumlah	1 buah	1 buah
Kondisi Operasi		
P	1,3 atm	1,3 atm
T	150 ºC	150 ºC
Jenis Pendingin	*Downtherm A*	*Downtherm A*
Volume reaktor	3,3358 m^3	3,3358 m^3
Diameter tangki	1,2686 m	1,2686 m
Tinggi tangki	3,1081 m	3,1081 m
Tebal *Shell*	0,1875 m	0,1875 m
Volume *Shell*	3,2053 m^3	3,2053 m^3
Head		
Bentuk	*torishperical dished head*	*torishperical dished head*

Volume *head*	0,0653 m^3	0,0653 m^3
Tebal *head*	0,1875 m	0,1875 m
Tinggi *head*	0,2855 m	0,2855 m
Pengaduk		
Tipe	*Flat Blade Turbine Impellers*	*Flat Blade Turbine Impellers*
Jumlah	1 buah	1 buah
Diameter	0,4229 m	0,4229 m
Kecepatan	155 rpm	155 rpm
Power	0,75 hp	0,75 hp
Tinggi Pengaduk	1,6491 m	1,6491 m
Jumlah Impeller	1 buah	1 buah
Koil Pendingin		
Tinggi tumpukan koil	1,6828 m	1,6828 m
Tinggi cairan	3,6587 m	3,6743 m
Banyaknya lilitan	7	7
Panjang koil	19,4080 m	19,6300 m
Kebutuhan pendingin	321118,4639 kg/jam	295912,8657 kg/jam
Suhu masuk	30 ºC	30 ºC
Suhu keluar	45 ºC	45 ºC
Harga	$ 42.737	$ 42.737
	Reaktor 03	**Reaktor 04**
Kode	R-03	R-04
Fungsi	Mereaksikan epichlorohidrin dan natrium hidroksida	Mereaksikan epichlorohidrin dan natrium hidroksida
Bahan Konstruksi	*Carbon Steel 283 grade C*	*Carbon Steel 283 grade C*
Type	CSTR	CSTR
Jumlah	1 buah	1 buah
Kondisi Operasi		
P	1,3 atm	1,3 atm

T	150 ºC	150 ºC
Jenis Pendingin	*Downtherm A*	*Downtherm A*
Volume reaktor	3,3358 m^3	3,3358 m^3
Diameter tangki	1,2686 m	1,2686 m
Tinggi tangki	3,1081 m	3,1081 m
Tebal *Shell*	0,1875 m	0,1875 m
Volume *Shell*	3,2053 m^3	3,2053 m^3
Head		
Bentuk	*torishperical dished head*	*torishperical dished head*
Volume *head*	0,0653 m^3	0,0653 m^3
Tebal *head*	0,1875 m	0,1875 m
Tinggi *head*	0,2855 m	0,2855 m
Pengaduk		
Tipe	*Flat Blade Turbine Impellers*	*Flat Blade Turbine Impellers*
Jumlah	1 buah	1 buah
Diameter	0,4229 m	0,4229 m
Kecepatan	155 rpm	155 rpm
Power	0,75 hp	0,75 hp
Tinggi Pengaduk	1,6491 m	1,6491 m
Jumlah Impeller	1 buah	1 buah
Koil Pendingin		
Tinggi tumpukan koil	1,6828 m	1,6828 m
Tinggi cairan	3,6170 m	3,6156 m
Banyaknya lilitan	7	7
Panjang koil	18.8158 m	18,7958 m
Kebutuhan pendingin	283638,7256 kg/jam	283337,443 kg/jam
Suhu masuk	30 ºC	30 ºC
Suhu keluar	45 ºC	45 ºC
Harga	$ 42.737	$ 42.737

3.2.3. Evaporator

Tabel 3. 3 Evaporator

	Evaporator 01	**Evaporator 02**
Kode	EV-01	EV-02
Fungsi	Memekatkan hasil keluaran reaktor sebanyak 12053,4480 kg/jam dengan *steam* sebanyak 5141,1117 kg/jam	Memekatkan hasil keluaran reaktor sebanyak 5349.5921 kg/jam dengan *steam* sebanyak 1020.8018 kg/jam
Jenis	*long tube vertical evaporator,single effect*	*long tube vertical evaporator,single effect*
Jumlah	1 buah	1 buah
Dimensi Evaporator		
Shell	Fluida dingin (*cold fluid)*	
Inside Diameter	10 in	12 in
Baffle space	2,5 in	3 in
Passes	1	1
Tube	*Steam (hot fluid)*	
OD	0,75 in	0,75 in
ID	0,4820 in	0,4820 in
Jumlah tube	52 buah	92 buah
Panjang	12 ft	12 ft
BWG	10 in	10 in
Pitch	1 in triangular pitch	1 in triangular pitch
Passes	2	2
Luas Transfer Panas	744.1160 ft^2	265.9688 ft^2
Pressure Drop		
Shell	10.0138 psi	0.9099 psi
Tube	0.3038 psi	0.0780 psi
Harga	$ 190.917	$ 132.473

3.2.4. Centrifuge

Kode	: C-01	
Fungsi	: Untuk memisahkan kristal gliserol dari *mother liquornya*	
Jenis	*: Helical conveyor (solid bowl)*	
Jumlah	: 1 buah	
Kondisi operasi	: Tekanan	= 1 atm
	Suhu	= 70 ºC
	Bahan konstruksi	= *Carbon Steel SA 283 Grade C*
Ukuran	:	
	Diameter bowl	= 24 in
	Kecepatan putar bowl	= 3000 rpm
	Power motor penggerak bowl	= 125 Hp
	Jari-jari bowl	= 12 in
	Panjang bowl	= 72 in
Motor Standar	: 0,5 Hp	
Efisiensi motor penggerak	: 90%	
Harga	: $ 92.293	

3.2.5. Kristalizer

Kode	: CR-01
Fungsi	: Untuk membentuk kristal NaCl
Jenis	: Silinder tegak dengan *torispherical head*
Jumlah	: 1 buah

Kondisi operasi	: Tekanan	= 1 atm
	Suhu	= 60 ºC
	Bahan konstruksi	= *Carbon Steel SA 283 Grade C*
Ukuran	:	
	Diameter tangki	= 2.2378 m
	Diameter *shell*	= 0,6118 m
	Tinggi *shell*	= 0.612 m
	Volume *shell*	= 0,7991 m^3
	Volume *head*	= 0,0039 m^3
	Volume kristalizer	= 0,9666 m^3
Pengaduk	:	
	Jumlah pengaduk	= 1 buah
	Putaran	= 23.849 rps
Daya motor	: 10.751 Hp	
Jaket pendingin	:	
	Tinggi jaket	= 0,4787 m
	Tebal jaket	= 0,1875 m
	Suhu masuk	= 30 ºC
	Suhu keluar	= 40 ºC
Harga	: $ 56.618	

3.2.6. Tangki Penyimpanan

Tabel 3. 4 Tangki Penyimpanan Bahan Baku dan Produk

Tangki Penyimpanan Bahan Baku dan Produk	**Epichlorohidrin (C_3H_5OCl)**	**Gliserol ($C_3H_8O_3$)**
Kode	T-01	T-02
Tugas	Menyimpan C_3H_5OCl untuk kebutuhan proses selama 14 hari sebanyak 759410.9086 kg	Menyimpan hasil produksi gliserol selama 30 hari sebanyak 1,818,181.82 kg
Jenis	Tangki silinder tegak dengan flat bottomed dan cone roof	Tangki silinder tegak dengan flat bottomed dan cone roof
Fase	Cair	Cair
Jumlah	1 buah	1 buah
Kondisi penyimpanan		
Suhu	30 ºC	40 ºC
Tekanan	1 atm	1 atm
Ukuran		
Volume	779.9034 m^3	1647.1202 m^3
Diameter	31.6792 m	9.6017 m
Tinggi	15.8396 m	12.8022 m
Tebal *shell*	0,1875 in	0,1875 in
Tebal *head*	0,1875 in	0,1875 in
Bahan	Carbon Stell SA-283C	Carbon Stell SA-283C
Harga	$ 185.681	$ 301.839

Tabel 3. 5 Silo Penyimpanan Bahan Baku dan Produk

Silo Penyimpanan Bahan Baku dan Produk	**Natrium Hidroksida (NaOH)**	**Natrium Klorida (NaCl)**
Kode	S-01	S-02
Tugas	Menyimpan bahan baku NaOH selama 7 hari sebanyak 164140.2087 kg	Menyimpan produk samping NaCl selama 7 hari sebanyak 249239.4813 kg
Jenis	Silinder vertical dengan alas berbentuk kerucut	Silinder vertical dengan alas berbentuk kerucut
Fase	Padat	Padat
Jumlah	1 buah	1 buah
Kondisi penyimpanan		
Suhu	30 ºC	60 ºC
Tekanan	1 atm	1 atm
Ukuran	:	
Volume	103,1627 m^3	156,6479 m^3
Diameter tangki	4,1883 m	4,8140 m
Tinggi tangki	6,8320 m	7,8526 m
Tinggi kerucut	0,5495 m	0,6316 m
Tebal *shell*	2 in	2 in
Tebal *conis*	0,0503 m	0,0507 m
Tinggi *conis*	0,5185 m	0,6020 m
Bahan	Carbon steel SA-285 Grade C	
Harga	$ 50.164	$ 63.558

3.2.7. Heat Exchanger

Tabel 3. 6 *Heat Exchanger*

	Heater 01	**Heater 02**
Kode	HE-01	HE-02
Fungsi	Menaikkan suhu NaOH 10% dengan kondisi operasi mixer 43 ºC ke suhu reaktor 150 ºC	Menaikkan suhu epichlorohidrin dengan kondisi operasi mixing tank 128 ºC ke suhu reaktor 150ºC
Tipe	*Double pipe*	*Double pipe*
Jumlah	1 buah	1 buah
Beban panas	565642,8956 kj/jam	3998325,721 kj/jam
Kebutuhan *steam*	304,7302 kg/jam	2154,0283 kg/jam
ΔTlmtd	207,6204 F	216,3182 F
Suhu dingin rata-rata	205,7 F	194 F
Suhu panas rata-rata	428 F	428 F
Material	*Carbon steel 283 grade C*	*Carbon steel 283 grade C*
Luas transfer panas	64,5684 ft^2	116,8159 ft^2
Pipa		
Annulus		
Inside diameter	0,17 ft	0,17 ft
Outside diameter	0,19 ft	0,19 ft
Inner pipe		
Inside diameter	0,115 ft	0,115 ft
Outside diameter	0,138 ft	0,138 ft
Clean overall coefficient	51,17 Btu/jam.ft.F	309.17 Btu/jam.ft.F
Rd terhitung	0,0055	0,0034
Pressure drop annulus	0,0171 psi	0,6151 psi
Pressure drop inner	0,1574 psi	0,0550 psi
Harga	$ 2.435	$ 1.339

3.2.8. Cooler

Tabel 3. 7 Cooler

	Cooler 01	*Cooler* 02
Kode	CO-01	CO-02
Fungsi	Menurunkan suhu dari EV-02 sebanyak 160 ºC menjadi 50 ºC menuju C-01	Menurunkan suhu dari C-01 sebanyak 70 ºC menjadi 40 ºC menuju T-03
Tipe	*Double pipe*	*Double pipe*
Jumlah	1 buah	1 buah
Jenis Pendingin	Dowtherm A	Dowtherm A
Kebutuhan pendingin	24282.83 kg/jam	6141.64 kg/jam
ΔTlmtd	131.07 F	32.77 F
Panjang pipa	8 ft	8 ft
Suhu dingin rata-rata	104 F	104 F
Suhu panas rata-rata	221 F	221 F
Material	*Carbon stell 283 grade C*	*Carbon stell 283 grade C*
Luas transfer panas	79.06 ft^2	88.38 ft^2
	Pipa	
	Annulus	
Inside diameter	0,10 ft	0,10 ft
Outside diameter	0,11 ft	0,11 ft
	Inner pipe	
Inside diameter	0,08 ft	0,08 ft
Clean overall coefficient	42568,32 (W/m^2C)	15698,06 (W/m^2C)
Ud	1812,18 (W/m^2C)	1689,10 (W/m^2C)
Rd terhitung	0,0042	0,0041
Pressure drop annulus	13,9364 psi	10,1296 psi
Pressure drop inner	3,2279 psi	0,2606 psi
Harga	$ 2.070	$ 2.070

3.2.9. Pompa

Tabel 3. 8 Pompa

	Pompa 01	**Pompa 02**	**Pompa 03**	**Pompa 04**
Kode	P-01	P-02	P-03	P-04
Fungsi	Mengalirkan H_2O sebanyak 8793.2255 kg/jam dari utilitas ke M-01	Mengalirkan NaOH 10 % sebanyak 9770.2505 kg/jam dari mixer (M-01) ke reaktor (R-01)	Mengalirkan *epichlorohydrin* dari tangka penyimpanan sebanyak 2283.1975 kg/jam ke mixing tank (M-02)	Mengalirkan umpan *epichlorohydrin* dari M-02 sebanyak 10324.6769 kg/jam ke R-01
Jenis	*Centrifugal Pumps*	*Centrifugal Pumps*	*Centrifugal Pumps*	*Centrifugal Pumps*
Laju alir *volumetric*	45,4414 gpm	46,4650 gpm	10,3432 gpm	2,4786 gpm
Inside diameter pompa	2,469 in	2,469 in	1,610 in	1,049 in
Outside diameter pompa	2,880 in	2,880 in	1,900 in	1,320 in
Kecepatan linear fluida	3,0466 ft/s	3,1153 ft/s	1,6309 ft/s	0,9206 ft/s
Flow area per pipe	0,0332 ft^2	0,0332 ft^2	0,0141 ft^2	0,0060 ft^2
Panjang pipa total	37,3101 m	36,0299 m	28,5928 m	21,1557 m
Potential head	9,8425 ft	9,8425 ft	9,8425 ft	9,8425 ft
Velocity head	0,1442 ft.lbf/lbm	0,1508 ft.lbf/lbm	0,0413 ft.lbf/lbm	0,0132 ft.lbf/lbm
Friction head	2,3171 ft.lbf/lbm	6,4987 ft.lbf/lbm	0,6069 ft.lbf/lbm	0,3242 ft.lbf/lbm
Pressure head	0 lbf/ft^2	9.1517 lbf/ft^2	0 lbf/ft^2	0 lbf/ft^2
Daya pompa	0,4518 HP	1,6741 HP	0,29099 HP	7,02284 HP
Daya motor	0,5648 HP	2,0668 HP	0,3637 HP	8,1661 HP

Harga	$ 12.176	$ 12.176	$ 9.010	$ 7.062
	Pompa 05	**Pompa 06**	**Pompa 07**	**Pompa 08**
Kode	P-05	P-06	P-07	P-08
Fungsi	Mengalirkan fluida dari R-01 sebanyak 12053.4480 kg/jam ke R-02	Mengalirkan fluida dari R-02 sebanyak 12053.4480 kg/jam ke R-03	Mengalirkan fluida dari R-03 sebanyak 12053.4480 kg/jam ke R-04	Mengalirkan fluida dari R-04 sebanyak 12053.4480 kg/jam ke EV-01
Jenis	*Centrifugal Pumps*	*Centrifugal Pumps*	*Centrifugal Pumps*	*Centrifugal Pumps*
Laju alir *volumetric*	119,9299 gpm	138,7003 gpm	139,3546 gpm	144,2450 gpm
Inside diameter pompa	4,026 in	4,026 in	4,026 in	4,026 in
Outside diameter pompa	4,500 in	4,500 in	4,500 in	4,500 in
Kecepatan linear fluida	3,0241 ft/s	3,4974 ft/s	3,5139 ft/s	3,6372 ft/s
Flow area per pipe	0,0884 ft^2	0,0884 ft^2	0,0884 ft^2	0,0884 ft^2
Panjang pipa total	52,7634 m	52,7634 m	52,7634 m	54,9580 m
Potential head	9,8425 ft	9,8425 ft	9,8425 ft	9,8425 ft
Velocity head	0,1421 ft.lbf/lbm	0,1901 ft.lbf/lbm	0,1919 ft.lbf/lbm	0,2056 ft.lbf/lbm
Friction head	1,9065 ft.lbf/lbm	2,5500 ft.lbf/lbm	2,5741 ft.lbf/lbm	3,2042 ft.lbf/lbm
Pressure head	0 lbf/ft^2	0 lbf/ft^2	0 lbf/ft^2	0 lbf/ft^2
Daya pompa	0,34826 HP	0,36851 HP	0,36927 HP	0,42693 HP
Daya motor	0,4353 HP	0,4606 HP	0,46106 HP	0,5337 HP
Harga	$ 16.559	$ 16.559	$ 16.559	$ 16.559

	Pompa 09	Pompa 10	Pompa 11
Kode	P-09	P-10	P-11
Fungsi	Mengalirkan fluida dari EV-01 sebanyak 5349.5921 kg/jam ke EV-02	Mengalirkan fluida arus *recycle* dari EV-01 sebanyak 6703.8559 kg/jam ke M-02	Mengalirkan fluida arus *recycle* dari EV-02 sebanyak 1340.7712 kg/jam ke M-02
Jenis	*Centrifugal Pumps*	*Centrifugal Pumps*	*Centrifugal Pumps*
Laju alir *volumetric*	28,4391 gpm	2,1910 gpm	0,4409 gpm
Inside diameter pompa	2,067 in	1,049 in	0,622 in
Outside diameter pompa	2,380 in	1,320 in	0,840 in
Kecepatan linear fluida	2,7205 ft/s	0,8138 ft/s	0,4658 ft/s
Flow area per pipe	0,0233 ft^2	0,0060 ft^2	0,0021 ft^2
Panjang pipa total	32,3114 m	21,1557 m	17,4371 m
Potential head	9,8425 ft	9,8425 ft	9,8425 ft
Velocity head	12,2226 ft.lbf/lbm	0,0103 ft.lbf/lbm	0,0034 ft.lbf/lbm
Friction head	2,2651 ft.lbf/lbm	0,2288 ft.lbf/lbm	0,1228 ft.lbf/lbm
Pressure head	0 lbf/ft^2	0 lbf/ft^2	0 lbf/ft^2
Daya pompa	0,3799 HP	4,51595 HP	1,78615 HP
Daya motor	0,4749 HP	5,3761 HP	2,1916 HP
Harga	$ 10.715	$ 7.062	$ 5.114

	Pompa 12	Pompa 13
Kode	P-12	P-13
Fungsi	Mengalirkan fluida dari EV-02 sebanyak 4008.8209 kg/jam ke C-01	Mengalirkan fluida dari C-01 sebanyak 2525.2525 kg/jam ke T-03 melewati CO-02
Jenis	*Centrifugal Pumps*	*Centrifugal Pumps*
Laju alir *volumetric*	16,0088 gpm	12,7624 gpm

Inside diameter pompa	2,067 in	1,380 in
Outside diameter pompa	2,380 in	1,660 in
Kecepatan linear fluida	1,5314 ft/s	2,7390 ft/s
Flow area per pipe	0,0233 ft^2	0,0104 ft^2
Panjang pipa total	32,3114 m	28,5928 m
Potential head	9,8425 ft	9,8425 ft
Velocity head	0,0364 ft.lbf/lbm	0,1166 ft.lbf/lbm
Friction head	0,8972 ft.lbf/lbm	3,3285 ft.lbf/lbm
Pressure head	0 lbf/ft^2	0 lbf/ft^2
Daya pompa	0,36082 HP	0,34493 HP
Daya motor	0,4510 HP	0,4312 HP
Harga	$ 10.715	$ 8.767

3.2.10. Alat Angkut

Tabel 3. 9 Alat Angkut Screw Conveyor

	***Screw Conveyor* 01**	***Screw Conveyor* 02**	***Screw Conveyor* 03**
Kode	SC-01	SC-02	SC-03
Fungsi	Mengangkut padatan NaOH dari tangka penyimpanan menuju M-01	Mengangkut produk NaCl dari C-01 menuju CR-01	Mengangkut produk NaCl dari CR-01 menuju tangki penyimpanan (S-02)
Jenis	*Horizontal Screw Conveyor*	*Horizontal Screw Conveyor*	*Horizontal Screw Conveyor*
Bahan konstruksi	*Carbon steel SA-283 Grade C*	*Carbon steel SA-283 Grade C*	*Carbon steel SA-283 Grade C*
Laju alir bahan	977,0251 kg/jam	1354,4121 kg/jam	1354,4121 kg/jam
Volume *screw*	1,1724 m^3	1,6253 m^3	1,6253 m^3

Panjang *screw*	15 ft	15 ft	15 ft
Daya	1 HP	1 HP	1 HP
Harga	$ 3.896	$ 7.793	$ 4.749

3.2.11. *Bucket Elevator*

Kode : BE-01

Fungsi : Mengangkut cake dari *screw conveyor* (SC-03) menuju ke tangki penyimpanan

Jenis : *Centrifugal Discharge Buckets elevator*

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA-283 Grade C*

Volume *bucket* : 1.4899 ft^3

Jumlah *bucket* : 12 *bucket*

Panjang : 12 in

Lebar : 6 in

Kedalaman : 7.25 in

Daya : 1.5 HP

Harga : $ 13.150

3.2.12. *Expansion Valve*

Kode	: EXP-01	
Fungsi	: Menurunkan tekanan larutan keluar R-04 dari 1,3 atm menjadi 1 atm	
Jenis	: *Globe valve*	
Ukuran Pipa	: OD	= 20 in
	ID	= 19.25 in
	Schedule	= 30
	IPS	= 19 in
Panjang Pipa	: 124.139 m	
Bahan	: *Carbon Steel*	
Harga	: $ 49	

3.3. Perencanaan Produksi

Dalam perencanaan pabrik gliserol disusun atas dasar dasar Neraca Massa Bahan dan Neraca Panas.

3.3.1. Analisis Kebutuhan Bahan Baku

Analisis kebutuhan bahan baku berkaitan dengan kebutuhan bahan baku yang diperlukan sesuai dengan kapasitas pabrik. Bahan baku pembuatan gliserol terdiri dari *epichlorohydrin*, NaOH dan air (H_2O). Adapun kapasitas pabrik gliserol yang direncanakan sebesar 20.000 ton/tahun sehingga kebutuhan bahan baku sebesar:

Tabel 3. 10 Kebutuhan Bahan Baku

Komponen	Kebutuhan Bahan Baku (ton/tahun)
Epichlorohydrin (C3H5OCl)	7.738,04
NaOH	17.877,41

3.3.2. Analisis Kebutuhan Peralatan Proses

Analisis kebutuhan peralatan proses meliputi kemampuan peralatan untuk proses dan umur atau jam kerja peralatan dan perawatannya. Dengan adanya analisis kebutuhan peralatan proses maka akan dapat diketahui anggaran yang diperlukan untuk peralatan proses, baik pembelian maupun perawatan.

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1. Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik dapat mempengaruhi posisi pabrik dalam persaingan dan kontinuitas produksinya. Lokasi pabrik yang tepat akan memberikan keuntungan bagi pabrik yang bersangkutan maupun lingkungan sekitarnya. Pabrik Gliserol dengan kapasitas 20.000 ton/tahun ini direncanakan akan didirikan di daerah Tanggerang, Banten.

Penentuan lokasi pabrik didasarkan pada pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

1. Ketersediaan bahan baku

   Bahan baku yang berupa Natrium Hidroksida diperoleh dari dalam negeri, yaitu dari PT Asahimas, Cilegon. Sedangkan bahan baku yang lain yaitu Epichlorohydrin diperoleh dari China.

2. Letak Daerah

   Pabrik akan didirikan di sebuah Kawasan Industri yang jauh dari kepadatan penduduk sehingga tersedia lahan yang cukup luas dengan infrastruktur yang cukup memadai. wilayah Tanggerang termasuk salah satu kawasan industri yang ditetapkan oleh pemerintah,

sehingga permasalahan perijinan pendirian pabrik tidak menjadi masalah.

3. Pemasaran

Pemasaran merupakan salah satu hal yang sangat mempengaruhi studi kelayakan proses. Dengan pemasaran yang tepat akan menghasilkan keuntungan dan menjamin kelangsungan proyek. Dari segi pemasaran, lokasi pabrik di Tanggerang relatif strategis karena dekat dengan konsumen yang membutuhkan bahan baku gliserol, misalnya industri sabun. Selain itu, lokasi pabrik yang dekat dengan pelabuhan dan kota Jakarta juga menguntungkan untuk pemasaran produk.

4. Sarana Transportasi dan Ketersediaan Air

Tersedianya sarana transportasi di wilayah Tanggerang yang dapat memudahkan lalu lintas kegiatan produksi dan kemudahan distribusi dan juga dekat dengan laut sehingga transportasi lebih mudah. Kebutuhan air dapat dipenuhi dengan baik dan murah karena area kawasan ini memiliki sumber aliran sungai, yaitu sungai Ciujung. Sarana yang lain seperti bahan bakar dan listrik dapat diperoleh dengan mudah karena dekat dengan Pertamina dan PLN.

