No : <Identifikasi>

PRARANCANGAN PABRIK
GLISEROL DARI MINYAK JAGUNG DAN NaOH
KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Konsentrasi Teknik Kimia



Oleh:

Nama	**: Bintang Dwi Argi**	**Nama**	**: Dina Santika**
No. Mahasiswa	**: 17521112**	**No. Mahasiswa**	**: 17521155**

KONSENTRASI TEKNIK KIMIA

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2021

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

GLISEROL DARI MINYAK JAGUNG DAN NaOH

KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK



Oleh:

Nama	**: Bintang Dwi Argi**	**Nama**	**: Dina Santika**
No. Mahasiswa	**: 17521112**	**No. Mahasiswa**	**: 17521155**

Yogyakarta, 08 Juni 2021

Pembimbing I	**Pembimbing II**
Bachrun Sutrisno, M.Sc., Ir.	**Lilis Kistriyani, S.T,. M.Eng**

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

GLISEROL DARI MINYAK JAGUNG DAN NaOH

KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Bintang Dwi Argi

No. Mahasiswa : 17521112

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

Yogyakarta, 08 Juni 2021

Tim Penguji

Bachrun Sutrisno, M.Sc., Ir. _____
Ketua

Ariany Zulkania, S.T., M.Eng _____
Anggota I

Fadhilla Noor Rahma, S.T., M.Sc _____
Anggota II

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

Suharno Rusdi, Ir. Ph.D

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

GLISEROL DARI MINYAK JAGUNG DAN NaOH

KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Dina Santika

No. Mahasiswa : 17521155

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

Yogyakarta, 08 Juni 2021

Tim Penguji

Bachrun Sutrisno, M.Sc., Ir. _____
Ketua

Ariany Zulkania, S.T., M.Eng _____
Anggota I

Fadhilla Noor Rahma, S.T., M.Sc _____
Anggota II

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

Suharno Rusdi, Ir. Ph.D

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

GLISEROL DARI MINYAK JAGUNG DAN NaOH
KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Bintang Dwi Argi	Nama	: Dina Santika
No. Mahasiswa	: 17521112	No. Mahasiswa	: 17521155

Yogyakarta, 08 Juni 2021

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



Bintang Dwi Argi



Dina Santika

KATA PENGANTAR

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

Tugas akhir yang berjudul "Gliserol dari Minyak Jagung dan NaOH Kapasitas 25.000 Ton/Tahun" dapat terselesaikan dengan baik dan disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah didapatkan selama dibangku kuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

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

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya.
2. Bapak Dr. Suharno Rusdi Selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
3. Bapak Bachrun Sutrisno, M.Sc., Ir. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Lilis Kistriyani, S.T,. M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.

5. Keluarga yang selalu memberikan semangat dan motivasi terlebih anggaran selama menempuh pendidikan S1 di Teknik Kimia UII.
6. Partner Tugas Akhir atas kerja samanya dalam mengerjakan selama ini.
7. Teman-teman terlebih angkatan Teknik Kimia 2017 yang selalu memberikan bantuan, semangat dan motivasi.
8. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

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

Yogyakarta, 08 Juni 2021

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING 2
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI 3
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI 4
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL .**Error! Bookmark not defined.**
KATA PENGANTAR 6
DAFTAR ISI 8
DAFTAR TABEL 13
DAFTAR GAMBAR 15
DAFTAR LAMPIRAN 16
ABSTRAK 17
ABSTRACT 19
BAB I PENDAHULUAN 20
1.1 Latar Belakang 20
1.1.2 Kapasitas Pabrik 22
1.1.3 Data Impor Gliserol 22
1.1.4 Data Ekspor Gliserol 23
1.1.5 Data Konsumsi Gliserol 25
1.1.6 Data Produksi Gliserol 26
1.1.7 Kapasitas Rancangan 27
1.2 Tinjauan Pustaka 28
1.2.1 Minyak Jagung 28
1.2.2 Minyak dan Lemak 29
1.2.3 Sifat-Sifat Minyak dan Lemak 30
1.2.4 Natrium Hidroksida (NaOH) 34
1.2.5 Gliserol 36
1.3 Pemilihan Proses 39
1.4 Sifat-Sifat Bahan Baku 45
1.4.1 Minyak Jagung 45

1.4.2 Natrium Hidroksida (NaOH) 45
1.4.3 Air (H_2O) 46
1.5 Mekanisme dan Kondisi Operasi 47
1.5.1 Tinjauan Termodinamika 47
BAB II PERANCANGAN PRODUK 50
2.1 Spesifikasi Produk 50
2.1.1 Gliserol 50
2.1.2 Sabun 50
2.1.3 Natrium Klorida 51
2.2 Spesifikasi Bahan Baku 51
2.2.1 Minyak Jagung 51
2.2.2 Natrium Hidroksida 52
2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu 52
2.3.1 Pewangi Minyak Nilam 52
2.3.2 Asam Klorida 53
2.3.3 Air 53
2.4 Pengendalian Kualitas 54
2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku 54
2.4.2 Pengendalian Proses 54
BAB III PERANCANGAN PROSES 56
3.1 Uraian Proses 56
3.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku 56
3.1.2 Proses Pembentukan Produk 56
3.1.3 Proses Pemurnian dan Pemisahan Produk 58
3.1.4 Proses Pembentukkan Produk Akhir 58
3.2 Spesifikasi Alat/Mesin Produk 58
3.2.1 Tangki Penyimpanan Pewangi 58
3.2.2 Tangki Penyimpanan Asam Klorida (HCl) 59
3.2.3 Tangki Penyimpanan Minyak Jagung (Trigliserida) 59
3.2.4 Tangki Produk Sabun 60
3.2.5 Tangki Produk Gliserol 60

3.2.6 Silo Penyimpanan NaOH 61
3.2.7 *Filter Press* 61
3.2.8 *Clarifier* 62
3.2.9 *Bucket Elevator* 62
3.2.10 *Mixer* NaOH 63
3.2.11 *Mixer* Pewangi 63
3.2.12 *Neutralizer* 64
3.2.13 Reaktor 64
3.2.14 Dekanter 65
3.2.15 Evaporator 65
3.2.16 *Cooler* 66
3.2.17 *Heater* 68
3.3 Perencanaan Produksi 69
3.3.1 Analisa Kebutuhan Bahan Baku 69
3.3.2 Analisa Kebutuhan Peralatan Proses 70
BAB IV PERANCANGAN PABRIK 71
4.1 Lokasi Pabrik 71
4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik 71
4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik 73
4.2 Tata Letak Pabrik 74
4.3 Tata Letak Mesin/Alat Proses (*Machines Layout*) 79
4.4 Alir Proses dan Material 81
4.4.1 Neraca Massa 81
4.4.1.1 Neraca Massa Total 81
4.4.1.2 Neraca Massa Per Alat 81
4.4.2 Neraca Energi 84
4.4.2.1 Neraca Energi Per Alat 84
4.3 Pelayanan Teknik (Utilitas) 87
4.3.1 Unit Pengadaan dan Pengolahan Air 88
4.3.1.1 Unit Pengadaan Air 88
4.3.1.2 Unit Pengolahan Air 89

4.3.1.2 Kebutuhan Air 92
4.3.2 Unit Pembangkit dan Distribusi Listrik 95
4.3.3 Unit Pembangkit *Steam* (*Steam Generation System*) 97
4.3.4 Unit Penyedia Udara Instrumen 97
4.3.5 Unit Penyedia Bahan Bakar 97
4.3.6 Unit Pengolahan Limbah 98
4.3.7 Spesifikasi Alat-Alat Utilitas 98
4.3.7.1 Penyediaan Air 98
4.3.7.2 Pengolahan Air Sanitasi 100
4.3.7.3 Pengolahan Air Pendingin 101
4.3.7.4 Pengolahan Air Panas 102
4.3.7.5 Pengolahan *Steam* 104
4.3.7.6 Pompa Utilitas 106
4.4 Organisasi Perusahaan 107
4.4.1 Struktur Organisasi Perusahaan 107
4.4.2 Tugas Dan Wewenang 108
4.4.2.1 Pemegang Saham 108
4.4.2.2 Dewan Komisaris 109
4.4.2.3 Dewan Direksi 109
4.4.2.4 Kepala Bagian Produksi 110
4.4.2.5 Kepala Bagian Teknik 110
4.4.2.6 Kepala Bagian Pemasaran 111
4.4.2.7 Kepala Bagian Keuangan, Administrasi dan Umum 111
4.4.2.8 Kepala Seksi 112
4.4.2.9 Staf Ahli 112
4.4.3.0 Status Karyawan 112
4.4.3 Jabatan Dan Keahlian 113
4.4.4 Karyawan 114
4.4.4.1 Pembagian Jam Kerja Karyawan 114
4.4.4.2 Ketenagakerjaan 116
4.4.4.3 Sistem Gaji Karyawan 117

4.4.4.4 Fasilitas Karyawan 117
4.5 Evaluasi Ekonomi 119
4.5.1 Penaksiran Harga Alat 120
4.5.2 Dasar Perhitungan 122
4.5.3 Perhitungan Biaya 123
4.5.3.1 *Capital Invesment* 123
4.5.3.2 *Manufacturing Cost* 125
4.5.3.3 *General Expanses* 127
4.5.4 Analisa Keuntungan 128
4.5.5 Analisa Kelayakan 128
4.5.5.1 *Percent Return of Investment* (ROI) 128
4.5.5.2 *Pay Out Time* (POT) 129
4.5.5.3 *Break Even Point* (BEP) 129
4.5.5.4 *Shut Down Point* (SDP) 131
4.5.5.5 *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFR) 131
BAB V PENUTUP 134
5.1 Kesimpulan 134
DAFTAR PUSTAKA 135
LAMPIRAN 137

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor Gliserol di Indonesia tahun 2016-2020 22
Tabel 1. 2 Proyeksi Impor Gliserol di Indonesia 23
Tabel 1. 3 Data Ekspor Gliserol di Indonesia tahun 2016-2020 23
Tabel 1. 4 Proyeksi Ekspor Gliserol di Indonesia 24
Tabel 1. 5 Data Konsumsi Gliserol Indonesia 25
Tabel 1. 6 Proyeksi Konsumsi Gliserol 25
Tabel 1. 7 Data Produksi Gliserol di Indonesia tahun 2013-2020 26
Tabel 1. 8 Proyeksi Produksi Gliserol di Indonesia 26
Tabel 1. 9 Komposisi Minyak Jagung 28
Tabel 1. 10 Komposisi Asam Lemak dalam Minyak Jagung 29
Tabel 1. 11 Sifat Fisika Gliserol 38
Tabel 1. 12 Kelebihan dan Kekurangan Proses Hidrolisis 40
Tabel 1. 13 Kelebihan dan Kekurangan Proses Transesterifikasi 40
Tabel 1. 14 Kelebihan dan Kekurangan Proses Saponifikasi 42
Tabel 1. 15 Perbandingan Proses 42
Tabel 1. 16 Berat Unsur dan Daftar Harga Pembuatan Pabrik Gliserol 43
Tabel 1. 17 Economic Potential Perbandingan Proses Pembuatan Gliserol 44
Tabel 3. 1 Kebutuhan Bahan Baku 70
Tabel 4. 1 Rincian Area Bangunan Pabrik 77
Tabel 4. 2 Neraca Massa Total 81
Tabel 4. 3 Neraca Massa Filter Press (FP-01) 81
Tabel 4. 4 Neraca Massa Mixer (M-01) 81
Tabel 4. 5 Neraca Massa Reaktor (R-01) 82
Tabel 4. 6 Neraca Massa *Neutralizer* (N-01) 82
Tabel 4. 7 Neraca Massa Decanter (D-01) 82
Tabel 4. 8 Neraca Massa Evaporator (E-01) 83
Tabel 4. 9 Neraca Massa Evaporator (E-01) 83
Tabel 4. 10 Neraca Massa Filter Press (FP-02) 83
Tabel 4. 11 Neraca Massa Mixer (M-02) 83