5. Tenaga Kerja

Pabrik sebaiknya didirikan di daerah yang memiliki kesediaan tenaga kerja terampil yang memadai sehingga masalah tenaga kerja tidak akan menimbulkan masalah yang berarti.

4.2. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik merupakan suatu pengaturan yang optimal dari seperangkat fasilitas-fasilitas dalam pabrik. Tata letak yang tepat sangat penting untuk mendapatkan efisiensi, keselamatan, dan kelancaran kerja para pekerja serta keselamatan proses. Selain peralatan yang tercantum dalam *flow sheet* proses, beberapa bangunan fisik seperti kantor, laboratorium, bengkel, tempat ibadah, poliklinik, MCK, kantin, *fire safety*, pos penjagaan dan sebagainya hendaknya ditempatkan sesuai dengan prosedur keamanan dan kenyamanan.

Untuk mencapai kondisi yang optimal maka hal-hal yang harus diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik adalah:

1. Perluasan pabrik harus sudah direncanakan sejak awal sehingga masalah kebutuhan akan tempat tidak akan timbul dimasa mendatang.
2. Penentuan tata letak pabrik harus memperhatikan masalah keamanan. apabila terjadi hal-hal seperti kebakaran, ledakan, kebocoran gas atau asap beracun dapat ditanggulangi secara cepat dan tepat. Oleh karena itu, ditempatkan alat-alat pengaman seperti *hydrant*, penampung air yang cukup, alat penahan ledakan, dan alat sensor untuk gas beracun. Tangki penyimpanan bahan baku atau produk yang berbahaya diletakkan pada tempat khusus sehingga dapat dikontrol dengan baik.

3. Sistem konstruksi yang direncanakan adalah *outdoor* untuk menekan biaya bangunan dan gedung, dan juga karena iklim Indonesia memungkinkan konstruksi secara *outdoor.*
4. Lahan terbatas sehingga diperlukan efisiensi dalam pemakaian dan pengaturan ruangan/ lahan.
5. Instalasi dan utilitas juga harus diperhatikan, karena pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, *steam*, dan listrik, serta utilitas lainnya akan membantu proses produksi dan perawatannya.
6. Pabrik harus memperhatikan aspek sosial dan ikut menjaga kelestarian lingkungan, batas maksimal kandungan komponen berbahaya pada limbah harus diperhatikan dengan baik. Untuk itu penambahan fasilitas pengolahan limbah buangan diperlukan, sehingga buangan limbah tersebut tidak berbahaya bagi komunitas yang ada disekitarnya.

Secara garis besar *lay out* pabrik dibagi menjadi beberapa bagian utama, yaitu:

1. Daerah administrasi atau perkantoran

Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi perusahaan yang mengatur kelancaran operasi dan kegiatan-kegiatan administrasi yang mana, tidak mengganggu kegiatan dan keamanan pabrik, serta harus terletak jauh dari area proses yang berbahaya.

2. Daerah fasilitas umum

Merupakan daerah penunjang segala aktivitas pabrik dalam pemenuhan kepentingan pekerja, seperti tempat parkir, tempat ibadah, kantin, dan pos keamanan.

3. Daerah proses

Merupakan pusat proses produksi dimana alat-alat proses dan pengendali ditempatkan. Daerah proses ini terletak dibagian tengah pabrik yang lokasinya tidak mengganggu. Letak aliran proses direncanakan sedemikian rupa sehingga memudahkan pemindahan bahan baku dari tangki penyimpanan serta memudahkan pengawasan dan pemeliharaan terhadap alat-alat proses. Daerah proses ini diletakkan minimal 15 meter dari bangunan-bangunan atau unit-unit lain.

4. Daerah laboratorium dan ruang kontrol

Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses, serta produk yang akan dijual. Daerah laboratorium merupakan pusat kontrol kualitas bahan baku, produk, dan limbah proses. Sedangkan daerah ruang kontrol merupakan pusat kontrol berjalannya proses yang diinginkan (kondisi operasi baik, tekanan, temperatur, dan lain-lain yang diinginkan). Laboratorium dan ruang kontrol ini diletakkan dekat daerah proses apabila terjadi sesuatu masalah di daerah proses dapat teratasi.

5. Daerah pemeliharaan

Daerah pemeliharaan merupakan tempat penyimpanan suku cadang alat proses dan untuk melakukan perbaikan, pemeliharaan atau perawatan semua peralatan yang dipakai dalam proses.

6. Daerah utilitas

Daerah ini merupakan tempat untuk menyediakan keperluan yang menunjang berjalannya proses produksi berupa penyediaan air, *steam*, listrik. Daerah ini ditempatkan dekat dengan daerah proses agar sistem pemipaan lebih ekonomis. Tetapi mengingat bahaya yang dapat ditimbulkan maka jarak antara area utilitas dan area proses harus diatur sekitar 15 meter.

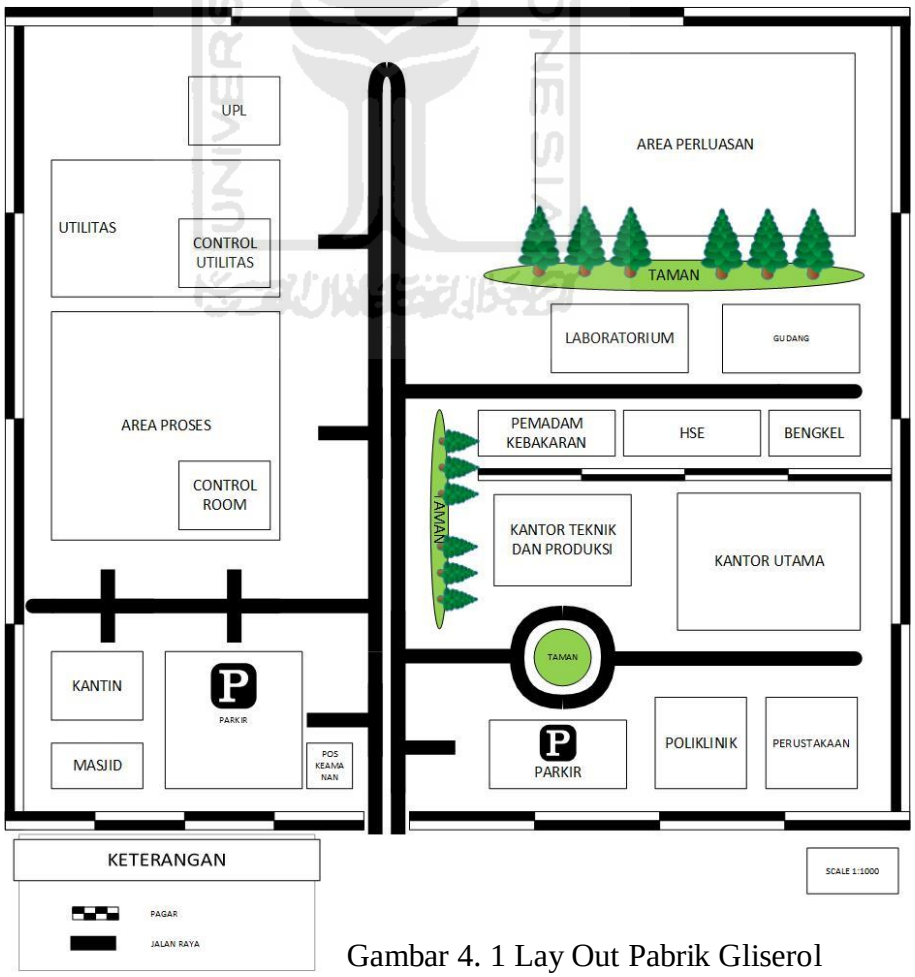
7. Daerah pengolahan limbah

Merupakan daerah pembuangan dan pengolahan limbah hasil proses produksi.

Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah

No.	Lokasi	Panjang, m	lebar, m	luas, m2
		m	m	m^2
1	Area Proses	50	50	2500
2	Area Utilitas	50	30	1500
3	HSE	30	10	300
4	Bengkel	20	10	200
5	Gudang Peralatan	30	15	450
6	Kantin	20	15	300
7	Kantor Teknik dan Produksi	30	20	600
8	Kantor Utama	40	30	1200
9	Laboratorium	20	15	300
10	Parkir Utama	40	20	800
11	Parkir Truk	30	25	750
12	Perpustakaan	20	20	400

No.	Lokasi	Panjang, m	lebar, m	luas, m2
13	Poliklinik	20	20	400
14	Pos Keamanan	10	10	100
15	Control Room	20	15	300
16	Control Utilitas	20	15	300
17	Area Rumah Dinas	50	30	1500
18	Area Mess	60	30	1800
19	Masjid	20	10	200
20	Unit Pemadam Kebakaran	30	10	300
21	Unit Pengolahan Limbah	20	15	300
22	Taman 1	80	6	480
23	Taman 2	48	4	192
24	Taman 3	13	13	169
25	Jalan	1000	8	8000
26	Daerah Perluasan	70	40	2800
	Luas Tanah			**26141**
	Luas Bangunan			**14500**
	Total		**371**	**40641**



Gambar 4. 1 Lay Out Pabrik Gliserol

4.3. Tata Letak Alat

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menentukan *lay out* peralatan proses pada pabrik gliserol, antara lain:

1. Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomi yang besar serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

2. Aliran Udara

Aliran udara di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat sehingga mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang dapat mengancam keselamatan pekerja.

3. Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai dan pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi perlu adanya penerangan tambahan.

4. Lalu lintas manusia

Dalam perancangan *lay out* pabrik perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Hal ini bertujuan apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Keamanan pekerja selama menjalani tugasnya juga diprioritaskan.

5. Lalu lintas alat berat

Hendaknya diperhatikan jarak antar alat dan lebar jalan agar seluruh alat proses dapat dicapai oleh pekerja dengan cepat dan mudah supaya jika terjadi gangguan alat proses dapat segera diperbaiki.

6. Pertimbangan ekonomi

Dalam menempatkan alat-alat proses diusahakan dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik.

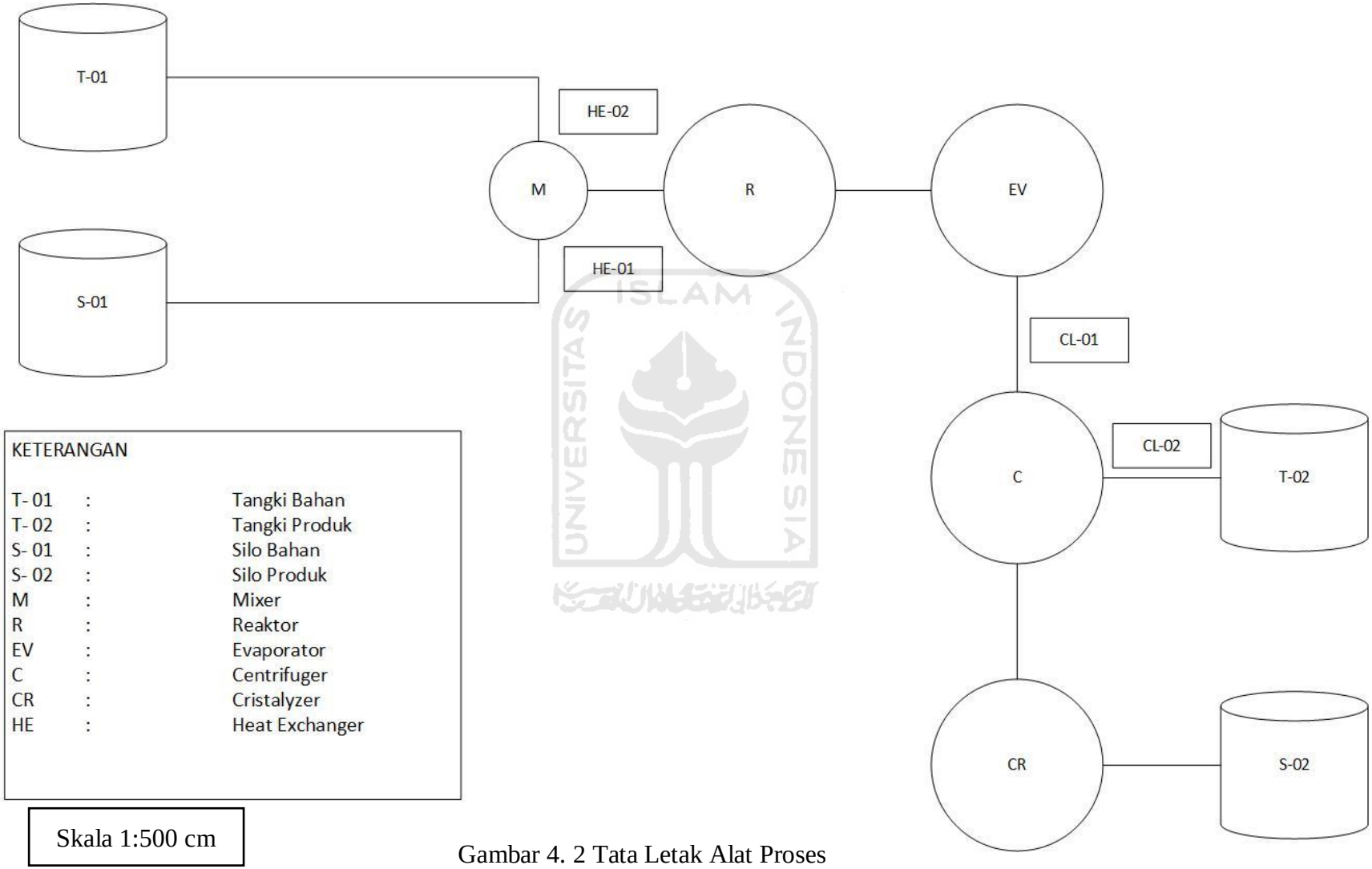
7. Tata letak alat proses

Dalam penempatan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik, sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi pabrik. Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga:

a. Kelancaran proses produksi dapat terjamin
b. Dapat mengefektifkan penggunaan luas lantai
c. Biaya material handling menjadi rendah dan menyebabkan menurunnya pengeluaran untuk capitas yang tidak penting.

8. Jarak antar alat proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi tinggi sebaiknya dipisahkan dengan alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut maka tidak membahayakan alat-alat proses lainnya.



Gambar 4. 2 Tata Letak Alat Proses

4.4. Alir Proses dan Material

Hasil perhitungan dari Neraca Massa dan Neraca Panas dalam perancangan pabrik Gliserol adalah sebagai berikut:

4.4.1. Neraca Massa

Tabel 4. 2 Neraca Massa pada Mixer -01

KOMPONEN	INPUT (kg/jam)				OUTPUT
	Arus 1		Arus 2		Arus 3
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
NaOH	977.025	24.427			977.025
H2O			751,746	41,728	751,746
Total	1728,771				1728,771

Tabel 4. 3 Neraca Massa pada Mixer -02

KOMPONEN	INPUT (kg/jam)						OUTPUT
	Arus 4		Arus 10		Arus 12		Arus 5
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
C3H5OCl	2257.249	24.396	2.418	0.026	0.483	0.005	2260.152
H2O	22.800	1.265	6701.437	371.989	1340.287	74.397	8064.525
Sub Total	2280.049		6703.855		1340.771		
Total	10324.676						10324.676

Tabel 4. 4 Neraca Massa pada Reaktor -01

KOMPONEN	INPUT (kg/jam)				OUTPUT (kg/jam)	
	Arus 3		Arus 5		Arus 6	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
C3H5OCl			2260.15	24.427	858.858	9.282
NaOH	977.03	24.427			371.270	9.282
H2O	751.746	41.728	8064.525	447.652	8543.432	474.236
C3H8O3					1394.773	15.145
NaCl					885.116	15.145
Sub Total	1728.771		10324.677		12053.448	
Total	12053.448				12053.448	

Tabel 4. 5 Neraca Massa pada Reaktor -02

KOMPONEN	INPUT (kg/jam)		OUTPUT (kg/jam)	
	Arus 6		Arus 7	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
C3H5OCl	858.858	9.282	171.772	1.856
NaOH	371.270	9.282	74.254	1.856
H2O	8543.432	474.236	8409.653	466.810
C3H8O3	1394.773	15.145	2078.661	22.570
NaCl	885.116	15.145	1319.108	22.570
Sub Total	12053.448		12053.448	
Total	12053.448		12053.448	

Tabel 4. 6 Neraca Massa pada Reaktor -03

KOMPONEN	INPUT (kg/jam)		OUTPUT (kg/jam)	
	Arus 7		Arus 8	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
C3H5OCl	171.772	1.856	151.159	1.633
NaOH	74.254	1.856	65.343	1.633
H2O	8409.653	466.810	8405.640	466.587
C3H8O3	2078.661	22.570	2099.178	22.793
NaCl	1319.108	22.570	1332.128	22.793
Sub Total	12053.448		12053.448	
Total	12053.448		12053.448	

Tabel 4. 7 Neraca Massa pada Reaktor -04

KOMPONEN	INPUT (kg/jam)		OUTPUT (kg/jam)	
	Arus 8		Arus 9	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
C3H5OCl	151.159	1.633	3.023	0.032
NaOH	65.343	1.633	1.307	0.032
H2O	8405.640	466.587	8376.797	464.986
C3H8O3	2099.178	22.793	2246.624	24.394
NaCl	1332.128	22.793	1425.697	24.394
Sub Total	12053.447		12053.448	
Total	12053.448		12053.448	

Tabel 4. 8 Neraca Massa pada Evaporator -01

KOMPONEN	INPUT (kg/jam)		OUTPUT (kg/jam)			
	Arus 9		Arus 10		Arus 11	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
C3H5OCl	3.023	0.032	2.418	0.026	0.605	0.0065
NaOH	1.307	0.032			1.307	0.032
H2O	8376.797	464.986	6701.437	371.989	1675.359	92.997
C3H8O3	2246.624	24.394			2246.624	24.394
NaCl	1425.697	24.394			1425.697	24.394
Sub Total	12053.448		6703.855		5349.592	
Total	12053.448		12053.448			

Tabel 4. 9 Neraca Massa pada Evaporator -02

KOMPONEN	INPUT (kg/jam)		OUTPUT (kg/jam)			
	Arus 11		Arus 12		Arus 13	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
C3H5OCl	0.605	0.0065	0.483	0.0052	0.121	0.0013
NaOH	1.307	0.032			1.307	0.032
H2O	1675.359	92.997	1340.287	74.397	335.072	18.599
C3H8O3	2246.624	24.394			2246.624	24.394
NaCl	1425.697	24.394			1425.697	24.394
Sub Total	5349.592		1340.771		4008.821	
Total	5349.592		5349.592			

Tabel 4. 10 Neraca Massa pada Centrifuge -01

KOMPONEN	INPUT (kg/jam)		OUTPUT (kg/jam)			
	Arus 13		Arus 14		Arus 15	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
C3H5OCl	0.121	0.0013	0.006	6.53E-05	0.115	0.0012
NaOH	1.307	0.0327	0.065	0.0016	1.242	0.031
H2O	335.072	18.599	16.753	0.929	318.318	17.669
C3H8O3	2246.624	24.394	112.331	1.2197	2134.293	23.175
NaCl	1425.697	24.394	1354.412	23.175	71.285	1.219
Sub Total	4008.821		1483.568		2525.253	
Total	4008.821		4008.821			

Tabel 4. 11 Neraca Massa pada Kristalizer-01

KOMPONEN	INPUT (kg/jam)		OUTPUT (kg/jam)	
	Arus 14		Arus 16	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
C3H5OCl	0.006	0.0001	0.006	0.0001
NaOH	0.065	0.0016	0.065	0.0016
H2O	16.754	0.930	16.754	0.930
C3H8O3	112.331	1.219	112.331	1.219
NaCl	1354.412	23.175	1354.412	23.175
Sub Total	1483.568		1483.568	
Total	1483.568		1483.568	

4.4.2. Neraca Panas

Tabel 4. 12 Neraca Panas pada Mixer -01

masuk	kj/jam	keluar	kj/jam
ΔHin1	41728.806	ΔH out 1	179749.309
ΔHin2	94933.70		
Panas Pelarutan	43086.805		
Total	**179749.309**	**Total**	**179749.309**

Tabel 4. 13 Neraca Panas pada Mixer -02

masuk	kj/jam	keluar	kj/jam
ΔHin1	445870.604	ΔH out 1	4763926.153
ΔHin2	3598379.62		
ΔHin3	719675.925		
Total	**4763926.153**	**Total**	**4763926.153**

Tabel 4. 14 Neraca Panas pada Reaktor -01

Masuk	kj/jam	Keluar	kj/jam
ΔHin total	6396982.131	ΔHout total	6509177.298
ΔHRx	20369150.667	Qpendinginan	20256955.500
Total	**26766132.798**	**Total**	**26766132.798**

Tabel 4. 15 Neraca Panas pada Reaktor -02

Masuk	kj/jam	Keluar	kj/jam
ΔHin total	5707540.059	ΔHout total	6564189.122
ΔHRx	19523572.414	Qpendinginan	18666923.351
Total	**25231112.473**	**Total**	**25231112.473**

Tabel 4. 16 Neraca Panas pada Reaktor -03

Masuk	kj/jam	Keluar	kj/jam
ΔHin total	5369491.043	ΔHout total	6559485.960
ΔHRx	19082634.824	Qpendinginan	17892639.906
Total	**24452125.866**	**Total**	**24452125.866**

Tabel 4. 17 Neraca Panas pada Reaktor -04

Masuk	kj/jam	Keluar	kj/jam
ΔHin total	5359349.572	ΔHout total	6532039.421
ΔHRx	19046324.095	Qpendinginan	17873634.246
Total	**24405673.667**	**Total**	**24405673.667**

Tabel 4. 18 Neraca Panas pada Evaporator -01

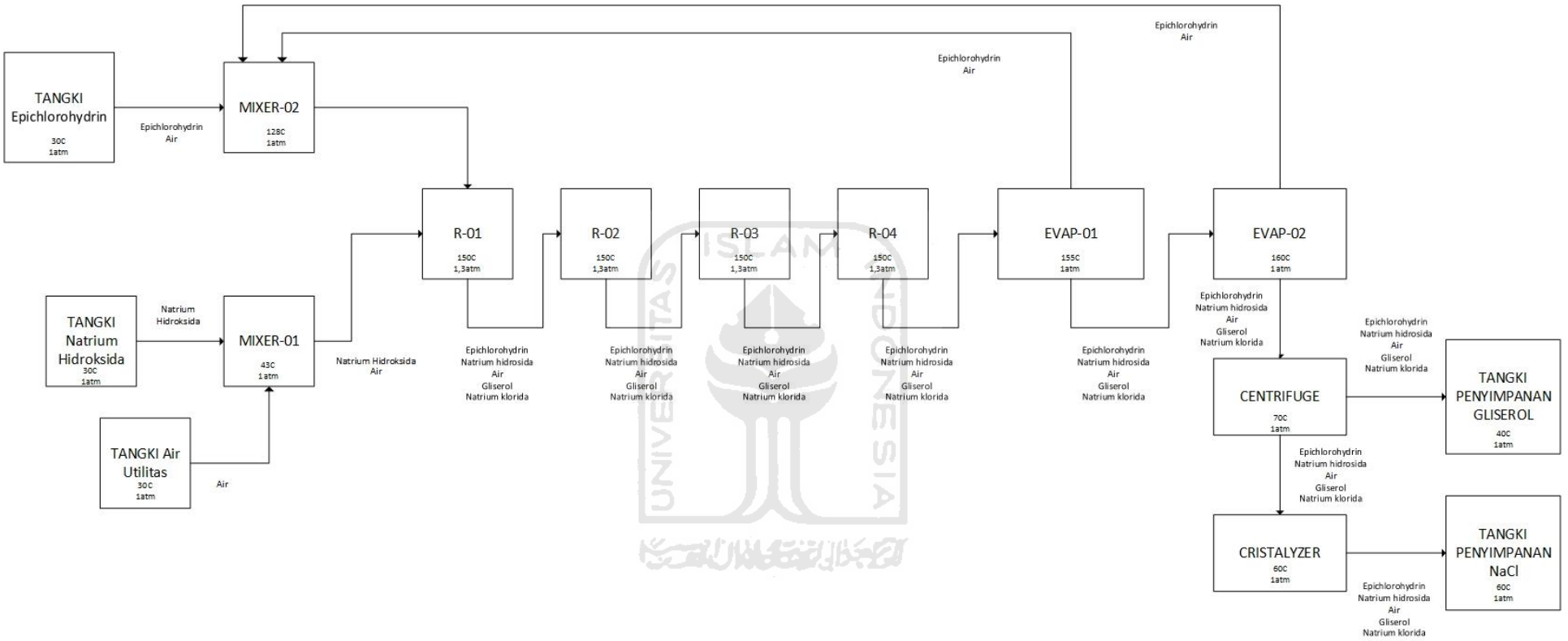
Masuk	kcal/jam	Keluar	kcal/jam
ΔH_1	1571056.660	ΔH_2	3267090.388
Qs	2276274.728	ΔH_3	580241.001
TOTAL	**3847331.389**	**Total**	**3847331.389**