Tabel 4. 12 Neraca Energi Mixer (M-01) 84
Tabel 4. 13 Neraca Energi Reaktor (R-01) dan Reaktor (R-02) 84
Tabel 4. 14 Neraca Energi Neutralizer (N-01) 85
Tabel 4. 15 Neraca Energi Decanter (D-01) 85
Tabel 4. 16 Neraca Energi Mixer Pewangi (M-02) 85
Tabel 4. 17 Kebutuhan Air Pembangkit Steam 92
Tabel 4. 18 Kebutuhan Air Proses 92
Tabel 4. 19 Kebutuhan Air Pendingin 93
Tabel 4. 20 Kebutuhan Air Perkantoran dan Rumah Tangga 93
Tabel 4. 21 Kebutuhan Listrik pada Alat Proses dan Utilitas 95
Tabel 4. 22 Total Kebutuhan Listrik Pabrik 96
Tabel 4. 23 Spesifikasi Pompa Utilitas 106
Tabel 4. 24 Jabatan dan Keahlian Struktur 113
Tabel 4. 25 Perincian Jumlah Karyawan 114
Tabel 4. 26 Jadwal Kerja 116
Tabel 4. 27 Gaji Karyawan 117
Tabel 4. 28 Indeks Harga Setiap Tahun 120
Tabel 4. 29 Physical Plant Cost (PPC) 123
Tabel 4. 30 Direct Plant Cost (DPC) 124
Tabel 4. 31 Fixed Capital Investment (FCI) 124
Tabel 4. 32 Working Capital (WC) 124
Tabel 4. 33 Direct Manufacturing Cost (DMC) 125
Tabel 4. 34 Indirect Manufacturing Cost (IMC) 125
Tabel 4. 35 Fixed Manufacturing Cost 126
Tabel 4. 36 Manufacturing Cost 126
Tabel 4. 37 General Expanses 127
Tabel 4. 38 Total Production Cost 128
Tabel 4. 39 Annual Fixed Manufacturing Cost 129
Tabel 4. 40 Annual Regulated Cost 130
Tabel 4. 41 Annual Variable Cost 130
Tabel 4. 42 Annual Sales Cost 130

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Impor di Indonesia Tahun 2016-2020 23
Gambar 1. 2 Grafik Ekspor di Indonesia Tahun 2016-2020 24
Gambar 1. 3 Grafik Konsumsi di Indonesia Tahun 2016-2020 25
Gambar 1. 4 Grafik Konsumsi di Indonesia Tahun 2013-2017 26
Gambar 1. 5 Proses Hidrolisa 33
Gambar 1. 6 Proses Hidrolisis 39
Gambar 1. 7 Reaksi Transesterifikasi 40
Gambar 1. 8 Proses Saponifikasi 41
Gambar 1. 9 Reaksi Hidrolisis Pembuatan Gliserol 43
Gambar 1. 10 Reaksi Transesterifikasi Gliserol 43
Gambar 1. 11 Reaksi Saponifikasi Gliserol 44
Gambar 3. 1 Reaksi Saponifikasi pada Reaktor (R-01) 57
Gambar 4. 1 Lokasi Pendirian Pabrik 73
Gambar 4. 2 Layout Pabrik Gliserol (skala 1:1000) 78
Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses 80
Gambar 4. 4 Diagram Alir Air Utilitas 94
Gambar 4. 5 Index Cost per Tahun (Grafik Tahun VS Index Harga) 122
Gambar 4. 6 Grafik Analisa Kelayakan (% Kapasitas VS Nilai (Rupiah/Tahun)) 133

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A……..…133
LAMPIRAN B……..139

ABSTRAK

Gliserol merupakan salah satu produk yang saat ini masih sedikit diproduksi oleh produsen dalam negeri sedangkan kebutuhan gliserol semakin meningkat, adapun bahan baku pembuatan gliserol itu sendiri sangat banyak salah satunya adalah Jagung. Pabrik pembuatan Gliserol dari Minyak Jagung dan Natrium Hidroksida ini direncanakan berlokasi di Kecamatan Bakauheni, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung karena sangat strategis yaitu dekat dengan sumber bahan baku, pelabuhan, dan daerah pemasaran sehingga transportasi dapat berjalan lancar dengan biaya yang minimal. Luas tanah keseluruhan sebesar 27.306 m^2 dengan luas bangunan sebesar 30.203 m^2. Direncanakan memiliki kapasitas produksi 25.000 ton/tahun, beroperasi 300 hari dan 24 jam dengan total pegawai adalah 173 orang.

Proses produksi akan dioperasikan pada *temperature* 100^oC dan pada tekanan 1 atm dengan menggunakan Reaktor dengan sistem kontinyu. Nilai konversi hasil prosesnya dalah sebesar 90,78 %. Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan gliserol ini ada 3 komponen yaitu Minyak Jagung, Natrium Hidroksida dan Air. Kebutuhan Minyak Jagung adalah sebesar 19,8 kg Minyak Jagung/kg Gliserol dan kebutuhan Natrium Hidroksida adalah sebesar 2,24 kg NaOH/kg Gliserol.

Pabrik ini membutuhkan air sebanyak 20577,32791 kg/jam dan listrik sebanyak 59,6471 kw dan termasuk pabrik resiko rendah. Dari hasil analisa terhadap aspek ekonomi yang telah dilakukan pada pabrik ini didapatkan hasil bahwa modal tetap yang dibutuhkan sebesar Rp 405.762.231.273,87 dan modal kerja sebesar Rp 917.621.823.720. Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 143.079.154.240,12 dan setelah pajak sebesar Rp 114.463.323.392. Presentasi *Return on Investmen* (ROI) sebelum pajak adalah 35% dan setelah pajak adalah 28,21%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak adalah 2,21 tahun dan setelah pajak adalah 2,6 tahun, Nilai *Break Even Point (*BEP) adalah 43,91% dan *Shut Down Point* (SDP) adalah sebesar 21,76% dengan *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR)

adalah 12,17%. Berdasarkan analisa ekonomi tersebut, pra rancangan pabrik gliserol dengan kapasitas 25.000 ton/tahun ini layak didirikan.

Kata-kata kunci : Gliserol, Minyak Jagung, Natrium Hidroksida

ABSTRACT

Glycerol is one of the products that is currently still produced by domestic producers, while the need for glycerol is increasing, then the raw material for making glycerol is very much, one of which is corn. The factory of Glycerol from Corn Oil and Sodium Hydroxide is designed to be located in Bakauheni District, South Lampung Regency, Lampung because it is very strategic, which is close to sources of raw materials, ports, and marketing areas so that transportation can run smoothly with minimal costs. The total land area is 27,306 m^2 with a building area of 30,203 m^2. It is planned to have a glycerol production of 25,000 tons/year, operating in 300 days and 24 hours with a total of 173 employees.

The production process will be operated at a temperature of 100^oC and at a pressure of 1 atm using a reactor with a continuous system. The conversion value of the process is 90.78%. The raw materials used for the manufacture of glycerol have 3 components, there are : Corn Oil, Sodium Hydroxide and Water. The need for Corn Oil is 19.8 kg Corn Oil/kg Glycerol and the need for Sodium Hydroxide is 2.24 kg NaOH/kg Glycerol.

This factory requires water as much as 20577.32791 kg/hour and electricity as much as 59.6471 kw and is a low risk factory. From the results of the analysis of the economic aspects that have been carried out at this factory, the results show that the fixed capital required is Rp. 405.762.231.273,87 and working capital is Rp. 917.621.823,720. Profit before tax is Rp. 143,079,154,240.12 and after tax is Rp. 114,463,3323,392. The Return on Investment (ROI) presentation before tax is 35% and after tax is 28.21%. Pay Out Time (POT) before tax is 2.21 years and after tax is 2.6 years, Break Even Point (BEP) is 43.91% and Shut Down Point (SDP) is 21.76% with Discounted Cash Flow Rate (DCFR) is 12.17%. Based on the economic analysis, the pre-design of a glycerol plant with a capacity of 25,000 tons/year is feasible to be established.

Keywords: Glycerol, Corn Oil, Natrium Hydroxide

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai negara berkembang dengan laju pertumbuhan ekonomi dan perkembangan teknologi di Indonesia menghasilkan persaingan yang tinggi, karena hal tersebut berbanding lurus dengan taraf hidup masyarakat yang semakin meningkat yang mengharuskan melakukan pembangunan di segala bidang. Salah satu bidang pembangunan yang diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi di Indonesia adalah sektor industri manufaktur. Pembangunan sektor itu sendiri diupayakan secara maksimal untuk lebih memacu tingkat perkembangan perekonomian Indonesia dengan cara adanya pemerataan kerja, meningkatkan ekspor sekaligus menghemat devisa Negara dengan memanfaatkan sumber daya manusia dan sumber daya alam yang ada. Industri manufaktur sendiri mempunyai beberapa jenis perusahaan yang bergerak dalam berbagai bidang, salah satunya industri kimia. Salah satu produk industri kimia yang manfaatnya terus meningkat sampai di masa yang akan datang untuk kebutuhan masyarakat menyeluruh adalah gliserol, dimana Indonesia merupakan negara pengekspor gliserol terbesar kedua di Asia Tenggara setelah Malaysia.

Kebutuhan gliserol di Indonesia terus meningkat dilihat dari data konsumsinya yang meningkat pertahun, pada tahun 2017 data konsumsi gliserol di Indonesia tercatat sebesar 179,112 ton/tahun. Kebutuhan ini akan terus meningkat karena banyaknya penggunaan gliserol di Indonesia ke depannya. Gliserol merupakan *trihydric alcohol* $C_3H_5(OH)_3$ yang mempunyai nama dagang gliserin. Gliserol adalah senyawa kimia yang mempunyai prospek besar untuk berkembang

secara komersial di dunia industri. Gliserol dapat dihasilkan melalui proses saponifikasi dengan bantuan trigliserida dan NaOH. Proses dari saponifikasi ini akan menghasilkan produk samping berupa sabun. Manfaat dari gliserol ini sangat banyak, diantaranya adalah sebagai bahan dasar pembuatan sabun yang merupakan hasil sampingnya sendiri, kosmetik dan parfum, industri farmasi, pembuatan tinta, bahan pencegah kekeringan pada tembakau, serta bahan baku industri makanan.

Jagung merupakan salah satu pangan yang dikonsumsi di Indonesia, selain beras. Jagung memiliki peran penting dalam perekonomian nasional dengan berkembangnya industri pangan. Selain untuk penyediaan pangan dan pakan, jagung juga bisa digunakan untuk bahan baku industri kimia. Hal tersebut disebabkan karena produksi jagung di Indonesia cukup besar, jagung memiliki komposisi kimia serta kandungan nutrisi yang cukup kompleks dan baik untuk dikonsumsi. Selain itu, pemanfaatan jagung sebagai bahan baku suatu industri akan memberikan nilai tambah bagi usaha tani komoditas tersebut.

Pemanfaatan jagung sebagai bahan baku gliserol yang diambil adalah minyaknya diperoleh dengan cara mengekstrak bagian lembaga dari jagung. Minyak jagung diperoleh dari biji jagung yang telah dikeringkan dikenal dengan proses kering. Pada penggilingan kering (*dry-milled*), minyak jagung dapat diekstrak dengan pengepresan maupun ekstraksi pelarut. Proses pemngambilan minyak jagung dengan proses ekstraksi pelarut ini menghasilkan minyak tertinggi. Bahan baku minyak Jagung diperoleh dari PT Globalcoco Selaras Cemerlang dan PT. Palm Lampung Persada.

Produksi minyak jagung di Indonesia masih sedikit, kebanyakan pabrik di Indonesia menggunakan kelapa sawit untuk industri *oil and fats*. Padahal pemilihan jagung sebagai bahan baku produk berbagai macam *industry manufacture* sangat dipertimbangkan baik dari segi ekonomi maupun dari jumlah produksi. Pada tahun 2018 Indonesia juga meng-ekspor jagung ke Filipina dan Malaysia yang merupakan pangsa pasar ekspor Indoensia selama ini, dan ekspor tersebut akan terus mengalami peningkatan berdasarkan Angka Ramalan (Aram) II (BPS, 2017).

1.1.2 Kapasitas Pabrik

Dalam melakukan perancangan pabrik ini juga perlu dilakukan dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Adanya ketersediaan bahan baku yang mencukupi.
2. Kebutuhan pasar dalam negeri.

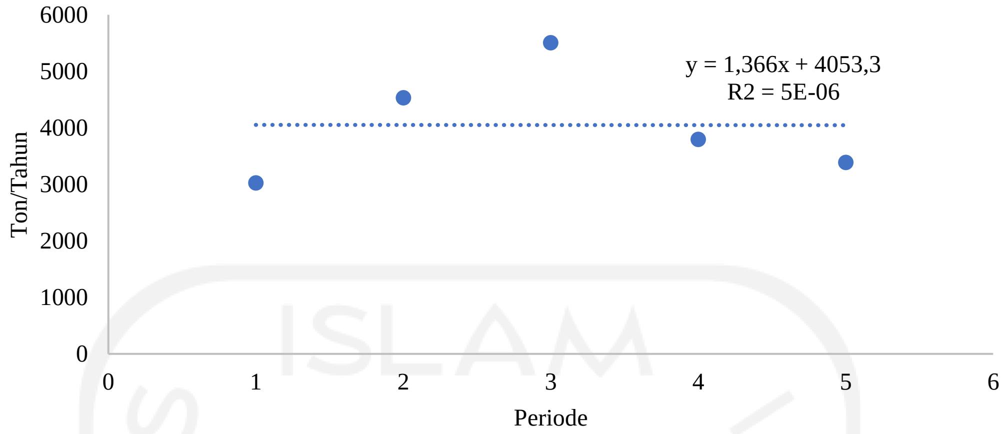
Perlunya penjajakan pemasaran sehingga tidak bisa diputuskan untuk langsung memenuhi kekurangan kebutuhan dalam negeri. Penentuan kapasitas perancangan ini dapat ditinjau dari data proyeksi impor serta data pabrik asam asetat yang sudah berdiri baik dalam negeri maupun luar negeri.