Tabel 4. 19 Neraca Panas pada Evaporator -02

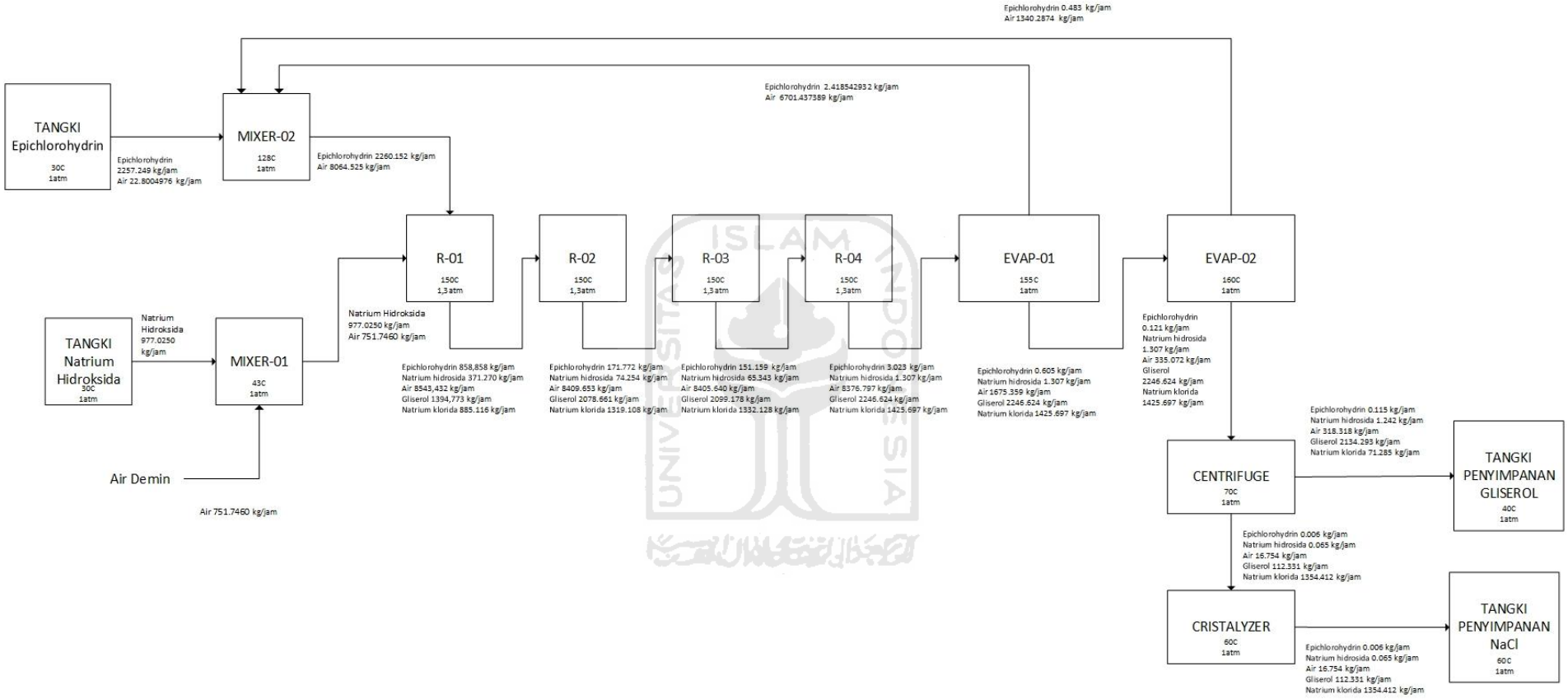
Masuk	kcal/jam	Keluar	kcal/jam
ΔH_1	580241.001	ΔH_2	648594.816
Qs	451969.428	ΔH_3	383615.612
TOTAL	**1032210.429**	**Total**	**1032210.429**

Tabel 4. 20 Neraca Panas pada Kristalizer -01

Masuk	kcal/jam	Keluar	kcal/jam
ΔH_1	59087.8454	Qs	33611.6659
		ΔH2	25476.1796
TOTAL	**59087.8454**	**Total**	**59087.8454**



Gambar 4. 3 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4. 4 Diagram Alir Kuantitatif

4.5. Utilitas

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

1. Unit penyediaan dan pengolahan (*Water Treatment System)*
2. Unit pengadaan *steam (Steam Generation System*)
3. Unit pembangkit listrik
4. Unit penyediaan udara tekan
5. Unit pengadaan bahan bakar
6. Unit pengadaan dowtherm

4.5.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)

1. Unit Penyediaan dan pengolahan

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik gliserol ini, sumber air yang digunakan berasal dari air sungai. Adapun penggunaan air sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut:

a) Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.

b) Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.

c) Jumlah air sungai lebih banyak dibanding dari air sumur.

d) Letak sungai berada tidak jauh dari lokasi pabrik.

Secara keseluruhan, kebutuhan air pada pabrik digunakan untuk keperluan:

a) Air sanitasi

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi. Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran laboratorium, masjid. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

- Syarat fisika, meliputi:
  - Suhu: Di bawah suhu udara
  - Warna: Jernih
  - Rasa: Tidak berasa
  - Bau: Tidak berbau
- Syarat kimia, meliputi:
  - Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
  - Tidak mengandung bakteri.
- Syarat bakteriologis:

  Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri yang pathogen.

b) Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)

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

- Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

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

- Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*).

  Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika.

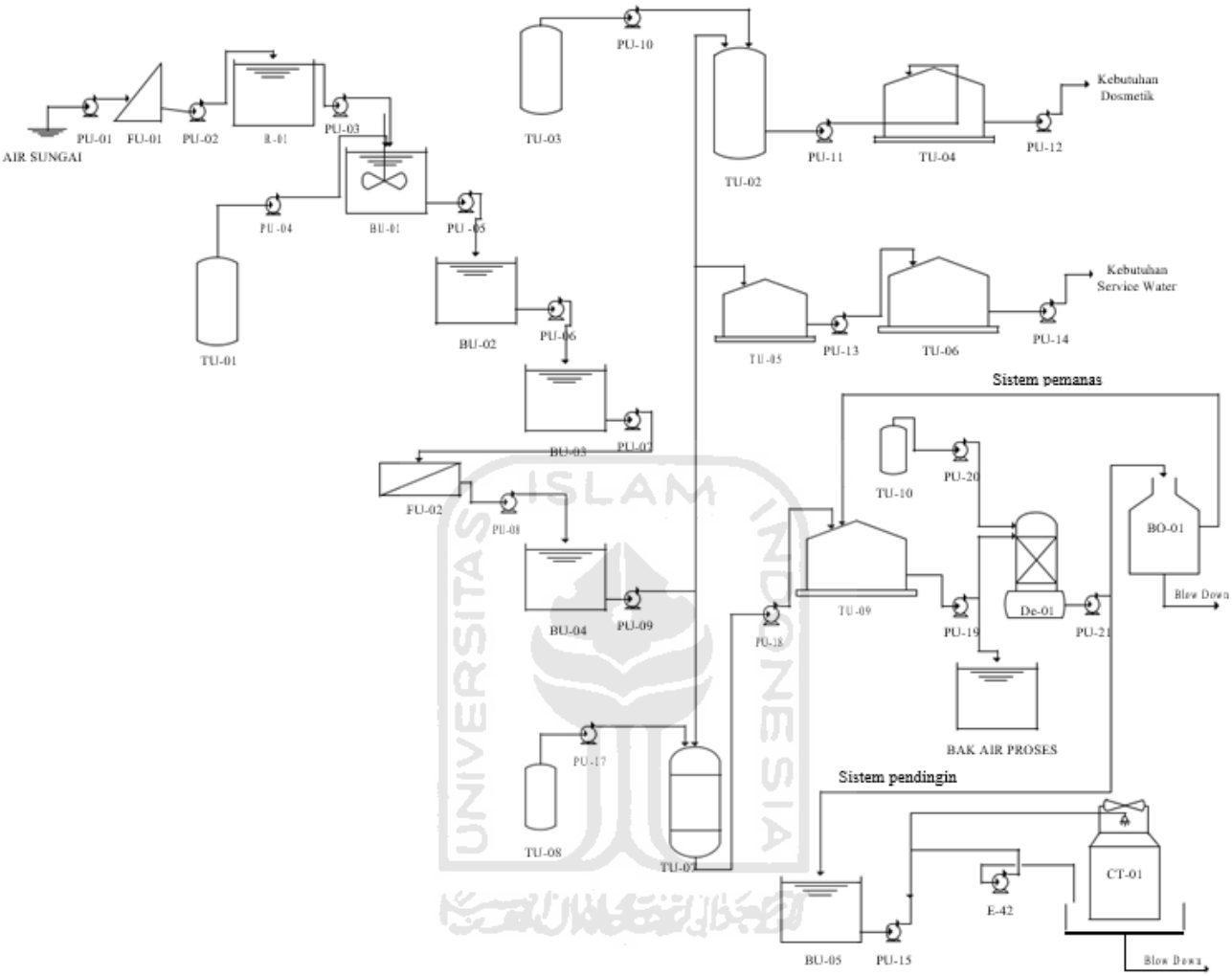
- Zat yang menyebabkan *foaming*.

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

2. Unit Pengolahan Air

Pada perencangan suatu pabrik dibutuhan sumber air terdekat yang nantinya akan memenuhi keberlangsungan suatu proses. Dan pada pabrik gliserol ini sumber air didapatkan dari sungai terdekat di sekitar daerah pabrik. Berikut diagram alir

pengolahan air beserta penjelasan tahap-tahap proses pengolahan air yang dilakukan meliputi:



Gambar 4. 5 Diagram Alir Pengolahan Air Utilitas

Keterangan:

1. PU : Pompa Utilitas
2. FU-01 : *Screening*
3. RU-01 : *Reservoir*
4. BU-01 : Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)
5. TU-01 : Tangki Alum
6. BU-02 : Bak Pengendap I

7. BU-03 : Bak Pengendap II
8. FU-02 : *Sand Filter*
9. BU-04 : Bak Penampung Air Bersih
10. TU-02 : Tangki Klorinasi
11. TU-03 : Tangki Kaporit
12. TU-04 : Tangki Air Kebutuhan Domestik
13. TU-05 : Tangki *Service Water*
14. TU-06 : Tangki Air Bertekanan
15. BU-05 : Tangki Dowtherm
16. CT-01 : *Cooling Tower*
17. TU-07 : *Mixed-Bed*
18. TU-08 : Tangki NaCl
19. TU-09 : Tangki Air Demin
20. TU-10 : Tangki N_2H_4
21. De-01 : Deaerator
22. BO-01 : *Boiler*

a. Penghisapan

Air yang diambil dari sungai perlu adanya pemompaan yang selanjutnya air tersebut dialirkan menuju alat penyaringan untuk menghilangkan partikel kotoran yang berukuran cukup besar. Setelah tahap screening air akan diolah di dalam *reservoir.*

b. Penyaringan (*Screening*)

Sebelum air dari sungai akan digunakan sebagai air bersih, maka pada proses ini air disaring untuk memisahkan kotoran-kotoran yang berukuran besar, misalnya: daun, ranting dan sampah-sampah lainnya. Pada tahap *screening* partikel yang berukuran padat dan besar akan tersaring secara langsung tanpa menggunakan bahan kimia. Sementara untuk partikel yang kecil masih akan terbawa bersama air yang kemudian akan diolah ke tahap pengolahan air berikutnya. Tujuan penyaringan yaitu untuk memisahkan kotoran yang beasar agar tidak terikut ke pengolahan selanjutnya sehingga pada sisi pompa perlu dipasang saringan (*screen*) dan ditambah fasilitas pembilas agar meminimalisir alat *screen* menjadi kotor.

c. Penampungan (*Reservoir*)

Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari sungai dengan proses sedimentasi. Kotoran kasar yang terdapat dalam air akan mengalami pengendapan yang terjadi karena gravitasi.

d. Koagulasi

Koagulasi merupakan proses penggumpalan akibat penambahan zat kimia atau bahan koagulasi ke dalam air. Koagulan yang digunakan adalah tawas atau Aluminium Sulfat $(Al_2(SO_4)_3)_2$, yang merupakan garam yang berasal dari basa lemah dan asam kuat, sehingga dalam air yang mempunyai

suasana basa akan mudah terhidrolisa. Untuk memperoleh sifat alkalis agar proses flokulasi dapat berjalan efektif, sering ditambahkan kapur ke dalam air. Selain itu kapur juga berfungsi untuk mengurangi atau menghilangkan kesadahan karbonat dalam air untuk membuat suasana basa sehingga mempermudah penggumpalan. Sedangkan pada proses flokulasi bertujuan untuk mengendapkan kotoran yang berupa dipersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan, untuk menggumpalkan kotoran.

e. Bak pengendap 1 dan bak pengendap 2

Tujuan dari adanya bak pengendap 1 dan 2 ini adalah mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi (menghilangkan flokulasi). Endapan serta flok yang berasal dari proses koagulasi akan diendapkan pada bak pengendap 1 dan bak pengendap 2.

f. Penyaringan (*Sand Filter*)

Pada tahap ini terjadi proses filtrasi dimana air yang keluar dari bak pengendap 2 masih terdapat kandungan padatan tersuspensi, sehingga harus di proses ke alat filter untuk difiltrasi.

Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung di dalam air, seperti Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, dan lain-lain dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan ketel.

g. Bak penampung Air Bersih

Air yang sudah melalui tahap filtrasi sudah bisa disebut dengan air bersih. Kemudian air keluaran proses filtrasi akan ditampung dalam bak penampungan air bersih. Dalam hal ini air bersih yang ditampung langsung dapat digunakan sebagai air layanan umum (*service water*). Kegunaan air bersih ini juga dapat digunakan untuk *domestic water*, air pendingin, dan *boiler feed water*, namun air harus di desinfektanisasi terlebih dahulu menggunakan resin untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, dimana tujuan penghilangan mineral-mineral tersebut untuk menghasilkan air demin yang melalui proses demineralisasi.

h. Demineralisasi

Untuk umpan boiler dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam-garam murni yang terlarut. Untuk itu dilakukan proses demineralisasi yang bertujuan untuk menyiapkan air yang digunakan untuk *boiled feed water* serta air ini harus murni dan bebas dari mineral yang terlarut didalamnya. Proses *demineralisasi* sendiri dapat dilakukan dengan alat yang terdiri dari penukaran anion (*anion exchanger*) dan kation (*kation exchanger*).

Demineralisasi diperlukan karena air umpan *boiler* memerlukan syarat-syarat yaitu:

- Tidak menimbulkan kerak pada kondisi *steam* yang dikehendaki maupun pada *tube heat exchanger*.
- Bebas dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas O_2, CO_2, H_2S dan NH_3.
- Bebas dari zat yang menyebabkan *foaming*

Pengolahan air di unit demineralisasi, yaitu:

Proses *Kation Exchanger* dan *Anion Exchanger* berlangsung pada Resin *Mixed-Bed*. Resin *Mixed-Bed* adalah kolom resin campuran antara resin kation dan resin anion. Air yang mengandung kation dan anion bila dilewatkan ke Resin *Mixed-Bed* tersebut kation akan terambil oleh resin kation dan anion akan terambil oleh resin anion. Saat resin kation dan anion telah jenuh oleh ion-ion, resin penukar kation dan anion akan diregenerasi kembali.

- Kation (*Cation Exchanger*)

Cation Exchanger merupakan resin penukar kation-kation. Untuk *kation exchanger* berupa resin yang sering ada dipasaran yaitu kation dengan formula RSO_3H dan $(RSO_3)Na$, dimana pengganti kation-kation yang dikandung dalam air akan diganti dengan ion H^+ atau Na^+. karena disini menggunakan ion H^+, sehingga air akan keluar dari cation exchanger adalah air yang mengandung anion dan ion H^+. reaksi penukar kation:

$$MgCl_2 + 2R\text{-}SO_3H \longrightarrow Mg(RSO_3)_2 + 2Cl^- + 2H^+$$

Ion Mg^{+2} dapat menggantikan ion H^{+} yang ada dalam resin karena selektivitas Mg^{+2} lebih besar dari selektivitas H^{+}. Urutan selektivitas kation adalah sebagai berikut:

$Ba^{+2}>Pb^{+2}>Sr^{+2}>Ca^{+2}>Ni^{+2}>Cu^{+2}>Co^{+2}>Zn^{+2}>Mg^{+2}>Ag^{+}>Cr^{+}>K^{+}>N2^{+}>H$

Saat resin kation telah jenuh, maka resin penukar kation akan diregenerasi kembali. Larutan peregenerasi yang akan digunakan adalah NaCl. Reaksi Regenerasi:

$Mg(RSO_3)_2 + 2Na^{+} + 2Cl^{-} \longrightarrow MgCl2 + 2RSO_3Na$

- Anion (Anion Exchanger)

Anion Exchanger memiliki fungsi untuk mengikat ion-ion negatif yang larut dalam air dengan resin yang memiliki sifat basa, yang memiliki formula $RNOH_3$. Sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-}, Cl^{-}, dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut. Sebelum di regenerasi anion yang terbentuk di dalam reaksi adalah sebagai berikut:

$SO_4^{-2} + 2RNOH \longrightarrow (RN)_2SO_4 + 2OH^{-}$

Ion SO_4^{-2} dapat menggantikan ion OH^{-} yang ada dalam resin, karena selektivitas SO_4^{-2} lebih besar dari selektivitas OH^{-}. Urutan selektivitas anion adalah sebagai berikut:

$SO4^{-2}>I^{-}>NO3>^{-}CrO4^{-2}>Br^{-}>Cl^{-}>OH^{-}$

Saat resin anion telah jenuh maka resin penukar anion akan diregenerasi kembali. Larutan peregenerasi yang digunakan adalah NaCl. Reaksi Regenererasi:

$$RN_2SO_4 + 2Na^+ + 2Cl^- \longrightarrow 2RNCl + Na_2SO_4$$

i. Deaerator

Unit deaerator ini bertujuan untuk membebaskan air umpan boiler dari oksigen (O_2). Air yang telah mengalami demineralisasi dipompakan ke dalam deaerator dan diijeksikan hidrazin (N_2H_4) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada tube boiler.

Reaksi : $2N_2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O + 2N_2$ Berdasarkan reaksi tersebut maka hidrazin berfungsi untuk menghilangkan sisa–sisa gas yang terlarut terutama O_2, sehingga tidak terjadi korosi.

3. Kebutuhan Air

a. Kebutuhan Air Pembangkit Steam/Pemanas

Tabel 4. 21 Kebutuhan Air Pembangkit Steam/Pemanas

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Evaporator	EV-01	5134.32
Evapaporator	EV-02	1019.45
Heater	HE-01	304.7303
Heater	HE-02	2154.0284
Total		8612.53

Direncanakan *steam* yang digunakan adalah *saturated steam* dengan kondisi:

P = 1 atm

T = 220°C = 493K

Kebutuhan steam = 20% x 8612.53

= 8061 kg/jam

Blowdown = 15% x kebutuhan steam

= 15% x 8061 kg/jam

= 1209 kg/jam

Steam Trap = 5% x kebutuhan steam

= 5% x 8061 kg/jam

= 403 kg/jam

Kebutuhan air make up untuk steam

Air make up = Blowdown + steam treap

= 1209 kg/jam+ 403 kg/jam

= 1612 kg/jam

b. Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik terdiri dari kebutuhan air untuk tempat tinggal, area mess dan kebutuhan air karyawan.

- Kebutuhan Air karyawan

  Menurut standar WHO, kebutuhan air untuk 1 orang adalah 100-120 liter/hari

Diambil kebutuhan air tiap orang = 120 liter/hari

= 5 kg/jam

Jumlah karyawan = 198 orang

Kebutuhan air untuk semua karyawan = 1.013 kg/jam

- Kebutuhan Air area mess

Jumlah mess = 35 rumah

Penghuni mess = 70 orang

Kebutuhan air untuk mess = 12.250 kg/jam

Total kebutuhan air domestic = (1.013+12.250) kg/jam

= 13.263 kg/jam

c. Kebutuhan *Service Water*

Kebutuhan air *service water* diperkirakan sekitar 700 kg/jam. Perkiraan kebutuhan air ini nantinya akan digunakan untuk layanan umum yang meliputi laboratorium, pemadam kebakaran, kantin, bengkel dan lain-lain.

d. Kebutuhan Air Proses

Kebutuhan air proses ini digunakan untuk mengencerkan padatan NaOH.

Tabel 4. 22 Kebutuhan Air Proses

Nama Alat	**Kode**	**Jumlah (kg/jam)**
Mixer	M-01	752
Total		752

Perancangan dibuat over design sebesar 20%, maka kebutuhan air proses menjadi:

Kebutuhan air proses = 20% x 752

= 902 kg/jam

e. Kebutuhan Dowtherm

Dowtherm A digunakan sebagai pendingin pada alat-alat proses seperti reaktor, cooler dan kristalizer. Kondisi operasi proses dilakukan dalam fase cair-cair serta beroperasi pada suhu 150^{o}C dan pada tekanan atmosferis. Jika menggunakan air sebagai pendingin., hanya dapat dijalankan pada suhu 31-60 C. Sehingga membutuhkan jenis pendingin yang mampu bertahan pada suhu rendah. Maka, dicari bahan pendingin yang sifat fisik dan kimia nya lebih ringan dan dapat bertahan pada suhu tinggi dan tekanan tinggi. Oleh karena itu dipilih dowtherm A sebagai pendingin yang terdiri dari senyawa dipenil eter dan bipenil eter. Senyawa ini memiliki tekanan uap yang sama, sehingga campuran dapat ditangani seolah-olah itu senyawa tunggal. Dowtherm A adalah cairan yang dapat digunakan dalam fase cair atau fase uap. Kisaran aplikasi normal adalah 60^{o}F sampai 750^{o}F (15 – 400) ^{o}C dan kisaran tekanan adalah 1 atm – 152,2 psig (10,6 bar). Fluida ini stabil tidak mudah terurai pada suhu tinggi, dan dapat digunakan secara efektif baik dalam fase cair atau fase uap. Viskositasnya rendah

sepanjang rentang operasi pada perpindahan panas yang efisien sehingga tidak ada masalah dalam pemompaan. Fluida ini noncorrosive untuk logam biasa dan paduan.

(msdssearch.dow.com)

Tabel 4. 23 Kebutuhan Dowtherm A

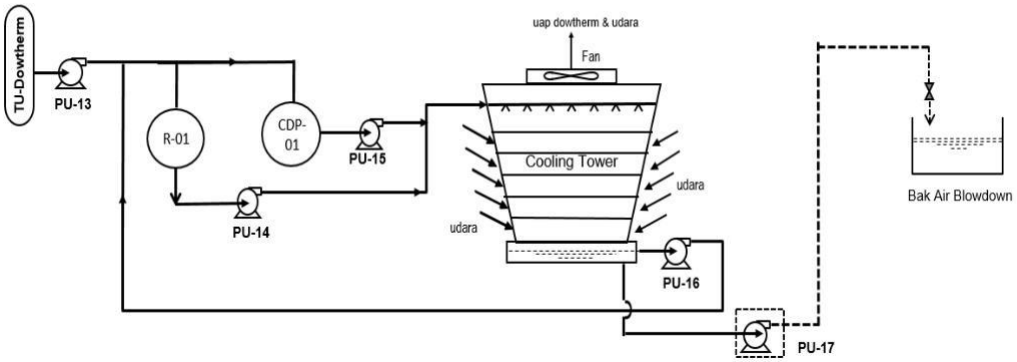
Nama Alat	**Kode**	**Jumlah (kg/jam)**
Reaktor	R-01	321118,4639
Reaktor	R-02	295912,87
Reaktor	R-03	283638,73
Reaktor	R-04	283337,44
Cooler	CO-01	24.282,83
Cooler	CO-02	6141,64
Kristalizer	CR-01	4355,998
Total		1.214.431,97

Karena pendingin yang akan diproses di cooling water adalah dowtherm, dikhawatirkan akan ada dowtherm yang menguap dan terbuang ke atmosfer. Oleh karena itu, pengadaan dowtherm sebagai cooling water dilebihkan 20% lebih banyak dari jumlah kebutuhannya.

Jumlah Keb = 1.214.431,97kg/jam

Pengadaan = 1.457.318 kg/jam

Berikut adalah diagram alir proses pengadaan dowtherm A pada proses:



Gambar 4. 6 Diagram Alir Pengolahan Pendingin Dowtherm A

1. PU : Pompa Utilitas
2. TU-DT : Tangki Dowtherm
3. CT-01 : Cooling Tower
4. BU-BD : Bak Air Blowdown

4.5.2. Spesifikasi Alat Utilitas

1. Screening/ Saringan (FU-01)

Fungsi : Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar

Material : Alumunium

Debit : 1913001 kg/jam

Panjang : 10 ft

Lebar : 8 ft

Diameter saring : 1 cm

Jumlah : 1 buah

2. Reservoir/Sedimentasi (RU-01)

Fungsi : Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai dengan proses sedimentasi dengan waktu tinggal 4 jam

Jenis : Berbentuk bak persegi yang diperkuat beton bertulang

Volume : 3278,2992 m^3

Panjang : 25,9434 m

Lebar : 25,9434 m

Tinggi : 12,9717 m

Jumlah : 1 buah

3. Bak koagulasi dan flokuasi (BU-01)

Fungsi : Mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan, untuk menggumpalkan kotoran dengan waktu pengendapan 1 jam.

Jenis : Silinder tegak

Volume : 2071,78 m^3

Diameter : 13,8195 m

Tinggi : 13,8195 m

Impeller : 1 buah

Daya motor : 2 HP

Jumlah : 1 buah

3. **Tangki Larutan Alum (TU-01)**

Fungsi	: Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5% untuk 1 minggu operasi
Jenis	: Silinder tegak
Volume	: 17,751 m^3
Diameter	: 2,24 m
Tinggi	: 4,488 m
Jumlah	: 1 buah

4. **Bak Pengendap I (BU-02)**

Fungsi	: Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi (menghilangkan flokulasi) dengan waktu tinggal 4 jam
Jenis	: Berbentuk bak persegi yang diperkuat beton bertulang
Kapasitas	: 2073,54 m^3/jam
Volume	: 8294,16 m^3
Panjang	: 25,5036 m
Lebar	: 25,5036 m
Tinggi	: 12,7518 m
Jumlah	: 1 buah

5. **Bak Pengendap II (BU-03)**

Fungsi	: Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi (memberi kesempatan untuk proses flokulasi ke 2) dengan waktu tinggal 4 jam

Jenis : Berbentuk bak persegi yang diperkuat beton bertulang

Kapasitas : 1969,86 m^3/jam

Volume : 7879,456 m^3

Panjang : 25,071 m

Lebar : 25,071 m

Tinggi : 12,535 m

Jumlah : 1 buah

6. **Sand Filter (FU-02)**

Fungsi : Menyaring partikel-partikel halus yang ada dalam air sungai

Jenis : Bak persegi

Ukuran pasir : 28 mesh

A Penyaringan : 159,34 m^2

Volume : 209,266 m^3

Panjang : 7,480 m

Lebar : 7,480 m

Tinggi : 3,740 m

Jumlah : 1 buah

7. **Bak Penampung Sementara (BU-04)**

Fungsi : Menampung sementara *raw water* setelah disaring di *sand filter* dengan waktu tinggal 1 jam

Jenis : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang dan dilapisi porselin

Kapasitas : 1480,243 m^3/jam

Volume : 1776,292 m^3

Panjang : 15,258 m

Lebar : 15,258 m

Tinggi : 7,629 m

Jumlah : 1 buah

8. **Tangki Klorinasi (TU-02)**

Fungsi : Mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga dengan waktu tinggal 1 jam

Jenis : Tanggi silinder berpengaduk

Kapasitas : 1480,243 m^3/jam

Volume : 1776,298 m^3

Diameter : 13,128 m

Tinggi : 13,128 m

Jumlah : 1 buah

9. **Tangki Kaporit (TU-03)**

Fungsi : Menampung kebutuhan kaporit selama 1 minggu yang akan dimasukkan kedalam tangki Klorinasi (TU-02)

Jenis : Tanggi silinder berpengaduk

Kebutuhan : 7662,476 kg/minggu

Volume : 3,912 m^3

Diameter : 1,708 m

Tinggi : 1,708 m

Jumlah : 1 buah

10. **Tangki Air Bersih (TU-04)**

Fungsi : Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga dengan waktu tinggal 24 jam

Jenis : Tanggi silinder tegak

Kapasitas : 1480,243 m^3/jam

Volume : 42631,021 m^3

Diameter : 37,869 m

Tinggi : 37,869 m

Jumlah : 1 buah

11. **Tangki *Service Water* (TU-05)**

Fungsi : Menampung air untuk keperluan layanan umum dengan waktu tinggal 24 jam

Jenis : Tanggi silinder tegak

Kapasitas : 1480,243 m^3/jam

Volume : 42631,021 m^3

Diameter : 37,869 m

Tinggi : 37,869 m

Jumlah : 1 buah

12. **Tangki Air Bertekanan (TU-06)**

Fungsi : Menampung air bertekanan untuk keperluan layanan umum dengan waktu tinggal 24 jam

Jenis : Tanggi silinder tegak

Kapasitas : 1480,243 m^3/jam

Volume : 42631,021 m^3

Diameter : 37,869 m

Tinggi : 37,869 m

Jumlah : 1 buah

13. **Bak Air Pendingin (BU-05)**

Fungsi : Menampung kebutuhan air pendingin dengan waktu tinggal 1 jam

Jenis : Bak persegi panjang

Kapasitas : 1480,243 m^3/jam

Volume : 1776,292 m^3

Panjang : 15,258 m

Lebar : 15,258 m

Tinggi : 7,629 m

Jumlah : 1 buah

14. ***Cooling Tower*** **(CT-01)**

Fungsi : Menampung kebutuhan air pendingin umum dengan waktu tinggal 24 jam

Jenis : *Induced Draft Cooling Tower*

Kapasitas : 1457,318 m^3/jam

A Tower : 228,968 m^2

Panjang : 15,131 m

Lebar : 15,131 m

Tinggi : 2,187 m

Jumlah : 1 buah

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

Fungsi : Menampung kebutuhan air pendingin umum dengan waktu tinggal 24 jam

Kebutuhan udara : 33971313,96 ft^3/jam

Power motor : 119,723 HP

Standar NEMA : 125 HP

Jumlah : 1 buah

16. ***Mixed Bed* (TU-07)**

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation seperti Ca dan Mg, serta anion seperti Cl,SO4, dan NO3

Jenis : Silinder tegak

Kapasitas : 8,962 m^3/jam

Luas penampang : 7,892 ft^2

Volume : 0,744 m^3

Diameter : 0,966 m

Tinggi : 1,016 m

Jumlah : 1 buah

17. **Tangki NaCl (TU-08)**

Fungsi : Menampung/menyimpan larutan NaCl yang akan digunakan untuk meregenerasi kation exchanger

Jenis : Silinder tegak

Volume tangki : 2,983 m^3

Diameter : 1,560 m

Tinggi : 1,560 m

Jumlah : 1 buah

18. **Tangki Air Demin (TU-09)**

Fungsi : Menampung air sebagai umpan alat proses

Jenis : Silinder tegak

Kapasitas : 8,962 m^3/jam

Volume tangki : 258,124 m^3

Diameter : 6,902 m

Tinggi : 6,902 m

Jumlah : 1 buah

19. **Daerator (De-01)**

Fungsi : Menghilangkan gas CO2 dan O2 yang terikat dalam *feed water* yang menyebabkan kerak pada *reboiler*

Jenis : Silinder tegak

Kapasitas : 8,962 m^3/jam

Volume tangki : 10,755 m^3

Diameter : 2,392 m

Tinggi : 2,392 m

Jumlah : 1 buah

20. **Tangki N_2H_4 (TU-10)**

Fungsi : Menyimpan larutan N_2H_4 dengan waktu tinggal 4 bulan

Jenis : Silinder tegak

Kapasitas : 0,0031 m^3/jam

Volume tangki : 10,932 m^3

Diameter : 2,405 m

Tinggi : 2,405 m

Jumlah : 1 buah

21. **Tangki Bahan Bakar (TU-11)**

Fungsi : Menampung bahan bakar boiler untuk persediaan 3 hari

Jenis : Silinder tegak

Bahan bakar : *Fuel Oil*

Volume tangki : 71,114 m^3

Diameter : 3,564 m

Tinggi : 7,129 m

Jumlah : 1 buah

22. **Tangki Silica (TU-12)**

Fungsi : Menampung udara kering

Jenis : Silinder tegak

Volume : 0,033 m^3

Diameter : 0,305 m

Tinggi : 0,611 m

Jumlah : 1 buah

23. **Pompa Utilitas (PU-01)**

Fungsi : Mengalirkan air dari sungai menuju screening

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kecepatan volume : 9885,956 gpm

Kecepatan linear : 7,474 ft/s

Head pompa : 51,220 ft.lbf/lbm

Daya pompa : 145,492 HP

Daya motor : 158,144 HP

Jumlah : 2 buah

24. **Pompa Utilitas (PU-02)**

Fungsi : Mengalirkan air sungai dari *screening* ke Reservoir/Sedimentasi (RU-01)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kecepatan volume : 9391,659 gpm

Kecepatan linear : 7,1008 ft/s

Head pompa : 50,704 ft.lbf/lbm

Daya pompa : 138,364 HP

Daya motor : 152,048 HP

Jumlah : 2 buah

25. **Pompa Utilitas (PU-03)**

Fungsi : Mengalirkan air dari Bak Reservoir (RU-01) menuju Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-01)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kecepatan volume : 8922,076 gpm

Kecepatan linear : 6,745 ft/s

Head pompa : 46,958 ft.lbf/lbm

Daya pompa : 132,126 HP

Daya motor : 145,193 HP

Jumlah : 2 buah

26. **Pompa Utilitas (PU-04)**

Fungsi : Mengalirkan air dari Tangki Alum (TU-01) menuju ke Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-01)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kecepatan volume : 0,076 gpm

Kecepatan linear : 0,235 ft/s

Head pompa : 16,508 ft.lbf/lbm

Daya pompa : 0,002 HP

Daya motor : 0,0025 HP

Jumlah : 2 buah

27. **Pompa Utilitas (PU-05)**

Fungsi : Mengalirkan air dari Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-01) menuju ke Bak Pengendap I (BU-02)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kecepatan volume : 8922,076 gpm

Kecepatan linear : 6,745 ft/s

Head pompa : 50,239 ft.lbf/lbm

Daya pompa : 141,357 HP

Daya motor : 153,649 HP

Jumlah : 2 buah

28. **Pompa Utilitas (PU-06)**

Fungsi : Mengalirkan air dari bak pengendap I (BU-02) menuju bak pengendap II (BU-03)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kecepatan volume : 8475,972 gpm

Kecepatan linear : 6,408 ft/s

Head pompa : 49,819 ft.lbf/lbm

Daya pompa : 133,166 HP

Daya motor : 146,337 HP

Jumlah : 2 buah

29. **Pompa Utilitas (PU-07)**

Fungsi : Mengalirkan air dari bak pengendap II (BU-03) menuju ke sand filter (F-01)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kecepatan volume : 8052,173 gpm

Kecepatan linear : 6,088 ft/s

Head pompa : 16,632 ft.lbf/lbm

Daya pompa : 42,234 HP

Daya motor : 47,454 HP

Jumlah : 2 buah

30. **Pompa Utilitas (PU-08)**

Fungsi	: Mengalirkan air dari sand filter (F-01) menuju ke bak Penampung Sementara (BU-04)
Jenis	: *Centrifugal Pump*
Kecepatan volume	: 7649,564 gpm
Kecepatan linear	: 5,783 ft/s
Head pompa	: 26,88 ft.lbf/lbm
Daya pompa	: 65,020 HP
Daya motor	: 71,846 HP
Jumlah	: 2 buah

31. **Pompa Utilitas (PU-09)**

Fungsi	: Mengalirkan air dari Bak Penampung Sementara (BU-04) menuju ke area kebutuhan air
Jenis	: *Centrifugal Pump*
Kecepatan volume	: 7649.564 gpm
Kecepatan linear	: 5.783 ft/s
Head pompa	: 14,321 ft.lbf/lbm
Daya pompa	: 34,975 HP
Daya motor	: 39,298 HP
Jumlah	: 2 buah

32. **Pompa Utilitas (PU-10)**

Fungsi	: Mengalirkan Kaporit dari Tangki Kaporit (TU-03) menuju Tangki Klorinasi (TU-02)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kecepatan volume : 0,055 gpm

Kecepatan linear : 0,310 ft/s

Head pompa : 8,444 ft.lbf/lbm

Daya pompa : 0,0008 HP

Daya motor : 0,0009 HP

Jumlah : 2 buah

33. **Pompa Utilitas (PU-11)**

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki klorinasi (TU-02) ke tangki air bersih (TU-04)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kecepatan volume : 7649,564 gpm

Kecepatan linear : 5,783 ft/s

Head pompa : 27,779 ft.lbf/lbm

Daya pompa : 67,840 HP

Daya motor : 74,550 HP

Jumlah : 2 buah

34. **Pompa Utilitas (PU-12)**

Fungsi : Mengalirkan air dari Mengalirkan air tangki air bersih menuju area domestik

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kecepatan volume : 7649,564 gpm

Kecepatan linear : 5,783 ft/s

Head pompa : 27,779 ft.lbf/lbm

Daya pompa : 67,840 HP

Daya motor : 74,550 HP

Jumlah : 2 buah

35. **Pompa Utilitas (PU-13)**

Fungsi : Mengalirkan air dari Tangki air servis (TU-05) Menuju ke Tangki Air bertekanan (TU-06)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kecepatan volume : 7649,564 gpm

Kecepatan linear : 5,783 ft/s

Head pompa : 13,015 ft.lbf/lbm

Daya pompa : 31,785 HP

Daya motor : 35,713 HP

Jumlah : 2 buah

36. **Pompa Utilitas (PU-14)**

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki air bertekanan (TU-06) menuju ke area kebutuhan servis

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kecepatan volume : 7649,564 gpm

Kecepatan linear : 5,783 ft/s

Head pompa : 13,015 ft.lbf/lbm

Daya pompa : 31,785 HP

Daya motor : 35,713 HP

Jumlah : 2 buah

37. **Pompa Utilitas (PU-15)**

Fungsi	: Mengalirkan air dari bak air dingin (BU-05) menuju ke *Cooling tower* (CT-01)
Jenis	: *Centrifugal Pump*
Kecepatan volume	: 7531,091 gpm
Kecepatan linear	: 5,694 ft/s
Head pompa	: 11,933 ft.lbf/lbm
Daya pompa	: 28,692 HP
Daya motor	: 32,604 HP
Jumlah	: 2 buah

38. **Pompa Utilitas (PU-16)**

Fungsi	: Mengalirkan air dari cooling tower (CT-01) menuju recycle dari bak air dingin (BU-05)
Jenis	: *Centrifugal Pump*
Kecepatan volume	: 7531,091 gpm
Kecepatan linear	: 5,694 ft/s
Head pompa	: 11,277 ft.lbf/lbm
Daya pompa	: 27.114 HP
Daya motor	: 30,811 HP
Jumlah	: 2 buah

39. **Pompa Utilitas (PU-17)**

Fungsi	: Mengalirkan air dari tangki penampung Nacl (TU-08) ke mixed bed (TU-07)
Jenis	: *Centrifugal Pump*

Kecepatan volume : 0,3083 gpm

Kecepatan linear : 0,185 ft/s

Head pompa : 8,214 ft.lbf/lbm

Daya pompa : 0,0041 HP

Daya motor : 0,0051 HP

Jumlah : 2 buah

40. **Pompa Utilitas (PU-18)**

Fungsi : Mengalirkan air dari mixed bed (TU-07) menuju ke Tangki air Demin (TU-09)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kecepatan volume : 46,317 gpm

Kecepatan linear : 3,107 ft/s

Head pompa : 34,637 ft.lbf/lbm

Daya pompa : 0,703 HP

Daya motor : 0,879 HP

Jumlah : 2 buah

41. **Pompa Utilitas (PU-19)**

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki air demin (TU-09) menuju ke Tangki Deaerator (De-01)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kecepatan volume : 46,317 gpm

Kecepatan linear : 3,107 ft/s

Head pompa : 13,312 ft.lbf/lbm

Daya pompa : 0,270 HP

Daya motor : 0,337 HP

Jumlah : 2 buah

42. **Pompa Utilitas (PU-20)**

Fungsi : Mengalirkan Larutan *Hydrazine* dari tangki N_2H_4 (TU-10) ke tangki deaerator (De-01)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kecepatan volume : 0,0014 gpm

Kecepatan linear : 0,0078 ft/s

Head pompa : 11,483 ft.lbf/lbm

Daya pompa : 0,000026 HP

Daya motor : 0,000032 HP

Jumlah : 2 buah

43. **Pompa Utilitas (PU-21)**

Fungsi : Mengalirkan air dari deaerator (De-01) menuju ke *Boiler* (Bo-01)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kecepatan volume : 53,409 gpm

Kecepatan linear : 3,580 ft/s

Head pompa : 37,532 ft.lbf/lbm

Daya pompa : 0,893 HP

Daya motor : 1,117 HP

Jumlah : 2 buah

44. **Pompa Utilitas (PU-22)**

Fungsi	: Mengalirkan air dari tangki air demin (TU-09) menuju ke Tangki air Proses (T-02)
Jenis	: *Centrifugal Pump*
Kecepatan volume	: 4,661 gpm
Kecepatan linear	: 2,806 ft/s
Head pompa	: 27,427 ft.lbf/lbm
Daya pompa	: 1,102 HP
Daya motor	: 1,377 HP
Jumlah	: 2 buah

4.6. Organisasi Perusahaan

4.6.1. Bentuk Perusahaan

Pabrik gliserol yang akan didirikan direncanakan mempunyai klasifikasi sebagai berikut:

Bentuk perusahaan	: Perseroan Terbatas
Lapangan usaha	: Industri Gliserol
Status perusahaan	: Swasta
Kapasitas	: 20.000 ton/tahun
Lokasi perusahaan	: Tangerang, Banten, Jawa Barat

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini didasarkan oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.

2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas sehingga kelancaran produksi hanya dipegang pimpinan perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik adalah para pemegang saham sedangkan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris.
4. Kelangsungan perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya, karyawan perusahaan.
5. Efisiensi dari manajemen

   Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai Dewan Komisaris dan Direktur Utama yang cukup cakap dan berpengalaman.
6. Lapangan usaha lebih luas

   Suatu perseroan terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga perseroan terbatas dapat memperluas usahanya.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas:

1. Perseroan Terbatas didirikan dengan akta dari notaris dengan berdasarkan Kitab Undang-Undang Hukum Dagang.
2. Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-sahamnya.
3. Pemiliknya adalah para pemegang saham.
4. Perseroan Terbatas dipimpin oleh suatu direksi yang terdiri dari para pemegang saham.

5. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

4.6.2. Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan kerangka mekanisme formal bagaimana organisasi atau perusahaan tersebut dikelolah. Hal ini berhubungan dengan komunikasi yang terjadi di dalam perusahaan demi tercapainya keselarasan dan keselamatan kerja antar karyawan.

Sistem struktur organisasi perusahaan ada tiga yaitu *line, line* dan *staff* serta sistem fungsional**.** Di antara ketiganya yang baik adalah struktur organisasi system *line* dan *staff* karena garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Segala sesuatu yang menyangkut perusahaan diputuskan bersama baik oleh pimpinan maupun staff yang tergabung dalam suatu dewan (dewan komisaris, dewan direksi). Menurut pembagian kerjanya, seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada atasannya saja dan demi kelancaran produksi pimpinan dalam melaksanakan tugasnya dibantu oleh beberapa staff ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dalam bidangnya.

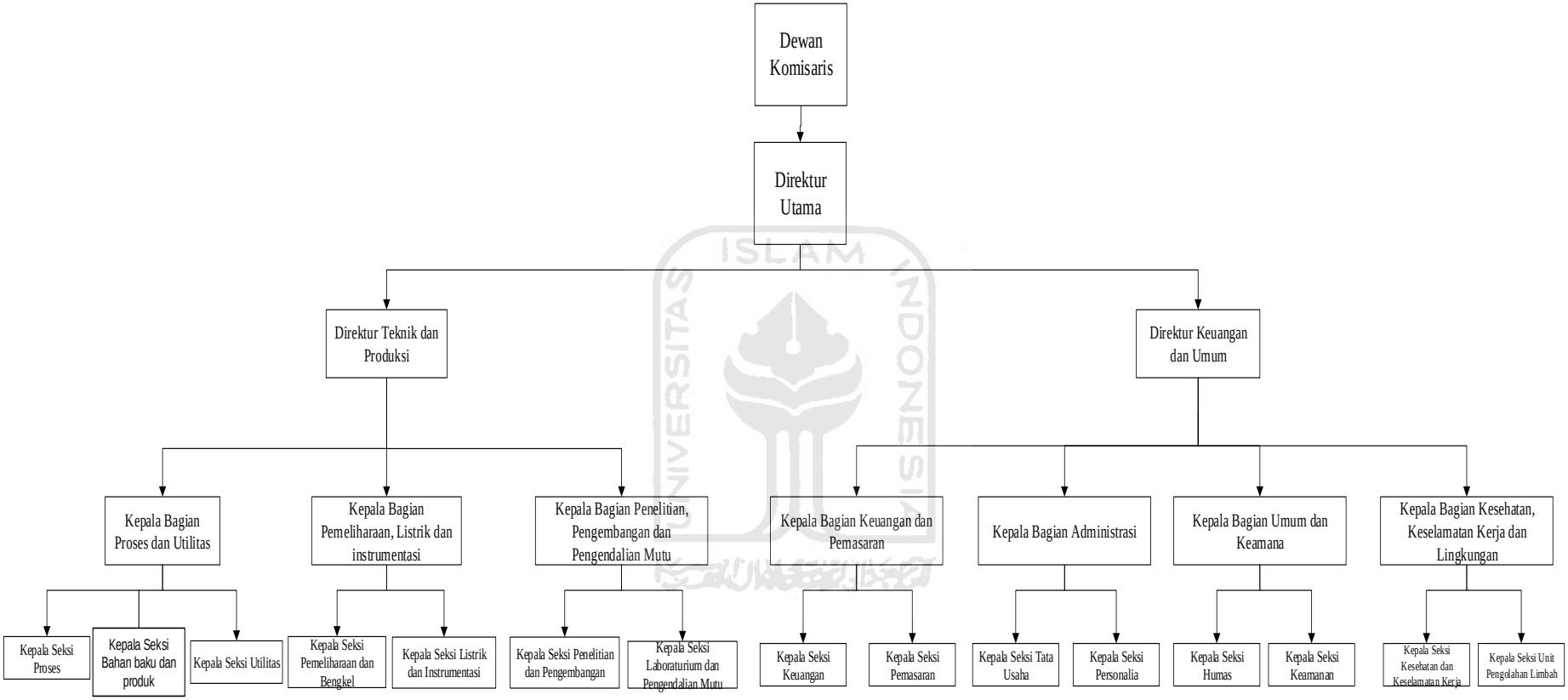
Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi sistem *line* dan *staff* ini yaitu:

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

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum. Direktur Keuangan dan Umun membidangi kelancaran pelayanan dan pemasaran. Direktur membawahi beberapa Kepala Bagian dan Kepala Bagian ini akan membawahi para karyawan perusahaan.

Dengan adanya struktur organisasi pada perusahaan maka akan didapatkan beberapa keuntungan, antara lain:

1. Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, wewenang, dan lain-lain
2. Penempatan pegawai yang lebih tepat
3. Penyusunan program pengembangan manajemen akan lebih terarah
4. Ikut menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada
5. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat
6. Dapat mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar



Gambar 4. 7 Struktur Organisasi

4.6.3. Tugas dan Wewenang

1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk PT. (Perseroan Terbatas) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut pemegang saham berwenang:

a. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
b. Mengangkat dan memberhentikan Direktur
c. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan

2. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham sehingga Dewan Komisaris akan bertanggung jawab kepada Pemilik Saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi:

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. Dewan Direksi

Direksi Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Produksi dan Direktur Keuangan Umum.