1.1.3 Data Impor Gliserol

Tabel 1. 1 Data Impor Gliserol di Indonesia tahun 2016-2020

Tahun	Total	Periode	Ton
2016	3026256	1	3026,256
2017	4531161	2	4531,161
2018	5505568	3	5505,568
2019	3796049	4	3796,049
2020	3386982	5	3386,982

(BPS)



Gambar 1. 1 Grafik Impor di Indonesia Tahun 2016-2020

Dari data Tabel 1.1 jika dibuat persamaan regresi linear dengan X sebagai fungsi Tahun dan Y sebagai fungsi Volume, melalui Grafik 1.1. didapat persamaan:

$$y = 1{,}366x + 4053{,}3 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

Dengan data kebutuhan impor gliserol tersebut, maka dapat diproyeksikan kebutuhan gliserol di masa yang akan datang pada tabel dibawah ini :

Tabel 1. 2 Proyeksi Impor Gliserol di Indonesia

Tahun	Periode	Ton
2021	1	4061,496
2022	2	4062,862
2023	3	4064,228
2024	4	4065,594
2025	5	4066,960

Dari data pada Tabel 1.2 Proyeksi Impor GIiserol diprediksi pada tahun 2025 impor gliserol di indonesia sebanyak 4066,960 ton/tahun.

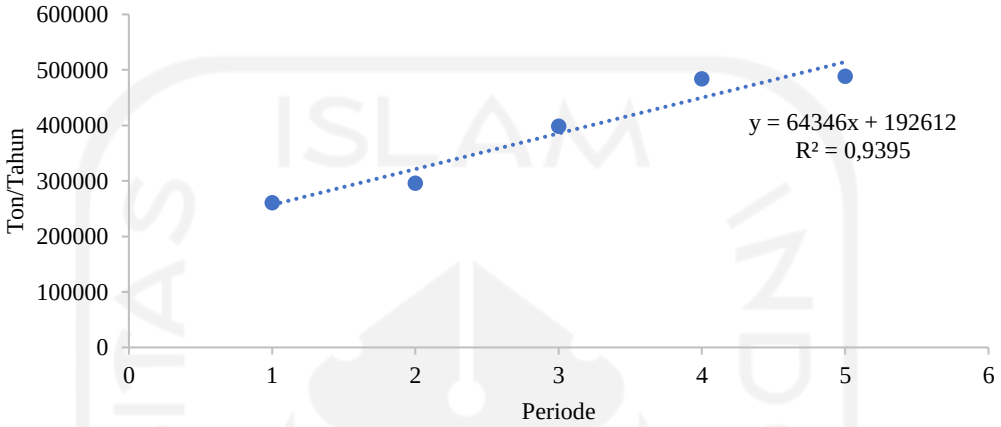
1.1.4 Data Ekspor Gliserol

Tabel 1. 3 Data Ekspor Gliserol di Indonesia tahun 2016-2020

Tahun	Total	Periode	Ton
2016	261020078,300	1	261020,078

2017	295855746,500	2	295855,746
2018	398577705,020	3	398577,705
2019	484234296,950	4	484234,296
2020	488560007,840	5	488560,007

(BPS)



Gambar 1. 2 Grafik Ekspor di Indonesia Tahun 2016-2020

Dari data tabel diatas jika dibuat persamaan regresi linear dengan X sebagai fungsi Tahun dan Y sebagai fungsi Volume, melalui grafik didapat persamaan :

$y = 64345{,}84085x + 192612{,}0442$ ... ...

Dengan data kebutuhan impor gliserol tersebut, maka dapat diproyeksikan kebutuhan gliserol di masa yang akan datang pada tabel dibawah ini :

Tabel 1. 4 Proyeksi Ekspor Gliserol di Indonesia

Tahun	**Periode**	**Ton**
2021	1	578688
2022	2	643034
2023	3	707380
2024	4	771726
2025	5	836072

Maka ekspor gliserol di Indonesia dapat diprediksi pada tahun 2025 sebanyak 836072 ton/tahun.

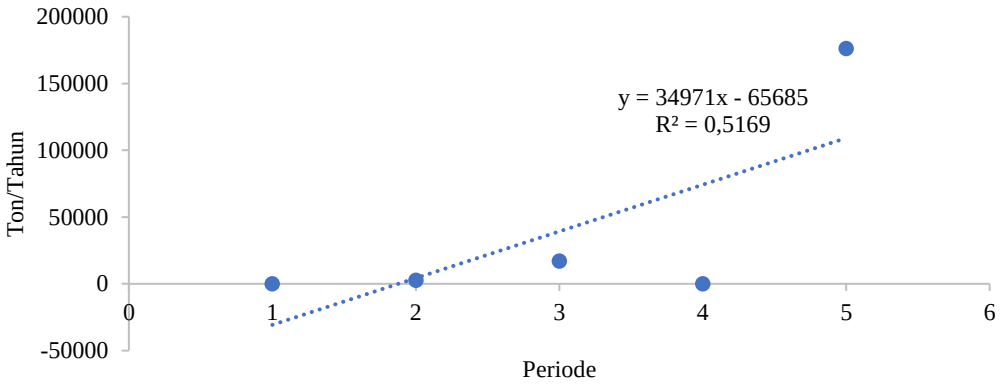
1.1.5 Data Konsumsi Gliserol

Tabel 1. 5 Data Konsumsi Gliserol Indonesia

Tahun	Periode	Total
2011	1	0,297
2012	2	2.778,600

Lanjutan Tabel 1.5 Data Konsumsi Gliserol Indonesia

Tahun	Periode	Total
2013	3	17.093,800
2014	4	52,485
2015	5	176,219



Gambar 1. 3 Grafik Konsumsi di Indonesia Tahun 2016-2020

Dari data tabel jika dibuat persamaan rigresi linear dengan X sebagai fungsi Tahun dan Y sebagai fungsi Volume, melalui grafik didapat persamaan :

$y = 34971x - 65685$ ..... (1)

Dengan data kebutuhan impor gliserol tersebut, maka saat diproyeksikan kebutuhan gliserol di masa yang akan datang pada tabel dibawah ini :

Tabel 1. 6 Proyeksi Konsumsi Gliserol

Tahun	Periode	Ton/Tahun
2021	1	318996
2022	2	353967
2023	3	388938
2024	4	423909
2025	5	458880

Dari data pada Tabel Proyeksi produksi gliserol di Indonesia di atas diprediksi pada tahun 2025, produksi gliserol di Indonesia sebanyak 458880 ton/tahun.

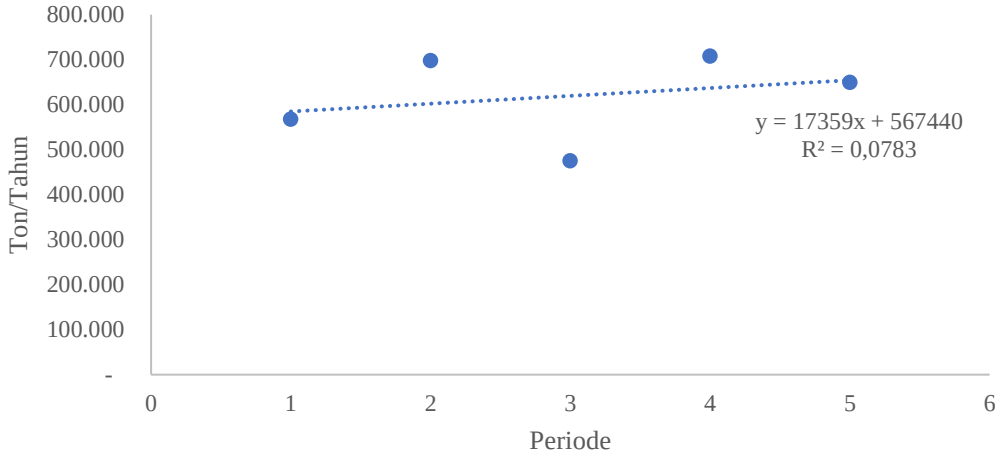
1.1.6 Data Produksi Gliserol

Tabel 1. 7 Data Produksi Gliserol di Indonesia tahun 2013-2020

Tahun	Periode	Total
2013	1	567,562
2014	2	697,863
2015	3	474,875
2016	4	707,995
2017	5	649,291

Dari data tabel jika dibuat persamaan regresi linear dengan X sebagai fungsi Tahun dan Y sebagai fungsi Volume, melalui grafik didapat persamaan :

$y = 17359x + 567440,2y$ ... ...



Gambar 1. 4 Grafik Konsumsi di Indonesia Tahun 2013-2017

Dengan data kebutuhan impor gliserol tersebut, maka dapat diproyeksikan kebutuhan gliserol di masa yang akan datang pada tabel dibawah ini :

Tabel 1. 8 Proyeksi Produksi Gliserol di Indonesia

Tahun	Periode	Ton/tahun
2020	1	706,312
2021	2	723,671
2022	3	741,030
2023	4	758,389

Lanjutan Tabel 1.8 Proyeksi Produksi Gliserol di Indonesia

Tahun	Periode	Ton/Tahun
2024	5	775,748
2025	6	793,107

Dari data pada Tabel Proyeksi produksi gliserol di Indonesia di atas diprediksi pada tahun 2025, produksi gliserol di Indonesia sebanyak 793,107 ton/tahun.

1.1.7 Kapasitas Rancangan

Kapasitas produksi suatu pabrik ditentukan berdasarkan kebutuhan konsumsi produk dalam negeri, data impor, data ekspor, serta data produksi yang telah ada, sebagaimana dapat dilihat dari berbagai sumber, misalnya dari Biro Pusat Statistik, dari biro ini dapat diketahui kebutuhan akan suatu produk untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dari data industri yang telah ada. Berdasarkan data-data ini, kemudian ditentukan besarnya kapasitas produksi. Maka peluang kapasitas pendirian pabrik gliserol di tahun 2025 dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\mathbf{PPKP = JK + EKS - IMP - PDN} \quad \ldots\ldots$$

PKPP = Peluang Kapasitas Pendirian Pabrik Tahun 2025 (Ton)

JK = Jumlah Kebutuhan Gliserol (Ton)

EKS = Jumlah Ekspor Gliserol Tahun 2025 (Ton)

IMP = Jumlah Impor Gliserol Tahun 2025 (Ton)

PDN = Jumlah Produksi Dalam Negeri Gliserol (Ton)

$$\mathbf{PKPP = JK + EKS - IMP - PDN} \quad \ldots\ldots$$

$$\text{PKPP} = 458880 + 836072 \ - 4066{,}96 - 793.107 = 497.778{,}04 \text{ Ton}$$

Berdasarkan peluang pendirian pabrik yang telah dihitung, akan dibuat pra-perancangan pabrik gliserol 5% dari total peluang, maka akan mendapatkan 25.000 ton/tahun.

1.2 Tinjauan Pustaka

1.2.1 Minyak Jagung

Minyak jagung diperoleh dengan mengekstrak bagian lembaga dari jagung. Sistem ekstraksi yang digunakan biasanya adalah sistem press (*Pressing*) atau kombinasi sistem press dan pelarut menguap (*pressing and solvent extraction*) minyak jagung mempunyai nilai gizi yang sangat tinggi yaitu sekitar 250 kilo kalori/ons. Selain itu juga minyak jagung lebih disenangi konsumen karena selain harganya yang murah juga mengandung sitosterol sehingga para konsumen dapat terhindar dari gejala *atherosclerosis* (endapan pada pembuluh darah) yang diakibatkan terjadiya kompleks antara sitosterol dan Ca^{++} dalam darah (Ketaren, 1986). Minyak jagung merupakan trigliserida yang disusun oleh gliserol dan asam-asam lemak. Presentase trigliserida sekitar 98,6 %, sedangkan sisanya merupakan bahan non-minyak, seperti abu, zat warna atau lilin. Asam lemak yang menyusun minyak jagung terdiri dari asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh.

Tabel 1. 9 Komposisi Minyak Jagung

Komponen	Jumlah (%)
Trigliserida	98,6
Lilin	0,05
Sterol	1,00
Abu	0,35

(Ketaren, 1980)

Tabel 1. 10 Komposisi Asam Lemak dalam Minyak Jagung

Jenis asam lemak	Jumlah (%)
Miristat	0,1
Palmitat	8,1
Stearat	2,5
Reksadekanoat	1,2
Oleat	30,1
Linoleat	56,3
Asam di atas C-18	1,7

1.2.2 Minyak dan Lemak

Minyak atau lemak adalah gliserida dari asam lemak dengan gliserol yang disebut juga dengan trigliserida. Ikatan ini terjadi juga karena ketiga gugus hidroksi (OH) pada gliserol diganti oleh tiga gugus asam lemak (*fatty acid*) yaitu $RCOO^-$. Secara umum trigliserida memiliki rumus struktur $CH_2COOR\text{-}CHCOOR'\text{-}CH_2\text{-}COOR''$, dimana R, R' dan R" masing-masing yaitu sebuah rantai alkil yang panjang.

Perbedaan lemak dan minyak sebagai berikut:

1. Lemak mengandung asam lemak jenuh lebih banyak, sedangkan minyak mengandung asam lemak tak jenuh lebih banyak.
2. Pada suhu kamar berupa zat padat, sedang minyak berupa zat cair (Ketaren, 1986).

Berdasarkan sumbernya minyak yang terdapat di alam dibedakan atas sebagai berikut:

1. Minyak mineral, yaitu minyak hidrokarbon makromolekul yang berasal dari fosil-fosil zaman dulu karena pengaruh tekanan dan temperatur. Contoh: minyak lampu, bensin dan lain-lain.
2. Minyak nabati/hewani, yaitu berasal dari tumbuhan/hewan. Minyak essensial/atsiri, yaitu minyak yang diperoleh dari tanaman melalui proses ekstraksi menggunakan pelarut tertentu lalu didestilasi.

Lemak nabati memiliki beberapa jenis asam lemak tak jenuh yang dibedakan atas tiga, yaitu sebagai berikut:

1. *Drying Oil*, yaitu minyak yang sifatnya mudah mengering bila dibiarkan di udara. Comtoh: pernis, cat.
2. *Semi Drying Oil*, yaitu minyak yang berubah karena pengaruh suhu. Contoh: minyak biji kapas, minyak bunga matahari.
3. *Non Drying Oil*, yaitu minyak yang tidak mengering karena pengaruh suhu. Contoh: minyak kelapa, minyak kelapa sawit. (Ketaren, 1986)

1.2.3 Sifat-Sifat Minyak dan Lemak

Terdapat beberapa sifat-sifat fisika dari minyak dan lemak, diantaranya:

1. Warna, memiliki warna orange disebabkan adanya pigmen karoten yang larut dalam minyak atau lemak tersebut.
2. Kelarutan, minyak dan lemak tidak larut dalam air, kecuali minyak jarak (castor oil).
3. Titik cair dan *polymerphism*, *a*sam lemak tidak memperlihatkan kenaikan titik cair yang linear dengan bertambahnya panjang rantai atom karbon.

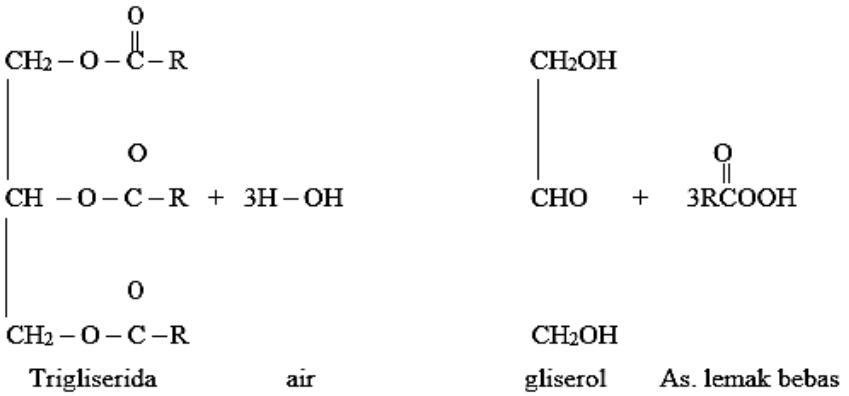
Asam lemak dengan ikatan trans-mempunyai titik cair yang lebih tinggi daripada isomer asam lemak yang berikatan –sis.

4. *Polymerphism* pada minyak dan lemak adalah suatu keadaan dimana terdapat lebih dari satu bentuk kristal. *Polymerphism* sering dijumpai pada beberapa komponen yang mempunyai rantai karbon panjang dan pemisahan kristal-kristal tersebut sangat sukar. Namun demikian untuk beberapa komponen, bentuk dari kristal-kristal sudah dapat diketahui.
5. Polymerphism penting untuk mempelajari titik cair minyak atau lemak dan asam-asam lemak beserta ester-ester. Untuk selanjutnya polymerphism mempunyai peranan penting dalam berbagai proses untuk mendapatkan minyak atau lemak.
6. Titik didih, titik didih dari asam-asam lemak akan semakin bertambah besar dengan bertambahnya rantai karbon dari beberapa asam lemak tersebut.
7. Bobot jenis, bobot jenis dari minyak dan lemak biasanya ditentukan pada temperatur 25 ^{0}C, akan tetapi dalam hal ini dianggap penting juga untuk diukur pada temperatur 40 ^{0}C atau 60 ^{0}C untuk lemak yang titik cairnya tinggi. Pada penentuan bobot jenis, temperatur dikontrol dengan hati-hati dalam kisaran temperatur yang pendek.
8. Indeks bias adalah derajat penyimpanan dari cahaya yang dilewatkan pada suatu medium yang cerah. Indeks bias tersebut pada minyak dan lemak dipakai untuk pengenalan unsur kimia dan pengujian kemurnian minyak/lemak.

9. Aroma dan rasa pada minyak/lemak selain terdapat secara alami juga terjadi karena terdapatnya asam-asam yang berantai sangat pendek sekali sebagai hasil penguraian yang menyebabkan kerusakan pada minyak/lemak.
10. Titik lebur (melting point) pada minyak dan lemak akan semakin tinggi dengan semakin panjangnya rantai atom C. Minyak dan lemak jika dituangkan di atas air akan membentuk lapisan tipis yang merata di atas permukaan air tersebut.
11. *Odor* dan *flavor*, pada lemak/minyak selain terdapat secara alami, juga terjadi karena pembentukan asam-asam berantai pendek sebagai hasil dari penguraian pada kerusakan lemak/minyak. Akan tetapai pada umumnya odor dan flavor ini disebabkan oleh komponen bukan minyak.
12. Titik asap, titik nyala dan titik api. Apabila minyak atau lemak, dapat dilakukan penetapan titik asap, titik nyala dan titik api. Titik asap adalah temperatur pada saat lemak atau minyak menghasilkan asap tipis yang kebiru-biruan pada pemanasan. Titik nyala adalah temperatur pada saat campuran uap dan minyak dengan udara mulai terbakar. Sedangkan titik api adalah temperatur pada saat dihasilkan pembakaran yang terus menerus sampai habisnya contoh uji.
13. Shot melting point adalah temperatur pada saat terjadi tetesan pertama dari minyak atau lemak. Pada umumnya lemak atau minyak mengandung komponen-komponen yang berpengaruh terhadap titik cairnya (Ketaren, 1986).

Sifat Kimia nya, diantara lain:

1. Hidrolisa, dalam proses hidrolisa, minyak/lemak akan diubah menjadi asam-asam lemak bebas. Proses hidrolisa yang dapat mengakibatkan kerusakan pada minyak/lemak karena terdapatnya sejumlah air pada minyak/lemak tersebut. Proses ini dapat menyebabkan terjadinya "*hydrolitic rancidity*" yang menghasilkan aroma dan rasa tengik pada minyak/lemak. Reaksi :



Gambar 1. 5 Proses Hidrolisa

2. Oksidasi, reaksi ini menyebabkan ketengikan pada minyak/lemak. terdapatnya sejumlah O_2 serta logam-logam seperti tembaga (Cu), seng (Zn) serta logam lainnya yang bersifat sebagai katalisator oksidasi dari minyak/lemak. Proses oksidasi ini akan bersifat sebagai katalisator aldehid dan keton serta asam-asam lemak bebas yang akan menimbulkan bau yang tidak disenangi. Proses ini juga menyebabkan terbentuknya peroksida. Untuk mengetahui tingkat ketengikan minyak/lemak dapat ditentukan dengan menentukan jumlah peroksida yang terbentuk pada minyak/lemak tersebut.

3. Hidrogenasi, tujuan dari proses ini adalah untuk menjernihkan ikatan rangkap dari rantai atom karbon C asam lemak pada minyak/lemak. Reaksi ini dilakukan dengan menggunakan hidrogen murni ditambah dengan serbuk nukel sebagai katalisator yang mengakibatkan kenaikan titik cair dari asam lemak dan juga menjadikan minyak/lemak tahan terhadap oksidasi akibat hilangnya ikatan rangkap.
4. Esterifikasi, reaksi esterifikasi bertujuan untuk merubah asam-asam lemak dari trigliserida dalam bentuk ester. Minyak dan lemak juga mengandung komponen non gliserida dalam jumlah kecil. Non-gliserida akan menyebabkan aroma, warna, rasa yang kurang disenangi konsumen. Komponen-komponen non-gliserida ini adalah komponen yang karut dalam minyak misalnya: asam-asam lemak bebas, pigmen, gliserol, fosfatida dan lendir. Dan komponen yang tersuspensi misalnya: karbohidrat, senyawa-senyawa yang mengandung nitrogen, dll. (Ketaren, 1986)

1.2.4 Natrium Hidroksida (NaOH)

Natrium hidroksida (NaOH), juga dikenal sebagai soda kaustik atau sodium hidroksida, adalah sejenis basa logam kaustik. NaOH terbentuk dari oksida basa Natrium Oksida dilarutkan dalam air. NaOH membentuk larutan alkali yang kuat ketika dilarutkan ke dalam air. NaOH digunakan di berbagai macam bidang industri, kebanyakan digunakan sebagai basa dalam proses produksi bubur kayu dan kertas, tekstil, air minum, sabun dan deterjen. NaOH adalah basa yang paling umum digunakan dalam laboratorium kimia. (Amin's dan Mirzae, 2005)

Natrium Hidroksida digunakan secara luas disektor industri dan rumah tangga. Pada industri, Natrium Hidroksida digunakan sebagai bahan kimia basa untuk kebutuhan pembuatan bubur kertas dan kertas, tekstil, air minum, proses pembuatan air aquadest, sabun, deterjen, industri pembuatan kaca, industri metalurgi, dan pengolahan hasil tambang mineral logam.

Natrium Hidroksida larut dalam air, ethanol dan methanol. Natrium Hidroksida murni memiliki warna putih jernih, yang umumnya diproduksi dalam bentuk *flake*. *Flake* Natrium Hidroksida sangat mudah larut dan memiliki kelarutan yang tinggi dalam air, namun memiliki kelarutan yang lebih rendah dalam ethanol atau methanol. Pada saat pencairan atau proses pelarutan Natrium Hidroksida ke dalam air, terjadi reaksi eksotermis yang banyak melepaskan/membebaskan kalor ke udara. Hasil pelarutan menampilkan larutan Natrium Hidroksida yang berwarna bening seperti warna air pelarutnya.

Natrium Hidroksida memiliki sifat yang merusak kulit atau bersifat korosif, membuat kulit mudah mengalami iritasi. Jika terkena, kulit akan terasa panas dan gatal. Segera lakukan pembilasan secepatnya pada bagian yang terkena dengan air, hingga rasa licin dikulit hilang. Natrium Hidroksida juga sangat membahayakan jika terkena mata. Efek terkena selaput mata dapat mengakibatkan kebutaan permanen. Oleh karena itu, gunakan sarung tangan dan kaca pelindung mata jika akan menggunakan bahan kimia ini. Penyimpanan Natrium Hidroksida harus pada tempat kering, tertutup rapat dari udara luar, dan terhindar dari sinar matahari. Karena sifatnya yang higroskopis, Natrium Hidroksida ini mudah mencair pada

udara terbuka, dan mampu menurunkan kelembaban udara, serta mengadsorbsi karbon dioksida (CO_2) dari udara.

1.2.5 Gliserol

Gliserol adalah sebuh komponen utama dari semua lemak dan minyak, dalam bentuk ester yang disebut gliserida. Gliserol merupakan hasil dari reaksi antara trigliserida dengan NaOH. Saat ini, nama gliserol mengacu pada senyawa kimia murni dan komersial dikenal dengan gliserin. Gliserol atau gliserin atau 1,2,3-propanatriol merupakan sebuah alkohol trihidrat berupa cairan higroskopis, kental, bening dengan rasa manis pada suhu kamar di atas titik lelehnya. (Kirk, R.E. and Othmer, 1978)

Gliserol memiliki tekanan uap yang rendah maka gliserol dianggap tidak menimbulkan bahaya terhirup pada suhu kamar normal. Uap atau kabut pada konsentrasi yang cukup dapat mengganggu fungsi pernafasan. Pada suhu yang meningkat, asapnya dapat menyebabkan iritasi dan dehidrasi membran mukosa. Gejala yang ditimbulkan termasuk batuk dan kesulitan bernafas. Bila memasuki area pemaparan gunakan kantong masker berkatup atau pernafasan penyelamatan.