Tugas Direktur Utama antara lain:

a. Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggung jawabkan pekerjaannya secara berkala atau pada masa akhir pekerjaannya pada pemegang saham.
b. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen.
c. Mengangkat dan memberhentikan Kepala Bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
d. Mengkoordinir kerja sama antara bagian produksi (Direktur Produksi) dan bagian keuangan dan umum (Direktur Keuangan dan Umum). Tugas dari Direktur Produksi antara lain:

a. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang produksi, teknik, dan rekayasa produksi
b. Mengkoordinir, mengatur, serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

Tugas dari Direktur Keuangan dan Umum antara lain:

a. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang pemasaran, keuangan, dan pelayanan umum.
b. Mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya

4. Staff Ahli

Staff ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu Dewan Direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staff ahli bertanggung jawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang Staff Ahli adalah:

a. Memberikan nasehat dan saran dalam perancanaan pengembangan perusahaan.
b. Mengadakan evaluasi teknik dan ekonomi perusahaan.
c. Memberikan saran dalam bidang hukum.

5. Kepala Bagian

Secara umum tugas Kepala Bagian adalah mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala Bagian dapat juga bertindak sebagai Staf Direktur. Kepala Bagian bertanggung jawab kepada Direktur Utama. Kepala Bagian terdiri dari:

a. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada Direktur Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi serta mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala Bagian Produksi membawahi seksi proses, seksi pengendalian, dan seksi laboratorium.

Tugas seksi proses antara lain:

a) Mengawasi jalannya proses produksi

b) Menjalankan tindakan seperlunya terhadap kejadian-kejadian yang tidak diharapkan sebelum diambil oleh seksi yang berwenang. Tugas seksi pengendalian adalah menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

1) Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu

2) Mengawasi dan menganalisa mutu produksi

3) Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik

4) Membuat laporan berkala kepada Kepala Bagian Produksi.

a) Kepala Bagian teknik

Tugas kepala bagian teknik antara lain:

1) Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang peralatan dan utilitas

2) Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala Bagian Teknik membawahi seksi

pemeliharaan, seksi utilitas, dan seksi keselamatan kerja-penanggulangan kebakaran.

Tugas seksi pemeliharaan antara lain:

1) Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik
2) Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik

Tugas seksi utilitas antara lain melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, air, dan tenaga listrik

1) Mengatur, menyediakan, dan mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan keselamatan kerja
2) Melindungi pabrik dari bahaya kebakaran

b. Kepala Bagian keuangan

Kepala bagian keuangan ini bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan dan membawahi 2 seksi, yaitu seksi administrasi dan seksi keuangan.

Tugas seksi administrasi adalah menyelenggarakan pencatatan utang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan, serta masalah perpajakan.

Tugas seksi keuangan antara lain:

a) Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang, dan membuat ramalan tentang keuangan masa depan

b) Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan

c. Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi serta membawahi 2 seksi yaitu seksi pembelian dan seksi pemasaran.

Tugas seksi pembelian antara lain:

a) Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan dalam kaitannya dengan proses produksi
b) Mengetahui harga pasar dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat gudang

Tugas seksi pemasaran antara lain:

a) Merencanakan strategi penjualan hasil produksi
b) Mengatur distribusi hasil produksi

d. Kepala Bagian Umum

Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat, dan keamanan serta mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala bagian umum membawahi seksi personalia, seksi humas, dan seksi keamanan.

Seksi personalia bertugas:

a) Membina tenaga kerja dan menciptakan susana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja, pekerjaan, dan

lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.

b) Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis
c) Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

Seksi humas bertugas mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan. Seksi keamanan bertugas:

a) Mengawasi keluar masuknya orang-orang, baik karyawan maupun bukan karyawan di lingkungan pabrik
b) Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan
c) Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan

6. Penelitian dan Pengembangan (Litbang)

Litbang terdiri dari tenaga-tenaga ahli sebagai pembantu direksi dan bertanggung jawab kepada direksi. Litbang membawahi 2 departement, yaitu Departement Penelitian dan Departement Pengembangan. Tugas dan wewenangnya meliputi:

a. Memperbaiki mutu produksi
b. Memperbaiki dan melakukan inovasi terhadap proses produksi

c. Meningkatkan efisiensi perusahaan diberbagai bidang

7. Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab kepada kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

4.6.4. Ketenagakerjaan

Suatu perusahaan dapat berkembang dengan baik jika didukung oleh beberapa faktor. Salah satu faktor yang mendukung perkembangan perusahaan adalah pemakaian sumber daya manusia untuk ditempatkan pada bidang-bidang pekerjaan sesuai keahlian. Faktor tenaga kerja merupakan faktor yang sangat menunjang dalam masalah kelangsungan berjalannya proses produksi dan menjamin beroperasinya alat-alat dalam pabrik. Untuk itu harus dijaga hubungan antara karyawan dengan perusahaan, karena hubungan yang harmonis akan menimbulkan semangat kerja dan dapat meningkatkan produktivitas kerjanya, yang pada akhirnya akan meningkatkan prosuktivitas perusahaan.

Hubungan itu dapat terealisasi dengan baik jika adanya komunikasi serta fasilitas-fasilitas yang diberikan perusahaan kepada karyawan. Salah satu contohnya adalah sistem penggajian

atau pengupahan yang sesuai dengan Upah Minimum Regional (UMR) sehingga kesejahteraan dapat ditingkatkan.

Sistem upah karyawan perusahaan ini berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian.

Menurut statusnya karyawan perusahaan ini dibagi menjadi tiga golongan, yaitu:

a. Karyawan Tetap

Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) Direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan.

b. Karyawan Harian

Karyawan harian adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan Direksi tanpa SK Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar pada tiap akhir pekan.

c. Karyawan Borongan

Karyawan yang digunakan oleh perusahaan bila diperlukan saja, sistem upah yang diterima berupa upah borongan atau suatu pekerjaan Pabrik Gliserol ini direncanakan beroperasi setiap hari dengan jam kerja efektif 24 jam/hari. Adapun karyawan yang bekerja dibagi menjadi dua kelompok, yaitu:

a. Karyawan non shift

Karyawan non shift adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk

para karyawan non shift adalah: Direktur, Staf Ahli, Manajer, Kepala Bagian serta staff yang berada di kantor. Karyawan non shift dalam seminggu bekerja selama 6 hari, dengan pembagian jam kerja sebagai berikut:

Hari Senin-Jumat : jam 08.00 – 16.00 WIB

Hari Sabtu : jam 08.00 – 12.00 WIB

Waktu istirahat : jam 12.00 – 13.00 WIB

Waktu istirahat Jumat : jam 11.30 – 13.00 WIB

b. Karyawan Shift

Karyawan shift adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan shift ini adalah operator produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gedung, dan bagian-bagian yang harus selalu siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik.

Para karyawan shift akan bekerja secara bergantian selama 24 jam sebagai berikut:

Shift pagi : jam 07.00 – 15.00 WIB

Shift sore : jam 15.00 – 23.00 WIB

Shift malam : jam 23.00 – 07.00WIB

Untuk karyawan shift ini dibagi menjadi 4 regu (A / B / C / D) dimana tiga regu bekerja dan satu regu istirahat, serta

dikenakan secara bergantian. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, regu yang bertugas tetap harus masuk.

Tabel 4. 24 Jadwal Pembagian kelompok shift

Hari	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Pagi	D	D	A	A	B	B	C	C	C	D
Sore	C	C	D	D	A	A	B	B	B	C
Malam	B	B	C	C	D	D	A	A	A	B
Off	A	A	B	B	C	C	D	D	D	A
Hari	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
Pagi	D	A	A	B	B	B	C	C	D	D
Sore	C	D	D	A	A	A	B	B	C	C
Malam	B	C	C	D	D	D	A	A	B	B
Off	A	B	B	C	C	C	D	D	A	A

Hari	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**
Pagi	A	A	A	B	B	C	C	C
Sore	D	D	D	A	A	B	B	B
Malam	C	C	C	D	D	A	A	A
Off	B	B	B	C	C	D	D	D

Jadwal untuk hari selanjutnya mengikuti urutan yang sudah ada. Setelah masuk shift malam, diberikan istirahat untuk penyesuaian sebelum masuk shift pagi.

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan para karyawannya dan akan secara langsung mempengaruhi kelangsungan dan kemajuan perusahaan. Untuk itu kepada seluruh karyawan perusahaan dikenakan absensi. Disamping itu masalah absensi digunakan oleh pimpinan perusahaan sebagai salah satu dasar dalam mengembangkan karir para karyawan di dalam perusahaan.

4.6.5. Kesejahteraan Karyawan

Pada pabrik Gliserol ini sistem upah karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian. Upah minimum pekerja tidak kurang dari Upah Minimum Regional (UMR) di daerah dimana pabrik berdiri dan pelaksanaannya sesuai ketentuan yang berlaku pada perusahaan. Tingginya golongan yang disandang seorang karyawan menentukan besarnya gaji pokok yang diterima oleh karyawan tersebut. Karyawan akan mendapatkan kenaikan golongan secara berkala menurut masa kerja, jenjang pendidikan, dan prestasi kerja karyawan.

Tabel 4. 25 Perincian Tugas dan Keahlian

No	Jabatan	Prasyarat
1	Direktur Utama	Sarjana Ekonomi / Teknik / Hukum
2	Direktur Produksi	Sarjana Teknik Kimia
3	Direktur Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi / Akuntansi
4	Kepala Bagian Produksi	Sarjana Teknik Kimia/Mesin/Elektro
5	Kepala Bagian Pemasaran	Sarjana Teknik Kimia/Mesin/Elektro
6	Kepala Bagian Keuangan	Sarjana Ekonomi/Akuntansi
7	Kepala Bagian Umum	Sarjana Ekonomi/Akuntansi
8	Kepala Bagian Maintenance	Sarjana Teknik mesin
9	Kepala Bagian Utilitas	Sarjana Teknik Kimia
10	Kepala Bagian Quality Assurance	Sarjana Teknik Kimia
11	Kepala Seksi	Sarjana
12	Operator	Sarjana atau D3
13	Sekretaris	Sarjana atau Akademi Sekretaris
14	Dokter	Profesi Kedokteran
15	Perawat	Akademi Perawat
16	Lain-lain	SLTA / Sederajat

Jumlah karyawan harus ditentukan dengan tepat, sehingga semua pekerjaan dapat diselenggarakan dengan baik dan efisien.

Tabel 4. 26 Jumlah Karyawan Menurut Jabatan

No	Jabatan	Jumlah
1	Direktur Utama	1
2	Direktur Teknik dan Produksi	1
3	Direktur Keuangan dan Umum	1
4	Staff Ahli	1
5	Ka. Bag. Produksi	1
6	Ka. Bag. Teknik	1
7	Ka. Bag. Pemasaran dan Keuangan	1
8	Ka. Bag. Administrasi dan Umum	1
9	Ka. Bag. Litbang	1
10	Ka. Bag. Humas dan Keamanan	1
11	Ka. Bag. K3	1
12	Ka. Bag. Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi	1
13	Ka. Sek. UPL	1
14	Ka. Sek. Utilitas	1
14	Ka. Sek. Proses	1
15	Ka. Sek. Bahan Baku dan Produk	1
16	Ka. Sek. Pemeliharaan	1
17	Ka. Sek. Listrik dan Instrumentasi	1
18	Ka. Sek. Laboratorium	1
19	Ka. Sek. Keuangan	1
20	Ka. Sek. Pemasaran	1
21	Ka. Sek. Personalia	1
22	Ka. Sek. Humas	1
23	Ka. Sek. Keamanan	1
24	Ka. Sek. K3	1
25	Operator Proses	31
26	Operator Utilitas	16
27	Karyawan Personalia	5
28	Karyawan Humas	5
29	Karyawan Litbang	5
30	Karyawan Pembelian	5
31	Karyawan Pemasaran	5
32	Karyawan Administrasi	4

No	Jabatan	Jumlah
33	Karyawan Kas/Anggaran	4
34	Karyawan Proses	18
35	Karyawan Pengendalian	6
36	Karyawan Laboratorium	6
37	Karyawan Pemeliharaan	6
38	Karyawan Utilitas	12
39	Karyawan K3	6
40	Karyawan Keamanan	6
41	Sekretaris	4
42	Dokter	3
43	Perawat	5
44	Supir	11
45	Cleaning Service	10
	Total	198

Tabel 4. 27 Perincian Golongan dan Gaji Karyawan

Gol.	Jabatan	Gaji/bulan (Rp)	Kualifikasi
I.	Direktur Utama	Rp. 50.000.000	S1 Pengalaman 10 Tahun
II.	Direktur	Rp. 40.000.000	S1 Pengalaman 10 Tahun
III.	Staff Ahli	Rp. 30.000.000	S1 Pengalaman 5 Tahun
IV.	Kepala Bagian	Rp. 25.000.000	S1 Pengalaman
V.	Kepala Seksi	Rp.17.000.000	S1 / D3 Pengalaman
VI.	Dokter	Rp.12.000.000	Profesi Kedokteran
VII.	Sekretaris	Rp. 8.000.000	S1 / D3 Pengalaman
VIII.	Karyawan	Rp.10.000.000	S1 / D3 Pengalaman
IX.	Karyawan biasa	Rp. 5.000.000	SLTA/ D1/D3

4.6.6. Fasilitas Karyawan

Tersedianya fasilitas yang memadai dapat meningkatkan produktivitas karyawan dalam suatu perusahaan. Adanya fasilitas dalam perusahaan bertujuan agar kondisi jasmani dan rohani para karyawan tetap terjaga dengan baik. Sehingga karyawan tidak merasa jenuh dalam menjalankan tugas sehari-harinya dan kegiatan yang ada dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Sehubungan dengan hal tersebut, maka perusahaan menyediakan

fasilitas yang bermanfaat dalam lingkungan perusahaan yang berhubungan dengan kepentingan para karyawan. Adapun fasilitas yang diberikan perusahaan adalah:

a. Poliklinik

   Untuk meningkatkan efisiensi produksi, faktor kesehatan karyawan merupakan hal yang sangat berpengaruh. Oleh karena itu perusahaan menyediakan fasilitas poliklinik yang ditangani oleh dokter dan perawat.

b. Pakaian kerja

   Untuk menghindari kesenjangan antar karyawan, perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahun, selain itu juga disediakan masker sebagai alat pengaman dalam bekerja.

c. Makan dan minum

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

d. Koperasi

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

e. Tunjangan Hari Raya (THR)

   Tunjangan ini diberikan setiap tahun yaitu menjelang hari raya Idul Fitri dan besarnya tunjangan tersebut sebesar satu bulan gaji.

f. Jamsostek

Jamsostek merupakan asuransi pertanggungan jiwa dan asuransi kecelakaan. Bertujuan untuk memberikan rasa aman kepada para karyawan ketika sedang menjalankan tugasnya.

g. Tempat ibadah

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

h. Transportasi

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

i. Hak cuti

a) Cuti tahunan

Diberikan pada karyawan selama 12 hari kerja dalam setahun.

b) Cuti massal

Setiap tahun diberikan cuti massal untuk karyawan bertepatan dengan hari raya Idul Fitri selama 4 hari kerja.

c) Cuti hamil

Wanita yang akan melahirkan berhak cuti selama 3 bulan dan selama cuti tersebut gaji tetap dibayar dengan ketentuan

jarak kelahiran anak pertama dan anak kedua minimal 2 tahun.

4.6.7. Manajemen Produksi

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

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

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

4.6.8. Perencanaan Produksi

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

a. Kemampuan pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan:

1. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
2. Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Ada tiga alternatif yang dapat diambil yaitu:
   1. Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
   2. Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan pada tahun berikutnya.
   3. Mencari daerah pemasaran lain.

b. Kemampuan pabrik

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

1. Material (bahan baku)

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

2. Manusia (tenaga kerja)

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

3. Mesin (peralatan)

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

4.6.9. Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar, dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana, serta waktu yang tepat sesuai dengan

jadwal. Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut:

a. Pengendalian kualitas

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

b. Pengendalian kuantitas

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

c. Pengendalian waktu

   Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

d. Pengendalian bahan proses

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

4.7. Evaluasi Ekonomi

Pada prarancangan pabrik Gliserol ini dilakukan evaluasi atau penilaian investasi dengan maksud untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang ini menguntungkan dari segi ekonomi atau tidak. Bagian terpenting dari prarancangan ini adalah estimasi harga dari alat-alat, karena harga digunakan sebagai dasar untuk estimasi analisis ekonomi, dimana analisis ekonomi dipakai untuk mendapatkan perkiraan atau estimasi tentang kelayakan investasi modal dalam kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang akan diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dalam titik impas. Selain itu analisis ekonomi juga dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak jadi didirikan.

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

a. *Profitability*
b. *% Profit on Sales* (POS)
c. *% Return on Investment* (ROI)
d. *Pay Out Time* (POT)
e. *Break Event Point* (BEP)
f. *Shut Down Point* (SDP)
g. *Discounted Cash Flow* (DCF)

Untuk meninjau faktor-faktor tersebut perlu diadakan penaksiran terhadap beberapa faktor, yaitu:

1. Penaksiran modal industri (*Total Capital Investment*)

   Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas produktif dan untuk menjalankannya. *Capital Investment* meliputi:

   a) Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)

   b) Modal kerja (*Working Capital*)

2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Costs*) terdiri dari:

   a) Biaya pengeluaran (*Manufacturing Costs*)

   b) Biaya pengeluaran umum (*General Expense*)

3. Total pendapatan penjualan produk Gliserol

4.7.1. Penaksiran Harga Peralatan

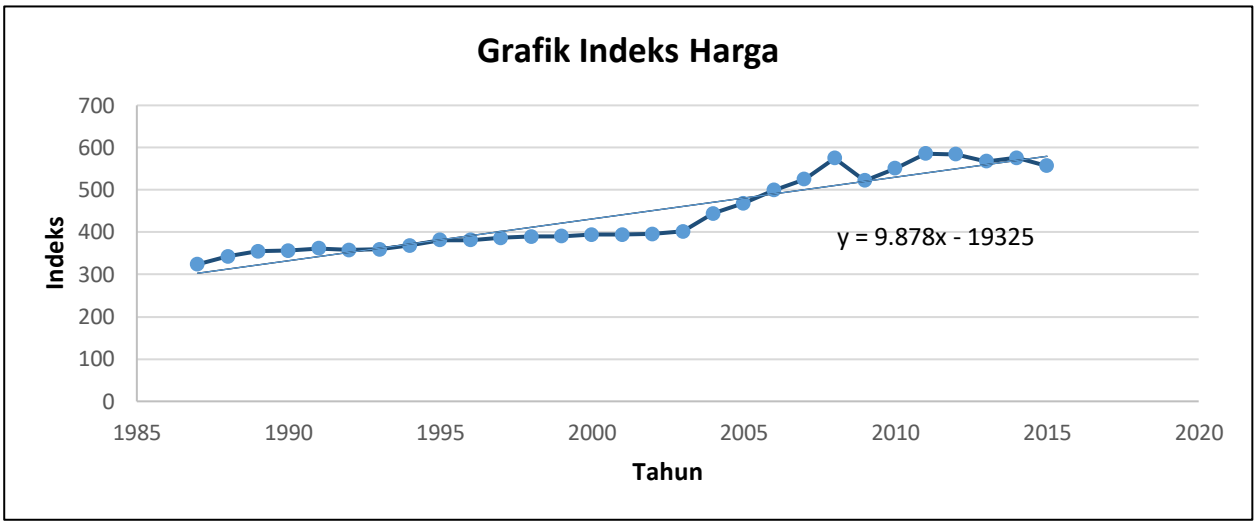
Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun sebelumnya dikalikan rasio indeks harga.

Diasumsikan kenaikan harga setiap tahun adalah linear, sehingga dapat ditentukan indeks nilai pada tahun tertentu.

Tabel 4. 28 Indeks Harga Alat

No	(Xi)	Indeks (Yi)
1	1987	324
2	1988	343
3	1989	355
4	1990	356
5	1991	361.3
6	1992	358.2
7	1993	359.2
8	1994	368.1
9	1995	381.1
10	1996	381.7
11	1997	386.5
12	1998	389.5
13	1999	390.6
14	2000	394.1
15	2001	394.3
16	2002	395.6
17	2003	402
18	2004	444.2
19	2005	468.2
20	2006	499.6
21	2007	525.4
22	2008	575.4
23	2009	521.9
24	2010	550.8
25	2011	585.7
26	2012	584.6
27	2013	567.3
28	2014	576.1
29	2015	556.8

www.chemengonline.com/pci



Gambar 4. 8 Grafik Indeks Harga Tiap Tahun

Dengan asumsi kenaikan indeks linear, maka dapat diturunkan persamaan *least square* sehingga didapatkan persamaan berikut:

$$y = 9{,}878x - 19325$$

Dengan:

y = indeks harga

x = tahun pembelian

dari persamaan tersebut diperoleh harga indeks ditahun 2025 adalah 677,95.

Harga alat dan lainnya diperkirakan pada tahun evaluasi (2025) dan dilihat dari grafik pada referensi. Untuk mengestimasi harga alat tersebut pada massa sekarang digunakan persamaan:

$$EX = \left(\frac{NX}{NY}\right) x\ EY$$

Dimana:

EX : harga alat pada tahun x

EY : harga alat pada tahun y

NX : harga indeks untuk tahun x

NY : harga indeks untuk tahun y

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

$$Eb = Ea\ x\ \left(\frac{Cb}{Ca}\right)^{0,6}$$

Dimana:

Ea : harga alat a

Eb : harga alat b

Ca : kapasitas alat a

Cb : kapasitas alat b

x : eksponen

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

Dasar perhitungan yang digunakan dalam analisis ekonomi adalah:

a) Kapasitas produksi : 20.000 ton/tahun

b) Satu tahun operasi : 330 hari

c) Pabrik didirikan tahun : 2025

d) Nilai kurs dollar 2020 : $ 1 = Rp 14.629

e) Umur alat : 10 tahun

4.7.2. Perhitungan Biaya

a. *Capital Investment*

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

a) *Fixed Capital Investment* (FCI)

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

b) *Working Capital Investment* (WCI)

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

b. *Manufacturing Cost*

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

a) *Direct Manufacturing Cost*

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

b) *Indirect Manufacturing Cost*

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

c) *Fixed Manufacturing Cost*

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

c. *General Expense*

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

4.7.3. Pendapatan Modal

Untuk mendapatkan titik impas maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

a. Biaya tetap (*Fixed Cost*)

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

b. Biaya variabel (*Variabel Cost*)

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

c. Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

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

4.7.4. Analisis Kelayakan

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

1. *Percent Return On Investment* (ROI)

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

$$\text{ROI} = \left(\frac{\text{Keuntungan sebelum pajak}}{\text{Fixed capital}}\right) x\ 100\%$$

$$\text{ROI} = \left(\frac{\text{Keuntungan sesudah pajak}}{\text{Fixed capital}}\right) x\ 100\%$$

   Nilai ROI minimum untuk pabrik beresiko rendah adalah 11% dan ROI minimum untuk pabrik beresiko tinggi adalah 40%. (Aries & Newton, 1955)

2. *Pay Out Time* (POT)

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

$$\text{POT} = \left(\frac{\text{Fixed capital}}{\text{Keuntungan + Depresiasi}}\right)$$

   Untuk pabrik beresiko rendah selama 5 tahun, sedangkan untuk pabrik beresiko tinggi selama 2 tahun. (Aries & Newton, 1955)

3. *Break Even Point* (BEP)

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

$$\text{BEP} = \left(\frac{\text{Fa - 0,3xRa}}{\text{Sa - Va - 0,7xRa}}\right) x\ 100\%$$

   Dimana:

   Fa : *Annual Fixed Expense*

   Ra : *Annual Regulated Expense*

   Va : *Annual Variabel Expense*

   Sa : *Annual Sales Value*

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

4. *Shut Down Point* (SDP)

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

$$\text{SDP} = \left(\frac{0{,}3 \text{ x Ra}}{Sa - Va - 0{,}7xRa}\right) x\ 100\%$$

5. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR)

   Discounted Cash Flow adalah perbandingan besarnya presentase keuntungan yang diperoleh terhadap *capital investment* dibandingkan dengan tingkat bunga yang berlaku di bank.