Gliserol yang dihasilkan dari hidrolisa lemak atau minyak pada unit *fat Splitting* ini masih terkandung dalam air manis (*sweet water*). Kandungan gliserol dalam air manis biasanya diuapkan untuk mendapatkan gliserol murni (gliserin). Biasanya untuk pemurnian gliserol ini memerlukan beberapa tahap proses, seperti pemurnian dengan *centrifuse*, evaporasi dan filtrasi

Tujuan dari *centrifuse* ini adalah untuk menghilangkan asam lemak bebas sisa dan kotoran padat yang masih ada dalam air. Untuk operasi ini digunakan pemisah

centrifuse. Padatan air manis ini sangat mahal karena kadar gliserol dalam air manis biasanya rendah yaitu sekitar 10-12%. Pada proses *recovery* gliserol dari *sweet water* dilakukan dengan menggunakan *triple effect evaporator*. Untuk menuapkan 1kg air diperlukan 1,1 kg uap. Tekanan evaporator pertama 1 atm, evaporator kedua 3 atm dan evaporator ketiga 5 atm. Pada operasi pabrik ini, konsumsi uap dapat berkurang sampai 350 kg per 1000 kg air yang diuapkan.

Gliserol yang dihasilkan pabrik evaporasi mengandung sekitar 88% gliserol, 9-10% air dan 2-3% kotoran. Permintaan mutu gliserol tergantung pada pangsa pasar. Bila mutu gliserol yang dihasilkan masih kurang baik maka gliserol tersebut harus dimurnikan dengan cara destilasi. (Tambun, 2006)

Terdapat beberapa kegunaan atau manfaat dari adanya gliserol yang berupa bahan baku, ataupun bahan penambah seperti:

1. Kosmetik; digunakan sebagai *body agent, emollient, humectant, lubricant, solven*. Biasanya dipakai untuk *skin cream* dan *lotion*, *shampoo* dan *hair conditioner*, sabun dan detergen.
2. Dental cream; digunakan sebagai *humectant*.
3. Peledak; digunakan untuk membuat nitroglycerine sebagai bahan dasar peledak.
4. Industri makanan dan minuman; digunakan sebagai *solven emulsifier, conditioner, freeze preventer* dan *coating*. Digunakan dalam industri minuman anggur dan minuman lainnya.
5. Industri logam; digunakan untuk *pickling, quenching, stripping, electroplating, galvanizing* dan *solfering*.

6. Industri kertas; digunakan sebagai *humectant, plasticizer, softening agent,* dan lain-lain.
7. Industri farmasi; digunakan untuk antibiotik, capsule dan lain-lain.
8. Photography; digunakan sebagai plasticizing.
9. Resin; digunakan untuk *polyurethanes, epoxies, phtalic acid* dan *malic acid resin*.
10. Industri tekstil; digunakan *lubricating, antistatic, antishrink, waterproofing* dan *flameproofing*.
11. Tobacco; digunakan sebagai *humectant, softening agent* dan flavor enhancer.

Tabel 1. 11 Sifat Fisika Gliserol

Molecular Weight	92.09
Boiling point	290 (760 mmHg)
Melting point	18.17 ^{o}c
Freeze point	(66.7 % glycerol solution) – 46.5 ^{o}C
Specific heat	0.5795 cal/gm oC (26 ^{o}C)
Refractive index	(Nd20) 1.47399
Flash point	(99 % glycerol) 177 ^{o}C
Fire point	(99 % glycerol) 204 ^{o}C
Autoignition point	(on platinum) 523 ^{o}C
	(on glass) 429 ^{o}C
Heat of combustion	397.0 kcal per gram
Surface tension	63.4 dynes cm (20 ^{o}C)
	58.6 dynes cm (90 ^{o}C)
	51.9 dynes cm (150 ^{o}C)
Cofficient of thermal expansion	0.0006115 (15-25 ^{o}C Temp. interval)
	0.000610 (20-25 ^{o}C Temp. interval)
Thermal conductivity	0.000691 cal cm deg/sec (^{o}C)
Heat of formation	159.8 kcal/mol (25 ^{o}C)
Heat of fusion	47.5 cal/mol
Heat of vaporization	21,060 cal/mol (25 ^{o}C)
	19,300 cal/mol (105 ^{o}C)
	18,610 cal/mol (175 ^{o}C)

1.3 Pemilihan Proses

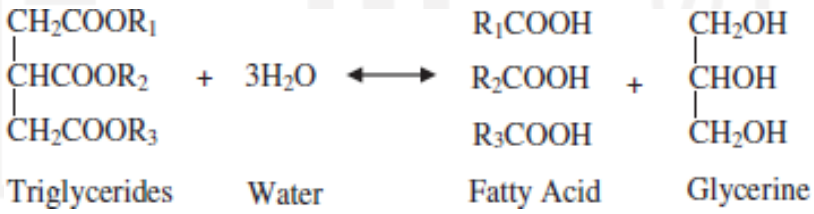
Macam-Macam Proses :

Menurut (H.W Tan et al, 2013) pembuatan gliserol bisa dilakukan dalam berbagai cara, antara lainnya adalah:

1. Hidrolisis

Terdiri dari dua kata yaitu hidro yang artinya air dan lisis yang artinya terurai atau pecah. Sehingga hidrolisis dapat diartikan penguraian atau perpecahan molekul air (H_2O) menjadi OH^- yaitu anion hidroksil dan H^+ sebagain kation hidrogen. Hidrolisis juga dapat didefinisikan sebagai proses penguraian pada suatu molekul yang disebabkan oleh air (H_2O).

Hidrolisis dalam proses ini adalah reaksi hidrolisa antara minyak dan air yang natinya menghasilkan asam lemak dan gliserol dengan menggunakan katalis, reaksinya adalah sebagai berikut:



Gambar 1. 6 Proses Hidrolisis

Tiga molekul *fatty acid* (asam lemak) dan satu molekul gliserol dihasilkan dari satu molekul trigliserida. Dalam suatu reaksi hidrolisa, lemak atau minyak akan diubah menjadi gliserol dan asam lemak bebas. Reaksi hidrolisa yang dapat mengakibatkan kerusakan minyak atau lemak terjadi karena terdapat sejumlah air dalam minyak atau lemak tersebut. Reaksi ini akan mengakibatkan ketengikan hidrolisa menghasilkan rasa dan bau tengik pada minyak tersebut.

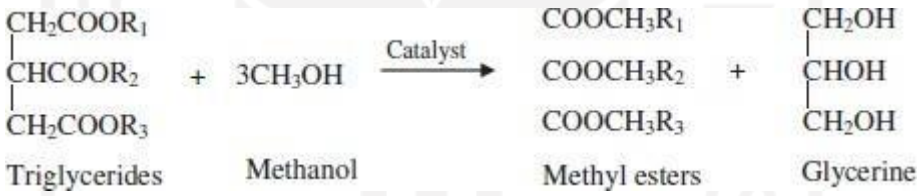
Tabel 1. 12 Kelebihan dan Kekurangan Proses Hidrolisis

Kelebihan	Kekurangan
Reaksi dapat dilakukan pada suhu 24 ^{o}C-26 ^{o}C dan tekanan 45-50 bar	Proses tersebut memerlukan energi yang tinggi
Pada proses ini derajat pemisahan mampu mencapai 99%	Memerlukan investasi peralatan yang mahal
	Mutu produk yang dihasilkan tidak terlalu baik ditinjau dari warna dan baunya sebagai akibat proses panas tersebut

(H.W Tan et al, 2013)

2. Transesterifikasi

Transesterifikasi merupakan proses reaksi antara lemak atau minyak dengan methanol menggunakan katalis menghasilkan gliserol dan metil ester dengan bantuan katalis.



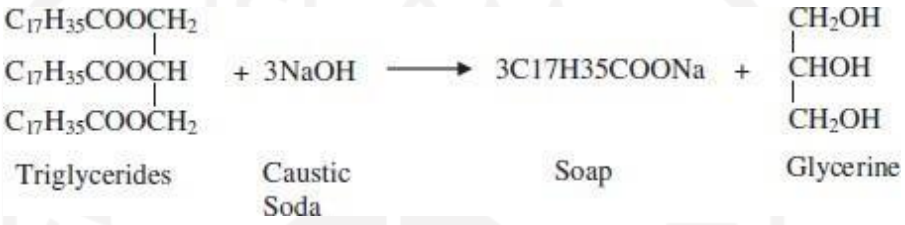
Gambar 1. 7 Reaksi Transesterifikasi

Tabel 1. 13 Kelebihan dan Kekurangan Proses Transesterifikasi

Kelebihan	Kekurangan
Trigliserida dapat dengan mudah ditransesterifikasi secara *batchwise* pada tekanan atmosfer dan suhu 60 ^{o}C - 70 ^{o}C dengan methanol berlebih dan menggunakan katalis Alkalin	Memerlukan perlakuan awal untuk memindahkan asam lemak bebas dari minyak yaitu dengan cara pemurnian pre-esterifikasi sebelum proses transesterifikasi
	Proses tersebut memerlukan energi yang tinggi
	Memerlukan investasi peralatan yang mahal

3.Saponifikasi

Saponifikasi merupakan proses antara minyak dengan soda kaustik menjadi gliserol dengan produk samping sabun. Reaksi saponifikasi adalah sebagai berikut:



Gambar 1. 8 Proses Saponifikasi

Saponifikasi ini merupakan salah satu proses pembuatan gliserol dari lemak dan minyak yang direaksikan dengan soda kaustik (NaOH) menghasilkan sabun dan *lye soap* yang mengandung 8-12% gliserin.

Jenis lilin yang terdapat dalam minyak jagung terdiri dari campuran persenyawaan mirisil isobehenate, lignoserat, dan setik lignoserat. Untuk memisahkan fraksi lipid dari pesenyawaan lain dalam bahan pangan dengan ekstraksi dengan pelarut. Fraksi yang larut disebut lemak kasar. Jika fraksi lemak kasar tersebut direaksikan dengan natrium hidroksida (NaOH) maka asam lemak bebas, lilin atau senyawa lipid akan membentuk sabun. *Fatty acid* digunakna untuk mengetahui nilai netralisas, karena itu usulan berat molekul penting pada reaksi saponifikasi.

Persenyawaan sabun ini akan larut dalam air. Pada proses ini juga menghasilkan gliserol, fosfat alkohol, dan minyak terlarut dalam air, sedangkan pada golongan sterol, pigmen, dan hidrokarbon bersifat tak larut dalam air.

Sehingga, dengan demikian semua jenis lipid termasuk pada fraksi dapat disabunkan (*saponifiable fraction*) kecuali pada persenyawaan sterol, pigmen dan hidrokarbon.

Tabel 1. 14 Kelebihan dan Kekurangan Proses Saponifikasi

Kelebihan	Kekurangan
Reaksinya berlangsung satu arah dan tidak reversible	Memerlukan katalis
Sabun yang dihasilkan dapat larut dalam air	Reaksinya lambat
Saponifikasi lemak terjadi pada campuran yang beroperasi pada 100°C dan 3,5 kg/cm^2	

Sebelum memilih proses yang tepat dan baik, perlu adanya dilakukan perbandingan antara beberapa metode alternatif baik dari segi teknis dan ekonomi. Dilakukan perbandingan antara 3 proses antara Hidrolisis, Transesterifikasi dan Saponifikasi. Berikut perbandingan yang di dapat :

Tabel 1. 15 Perbandingan Proses

Kriteria	Jenis Proses		
	Hidrolisis	Transesterifikasi	Saponifikasi
Bahan Baku	Trigliserida dan Air	Trigliserida dan Metanol	Trigliserida dan NaOH
Suhu	240-260	60-70	70-80
Tekanan	45-50 bar	<10 kbar	1 atm
Fase	Cair	Cair	Cair

Sedangkan dari aspek ekonomis dilakukan perhitungan untuk mengetahui proses manakah yang paling menguntungkan dalam proses pembuatan pabrik gliserol ini. Penentuan tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

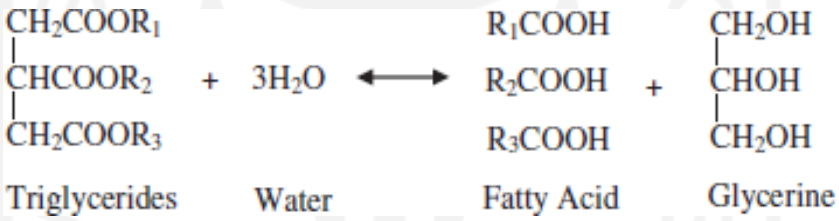
$$\text{EP} = value\ of\ product - raw\ material\ cost \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

Tabel 1. 16 Berat Unsur dan Daftar Harga Pembuatan Pabrik Gliserol

Material	Berat Molekul (Kg/mol)	Harga (S/Kg)
Minyak Jagung	854	0,25
NaOH	40	0,35
Gliserol	92,09	1,4
Sabun	306	0,5
Metanol	32,04	0,9
Metyl Ester	60,05	1
Fatty Acid	282,468	0,35

Maka berdasarkan perhitungan *economic potential* (EP), didapatkan hasil untuk ketiga proses pembuatan gliserol yaitu:

1. Hidrolisis

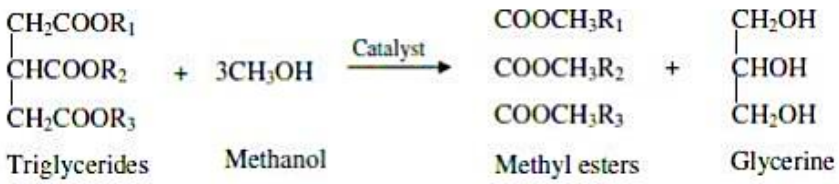


Gambar 1. 9 Reaksi Hidrolisis Pembuatan Gliserol

$$EP = (1{,}4\ \frac{\$}{kg}\ x\ 92{,}06\ \frac{kg}{kmol} + 0{,}35\ \frac{\$}{kg}\ x\ 282{,}468\ \frac{kg}{kmol}) - (0{,}25\ \frac{\$}{kg}\ x\ 854\ \frac{kg}{kmol})$$

$$EP = 14{,}29\ \frac{\$}{kg}$$

2. Transesterifikasi

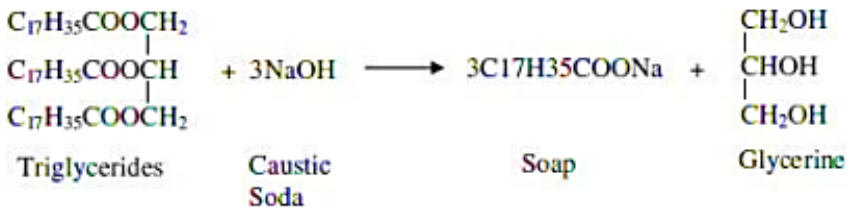


Gambar 1. 10 Reaksi Transesterifikasi Gliserol

$$EP = \left(1 \frac{\$}{kg} \times 60{,}05 \frac{kg}{kmol} + 1{,}4 \frac{\$}{kg} \times 92{,}06 \frac{kg}{kmol}\right) - \left(0{,}25 \frac{\$}{kg} \times 854 \frac{kg}{kmol} + 0{,}9 \frac{\$}{kg} \times 32{,}04 \frac{kg}{kmol}\right)$$

$$EP = -53{,}36 \frac{\$}{kg}$$

3. Saponifikasi



Gambar 1. 11 Reaksi Saponifikasi Gliserol

$$EP = \left(1{,}4 \frac{\$}{kg} \times 92{,}06 \frac{kg}{kmol} + 0{,}5 \frac{\$}{kg} \times 306 \frac{kg}{kmol}\right) - \left(0{,}25 \frac{\$}{kg} \times 854 \frac{kg}{kmol} + 0{,}35 \frac{\$}{kg} \times 40 \frac{kg}{kmol}\right)$$

$$EP = 54{,}66 \frac{\$}{kg}$$

Tabel 1. 17 *Economic Potential* Perbandingan Proses Pembuatan Gliserol

Jenis Proses	Keuntungan ($/Kg)
Hidrolisis	14,29
Transesterfikasi	-53,36
Saponifikasi	54,66

Dari data perbandingan diatas menunjukan bahwa data yang paling efesien dari segi teknis dan ekonomis untuk perancangan pendirian pabrik gliserol adalah dengan proses saponifikasi dikarenakan bahan baku yang digunakan mudah didapatkan dan jumlahnya banyak di Indonesia, serta produk yang dihasilkan lebih menguntungkan proses saponifikasi.

1.4 Sifat-Sifat Bahan Baku

1.4.1 Minyak Jagung

1. Bilangan asam : 0,040 – 0,100
2. *Flavor* : Lembut
3. *Cold test* : bersih
4. Bilangan penyabunan : 189-191
5. Bilangan Iodium : 93- 96
6. Bilangan *Hehner* : 93- 96
7. Titik Beku (^{0}C) : -20 – (-100)
8. Titik cair (^{0}F) : 4- 12
9. Titik nyala (^{0}F) : 575- 640
10. Titik *baker* (^{0}F) : 590- 700
11. Bobot jenis pada suhu kamar : 0,918- 0,925
12. *Pounds per gallon* : 7,672 pada 70^{0}F

(Ketaren, 1986)

1.4.2 Natrium Hidroksida (NaOH)

1. Berat Molekul : 40 gr/ mol
2. Titik didih : 318,4^{0}C
3. Titik lebur : 1390^{0}C
4. *Spesifik gravity* : 2,130 (pada suhu 30^{0}C)
5. Berbentuk padatan yang berwarna putih.
6. Sangat mudah larut dalam etanol, etil ester, dan gliserol
7. Tidak mudah larut dalam aseton, eter merupakan suatu basa yang kuat

8. Dapat menyerap uap air dari udara
9. Bersifat korosif
10. Bereaksi dengan asam membentuk garam dan air
11. Merupakan hasil elektrolisis dari natrium klorida
12. Bereaksi dengan etil asetat menghasilkan sabun (natrium asetat) dan alkohol.

(Perry, 1984)

1.4.3 Air (H_2O)

1. Merupakan cairan tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau
2. Merupakan elektrolit lemah dan dapat terionisasi menjadi H_3O^+ dan OH^+
3. Berat molekul : 18,016 gr/grmol
4. Rumus molekul : H_2O
5. Densitas : 1 gr/ml
6. Titik nyala : 0°C
7. Viskositas : 0,01002 P
8. Panas spesifik : 1 kal/g
9. Tekanan uap : 760 mmHg
10. Tegangan permukaan : 73 dyne/cm
11. Panas laten : 80 kal/g
12. Indeks bias : 1,333

(Perry, 1984)

1.5 Mekanisme dan Kondisi Operasi

Reaksi antara minyak jagung dengan NaOH berlangsung di dalam reaktor yang dilengkapi dengan pengaduk. Minyak jagung sedikit demi sedikit dialirkan ke dalam reaktor bersama dengan NaOH, dengan suhu 100°C, dimana gliserol mulai terbentuk. Ketika semua minyak jagung sudah dimasukkan ke dalam reaktor, suhu dikontrol agar tidak lebih dari 100°C. Perbandingan mol antara minyak jagung dengan NaOH adalah 1:3.

Kondisi operasi pada perancangan pabrik gliserol ini adalah sebagai berikut Sumber : (Faith and Keyes, 1965)

1. Temperatur : 70-100°C
2. Tekanan : 1 atm
3. Fase Reaksi : Cair-cair
4. Perbandingan minyak jagung dan NaOH : 1:3

1.5.1 Tinjauan Termodinamika

Suatu reaksi ditentukan eksotermis atau endotermis dari perhitungan ΔH. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

Data untuk $\Delta H^{o}f$ komponen diperoleh dari Smith (1987) ditunjukan sebagai berikut:

$\Delta H^{o}f$ 298 $C_3H_5(COOR)_3$ = -1833,7500 kJ/mol

$\Delta H^{o}f$ 298 NaOH = -426,7262 kJ/mol

$\Delta H^{o}f$ 298 $C_3H_5(OH)_3$ = -582,8000 kJ/mol

$\Delta H^{o}f$ 298 $R(COONa)_3$= -484,1000 kJ/mol

$\Delta H^{o}f$ 298 = Σ $\Delta H^{o}f$ 298 Produk - Σ $\Delta H^{o}f$ 298 Reaktan

$\Delta H^o f$ 298 = ($\Delta H^o f$ 298 gliserol+$\Delta H^o f$ 298 sabun) – ($\Delta H^o f$ 298 minyak jagung+$\Delta H^o f$ 298 NaOH)

$\Delta H^o f$ 298 = (-582,8000 kj/mol+-3x-484,1000 kj/mol) – (-1833,7500 kj/mol+(3x-426,7262 kj/mol))

$\Delta H^o f$ 298 = 21.896,881 kal/mol

Harga ΔH yang positif menunjukan bahwa reaksi yang terjadi merupakan reaksi endotermis yaitu reaksi yang menyerap panas atau membutuhkan panas sehingga menjaga agar tetap berlangsung pada kondisi proses perlu ditambahkan panas. Untuk mengetahui apakah reaksinya *irreversible* atau *reversible* (harga K) dapat dihitung dengan persamaan konstanta kesetimbangan berikut:

ΔG^o = -R T *ln* K

Keterangan:

ΔG^o = Energi Gibbs (kal/mol)

K_o = Konstanta kesetimbangan pada suhu referensi

KA = Konstanta kesetimbangan pada suhu operasi

T_1 = Temperatur operasi

T_2 = Temperatur referensi

R = Tetapan gas (1,987 kal/mol.K)

Data untuk $\Delta G^o f$ komponen diperoleh dari Smith (1987) ditunjukan sebagai berikut:

$\Delta G^o f$ 298 $C_3H_5(COOR)_3$ = -2.223,6 kj/mol

$\Delta G^o f$ 298 NaOH (aq) = -379,1 kj/mol

$\Delta G^o f$ 298 $C_3H_5(OH)_3$ = -475,5 kj/mol

$\Delta G^o f$ 298 $R(COONa)_3$ = -1.029,3 kj/mol

$\Delta G^o f$ 298 = $\Sigma \Delta G^o f$ 298 Produk - $\Sigma \Delta G^o f$ 298 Reaktan

$\Delta G^o f$ 298 = (3x-1.029,3 + -475,5) – (-2.223,6 +(3x -379,1)

$\Delta G^o f$ 298 = -202,8 kj/kmol

BAB II PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

2.1.1 Gliserol

1. Rumus Molekul : $C_3H_8O_3$
2. Berat Molekul : 92,095 g/mol
3. Heat of Fusion : 47,49 cal/g
4. Titik Beku : 291,33 K
5. Titik Didih : 563,15 K
6. Titik Kritis : 723,00 K
7. Tekanan Kritis : 40 bar
8. Densitas : 1,261 g/cm3
9. Viskositas : 1412 cps
10. Kapasitas Panas (Cp) : 139,1662 J/mol.K
11. Konduktivitas : 0,285 W/m.K pada 30°C
12. ΔHf : -665,9 kJ/mol
13. ΔG : -475,5 kJ/mol
14. Wujud Cairan kental tidak berwarna, 25°C, 1 atm

2.1.2 Sabun

1. Rumus Molekul : $C_{17}H_{35}COONa$
2. Berat Molekul : 340 g/mol
3. Titik Lebur : 1073,8 K
4. Titik Didih : 326 K
5. Titik Kritis : 3900 K

6. Densitas : 0,93 g/cm3
7. Kapasitas Panas (Cp) : 3 joule/mol.c
8. Wujud : Cairan

2.1.3 Natrium Klorida

1. Rumus Molekul : NaCl
2. Berat Molekul : 58,443 g/mol
3. Titik Lebur : 1073,8 K
4. Titik Didih : 1738 K
5. Titik Kritis : 3900 K
6. Densitas : 2,17 g/cm^3
7. Kapasitas Panas (Cp) : 50,5 joule/mol.K
8. ΔHf : -411,12 kJ/mol
9. Wujud : kristal tidak berwarna

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

2.2.1 Minyak Jagung

1. Rumus Molekul : $C_{57}H_{110}O_6$
2. Bilangan Asam : 0,040-0,100
3. Bilangan Penyabunan : 189-191
4. Bilangan Iodium : 125-128
5. Bilangan *Hehner* : 93-96
6. Titik Cair : 4-12°F
7. Titik Nyala : 575-640°F
8. Titik Bakar : 590-640°F

9. Bobot Jenis : 0,918-0,925 (pada suhu kamar)
10. *Pounds per gallon* : 7,672 pada 70°F
11. Wujud : cairan berwana kuning keemas an 25°C, 1 atm
12. Kemurnian : 98,06 % Minyak jagung, 1 % Sterol, 0,35 % Abu, 0,05 % Lilin. (Ketaren 1985)

2.2.2 Natrium Hidroksida

1. Rumus Molekul : NaOH
2. Berat Molekul : 39,997 g/mol
3. Titik Beku : 596,00 K
4. Titik Didih : 1663,15 K
5. Titik Kritis : 2820,00 K
6. Tekanan Kritis : 253,31 bar
7. Densitas : 2,1 g/cm^3
8. Kapasitas Panas (Cp) : 59,5 joule/mol.K
9. ΔH : -469,15 kJ/mol
10. ΔG : -419,2 kJ/mol
11. Wujud : padatan berwarna putih, 25°C, 1 atm
12. Kemurnian : 99% NaOH, 1 % Air. (Kurt dan bittner, 2005)

2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu

2.3.1 Pewangi Minyak Nilam

1. Rumus Molekul : $C_{15}H_{26}O$
2. Berat Molekul : 222,37 g/mol
3. Fase : Cair

4. Warna : Kuning bening
5. Kemurnian : 95% Pewangi, 5 % Air. (Santoso 1990)

2.3.2 Asam Klorida

1. Rumus Molekul : HCl
2. Berat Molekul : 36,48 g/mol
3. Fase : Cair
4. Titik Didih : 123°F
5. Densitas : 1,639 g/L
6. Kemurnian : 37 % HCl, 63 % Air. (Othmer 1969)

2.3.3 Air

1. Rumus Molekul : H_2O
2. Berat Molekul : 18,015 g/mol
3. Titik Lebur : 273,15 K
4. Titik Didih : 373,15 K
5. Titik Kritis : 647,13 K
6. Densitas : 1,027 g/cm3
7. Kapasitas Panas (Cp) : 34,2496 joule/mol.K
8. ΔHf : -285,84 kJ/mol
9. ΔG : -237,19 kJ/mol
10. Wujud : Cairan bening, 25°C, 1 atm

2.4 Pengendalian Kualitas

2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas bahan baku yaitu untuk mengetahui kualitas bahan baku yang digunakan, apakah kualitas bahan baku sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses atau belum. Minyak jagung yang digunakan memiliki kandungan trigliserida dengan persentase 98,6%. Sedangkan NaOH yang bersifat higroskopis atau mudah menyerap air pada udara biasanya disimpan dalam wadah tertutup, sehingga kualitas NaOH yang masuk ke pabrik tidak terkontaminasi dengan udara. Apabila setelah dianalisa tidak sesuai dengan kualitas bahan baku yang ditentukan untuk proses, maka kemungkinan besar bahan baku akan dikembalikan kepada supplier.