   Rate of Return dihitung dengan persamaan:

$$(FC + WC)\ (1+i)^n - (SV + WC) = C((1+i)^{n-1} + (1+i)^{n-2} + \ldots + (1+i) + 1)$$

   Dimana:

   FC : *Fixed Capital*

   WC : *Working Capital*

   SV : *Salvage Value* (nilai tanah)

   CF : *Annual Cash Flow (Profit after taxes + depresi + finance)*

   i : *Discounted Cash Flow*

   n : Umur pabrik (tahun)

4.7.5. Perhitungan Ekonomi

1) Penentuan Total *Capital Investment* (TCI)

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

a. Pengoperasian pabrik dimulai tahun 2026
b. Proses yang dijalankan adalah proses kontinyu
c. Kapasitas produksi adalah 20.000 ton/tahun
d. Jumlah hari kerja adalah 330 hari/tahun
e. *Shut down* pabrik dilaksanakan selama 35 hari dalam satu tahun untuk perbaikan alat-alat pabrik
f. Umur alat-alat pabrik diperkirakan 10 tahun
g. Nilai rongsokan (*Salvage Value*) adalah nol
h. Situasi pasar, biaya, dan lain-lain diperkirakan stabil selama pabrik beroperasi
i. Upah tenaga asing sebesar $ 20/jam
j. Upah tenaga Indonesia sebesar Rp. 15.000/jam
k. Harga bahan baku NaOH 98% $ 200/metric ton (Rp 2.925.880)
l. Harga bahan baku epichlorohydrin $ 500/ ton (Rp. 7.314.700)
m. Harga produk Gliserol $ 2000/ ton (Rp.29.258.800)
n. Harga produk NaCl $ 500/metric ton (Rp.7.314.700)
o. Kurs rupiah yang dipakai sebesar $ 1 sama dengan Rp.14.629

2) Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)

Tabel 4. 29 Harga Alat Proses

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga
Silo NaOH 98%	S-01	1	$ 50.164
Tangki ECH	T-01	1	$ 185.681
Tangki Gliserol	T-02	1	$ 301.839
SILO NaCl	S-02	1	$ 63.558
Mixer	M-01	1	$ 41.885
Mixer	M-02	1	$ 116.157
RATB 1	R-01	1	$ 42.737
RATB 2	R-02	1	$ 42.737
RATB 3	R-03	1	$ 42.737
RATB 4	R-04	1	$ 42.737
Evaporator 1	EV-01	1	$ 190.917
Evaporator 2	EV-02	1	$ 132.473
Centrifuge	C-01	1	$ 92.293
Kristalizer	K-01	1	$ 56.618
Heater 1	HE-01	1	$ 2.435
Heater 2	HE-02	1	$ 1.339
Cooler 1	CL-01	1	$ 2.070
Cooler 2	CL-02	1	$ 2.070
Pompa 1	P-01	2	$ 12.176
Pompa 2	P-02	2	$ 12.176
Pompa 3	P-03	2	$ 9.010
Pompa 4	P-04	2	$ 7.062
Pompa 5	P-05	2	$ 16.559
Pompa 6	P-06	2	$ 16.559
Pompa 7	P-07	2	$ 16.559
Pompa 8	P-08	2	$ 16.559
Pompa 9	P-09	2	$ 10.715
Pompa 10	P-10	2	$ 7.062
Pompa 11	P-11	2	$ 5.114
Pompa 12	P-12	2	$ 10.715
Pompa 13	P-13	2	$ 8.767
Expansion Valve	EXP-01	1	$ 49
Screw Conveyor 1	SC-01	1	$ 3.896
Screw Conveyor 2	SC-02	1	$ 7.793
Screw Conveyor 3	SC-03	1	$ 4.749
Bucket Elevator	BE-01	1	$ 13.150
Total		45	$ 1.589.116

Tabel 4. 30 Harga Alat Utilitas

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga
Screening	FU-01	1	$ 22.282
Resevoir	BU-01	1	$ 15.829
Bak Koagulasi dan Flokulasi	BU-02	1	$ 17.290
Bak Pengendap I	BU-03	1	$ 3.653
Bak Pengendap II	BU-04	1	$ 3.653
Sand Filter	FU-02	1	$ 12.176
Bak Air Penampung Sementara	BU-05	1	$ 3.653
Bak Air Pendingin	BU-06	1	$ 13.393
Cooling Tower	CT-01	1	$ 155.120
Blower Cooling Tower	BL-01	1	$ 294.046
Deaerator	De-01	1	$ 3.044
Boiler	Bo-01	1	$ 646.658
Tangki Alum	TU-01	1	$ 2.557
Tangki Klorinasi	TU-02	1	$ 13.028
Tangki Kaporit	TU-03	1	$ 487
Tangki Air Bersih	TU-04	1	$ 95.702
Tangki Service Water	TU-05	1	$ 19.725
Tangki Air Bertekanan	TU-06	1	$ 19.725
Mixed Bed	TU-07	1	$ 3.044
Tangki NaCl	TU-08	1	$ 6.697
Tangki Air Demin	TU-09	1	$ 84.500
Tangki N2H4	TU-10	1	$ 13.880
Pompa 1	PU-01	2	$ 54.791
Pompa 2	PU-02	2	$ 54.791
Pompa 3	PU-03	2	$ 54.791
Pompa 4	PU-04	2	$ 5.357
Pompa 5	PU-05	2	$ 54.791
Pompa 6	PU-06	2	$ 54.791
Pompa 7	PU-07	2	$ 54.791
Pompa 8	PU-08	2	$ 54.791
Pompa 9	PU-09	2	$ 54.791
Pompa 10	PU-10	2	$ 4.627
Pompa 11	PU-11	2	$ 54.791
Pompa 12	PU-12	2	$ 54.791
Pompa 13	PU-13	2	$ 54.791
Pompa 14	PU-14	2	$ 54.791

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga
Pompa 15	PU-15	2	$ 54.791
Pompa 16	PU-16	2	$ 54.791
Pompa 17	PU-17	2	$ 8.036
Pompa 18	PU-18	2	$ 15.098
Pompa 19	PU-19	2	$ 15.098
Pompa 20	PU-20	2	$ 4.627
Pompa 21	PU-21	2	$ 15.098
Pompa 22	PU-22	2	$ 8.036
Tangki Bahan Bakar	TU-11	1	$ 20.821
Kompresor	COM	2	$ 13.150
Total		69	$ 2.327.166

1. *Purchased Equipment Cost* (PEC)

Harga pembelian alat proses dari tempat pembelian

a. Alat Proses	=	$	1.589.116
b. Alat Utilitas	=	$	2.327.166
Total PEC	=	$	3.916.281
	=	Rp	57.292.847.494

2. *Delivered Equipment Cost* (DEC)

Biaya pengangkutan (15% PEC)	=	$	587.442,21
Biaya adiministrasi & pajak (10% PEC)	=	$	391.628,14
Total DEC	=	$	979.070,36
	=	Rp	14.323.211.873

3. *Instalation Cost* (Biaya pemasangan)

Besarnya instalasi adalah 43 % dari purchased Equipment Cost (PEC)

Material	= 11 % x PEC	
	= $	430.790,96
	= Rp	6.302.213.224
Labor	= 32 % PEC	
	= $	1.253.210,06
Tenaga Asing	= $	62.660,50
Tenaga Indonesia	= Rp	1.785.824.330
	= $	122.070,92
Total Biaya Instalasi	= $	615.522,38
	= Rp	9.004.723.114

4. *Piping Cost* (biaya pemipaan)

Sistem	= Solid-Fluid	
Besarnya	= 36 % x PEC	
Material	= 21 % PEC	
	= $	822.419,10
Labor	= 15 % PEC	
	= $	979.070,36
Tenaga Asing	= $	48.953,52
Tenaga Indonesia	= Rp	1.395.175.258
	= $	95.367,91
Total Biaya Pemipaan	= $	966.740,52
	= Rp	14.142.833.825,34

5. *Instrumentation Cost* (Biaya Instrumentasi)

Instrumentasi (instrumentation, 30% PEC)

Material	= 24% x PEC	
	= $	939.907,54
Labor	= 6% PEC	
	= $	234.976,89
Tenaga Asing	= $	11.748,84
Tenaga Indonesia	= Rp	334.842.061,92
	= $	22.888,30
Total Biaya Instrumentasi	= $	974.544,68
	= Rp	14.257.004.003

6. *Insulation Cost* (Biaya Isolasi)

Insulasi (insulation, 8% PEC)

Material	=3% x PEC	
	= $	117.488,44
Labor	= 5 % x PEC	
	= $	195.814,07
Tenaga Asing	= $	9.790,70
Tenaga Indonesia	= Rp	279.035.051,60
	= $	19.073,58
Total Biaya Insulasi	= $	146.352,73
	= Rp	2.141.052.595

7. *Electrical Cost* (Biaya Listrik)

Listrik (10-15% PEC)

Total Biaya Electrical di ambil = 10 % PEC

= $ 391.628,14

Rp 5.729.284.749,36

8. *Building Cost* (Biaya Bangunan)

Luas bangunan = 14500 m^2

Harga bangunan = Rp 6.000.000 /m^2

Total biaya bangunan = Rp 87.000.000.000,00

= $ 5.946.928,79

9. *Land & Yard Improvement* (tanah dan perluasan lahan)

Luas tanah = 26141 m^2

Harga tanah = Rp 7.000.000 /m^2

Total harga tanah = Rp 182.987.000.000

= $ 12.508.168,48

Tabel 4. 31 Data Physical Plant Cost (PPC)

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya ($)
1	Purchased Equipment cost	Rp 57.292.847.494	$ 3.916.281
2	Delivered Equipment Cost	Rp 14.323.211.873	$ 979.070
3	Instalasi cost	Rp 9.004.723.114	$ 615.522
4	Pemipaan	Rp 14.142.833.825	$ 966.741
5	Instrumentasi	Rp 14.257.004.003	$ 974.545
6	Insulasi	Rp 2.141.052.595	$ 146.353
7	Listrik	Rp 5.729.284.749	$ 391.628

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya ($)
8	Bangunan	Rp 87.000.000.000	$ 5.946.929
9	Land & Yard Improvement	Rp 182.987.000.000	$ 12.508.168
	Total	Rp 386.877.957.654	$ 26.445.238

10. *Engineering and construction*

Untuk PPC More than US$ 5000000, Engineering and Construction 20 % PPC

= $ 5.289.047,50

= Rp 77.375.591.530,84

DPC (Direct Plant Cost) = PPC + Engineering and contruction

= $ 31.734.285.01

= Rp 464.253.549.185

11. *Contractor's fee* (4-10 % DPC)

Contractor's fee = $ 1.169.371,40

= Rp 18.570.141.967,40

12. *Contingency* (Low = 10 % DPC)

Contigency = $ 3.173.428,50

= Rp 46.425.354.918,50

Tabel 4. 32 Data Fixed Capital Investment (FCI)

No	Fixed Capital	Biaya (Rp)	Biaya, $
1	Direct Plant Cost	Rp 464.253.549.185	$ 31.734.285.01
2	Cotractor's fee	Rp 18.570.141.967	$ 1.269.371.40

No	Fixed Capital	Biaya (Rp)	Biaya, $
3	Contingency	Rp 46.425.354.919	$ 3.173.428.50
	Jumlah	Rp 529.249.046.071	$ 36.177.084.92

Total Fixed Capital Invesment (FCI) = $ 36.177.084.92

= Rp 529.249.046.071

B. MANUFACTURING COST

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

1. Direct Manufacturing Cost (DMC)

Merupakan pengeluaran langsung dalam pembuatan suatu produk.

a. Raw Material

Bahan Baku

- NaOH 98%

Kebutuhan	=		977,0251	Kg/jam
	=		7.738.038,40	Kg/tahun
Densitas	=		1.909,3	Kg/m3
Kebutuhan liter/tahun	=		4.052.821,6	Liter/tahun
Harga	=	$	200,00	/Metric Ton
	=	$	0,20	/Kg
	=	$	1.547.607,68	
	=	Rp	22.640.571.818	

- Epichlorohidrin

Kebutuhan	=		2.257,2493	Kg/jam
	=		17.877.414,1559	Kg/tahun
Densitas	=		1.168,5	Kg/m3
Kebutuhan liter/tahun	=		15.299.859,1	Liter/tahun
Harga	=	$	500,00	/Metric Ton
	=	$	0,50	/Kg
	=	$	8.938.707,08	
	=	Rp	130.767.921.326	/tahun
Total Raw Material	=	Rp	153.408.493.145	/tahun
	=	$	10.486.314,76	/tahun
	=	Rp	426.134.703	/hari

b. Tenaga Kerja

Total biaya tenaga kerja	=	Rp	33.720.000.000
	=	$	2.304.947,57

c. Supervisor (10 - 25 % *labor cost*)

Biaya Supervisor	=	10% x labor	
	=	Rp	3,372,000,000
	=	$	230,494.76

d. *Maintenance* {simple, light use=2-4% FCI (fixed capital investment)}

Maintenance	=	2% x Fixed Capital	
	=	Rp	10.584.980.921
	=	$	723.541,70

e. *Plant Supplies* (15% *Maintenance*)

Plant Supplies	=	15% x Maintenance cost	
Plant Supplies	=	Rp	1.587.747.138,21
	=	$	109,531.25

f. *Royalties and Patents (1 - 5 % sales price)*

- Gliserol

Kapasitas	=		20000	Ton/tahun
Produksi	=		20000000	kg/tahun
Harga	=	$	2.000.00	/ton
	=	$	2.000	/Kg
	=	$	40.000.000,00	/tahun
	=	Rp	585.176.000.000,00	/tahun

- Natrium Klorida

Kapasitas	=		1483.57	
Produksi	=		1483568	kg/tahun
Harga	=	$	500.00	/Ton
	=	$	0.50	/Kg
	=	Rp	741.784,17	/thn
	=	Rp	10.851.857.345,90	/thn
Penjualan Produk	=	Rp	596.027.857.345,901	/thn
	=	$	40.741.784,17	/thn
Royalties and Patents	=	Rp	5.960.278.573,46	(diambil 1%)
	=	$	186.258.705,42	

g. Utilitas

Biaya Kebutuhan Utilitas	=	Rp	57.941.094.176,48	
	=	$	3.960.592,65	
Total Direct Manufacturing Cost (DMC)	=	Rp	266.574.593.954,08	
	=	$	18.221.840,54	
	=	$	55.217,69	/hari

Tabel 4. 33 Data Fixed Capital Investment (FCI)

No	Tipe of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya ($)
1	Raw Material	Rp 153.408.493.145	$ 10.486.315
2	Labor	Rp 33.720.000.000	$ 2.304.948
3	Supervision	Rp 3.372.000.000	$ 230.495
4	Maintenance	Rp 10.584.980.921	$ 723.542
5	Plant Supplies	Rp 1.587.747.138	$ 108.531
6	Royalty and Patents	Rp 5.960.278.573	$ 407.418
7	Utilities	Rp 57.941.094.176	$ 3.960.593
	Direct Manufacturing Cost (DMC)	Rp 266.574.593.954	$ 18.221.841

2. *Indirect Manufacturing* Cost (IMC)

Merupakan pengeluaran tidak langsung akibat dari pembuatan suatu produk

a. *Payroll Overhead* (15 - 20% labor cost)

Pengeluaran perusahaan untuk: pensiun, liburan yang dibayar perusahaan,

asuransi, cacat jasmani, akibat kerja, keamanan dan sebagainya.

Payroll Overhead (diambil 15%)	=	Rp	5.058.000.000
	=	$	345.742,14

b. *Laboratory* (10 - 20% labor cost)

Laboratory dibutuhkan untuk menjamin quality control, karenannya biaya tergantung dari produk yang dihasilkan.

Laboratory (diambil 10%) = Rp 3.372.000.000

= $ 230.494,76

c. *Plant Overhead* (50 - 100% labor cost)

Biaya untuk servis yang tidak langsung berhubungan dengan unit produksi. Termasuk didalamnya adalah: biaya kesehatan, fasilitas rekreasi, pembelian (*purchasing*), pergudangan, dan *engineering*.

Plant Overhead (diambil 50%) = Rp 16.860.000.000

= $ 1.152.473,79

d. *Packaging and Shipping* (5% sales price)

Biaya container untuk packaging tergantung dari sifat-sifat fisis dan chemis produk juga nilainya.

Packaging and Shipping = Rp 29.801.392.867

= $ 2.037.089,21

Total Indirect Manufactoring Cost (IMC) = Rp 55.091.392.867

= $ 3.765.799,89

Tabel 4. 34 Indirect Manufacturing Cost (IMC)

No	Tipe of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya ($)
1	*Payroll Overhead*	Rp 5.058.000.000	$ 345.742
2	*Laboratory*	Rp 3.372.000.000	$ 230.495
3	*Plant Overhead*	Rp 16.860.000.000	$ 1.152.474

No	Tipe of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya ($)
4	*Packaging and Shipping*	Rp 29.801.392.867	$ 2.037.089
	Indirect Manufacturing Cost (IMC)	Rp 55.091.392.867	$ 3.765.800

3. Fixed Manufacturing Cost (FMC)

Merupakan pengeluaran yang berkaitan dengan inisial fixed capital investmen dan harganya tetap tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi.

a. *Depreciation (*8 -10 % FCI)

Depreciation (diambil 8%) = Rp 42.339.923.685,67

= $ 2.894.166,79

b. *Property Taxes* (1 - 2 % FCI)

Property Taxes (diambil 2%) = Rp 10.584.980.921

= $ 723.541,70

c. *Insurance* (1 % FCI)

Insurance = Rp 5.292.490.461

= $ 361.770,70

Total Fixed Manufactoring Cost (FMC) = Rp 54.676.501.910

= $ 3.737.439,81

Tabel 4. 35 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

No	Tipe of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya ($)
1	*Depreciation*	Rp 42.339.923.686	$ 2.894.167
2	*Propertu taxes*	Rp 10.584.980.921	$ 723.542
3	*Insurance*	Rp 5.292.490.461	$ 361.771
	Fixed Manufacturing Cost (FMC)	Rp 58.217.395.068	$ 3.979.479

Total Manufacturing Cost (MC) = Rp 379.883.381.889

= $ 25.967.119,76

Tabel 4. 36 Manufacturing Cost (MC)

No	Tipe of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya ($)
1	*Direct Manufacturing Cost* (DMC)	Rp 266.574.593.954	$ 18.221.841
2	*Indirect Manufacturing Cost (*IMC)	Rp 55.091.392.867	$ 3.765.800
3	*Fixed Manufacturing Cost* (FMC)	Rp 58.217.395.068	$ 3.979.479
	Manufacturing Cost (MC)	Rp 379.883.381.889	$ 25.967.120

C. WORKING CAPITAL

Modal yang dibutuhkan untuk menjalankan pabrik secara normal

1. *Raw Material Inventory*

Persediaan bahan baku untuk untuk kebutuhan produksi (7 hari)

Raw Material Inventory = (7/330) x Total Raw Material

= Rp 41.838.679.948,50

= $ 2.859.904,03

2. *Inproses Inventory*

Persediaan bahan baku dalam proses untuk satu hari proses dengan harga 50 % manufacturing cost.

Inproses Inventory = (1/330) x (50% x Total Manufacturing Cost)

= Rp 575.580.882

= $ 39.344,12

3. *Product Inventory*

Biaya penyimpanan produk sebelum dikirim ke konsumen (7 hari).

Produk Inventory = (7/330) x Total Manufacturing Cost

= Rp 103.604.558.697,05

= $ 7.081.941,75

4. *Extended Credit*

Modal untuk biaya pengiriman produk sampai ke konsumen (7 hari).

Extended Credit = (7/330) x Penjualan Produk

= Rp 12.643.015.155,82

= $ 864.219,66

5. *Available Cash*

Dana untuk pembayaran gaji, jasa dan material (1 bulan).

Available Cash = (30/330) x Total Manufacturing Cost

= Rp 34.534.852.899,02

= $ 2.360.647,25

Total Working Capital (WC) = Rp 193.196.687.582

= $ 12.206.056,82

Tabel 4. 37 Working Capital (WC)

No	Tipe of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya ($)
1	*Raw Material Inventory*	Rp 41.838.679.949	$ 2.859.904
2	*Inproses Onventory*	Rp 575.580.882	$ 39.344
3	*Product Inventory*	Rp 103.604.558.697	$ 7.081.942
4	*Extended Credit*	Rp 12.643.015.156	$ 864.220
5	*Available Cash*	Rp 34.534.852.899	$ 2.360.647
	Working Capital (WC)	Rp 193.196.687.582	$ 13.206.057

D. *GENERAL EXPENSE*

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

a. Administration

Biaya admiistrasi penggajian, audit (3-6% MC)

= Rp 11.396.501.456,68

= $ 779.013,59

b. Sales Expense

Penjualan, distribusi, advertising (5 - 22% MC)

= Rp 18.994.169.094,46

= $ 1.298.355,99

c. Research

Riset atau litbang (3,5-8%) MC karena *Industrial Chemical*

= Rp 13.295.918.366,12

= $ 908.849,19

d. *Finance*

Biaya untuk membayar bunga pinjaman bank atau deviden para pemegang saham (2-4% FCI+WCI)

Finance = 2% x Capital Investment

= Rp 28.897.829.346,12

= $ 1.975.325,67

Total General Expanse = Rp 72.584.418.263

= $ 4.961.544,44

Tabel 4. 38 General Expense (GE)

No	Tipe of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya ($)
1	*Administration*	Rp 11.396.501.457	$ 779.013,59
2	*Sales Expense*	Rp 18.994.169.094	$ 1.298.355,99
3	*Research*	Rp 13.295.918.366	$ 908.849,19
4	*Finance*	Rp 28.897.829.346	$ 1.975.325,67
	General Expenses(GE)	Rp 72.584.418.263	$ 4.961.544,44

Total Production Cost = Manufacturing Cost + General Expense

= Rp 452.467.800.153

= $ 30.928.664,21

Tabel 4. 39 Total Production Cost

Tipe of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya ($)
Manufacturing Cost (MC)	Rp 379.883.381.889,18	$ 25.967.119,76
General Expenses(GE)	Rp 72.584.418.263,37	$ 4.961.544,44
Total Production Cost (TPC)	Rp 452.467.800.152,55	$ 30.928.664,21

1) Analisa keuntungan

Pabrik gliserol yang didirikan ini merupakan pabrik beresiko rendah. Karena dilihat dari kondis operasi, sifat-sifat bahan yang digunakan, serta produk samping yang dihasilkan, pabrik gliserol ini masuk dalam kategori pabrik beresiko rendah.

Total penjualan = Rp 596.027.857.346

Total Production cost = Rp 452.467.800.153

Keuntungan sebelum pajak = Rp 143.560.057.193

Pajak (30% dari keuntungan) = Rp 43.068.017.158

Keuntungan setelah pajak = Rp 100.492.040.035

1. Return on Investment (ROI)

   a. ROI Sebelum Pajak (Industrial Chemical 11 - 44 %)

$$\text{ROI b} = \frac{\text{Keuntungan sebelum pajak}}{\text{Fixed Capital}} \text{ x } 100\%$$

ROI b = 27,13 %

   b. ROI Sesudah Pajak

$$\text{ROI a} = \frac{\text{Keuntungan sesudah pajak}}{\text{Fixed Capital}} \text{ x } 100\%$$

ROI a = 18,09 %

2. Pay Out Time (POT)

   a. POT Sebelum Pajak (Industrial Chemical min 2 th / High Risk- 5 th/low Risk)

$$\text{POT b} = \frac{\text{Fixed Capital}}{\text{Keuntungan sebelum pajak+Depresiasi}}$$

POT b = 2,8 tahun

   b. POT Sesudah Pajak

$$\text{POT a} = \frac{\text{Fixed Capital}}{\text{Keuntungan sesudah pajak+Depresiasi}}$$

POT a = 3,7 tahun

3. Break Even Point (BEP)

$$\text{BEP} = \left(\frac{\text{Fa - 0,3xRa}}{\text{Sa - Va - 0,7xRa}}\right) x\ 100\%$$

Fa : Fixed Capital pada produksi maksimum per tahun

Ra : Regulated Expense pada produksi maksimum

Sa : Penjualan maksimum pertahun

Va : Variabel Expense pada produksi maksimum pertahun

a. Fa (*Fixed Cost*)

Depresiasi	=	Rp	42.339.923.686	$	2.894.167
Proerty Taxes	=	Rp	10.584.980.921	$	723.542
Asuransi	=	Rp	5.292.490.461	$	361.771
TOTAL Nilai Fa	=	Rp	58.217.395.068	$	3.979.479

b. Ra (*Regulated Cost*)

Gaji Karyawan	=	Rp	33.720.000.000	$	2.304.948
Payroll Overhead	=	Rp	5.058.000.000	$	345.742
Supervision	=	Rp	3.372.000.000	$	230.495
Plant Overhead	=	Rp	16.860.000.000	$	1.152.474
Laboratorium	=	Rp	3.372.000.000	$	230.495
General Expense	=	Rp	72.584.418.263	$	4.961.544
Maintenance	=	Rp	10.584.980.921	$	723.542
Plant Supplies	=	Rp	1.587.747.138	$	108.531
TOTAL Nilai Ra	=	Rp	147.139.146.323	$	10.057.770

c. Va (*Variable Cost)*

Raw Material	=	Rp	153.408.493.145	
Packaging and Shipping	=	Rp	29.801.392.867	
Utilities	=	Rp	57.941.094.176	
Royalty & Patent	=	Rp	5.960.278.573	
TOTAL Nilai Va	=	Rp	247.111.258.762	$ 16.891.414

d. Sa (*Sales)* = Rp 596.027.857.346 $ 40.741.784

maka, BEP = 41.62% Berkisar 40 - 60%

4. Shut Down Point (SDP)

$$SDP = \left(\frac{0{,}3 \text{ x } Ra}{Sa - Va - 0{,}7xRa}\right) x\ 100\%$$

$$= 17{,}95\ \%$$

5. Discounted Cash Flow Rate

Umur Pabrik (n) = 10 tahun

Salvage Value = Depresiasi

= Rp 42.339.923.686

Cash Flow = Annual profit + Depresiasi + Finance

= Rp 129.392.763.548

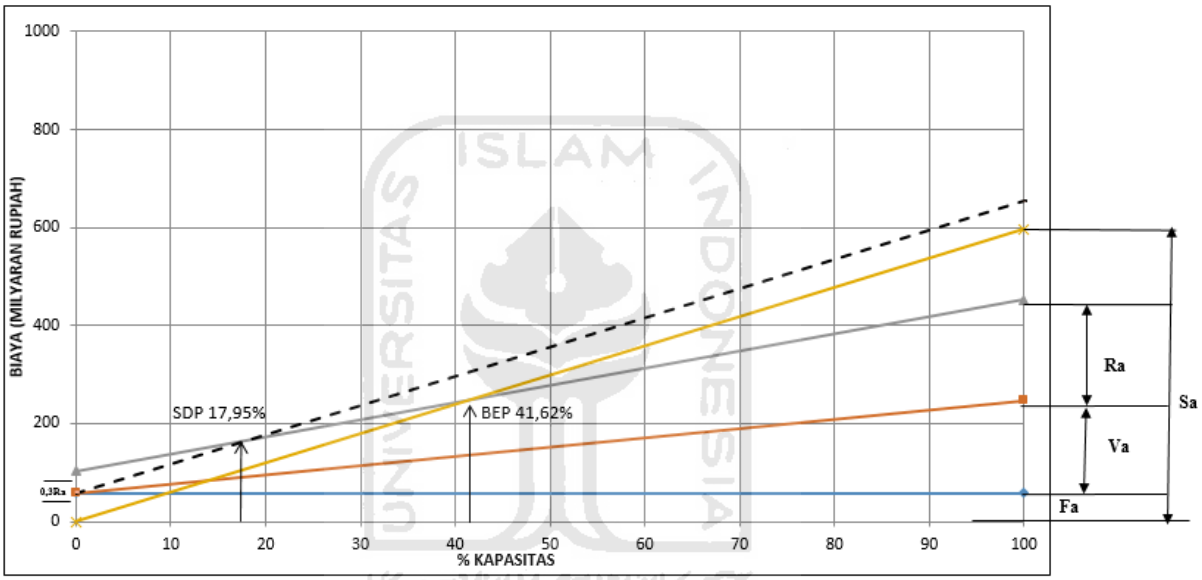
Working Capital = Rp 193.196.687.582

Fixed Capital Investment = Rp 529.249.046.071

Discounted Cash Flow adalah perbandingan besarnya presentase keuntungan yang diperoleh terhadap *capital investment* dibanding dengan tingkat bunga yang berlaku di bank. Nilai dari DCF harus lebih dari 1,5% bunga bank atau DCF bernilai minimum 9%. Pada perhitungan ini diperoleh nilai DCF sebesar 16,61 %.

Tabel 4. 40 Analisa Kelayakan

No	Kriteria	Terhitung	Syarat
1	*Return on Investment* - ROI sebelum pajak - ROI setelah pajak	 27,13% 18,99%	Minimal 11% untuk pabrik beresiko rendah
2	*Pay Out Time* - POT sebelum pajak - POT setelah pajak	 2,8 3,7	Maksimal 5 tahun untuk pabrik beresiko rendah
3	*Break Event Point*	41,62%	40 – 60%
4	*Shut Down Point*	17,95%	
5	*Discounted Cash Flow*	16,61%	Minimal 9%



Gambar 4. 9 Grafik BEP

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dalam prarancangan pabrik Gliserol melalui proses hidrolisis natrium hidroksida dan *epichlorohydrin* dengan kapasitas 20.000 ton/tahun dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Pendirian pabrik Gliserol diharapkan dapat memenuhi kebutuhan Gliserol dalam negeri sehingga dapat mengurangi jumlah impor dan menambah devisa negara dengan mengekpor keluar negeri serta dapat mengurangi tingkat pengangguran di Indonesia.
2. Pabrik Gliserol berbentuk Perseroan Terbatas (PT) didirikan di kawasan industri Tanggerang, Provinsi Banten di atas tanah seluas 26.141 m^2 dengan jumlah karyawan 198 orang dan beroperasi 330 hari/tahun.
3. Berdasarkan proses, kondisi operasi, dan sifat-sifat bahan baku pembuatan gliserol maka pabrik ini tergolong pabrik beresiko rendah.
4. Berdasarkan perhitungan evaluasi ekonomi, maka diperoleh hasil sebagai berikut:

Keuntungan pabrik sebelum pajak diperoleh sebesar Rp. 143.560.057.193. Sedangkan keuntungan pabrik setelah pajak diperoleh sebesar Rp. 100.492.040.035.

Nilai ROI sebelum pajak sebesar 27,13% dan nilai ROI sesudah pajak sebesar 18,99%. Menurut Aris Newton (1955), untuk pabrik kimia beresiko rendah harga ROI sebelum pajak minimum sebesar 11%, sehingga memenuhi syarat.

Pay Out Time sebelum pajak adalah 2,8 tahun dan sesudah pajak adalah 3,7 tahun. Nilai ini berada dibawah POT maksimum yang besarnya 5 tahun untuk pabrik beresiko rendah.

Diperoleh nilai *Break Even Point* (BEP) sebesar 41,62%. Untuk pabrik di Indonesia nilai BEP sekitar 40% sampai 60%.

Diperoleh nilai *shut down point* (SDP) sebesar 17,95%

Nilai *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFRR) diperoleh sebesar 16,61%.

5. Dengan mempertimbangkan hasil perhitungan evaluasi ekonomi diatas maka pabrik Gliserol melalui proses hidrolisis *epichlorohydrin* dan natrium hidroksida dengan kapasitas 20.000 ton/tahun layak untuk dikaji lebih lanjut.

5.2. Saran

Dalam prarancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman tentang konsep-konsep dasar yang dapat memudahkan dalam hal perancangannya. Misalnya, pemilihan alat proses, atau alat penunjang, bahan baku, kondisi operasi, dan lain-lain. Selain itu juga harus melakukan pencarian data-data yang diperlukan sebelum membangun suatu pabrik kimia sehingga dengan informasi dan data-data yang lengkap dapat mempermudah suatu prarancangan pabrik kimia.

DAFTAR PUSTAKA

Aries, R.S., and Newton, R. D., 1955, "*Chemical Engineering Cost Estimation*", Mc. Graw Hill Book Co., New York.

Biro Pusat Statistik, Indonesia foreign, Trade Statistic Rubber, Yogyakarta, 2000- 2017. (www.bps.go.id)

Brown, G.G., "*Unit Operation*", Modern Asia Edition, John Willey and Sons. Inc., New York, 1978.

Brownell, L. E., and Young, E. H., 1959, "*Process Equipment Design*", Wiley Eastern Ltd.,New Delhi.

Coulson, J. M., and Richardson, J. F., 1983, "*Chemical Engineering*", vol.6.,1st ed.,Pergamon Press.,Oxford.

Faith, W. L., D. B. Keyes, and R. L. Clark. 1975. *Industrial Chemical,* 4th ed. New York: John Willey and Sons Inc.

Harga Alat, www.matche.com, diakses pada tanggal 10 Agustus 2020

Harga Bahan, www.indonesian.alibaban.com, diakses pada tanggal 8 Agustus 2018

Kern, D. Q., 1950, "*Process Heat Transfer*", Mc. Graw Hill International Book Co., Tokyo.

Kirk, R. E., and D.F. Othmer. 1979. *Encyclopedia of Chemical Engineering Technology.* Vol III, XV. Vol. 3. New York: John Willey and Sons Inc.

Patent, *United States Patent 383574*

Perry, R. H., and Chilton, C. H, "*Perry's Chemical Engineers' Handbook*", 7th ed., Mc. Graw Hill Book Co., Inc., New York, 1999.

Peters, M. S., and Timmerhouse, K. D., "*Plant Design and Economics Chemical Engineers*", 3rd ed., Mc. Graw Hill Book Co., New York, 1968.

SMITH, J.M., H.C. VANNESS, and M.M. ABBOTT, *"Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics"*, 7th ed., McGraw-Hill, New York, 2004.

Treyball, R. E., 1980, "*Mass Transfer Operations",* 3rd ed., Mc. Graw Hill Book Company Inc., New York.

VANNESS, H.C., *"Understanding Thermodynamics"*, Dover Publications, Boston, 1983.

WALAS, S.M., *"Chemical Equipment Process"*, Butterworth-Heinemann, Woburn, 1990.

W. L. Faith., and Donald B. Keyes, "*Industrial Chemicals*", vol 4, 1955.

Yaws, "*Chemical Properties Handbook: Physical, Thermodynamic, Enviromental, Transport Safety, and Health Related Properties For Organic and Inorganic Chemcials",* The McGraw Hill Companies Inc. New York, 1999.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A

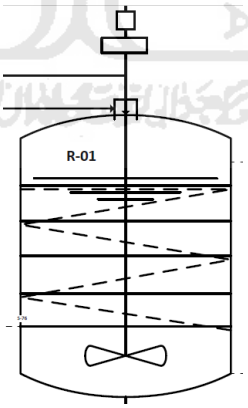
PERANCANGAN REAKTOR (R-01)

Jenis : *Continuous Stirred Tank Reactor*

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi antara epichlorohidrin, *natirum hidroxyde*, dan air.

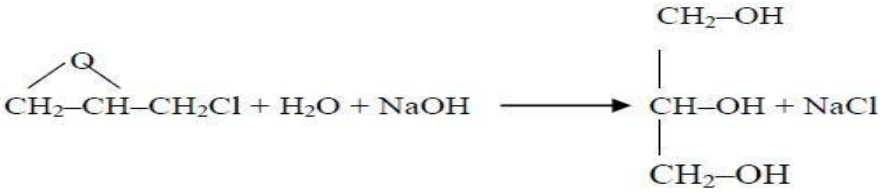
Kondisi Operasi :

- Suhu : 150 ºC (diperoleh dari Faith Keyest)
- Tekanan : 1,3 atm
- Konversi : 98%
- Waktu tinggal : 10 menit
- Konstanta kecepatan reaksi : 50,294 m^3/kmol.jam
- Sifat reaksi : Eksotermis



Gambar A.1. Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Reaksi yang terjadi di dalam reaktor :



Gliserol dari Reaksi Hidrolisis Epichlorohydrin dan Natrium Hidroksida

1. Mekanisme Reaksi

Proses pembuatan gliserol dengan proses hidrolisis *epichlorohydrin* dilakukan dalam reaktor alir tangki berpengaduk. Di dalam reaktor *epichlorohydrin* 99,9% di hidrolisis dengan *caustic soda* 10% dan H_2O kemudian terbentuk gliserol.

2. Tinjauan Kinetika

Reaksi antara *epichlorohydrin* dengan *sodium hydroxyde* termasuk reaksi orde dua.

Reaksi :

Epichlorohidrin + Air + Natrium Hidroksida ⟶ Gliserol + NaCl

Persamaan kecepatan reaksi:

$$-r_A = k.C_A.C_B$$

$$-r_A = C_{Ao}\frac{dx_A}{dt} = rC_{Ao}{}^2(1-x_A).(M-x_A)$$

Jika:

$$M = \frac{C_{Bo}}{C_{Ao}}$$

$$-r_A = k.C_{Ao}{}^2.[1-x_A][M-x_A]$$

Dengan:

C_{Ao} : Konsentrasi *Epichlorohydrin* mula-mula. Kmol/L

C_{Bo} : Konsentrasi *Sodium Hydroxyde* mula-mula. Kmol/L

x_A : Konversi reaksi

3. Tinjauan Termodinamika

Reaksi : $C_3H_5OCl + NaOH + H_2O \rightleftharpoons C_3H_5O_3 + NaCl$

jika ditinjau dari segi termodinamika, harga ΔG^0f masing-masing komponen pada suhu 298 K dapat dilihat pada Tabel 3.1. sebagai berikut:

Tabel A.1 Harga ΔG^0f Masing-masing Komponen

Komponen	**Harga ΔG^0f (Kj/kmol)**
Epichlorohydrin	-36,74
NaOH	-379,50
Gliserol	-448,49
NaCl	-384,50
Air	-228,6

(Yaws,1999)

Total $\Delta G^0\ r_{298K} = \Delta G^0f$ produk - ΔG^0f reaktan

= (ΔG^0f gliserol + ΔG^0f NaCl) - (ΔG^0f ECH+ ΔG^0f Air + ΔG^0f NaOH)

= (-448,49+(-384,50)) – (-36,74 + (-379,50)+(-228,6))

= -188,15 kJ/mol

$$\ln\frac{K}{Ko} = \frac{-\Delta H298}{R}\ x\ \left[\frac{1}{T} - \frac{1}{To}\right]$$

(Smith VanNess, 1987)

Dengan : Ko = konstanta kesetimbangan pada suhu 298 K

K = konstanta kesetimbangan pada suhu tertentu

T = temperatur tertentu

ΔH_{298} = panas reaksi standar pada 298 K

Sedangkan harga ΔH^0f masing – masing komponen pada suhu 298 K dapat dilihat pada Tabel A.2.

Tabel A.2 Harga ΔH^of Masing-masing Komponen

Komponen	**Harga ΔH^0f (Kj/kmol)**
Epichlorohydrin	-148,40
NaOH	-425,6
Gliserol	-669,6
NaCl	-411,2
Air	-241,8

(*Yaws,1999)*

Total ΔH^0 r_{298K} = ΔH^0f produk - ΔH^0f reaktan

= (ΔH^0f gliserol + ΔH^0f NaCl) - (ΔH^0f ECH+ ΔH^0f Air + ΔH^0f NaOH)

= (-669,6+(-411,2)) – (-148,4 + (-241,8)+(-425,6))

= -265 kJ/mol

Pada suhu 55^0C (328 K) besarnya konstanta keseimbangan dapat dihitung sebagai berikut :

$$\ln \frac{K}{3{,}52x10^6} = \frac{50{,}374}{8{,}314}\ x\ \left[\frac{1}{323} - \frac{1}{298}\right]$$

K : 1,139 x 10^6

Karena harga K= k_1/k_2 besar, berarti harga k jauh lebih kecil bila dibandingkan dengan harga k_1 sehingga k_2 diabaikan terhadap k_1 dan reaksi dianggap berjalan satu arah (*Irreversible)*.

4. Dasar Pemilihan Jenis Reaktor

Dipilih CSTR dengan pertimbangan sebagai berikut:

a. Fase reaksi cair-cair dan prosesnya kontinyu

b. Pada reaktor alir tangki berpengaduk suhu dan komposisi campuran dalam reaktor selalu seragam. Hal ini memungkinkan melakukan suatu proses isotermal dalam reaktor CSTR.

5. Dasar Pemilihan Koil Pendingin

Luas area transfer panas reaktor lebih besar dibandingkan dengan luas selimut reaktor.

6. Dasar Pemilihan Pengaduk

Menentukan jenis pengaduk dilihat berdasarkan nilai viskositas cairan yang diaduk dan volume cairan yang diaduk. Sehingga dipilih pengaduk tipe Flat Blade Turbines Impellers dengan pertimbangan sebagai berikut:

a. Cocok untuk cairan dengan viskositas mencapai 40000 cP

b. Cocok untuk volume fluida sampai dengan 100 m^3

7. Neraca Massa di sekitar Reaktor (R-01)

Reaksi di dalam reaktor:

$C_3H_5OCl + NaOH + H_2O \rightarrow C_3H_8O_3 + NaCl$

Tabel A.3. Komposisi dengan Perhitungan Kapasitas Reaktor

Umpan Masuk:

Komponen	BM	Kg/jam	Kmol/jam
C_3H_5OCl	92,5252	2257,2493	24,3960
NaOH	39,9970	977,0250	24,4274
H_2O	18,0151	774,5466	42,9942

Umpan *Recycle*:

Komponen	BM	Kg/jam	Kmol/jam
C_3H_5OCl	92,5252	2,9023	0,0313
H_2O	18,0151	8041,7249	446,387

Total umpan masuk dan *recycle* adalah 12053,4480 kg/jam

Umpan Keluar:

Komponen	BM	Kg/jam	Kmol/jam
C_3H_5OCl	92,5252	858,858	9,2824
NaOH	39,9970	371,270	9,2824
H_2O	18,0151	8543,432	474,236
$C_3H_8O_3$	92,09461	1394,773	15,145
NaCl	58,4428	885,116	15,145

Total umpan keluar adalah 12053,4480 kg/jam

8. Menghitung Densitas dan Kecepatan Laju Alir Volumetrik

Suhu = 150 ºC

= 423 K

Data denstitas *liquid* diperoleh dari Table 8-1 dan 8-2, Yaws.

$\rho = A \,.\, B^{-(1-T/Tc)^n}$

Tabel A.4. Perhitungan Densitas *Liquid*

Komponen	A	B	n	Tc	ρ , kg/m^3
C_3H_5OCl	0,3971	0,2648	0,3031	610,0000	1005,1442
NaOH	0,19975	0,09793	0,25382	2820	1856,9174
H_2O	0,3471	0,2740	0,2857	647,1300	903,1392
$C_3H_8O_3$	0,3495	0,2490	0,1541	723,0000	1176,6209
NaCl	0,2213	0,1059	0,3753	3400,0000	1873,1078

Komponen	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa (Xi)	ρ , kg/m^3	ρ camp (kg/m^3)
C_3H_5OCl	2260,15	0,1875	1005,1442	188,4754
NaOH	977,03	0,0811	1856,9174	150,5175
H_2O	8816,2714	0,7314	903,1392	660,5844
$C_3H_8O_3$		0	1176,6209	0,0000
NaCl		0	1873,1078	0,0000
TOTAL	12053,4479	1,000	6814,9295	999,5773

Densitas campuran = 999,5773 kg/m^3

Volume Cairan $= \frac{Fv.Cao.x}{k1.Ca.Cb}$

Volume Cairan $= \frac{12654{,}911\,\frac{liter}{jam}\,x\,0{,}0019\,\frac{kmol}{liter}\,x\,0{,}98}{0{,}0000764\,\frac{kmol}{liter}}$

Volume cairan = 316372,791 liter

Volume cairan = 316,372 m^3

9. Menghitung Dimensi Reaktor Sebelum Optimasi

Perancangan reaktor ini dengan memilih *over design* sebesar 20%, sehingga volume reaktor menjadi:

Volume alat = 1,2 (volume cairan)

Volume alat = 1,2 x 316,372 m^3

Volume alat = 379,647 m^3 = 13407,132 ft^3

Bentuk reaktor yang dipilih yaitu silinder tegak, maka:

D : H

2 : 1

Volume reaktor = Volume silinder + Volume tutup

Volume reaktor = Volume silinder + 2 x Volume head

Volume reaktor $= \frac{1}{4}\pi D^2 H + [2.(0{,}000049).(D^3)]$

$13407{,}132 = \frac{1}{4}\pi D^2 2D + [(0{,}000098)D^3]$

$13407{,}132 = D^3\left\{\frac{2}{4}x3{,}14 + 0{,}000098\right\}$

$13407{,}132 = D^3\ x\ 1{,}5701$

$D^3 = 8539{,}041$

D = 20,439 ft

= 245,273 in

= 6,23 m

H = 2D

= 40,878 ft

= 490,547 in

= 12,459 m

Karena tinggi reaktor melebihi 4,5 meter dan volume reaktor terlalu besar, maka reaktor harus dioptimasi untuk mendapatkan jumlah reaktor yang efektif.

10. Optimasi Reaktor

$$V = \frac{Fv\ .\ Xa}{k.\ C_{A0}.\ (1\text{-}Xa).\ (M\text{-}Xa)}$$

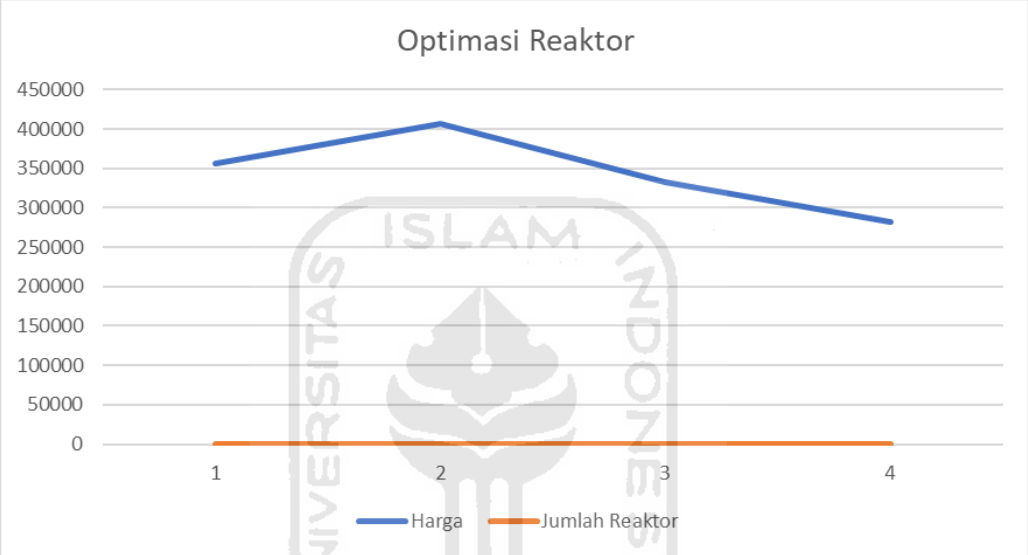
C_{A0} = 0,0019 kmol/L

k = 50294,234 l/kmol.jam

Fv = 12654,9116 l/jam

Tabel A.6 Harga Reaktor Hasil Optimasi

Jumlah Reaktor	Vshell (ft3)	Biaya (USD)
1	13407.1322	356.100
2	3209.4863	407.000
3	426.3740	332.700
4	94.6845	281.600



Gambar A.2 Grafik jumlah reaktor vs harga

Berdasarkan hasil optimasi, maka jumlah reaktor yang paling optimum untuk digunakan adalah 4 reaktor.

11. Menghitung Dimensi Reaktor Sesudah Optimasi

Perancangan reaktor ini dengan memilih *over design* sebesar 20%, sehingga volume reaktor menjadi:

Volume alat = 1,2 (volume cairan)

Volume alat = 1,2 x 2,681 m^3

Volume alat = 3,2174 m^3 = 113,621 ft^3

Bentuk reaktor yang dipilih yaitu silinder tegak, maka:

D : H

2 : 1

Volume reaktor = Volume silinder + Volume tutup

Volume reaktor = Volume silinder + 2 x Volume head

Volume reaktor $= \frac{1}{4}\pi D^2 H + [2.(0{,}000049).(D^3)]$

$113{,}621 \quad = \frac{1}{4}\pi D^2 2D + [(0{,}000098)D^3]$

$113{,}621 \quad = D^3\left\{\frac{2}{4}x3{,}14 + 0{,}000098\right\}$

$113{,}621 \quad = D^3\ x\ 1{,}5701$

$D^3 \quad = 72{,}0931$

D = 4,1620 ft

= 49,9435 in

= 1,2686 m

H = 2D

= 8,3239 ft

= 9,8870 in

= 2,5371 m

12. Menghitung Tebal Dinding Reaktor

Digunakan persamaan dari persamaan 13.1 (Brownell and Young, 1959)

$$t_s = \frac{P\ x\ r}{(f\ x\ E - 0{,}6P)} + C$$

Keterangan:

ts : tebal *shell*

P : tekanan

r : jari-jari

E : efisiensi pengelasan

C : faktor koreksi

f : tegangan yang diijinkan (tabel 13.2, Coulson 4ed)

Mencari Tekanan Hidrostatis

Tekanan sistem (P)

$P_{Tot} = P_{Hidrostatis} + P_{Operasi}$

P operasi = 1,3 atm

P operasi = 19,1047 psi

$P_{Hidrostatis} = \rho \, . \, g \, . \, h_{cairan}$

$P_{Hidrostatis} = 6777{,}0014 \; N/m^2$

$P_{Hidrostatis} = 0{,}9829 \; psia$

$P_{Tot} = 19{,}1047 \; psi + 0{,}9829 \; psi$

$P_{Tot} = 20{,}0778 \; psi$

Pertimbangan: cairan dalam reaktor tidak mengandung zat yang menyebabkan korosi.