2.4.2 Pengendalian Proses

Pengendalian proses dilakukan dari bahan baku sampai menjadi produk guna menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan. Pengawasan yang dilakukan mulai dari mutu bahan baku, bahan tambahan, produk setengah jadi maupun produk penunjang mutu proses. Semua pengawasan mutu tersebut dapat dilakukan dengan analisa di laboratorium maupun menggunakan alat kontrol.

Pengawasan dan pengendalian jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendali yang berpusat pada *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* dengan menggunakan indikator. Apabila terjadi penyimpangan pada indikator dari alat pengendali yang telah di-*sett* baik itu pada *flow rate* bahan baku atau produk, *level control*, *temperature control*, dapat diketahui dari tanda yang diberikan yaitu dengan bunyi alarm, nyala lampu, dan sebagainya, maka

penyimpangan tersebut harus dikembalikan pada kondisi semula. Alat kontrol yang harus di-*sett* pada kondisi tertentu antara lain:

1. *Level Control,* merupakan alat yang dipasang pada bagian atas tangki. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan mengakibatkan tanda berupa suara dan nyala lampu.
2. *Flow Control, m*erupakan alat untuk mengontrol laju aliran atau untuk membatasi tekanan di dalam sebuah sistem pemipaan. *Flow Control* dipasang pada *valve* pada setiap keluaran alat.
3. *Level Indicator,* merupakan alat yang digunakan untuk mengendalikan atau mengatur ketinggian suatu fluida pada alat tertentu secara otomatis. Prinsip kerja alat ini adalah mengatur kerja pompa air yang akan mengisi bak/tangki dengan ketinggian air sebagai acuannya.
4. *Temperature Indicator, m*erupakan alat pengontrol suhu untuk mengendalikan suhu sesuai dengan settingan yang diinginkan pada setiap alat proses. *Temperature Control* dipasang pada reaktor, *heater*, evaporator, dan *cooler*.

Proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar dan jumlah produksi sesuai dengan rencana produksi serta waktu yang sesuai dengan jadwal. Untuk menjaga kelancaran proses agar berjalan dengan baik, maka perlu diadakan pengawasan dan pengendalian selama proses berlangsung sebelum produk jadi di distribusikan.

BAB III PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

3.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

1. Tahap Persiapan Natrium Hidroksida (NaOH)

   NaOH yang ada dalam Silo (S-01) diangkut untuk dibawa ke bagian proses dengan menggunakan *Bucket Elevator* (BE-01) yang kemudian dimasukkan pada bagian atas *Mixer* (M-01). NaOH yang digunakan adalah padatan bewarna putih yang disimpan sebanyak 4762,120 kg untuk kebutuhan selama 14 hari. Penyimpanan bahan baku NaOH dilakukan dalam kondisi ideal yaitu dengan operasi suhu 30°C dan tekanan 1 atm.

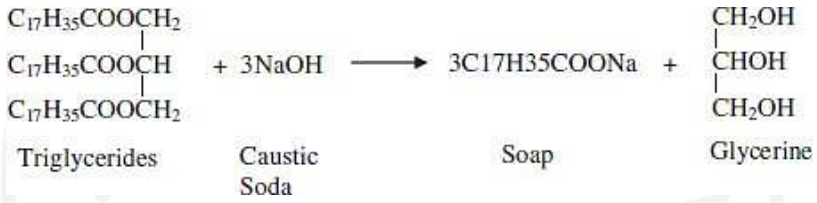
2. Tahap Persiapan Minyak Jagung (Trigliserida)

   Minyak jagung atau trigliserida berasal dari tangki penyimpanan (T-03) pada tekanan 1 atm dan suhu 30°C. Trigliserida kemudian diumpakan ke dalam *Filter Press* (F-01) menggunakan pompa (P-01) untuk memisahkan Trigliserida dari *impurities*-nya. Hasil *impurities* dari *Filter Press* tersebut dialirkan ke unit pengolahan limbah (UPL). Trigliserida yang telah dipisahkan diumpankan ke *heater* (HE-01) untuk dinaikkan suhunya hingga 100°C dengan pompa (P-03) kemudian menuju bagian atas reaktor (R-01) dengan menggunakan pompa (P-04).

3.1.2 Proses Pembentukan Produk

Padatan NaOH yang berada di dalam *Mixer* (M-01) dilarutkan dengan air yang dialirkan dari Unit Utilitas. Larutan NaOH yang berasal dari *mixer* dinaikan suhu nya dengan mempompa larutan tersebut ke dalam *heater* (HE-02) hingga

mencapai suhu 100℃ dan diumpankan ke Reaktor (R-01), hal ini dilakukan untuk menyesuaikan kondisi operasi di dalam Reaktor. Reaksi yang terjadi di dalam reaktor adalah:



Gambar 3. 1 Reaksi Saponifikasi pada Reaktor (R-01)

Reaksi antara Trigliserida dan larutan NaOH berlangsung pada suhu 100°C dan tekanan 1 atm secara endotermis *irreversible* pada fase cair dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk. Hasil keluaran dari reaktor (R-01) masuk ke dalam reaktor (R-02) untuk diproses lebih lanjut sehingga mencapai konversi 95%. Pada Netralizer (N-01) ditambahkan larutan HCl (Asam Klorida) yang berasal dari tangki penyimpanan (T-02) untuk memisahkan antara Gliserol dan sabun yang saling terlarut. Larutan HCl akan mengikat larutan NaOH sehingga menjadi NaCl (larutan garam).

Produk dari *Neutralizer* (N-01) yang terdiri dari Gliserol, Trigliserida, NaOH, Sabun dan air selanjutnya diumpankan ke dalam Dekanter (D-01) dengan menggunakan pompa (P-12). Hasil dari pemisahan pada *Decanter* yaitu *Light Stream* yang terdiri dari sisa Trigliserida, sisa NaCl, air, dan sabun. Sedangkan *Heavy Stream* yang terdiri dari Gliserol, NaCl dan air. Hasil dari *Light Stream* kemudian diumpankan ke dalam *Mixer* (M-02) dan ditambahkan larutan pewangi dari tangki penyimpanan (T-01) untuk dihomogenkan. Selanjutnya sabun cair tersebut dipompakan ke dalam tangki produk (T-04).

3.1.3 Proses Pemurnian dan Pemisahan Produk

Larutan Gliserol keluar dari *Decanter* dialirkan menuju ke dalam *Evaporator* 1 (E-01) dan *Evaporator* 2 (E-02) menggunakan pompa (P-14) dan pompa (P-18) untuk dipekatkan dengan menggunakan *steam* pada suhu 140°C dan tekanan 1 atm. Selama proses pemekatan, air (H_2O) akan terpisah sebagai hasil atas fase uap karena beroperasi di atas suhu kritisnya.

3.1.4 Proses Pembentukkan Produk Akhir

Larutan Gliserol 59% yang keluar dari Evaporator (E-02) diturunkan suhunya menggunakan *Cooler* (C-03) dari suhu 107°C menjadi 30°C dan diumpankan ke dalam *Clarifier* (F-02) dengan menggunakan pompa (P-20) untuk mengendapkan *impurities* Gliserol pada hasil *evaporator*. Hasil keluaran dari *Clarifier* berupa *impurities* (NaCl) yang selanjutnya diumpankan ke UPL, sedangkan hasil cairan pekat berupa *liquid* Gliserol 92% dialirkan ke dalam tangki produk (T-05).

3.2 Spesifikasi Alat/Mesin Produk

3.2.1 Tangki Penyimpanan Pewangi

Kode	T-01
Fungsi	Tempat penyimpanan pewangi selama 14 hari sebelum digunakan dalam proses
Jenis	Silinder tegak, tutup atas *Conical* dan tutup bawah *Flat Bottomed*
Bahan	*Carbon Steel*, SA-283 *Grade* C
Jumlah	1 unit
Kondisi Operasi	T = 30 ^oC, P = 1 atm
Volume Tangki	361,425 m^3
Diameter Tangki	10,668 m

Tebal *Shell*	Course 1 = 0,134 in Course 2 = 0,130 in
Tinggi *Head*	1,771 m
Tebal *Head*	3/8 in
Tinggi Total	4,244 m
Harga	$ 2,047

3.2.2 Tangki Penyimpanan Asam Klorida (HCl)

Kode	T-02
Fungsi	Tempat penyimpanan HCl selama 14 hari sebelum digunakan dalam proses
Jenis	Silinder tegak, tutup atas *Torispherical* dan tutup bawah *Flat Bottomed*
Bahan	*Stainless Steel* 304
Jumlah	1 unit
Kondisi Operasi	T = 30°C, P = 1 atm
Volume Tangki	1.588 m^3
Diameter Tangki	18,28 m
Tebal *Shell*	Course 1= 0,141 in Course 2 = 0,137 in Course 3 = 0,133 in Course 4 = 0,129 in
Tinggi *Head*	1,3792 m
Tebal *Head*	3/16 in
Tinggi Total	8,694 m
Harga	$ 614

3.2.3 Tangki Penyimpanan Minyak Jagung (Trigliserida)

Kode	T-03
Fungsi	Tempat penyimpanan trigliserida selama 14 hari sebelum digunakan dalam proses
Jenis	Silinder tegak, tutup atas *Conical* dan tutup bawah *Flat Bottomed*
Bahan	*Carbon Steel*, SA-283 *Grade* C
Jumlah	2 unit
Kondisi Operasi	T = 30°C, P = 1 atm
Volume Tangki	6,291 m^3

Diameter Tangki	25 m
Tebal *Shell*	Course 1 = 0,144 in Course 2 = 0,144 in Course 3 = 0,141 in Course 4 = 0,137 in Course 5 = 0,133 in Course 6 = 0,129 in
Tinggi *Head*	4,6 m
Tebal *Head*	1 1/4 in
Tinggi Total	10,97 m
Harga	$ 857

3.2.4 Tangki Produk Sabun

Kode	T-04
Fungsi	Tempat penyimpanan penyimpanan produk sabun selama 14 hari
Jenis	Silinder tegak, tutup atas *Conical* dan tutup bawah *Flat Bottomed*
Bahan	*Carbon Steel*, SA-283 *Grade* C
Jumlah	1 unit
Kondisi Operasi	T = 30 ^{o}C, P = 1 atm
Volume Tangki	7,828 m^3
Diameter Tangki	27,4320 m
Tebal *Shell*	Course 1 = 0,177 in Course 2 = 0,168 in Course 3 = 0,159 in Course 4 = 0,151 in Course 5 = 0,142 in Course 6 = 0,134 in
Tinggi *Head*	4,935 m
Tebal *Head*	1 in
Tinggi Total	15,908 m
Harga	$ 614,021

3.2.5 Tangki Produk Gliserol

Kode	T-05
Fungsi	Tempat penyimpanan penyimpanan produk gliserol selama 14 hari

Jenis	Silinder tegak, tutup atas *Conical* dan tutup bawah *Flat Bottomed*
Bahan	*Carbon Steel*, SA-283 *Grade* C
Jumlah	1 unit
Kondisi Operasi	T = 30 ^{o}C, P = 1 atm
Volume Tangki	750,834 m^3
Diameter Tangki	13,716 m
Tebal *Shell*	Course 1 = 0,146 in Course 2 = 0,139 in Course 3 = 0,132 in
Tinggi *Head*	2,2591 m
Tebal *Head*	½ in
Tinggi Total	7,746 m
Harga	$ 169,083

3.2.6 Silo Penyimpanan NaOH

Kode	S-01
Fungsi	Tempat penyimpanan NaOH selama 14 hari sebelum digunakan dalam proses
Jenis	Silinder tegak, bagian bawah berbentuk *Cone* 45^{o} (*Conical*)
Bahan	*Carbon Steel*
Jumlah	1 unit
Kondisi Operasi	T = 30 ^{o}C, P = 1 atm
Volume Silo	1,949 m^3
Tinggi Silo	19,294 m
Diameter Silo	12,863 m
Tebal *Shell*	½ in
Tebal *Head*	7/16 in
Harga	$ 12,508

3.2.7 *Filter Press*

Kode	FP-01
Fungsi	Tempat untuk memisahkan *impurities* dari trigliserida
Jenis	*Plate and Frame Filter Press*
Bahan	*Carbon Steel*, SA-285 *Grade* C