Dari Brownell halaman 254, dipilih bahan konstruksi *Carbon Stell 283 grade C* dan diperoleh data-data sebagai berikut:

- *Allowable stress* (f) = 12650 psi
- Efisiensi sambungan (E) = 80%
- *Corrosion allowance* (C) = 0,125 in
- Jari-jari reaktor (ri) = 24,9718 in
- Tekanan (P) =

  $P = P_{Hidrostatis} + P_{Operasi}$

$$P = 19{,}1047 + 0{,}9829 = 20{,}0778\ psi$$

Menghitung Tebal *Shell*

$$t_s = \frac{P\ x\ r}{(f\ x\ E - 0{,}6P)} + C$$

$$t_s = \frac{20{,}0778\ psi\ x\ 24{,}9718\ in}{(12650\ psi\ x\ 0{,}8 - 0{,}6(20{,}0778\ psi))} + 0{,}125\ in$$

$$t_s = 0{,}1746\ in$$

Sehingga berdasarkan tabel 5.7 Brownell and Young digunakan ketebalan *shell* standar sebesar 0,1875 in.

ID *shell* = 49,9435 in

OD *shell* = ID + 2ts

= 49,9435 in + (2 x 0,1875 in)

= 50,3185 in

Dari tabel 5.7 (Brownell, 1959), untuk OD standar dipilih yang terdekat yaitu:

OD = 54 in

Standarisasi dari tabel 5.7 Brownell and Young diperoleh sebagai berikut:

icr = 3,25 in

r = 54 in

ID = OD – 2ts

= 54 in – (2 x 0,1875 in)

= 53,625 in

= 1,362 m

= 4,4670 ft

13. Perancangan Dimensi Head

Pertimbangan yang dilakukan dalam pemilihan jenis *head* meliputi:

1. *Flanged and Standard Dishead Head*

   Umumnya digunakan untuk tekanan operasi rendah, harganya murah, dan digunakan untuk tangka dengan diameter kecil.

2. *Torispherical Flanged and Dishead Head*

   Digunakan untuk tekanan operasi hingga 15 bar dan harganya cukup ekonomis.

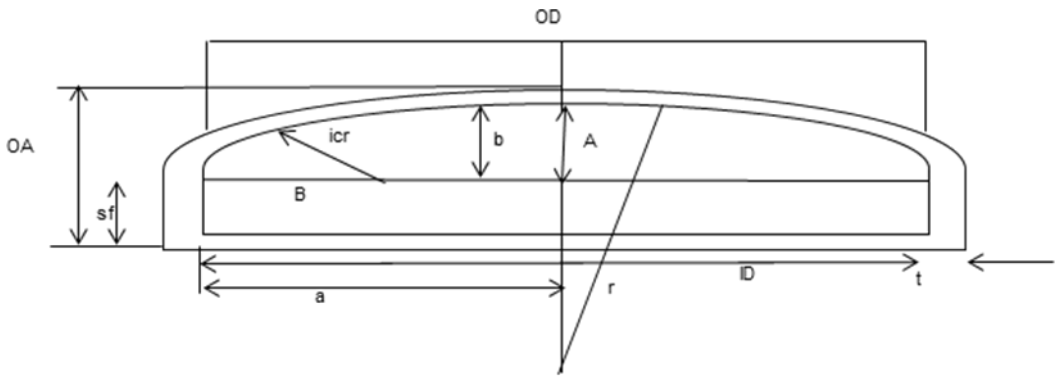
3. *Elliptical Dishead Head*

   Digunakan untuk tekanan operasi tinggi dan harganya cukup mahal.

4. *Hemispherical Head*

   Digunakan untuk tekanan operasi yang sangat tinggi, struktur kuat, dan ukuran yang tersedia sangat terbatas.

Dari pertimbangan-pertimbangan diatas dan tekanan operasi perancangan yang dibuat, maka dipilih bentuk *torispherical flanged and dishead head*.



Gambar A.3 Tinggi Head

$$t_h = \frac{P\ x\ r_c\ x\ W}{2\ x\ fE - 0{,}2P} + C$$

$$w = \frac{1}{4}\left(3 + \sqrt{\frac{r_c}{icr}}\right)$$

$$w = \frac{1}{4}\left(3 + \sqrt{\frac{54}{3{,}25}}\right)$$

$$w = 1{,}7690$$

$$t_h = \frac{20{,}0876\ psi\ x\ 24{,}9718\ \text{in}\ x\ 1{,}7690}{2\ x\ 12650\ \text{psi x}\ 0{,}8 - 0{,}2\ x\ 20{,}0876\ psi} + 0{,}125\ \text{in}$$

$$t_h = 0{,}1688\ in$$

Dari tabel 5.6 Brownell and Young, dipilih th standar 3/16 in (0,1875 in).

Berdasarkan tabel 5.8 Brownell and Young dipilih nilai sf sebesar 2 in (0,0508 m).

ID = OD – 2ts

= 54 in – (2 x 0,1875 in)

= 53,625 in

= 1,362 m

a = ID/2

= 53,625 in / 2

= 26,8125 in

AB = a – irc

= 26,8125 in - 3,25 in

= 23,5625 in

BC = r – irc

= 54 in – 3,25 in

= 50,75 in

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

$= \sqrt{(50{,}75 \text{ in})^2 - (23{,}5625 \text{ in})^2}$

$= 44{,}9485\ in$

b = rc – AC

= 54 in – 44,9485 in

= 9,0515 in

= 0,2299 m

AO = sf + b + th

= 2 in + 9,0515 in + 0,1875 in

= 11,2390 in

= 0,2855 m

Volume *head* total (V *head*) = vol. *head* (Vh) + vol. *flange* (Vsf)

Volume sebuah *head* untuk *Torispherical dished head* adalah:

V dish = 0,000049 Ds^3

= 0,000049 x ($4{,}162^3$)

= 0,0035 ft^3

= 0,0011 m^3

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

$V_{sf} = \frac{\pi}{4} (1{,}2686\ m)^2\ x\ 0{,}0508\ m$

= 0,0642 m^3

V head = Vdish + Vsf

= 0,0011 m^3 + 0,0642 m^3

= 0,0653 m^3

Sehingga volume reaktor adalah:

V reaktor = V *shell* + 2 x V *head*

= 3,2053 m^3 + (2 x 0,0653) m^3

= 3,3358 m^3

V *bottom* = 0,5 V *head*

= 0,5 x 0,0653 m^3

= 0,0326 m^3

V cairan = V *shell* - V *bottom*

= 3,2053 m^3 – 0,0326 m^3

= 3,1726 m^3

Tinggi cairan dapat dihitung dengan cara:

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

$$h_{cairan} = \frac{4\ x\ 3{,}1726\ m^3}{3{,}14\ x\ (1{,}2686\ m)^2}$$

$$h_{cairan} = 2{,}5115\ m$$

14. Menghitung Spesifikasi Pengaduk

a. Menghitung Viskositas

P = 1,3 atm

T = 150 ºC

= 423 K

$$\log \mu = A + \frac{B}{T} + CT + DT^2$$

Tabel A.5. Perhitungan Viskositas

Komponen	A	B	C	D
C3H5OCl	-2.3159	5.65E+02	2.80E-03	-4.1693.E-06

NaOH	-4.1939	2.05E+03	2.79E-03	-6.16E-07
H2O	-10.2158	1.79E+03	1.77E-02	-1.2631.E-05
C3H8O3	-18.2152	4.23E+03	2.87E-02	-1.8648.E-05
NaCl	-0.9169	1.08E+03	-7.62E-05	1.1105.E-08

Komponen	**Massa**	**kmol**	**x**	**μ**	**μ camp (cp)**
C3H5OCl	2260.15	24.4274	0.1875	0.2861	0.0536
NaOH	977.03	24.4274	0.0811	53.2928	4.3198
H2O	8816.2714	489.3812	0.7314	0.1826	0.1336
C3H8O3					
NaCl					
TOTAL	12053.44798	538.2361	1		4.5070

μ = 4,507 cP

μ = 0,0030 lb/ft.s

dipilih pengaduk jenis Flat blades turbines impellers. Perancangan untuk pengadukan dilakukan dengan prinsip similaritas menggunakan model sesuai dengan referensi buku Brown pada fig. 477 kurva nomor 15 halaman 507 dan tabelnya, diperoleh data sebagai berikut:

Diameter pengaduk (Di) :

$\frac{Dt}{Di} = 3$

Dt = 1,2686 m

$Di = \frac{Dt}{3}$

$= \frac{1{,}2686 \text{ m}}{3}$

= 0,4229 m

= 1,3873 ft

Tinggi pengaduk (Zl) :

$\frac{Zl}{Di} = 3{,}9$

Zl = Di x 3,9

= 0,4229 m x 3,9

= 1,6491 m

= 5,4105 ft

Jarak pengaduk dari dasar tangka (Zi) :

$\frac{Zi}{Di} = 1{,}3$

Zi = Di x 1,3

= 0,4229 m x 1,3

= 0,5497 m

= 1,8035 ft

Lebar *baffle* (Wb) :

$\frac{Wb}{Di} = 0{,}17$

Wb = Di x 0,17

= 0,4229 m x 0,17

= 0,0719 m

= 0,2358 ft

Lebar pengaduk (L) :

$\frac{L}{Di}$ $= 0{,}25$

L = Di x 0,25

= 0,4229 m x 0,25

= 0,1057 m

= 0,3468 ft

15. Menghitung Jumlah Impeler

WELH (*Water Equivale Liquid High)*

$$sg = \frac{\rho\ cairan}{\rho\ air}$$

$$sg = \frac{272{,}5931\ kg/m^3}{903{,}1392\ kg/m^3}$$

$$sg = 0{,}3018$$

$$WELH = h_{cairan}\ x\ sg$$

$$WELH = 2{,}5115\ m\ x\ 0{,}3018$$

$$WELH = 0{,}7580\ m$$

$$WELH = 2{,}4869\ ft$$

$$\Sigma\ impeller = \frac{WELH}{D}$$

$$\Sigma\ impeller = \frac{0{,}7580\ m}{1{,}2686\ m}$$

$$\Sigma\ impeller = 0{,}598$$

Maka jumlah pengaduk adalah 1.

16. Putaran Pengaduk

$$\frac{WELH}{2\ Di} = \left(\frac{\pi\ Di\ N}{600}\right)^2$$

$$N = \frac{600}{\pi\ Di}\sqrt{\frac{WELH}{2\ Di}}$$

Di = diameter pengaduk

$$N = \frac{600}{3{,}14\ x\ 1{,}3873\ \text{ft}}\sqrt{\frac{2{,}4869\ ft}{2\ x\ 1{,}3873\ \text{ft}}}$$

$$N = 130{,}401\ rpm$$

$$N = 2{,}173\ rps$$

Kecepatan standart motor (Wallas, 288) = 155 rpm = 2,583 rps

17. Menghitung Daya Motor

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

$$Re = \frac{17{,}017\frac{lb}{ft^3}\ x\ 2{,}583\ rps\ x\ (1{,}3873 ft)^2}{0{,}0030\frac{lb}{ft}.s}$$

$$Re = 27936{,}5942$$

18. Power Number (Np)

Power number yang didapat dari fig. 477 G.G Brown hal 507, diperoleh = 7

$$P = Np\ x\ \rho\ x\ Ni^3\ x\ Di^5$$

$$P = 7\ x\ 272{,}5391\ kg/m^3\ x\ (2{,}5833\ rps)^3\ x\ (0{,}4229\ m)^5$$

$$P = 444{,}750\ watt$$

$$P = 0{,}4448\ kW$$

$$P = 0{,}5964\ hP$$

Daya motor, efisiensi motor adalah 80% (Figur 14.38 Peters hal 521)

$$Daya\ motor = \frac{Pa}{n}$$

$$Daya\ motor = \frac{0{,}5964\ hP}{0{,}8}$$

$$Daya\ motor = 0{,}7455\ hP$$

Dipilih Power Motor Standar = 0,75 hP

19. Perancangan Koil Pendingin

a. Menghitung Luas Selubung Reaktor

A = Luas selimut reaktor + Luas penampang bawah reaktor

$$A = (\pi . OD . Hs) + \frac{\pi . OD^2}{4}$$

$$A = (3{,}14\ .4{,}4982\ ft . 0{,}2113\ ft) + \frac{3{,}14 . (4{,}4982\ ft)^2}{4}$$

$$A = 18{,}8686\ ft^2$$

$$A = 5{,}7512\ m^2$$

b. Menentukan Suhu LMTD

Hot fluid (heavy organic)

Tin = 150 ºC = 423 K = 302 ºF

Tout = 150 ºC = 423 K = 302 ºF

Cold fluid (water)

Tin = 30 ºC = 303 K = 86 ºF

Tout = 45 ºC = 318 K = 113 ºF

Fluida panas ºF		Fluida dingin ºF	Δt
302	Higher Temp	113	189
302	Lower Temp	86	216

Rumus menentukan suhu LMTD :

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}}$$

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{216 - 189}{\ln\left[\frac{216}{189}\right]}$$

$$\Delta T_{LMTD} = 202{,}2\ ^{0}F$$

c. Menghitung Luas Transfer Panas

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

Diambil harga Ud sebesar 60 Btu/ft^2.F.jam, karena untuk fluida panas *heavy organic* dan fluida dingin air nilai Ud berkisar antara 5 sampai 75 Btu/ft^2.F.jam. Maka diperoleh nilai luas transfer panas sebesar:

Q pendingin = 20256955,5 kJ/jam

= 19203593,814 Btu/jam

$$A = \frac{19203593{,}814\ \text{Btu/jam}}{60\ \text{Btu/ft2.F.jam x}\ 202{,}2\ ^{0}F}$$

$$A = 1582{,}8905\ ft^2$$

$$A = 147{,}0505\ m^2$$

Luas selimut < luas transfer panas, maka luas selimut dapat mencukupi sebagai luas transfer panas sehingga digunakan koil pendingin.

d. Perancangan Koil Pendingin

Suhu air masuk	: 30 ºC	= 86 ºF	= 305,15 K
Suhu air keluar	: 45 ºC	= 113 ºF	= 318,15 K
ΔT	: 15 ºC	= 27 ºF	= 288,15 K
T rata-rata	: 37,5 ºC	= 99,5 ºF	= 310,65 K

Sifat fisis air pada T rata-rata K (Perry 1984 tabel 2-355 hal 352)

Cp : 4,1799 kJ/kg.K

: 17,9819 kcal/kmol.K

ρ : 998,036 kg/m^3

$$Qv = \frac{m\ air}{\rho\ \text{air}}$$

$$Qv = \frac{321118{,}4639\ kg/jam}{998{,}036\ \text{kg/m3}}$$

$$Qv = 321{,}7504\ m^3/jam$$

$$\text{Luas penampang A} = \frac{321{,}7504\ m^3/jam}{36000\ m/jam}$$

$$\text{Luas penampang A} = 0{,}0089\ m^2$$

ID = 0,1067 m

= 4,2009 in

NPS = 6 in

Schedule Number = 80

OD = 6,625 in

ID = 5,761 in

Luas Penampang (A') = 26,1 in^2 = 0,1813 ft^2

Luas Perpan/Panjang (a") = 1,734 ft^2/ft (outside)

= 1,510 ft^2/ft (inside)

$$\text{Gt} = \frac{\text{kecepatan aliran massa}}{\text{luas penampang}}$$

$$\text{Gt} = \frac{707937{,}7655\ \text{lb/jam}}{0{,}1813\ ft^2}$$

$$\text{Gt} = 3905863{,}534\ lb/ft^2.jam$$

$$v = \frac{Gt}{\rho}$$

$$v = \frac{3905863{,}534\ lb/ft^2.jam}{63{,}3958\ lb/ft^3}$$

$$v = 61610{,}79\ ft/jam$$

= 18779 m/jam

= 5,2164 m/s

Diambil : D spiral koil = 70% x Diameter tangka

D spiral koil : 37,5375 inch = 3,1269 ft

$$hio_{koil} = hio_{pipa}\left(1 + 3{,}5\frac{D\ koil}{D\ spiral\ koil}\right)$$

$$hio_{koil} = 7633{,}0097\ Btu/ft^2.jam.^0F\left(1 + 3{,}5\frac{0{,}4801\ ft}{3{,}1269\ ft}\right)$$

$$hio_{koil} = 11734{,}7688\ Btu/ft^2.jam.^0F$$

e. Menentukan Luas Bidang Transfer Panas

$$A = \frac{Qtotal}{(Ud\ x\ \Delta T\ LMTD)}$$

$$A = \frac{19203593{,}81\ btu/jam}{(859{,}985\frac{Btu}{ft^2}.jam.^0F\ x\ 202{,}2^0F)}$$

A = 110,4361 ft^2

f. Menentukan Panjang Koil

$$Lpipa\ koil = \frac{A}{a"}$$

$$Lpipa\ koil = \frac{110{,}4361\ ft^2}{1{,}734\ ft^2/\text{ft}}$$

$Lpipa\ koil$ = 63,6886 ft

= 19,4123 m

g. Menentukan Banyaknya Lilitan

$$N_{lilitan} = \frac{L_{pipa\ koil}}{K_{lilitan}}$$

$$N_{lilitan} = \frac{63{,}6886\ \text{ft}}{9{,}1685\ ft}$$

$$N_{lilitan} = 6{,}9465$$

Jadi, banyaknya lilitan yaitu 7 lilitan.

h. Tinggi Tumpukan Koil

Tinggi tumpukan koil = ($N_{lilitan} - 1$)* x + $N_{lilitan}$ * OD

Tinggi tumpukan koil = (7-1) x 0,2760 ft + (7 x 0,5521 ft)

Tinggi tumpukan koil = 5,5208 ft = 1,6828 m

Sehingga tinggi cairan total dalam reaktor setelah ada koil (Zc^2) adalah:

$$Zc = \frac{V\ cairan\ dalam\ shell + V\ koil}{A\ shell}$$

$$Zc = \frac{2{,}5416\ m^3 + 1{,}7260\ m^3}{1{,}2633\ m^2}$$

$$Zc = 3{,}3783\ m$$

$$Zc^2 = Zc + b + sf$$

$$Zc^2 = 133{,}00\ in + 9{,}0515\ in + 2\ in$$

$$Zc^2 = 144{,}0538\ in = 3{,}6590\ m$$

Tinggi tumpukan koil < Tinggi Cairan

1,6828 m < 2,5115 m

i. Menentukan Pressure Drop

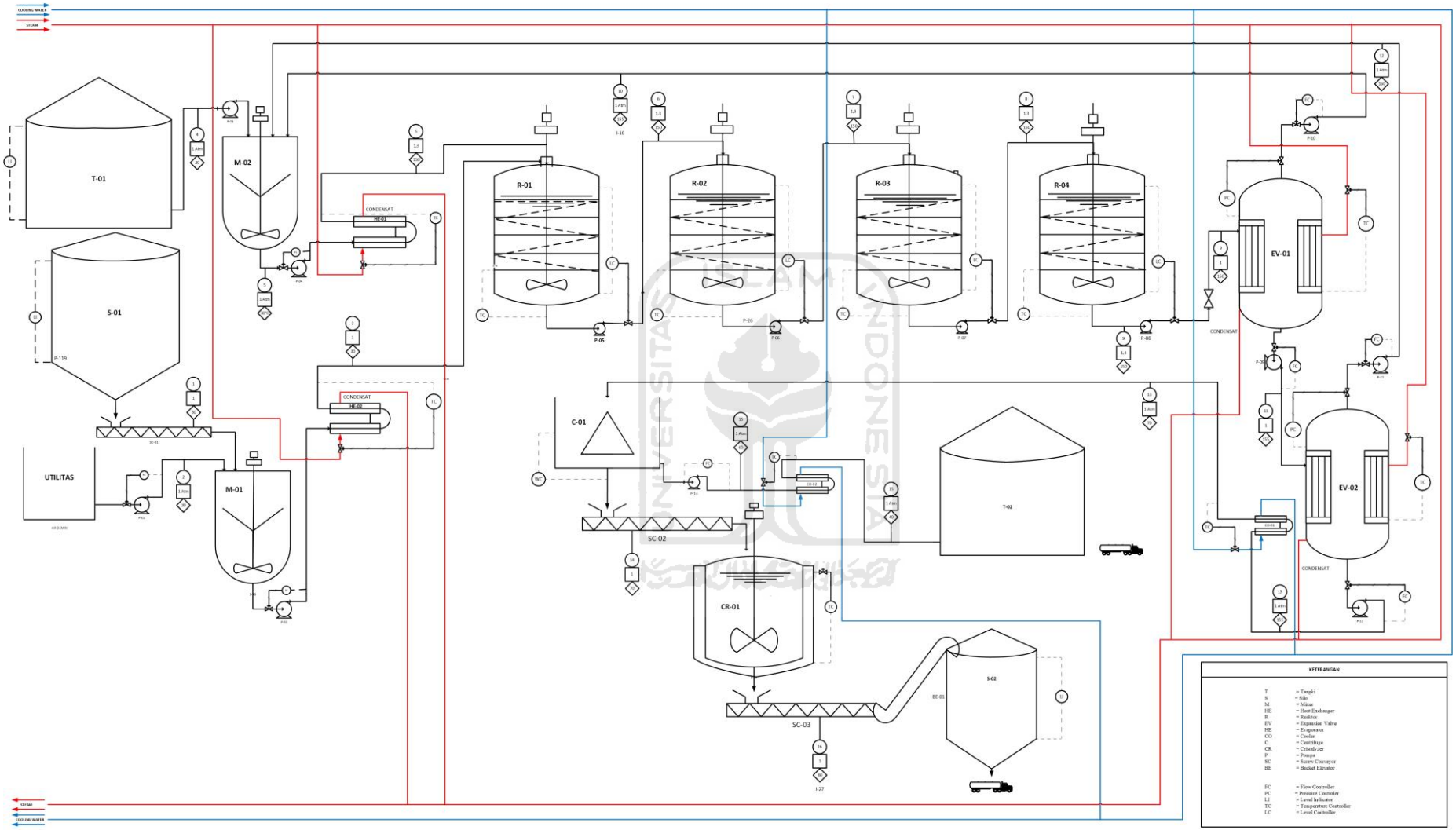
$$\Delta P_T = \frac{0{,}00426 ft^2/in^2\ x\ (61610{,}79\ ft/jam)^2\ x\ 63{,}6886\ ft}{5{,}22\ x\ 10^{10}\ x\ 0{,}4801\ ft\ x\ 1\ x\ 1}$$

ΔP_T = 0,0411 < 2 psi

LAMPIRAN B

PROCESS ENGINNERING FLOW DIAGRAM

PRA RANCANGAN PABRIK GLISEROL DARI EPICHLOROHYDRIN DAN SODIUM HYDROXIDE
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN



KETERANGAN

T	= Tangki
S	= Silo
M	= Mixer
HE	= Heat Exchanger
R	= Reaktor
EV	= Expansion Valve
HE	= Evaporator
CO	= Cooler
C	= Centrifuge
CR	= Crystalyzer
P	= Pompa
SC	= Screw Conveyor
BE	= Bucket Elevator
FC	= Flow Controller
PC	= Pressure Controler
LI	= Level Indicator
TC	= Temperature Controller
LC	= Level Controller

NERACA MASSA (Kg/Jam)

KOMPONEN	No Arus															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
C3H5Cl3				2257.249	2260.152	858.858	171.772	153.159	3.023	2.418	0.605	0.484	0.121	0.006	0.155	0.006
NaOH	977.025		977.025			371.270	74.254	65.343	1.307		1.307		1.307	0.065	1.242	0.065
H2O		751.746	751.746	22.8005	8064.53	8543.432	8408.653	8405.640	8376.797	6701.437	1675.359	1340.287	335.072	16.753	318.318	16.753
C3H8O3						1394.773	2078.661	2099.178	2246.624		2246.624		2246.624	112.331	2134.293	112.331
NaCl						885.116	1319.108	1332.128	1425.697		1425.697		1425.697	1354.412	71.285	1354.412
TOTAL	977.025	751.746	1728.7711	2280.0976	10324.677	12053.448	12053.448	12053.448	12053.448	6703.856	5349.592	1340.771	4008.821	1483.568	**2525.253**	1483.568

KETERANGAN SIMBOL

	= TEMPERATURE, °C
	= NOMOR ARUS
	= TEKANAN, ATM
	= CONTROL VALVE
	= PNEUMATIC
	= ELECTRIC CONNECTOR

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2020

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK GLISEROL DARI EPICHLOROHYDRIN DAN SODIUM HYDROXIDE KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

Di Susun Oleh :
1. Anasia Mufidah (16521045)
2. Mohammad Hafidil Ikrom (16521225)

Dosen Pembimbing :
1. Kamarudin, Dra., M.S.
2. Venytohyrya Alethea S. A., S.T., M.Eng..