Jumlah	4
Kondisi Operasi	T = 30 ^{o}C, P = 1 atm
Tinggi	1,5 m
Diameter	3,8 m
Jumlah *Plate*	56 buah
Harga	$ 261,755

3.2.8 *Clarifier*

Kode	FP-02
Fungsi	Tempat untuk mengendapkan *impurities* gliserol
Jenis	*Horizontal Clarifier*
Bahan	*Carbon Steel*, SA-285 *Grade* C
Jumlah	1 unit
Kondisi Operasi	T = 30 ^{o}C, P = 1 atm
Volume	28,401 m^3
Diameter	3,307 m
Tinggi	4,410 m
Harga	$ 261,755

3.2.9 *Bucket Elevator*

Kode	BE-01
Fungsi	Untuk mengangkut NaOH dari gudang penyimpanan bahan baku (S-01) ke Mixer
Jenis	*Spaced-Bucket Centrifugal-Discharge*
Bahan	*Stainless Steel*
Jumlah	1 unit
Kondisi Operasi	T = 30°C, P = 1 atm
Ukuran Bucket	6 x 4 x 41/4 in
Jarak antar Bucket	12 in
Tinggi Elevator	7,62 m
Kecepatan Putaran	43 rpm
Daya	0,125 Hp
Harga	$ 10,800

3.2.10 *Mixer* NaOH

Kode	M-01
Fungsi	Tempat pencampuran antara NaOH dan Air
Jenis	Tangki silinder tegak, *head* dan *bottom* *Torispherical Dished Head*, beserta pengaduk
Bahan	*Stainless Steel* 304
Jumlah	1 unit
Kondisi Operasi	T = 40 ^{o}C, P = 1 atm
Volume	1.985 L
Diameter	1,274 m
Tinggi	2,416 m
Tebal *Shell*	0,145 in
Tebal *Head* & *Bottom*	0,134 in
Pengaduk *Mixer*	Jenis = *Six-Flat Blade Turbine* Jumlah *Baffle* = 4 Panjang *Baffle*= 1,414 m Lebar *Baffle* = 0,072 m Diameter *Impeller* = 0,421 m Kecepatan putaran = 242,192 rpm Daya = 5 Hp
Harga	$ 318,381

3.2.11 *Mixer* Pewangi

Kode	M-02
Fungsi	Tempat pencampuran antara sabun dan pewangi
Jenis	Tangki silinder tegak, *head* dan *bottom* *Torispherical Dished Head*, beserta pengaduk
Bahan	*Carbon Steel*, SA-283 *Grade* C
Jumlah	1 unit
Kondisi Operasi	T = 30^{o}C, P = 1 atm
Volume	5,205 L
Diameter	1,753 m
Tinggi	3,302 m
Tebal *Shell*	0,152 in
Tebal *Head* & *Bottom*	0,137 in

Pengaduk *Mixer*	Jenis = *Six-Flat Blade Turbine* Jumlah *Baffle* = 4 Panjang *Baffle* = 1,965 m Lebar *Baffle* = 0,099 m Diameter *Impeller* = 0,581 m Kecepatan putaran = 133,121 rpm Daya = 3 Hp
Harga	$ 175,223

3.2.12 *Neutralizer*

Kode	N-01
Fungsi	Tempat pencampuran antara HCl dan NaOH
Jenis	Tangki silinder tegak, *head* dan *bottom* *Torispherical Dished Head*, beserta pengaduk
Bahan	*Stainless Steel* 304
Jumlah	1 unit
Kondisi Operasi	T = 40 ^{o}C, P = 1 atm
Volume	5,808 L
Diameter	1,818 m
Tinggi	3,432 m
Tebal *Shell*	0,153 in
Tebal *Head* & *Bottom*	0,137 in
Pengaduk Netralizer	Jenis = *Six-Flat Blade Turbine* Jumlah *Baffle* = 4 Panjang *Baffle* = 2,035 m Lebar *Baffle* = 0,102 m Diameter *Impeller* = 0,603 m Kecepatan putaran = 133,590 rpm Daya = 3,2 Hp
Harga	$ 187,504

3.2.13 Reaktor

Kode	R-01 & R-02
Fungsi	Tempat mereaksikan Trigliserida dengan NaOH
Jenis	*CSTR* dengan tutup *Torispherica lDished Head*
Bahan	*Stainless Steel* 304
Jumlah	2 unit
Kondisi Operasi	T = 100 ^{o}C, P = 1 atm

Volume	16,342 m^3
Diameter	2,183 m
Tinggi	3,275 m
Tebal *Shell*	0,176 in
Tebal *Head* & *Bottom*	0,230 in
Pengaduk Reaktor	Jenis = *Six-Flat Blade Turbine* Jumlah *Baffle* = 4 Panjang *Baffle* = 3,716 m Lebar *Baffle* = 4,871 m Diameter pengaduk = 0,728 m Kecepatan putaran = 120,897 rpm Daya = 5,4 Hp
Harga	$ 648,815

3.2.14 Dekanter

Kode	D-01
Fungsi	Tempat memisahkan gliserol dengan sabun berdasarkan kelarutan
Jenis	Dekanter vertikal, dengan tutup *Torispherical Head*
Bahan	*Stainless Steel* 304
Jumlah	1 unit
Kondisi Operasi	T = 40 ^oC, P = 1 atm
Volume	8,780 m^3
Diameter	1,497 m
Tinggi	4,491 m
Tebal *Shell*	0,152 in
Tebal *Head*	0,149 in
Harga	$ 55,717

3.2.15 Evaporator

Kode	E-01
Fungsi	Tempat memekatkan gliserol
Jenis	*Long Tube Vertical*, dengan tutup *Torispherical Head*
Bahan	*Stainless Steel* 304
Jumlah	1 unit
Kondisi Operasi	T = 120°C, P = 1 atm
Shell (*Cold Fluid*)	ID = 21,25 in

	Baffle Space = 21,25 in *Passes* = 1 Jumlah *Baffle* = 10 buah
Tube (*Hot Fluid*)	OD = ¾ in ID = 5/8 in Jumlah *Tube* = 342 buah Panjang *Tube* = 18 ft BWG = 16 *Pitch* (*triangular*) = 0,9375 *Passes* = 1
Luas Transfer Panas	387,7794 m^2
Pressure Drop	*Shell* = 0,0669 psia *Tube* = 0,0405 psia
Harga	$ 321.792

Kode	E-02
Fungsi	Tempat memekatkan gliserol
Jenis	*Long Tube Vertical*, dengan tutup *Torispherical Head*
Bahan	*Stainless Steel* 304
Jumlah	1 unit
Kondisi Operasi	T = 105°C, P = 0,89 atm
Shell (Cold Fluid)	ID = 29 in *Baffle Space* = 29 in *Passes* = 1 Jumlah *Baffle* = 7 buah
Tube (Hot Fluid)	OD = ¾ in ID = 5/8 in Jumlah *Tube* = 604 buah Panjang *Tube* = 18 ft BWG = 16 *Pitch* (*triangular*) = 1 *Passes* = 1
Luas Transfer Panas	642,748 m^2
Pressure Drop	*Shell* = 0,009 psia *Tube* = 0,00009 psia
Harga	$ 321,792

3.2.16 *Cooler*

Kode	C-01
Fungsi	Untuk menurunkan suhu (mendinginkan) produk keluaran Reaktor menuju Netralizer dari suhu 100 ^oC menjadi 40 ^oC
Jenis	*Shell and Tube*
Bahan	*Stainless Steel* 304

Jumlah	1 unit
Shell (Cold Fluid)	ID = 27 in *Baffle Space* = 13 ½ in *Passes* = 1
Tube (*Hot Fluid*)	OD = ¾ in ID = 0,652 in Jumlah *Tube* = 351 buah Panjang*Tube* = 20 ft BWG = 18 *Pitch* (*triangular*) = 1 *Passes* = 2
Luas Transfer Panas	1.374,577 ft^2
Dirt Factor	0,0191
Pressure Drop	*Shell* = 0,607 psia *Tube* = 0,012 psia
Harga	$ 91,307

Kode	C-02
Fungsi	Untuk menurunkan suhu (mendinginkan) produk keluaran *Mixer* menuju tangki sabun dari suhu 40 ^oC menjadi 30 ^oC
Jenis	*Shell and Tube*
Bahan	*Carbon Steel*, SA-283 *Grade* C
Jumlah	1 unit
Shell (Cold Fluid)	ID = 23 ¼ in *Baffle Space* = 11 5/8 in *Passes* = 1
Tube (*Hot Fluid*)	OD = ¾ in ID = 0,652 in Jumlah *Tube* = 301 buah Panjang *Tube* = 20 ft BWG = 18 *Pitch* (*triangular*) = 1 *Passes* = 2
Luas Transfer Panas	1.178,463 ft^2
Dirt Factor	0,0176
Pressure Drop	*Shell* = 0,265 psia *Tube* = 0,004 psia
Harga	$ 55,944

Kode	C-03
Fungsi	Untuk menurunkan suhu (mendinginkan)

	produk keluaran Evaporator menuju *Filter Press* dari suhu 100 ^{o}C menjadi 40 ^{o}C
Jenis	*Shell and Tube*
Bahan	*Carbon Steel*, SA-283 *Grade* C
Jumlah	1 unit
Shell (Cold Fluid)	ID = 13 1/3 in *Baffle Space* = 6 2/3 in *Passes* = 1
Tube (*Hot Fluid*)	OD = ¾ in ID = 0,652 in Jumlah *Tube* = 88 buah Panjang *Tube* = 20 ft BWG = 18 *Pitch* (*triangular*) = 1 *Passes* = 2
Luas Transfer Panas	318,830 ft^2
Dirt Factor	0,0175
Pressure Drop	*Shell* = 2,446 psia *Tube* = 0,004 psia
Harga	$ 28,882

3.2.17 *Heater*

Kode	H-01
Fungsi	Untuk menaikkan suhu (memanaskan) produk keluaran *Filter Press* menuju Reaktor dari suhu 30^{o}C menjadi 100 ^{o}C
Jenis	*Shell and Tube*
Bahan	*Carbon Steel*, SA-283 *Grade* C
Jumlah	1 unit
Shell (Cold Fluid)	ID = 13 ¼ in *Baffle Space* = 6 5/8 in *Passes* = 1
Tube (*Hot Fluid*)	OD = ¾ in ID = 0,652 in Jumlah *Tube* = 94 buah Panjang *Tube* = 20 ft BWG = 18 *Pitch* (*triangular*) = 1 *Passes* = 1
Luas Transfer Panas	264,125 ft^2
Dirt Factor	0,0371
Pressure Drop	*Shell* = 0,026 psia

	Tube = 0,004 psia
Harga	$ 66,633
Kode	H-02
Fungsi	Untuk menaikkan suhu (memanaskan) produk keluaran *Mixer* menuju Reaktor dari suhu 30 ^{o}C menjadi 100 ^{o}C
Jenis	*Shell and Tube*
Bahan	*Stainless Steel* 304
Jumlah	1 unit
Shell (Cold Fluid)	ID = 25 in *Baffle Space* = 12 ½ in *Passes* = 1
Tube (*Hot Fluid*)	OD = ¾ in ID = 0,652 in Jumlah *Tube* = 363 buah Panjang *Tube* = 20 ft BWG = 18 *Pitch* (*triangular*) = 1 *Passes* = 1
Luas Transfer Panas	955,9217 ft^2
Dirt Factor	0,0338
Pressure Drop	*Shell* = 0,027 psia *Tube* = 0,004 psia
Harga	$ 63,563

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Analisa Kebutuhan Bahan Baku

Analisa kebutuhan bahan baku berkaitan dengan kebutuhan bahan baku yang diperlukan sesuai dengan kapasitas pabrik. Bahan baku pembuatan Gliserol terdiri dari Minyak jagung, NaOH dan air (H_2O). Adapun kapasitas pabrik gliserol yang direncanakan sebesar 25.000 ton/tahun. Kebutuhan bahan baku ditunjukkan pada Tabel berikut:

Tabel 3. 1 Kebutuhan Bahan Baku

Komponen	Kebutuhan Bahan Baku (kg/jam)
Minyak Jagung	39387,720
Natrium Hidroksida (NaOH)	4762,120
Air (H_2O)	333,484

3.3.2 Analisa Kebutuhan Peralatan Proses

Analisa kebutuhan peralatan proses meliputi kemampuan peralatan dalam proses dan jam kerja peralatan serta perawatannya. Dengan adanya analisa kebutuhan peralatan proses maka akan dapat diketahui anggaran yang diperlukan untuk peralatan proses, baik pembelian maupun perawatannya.

BAB IV PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Pada perancangan pabrik, penentuan dan pemilihan lokasi pabrik merupakan salah satu faktor yang sangat penting. Hal tersebut dikarenakan mempengaruhi kegiatan pabrik, baik produksi maupun distribusi produk. Nilai ekonomi dari pabrik yang akan didirikan juga berkaitan dengan penentuan danpemilihan lokasi pabrik. Maka dari itu, pertimbangan yang utama dalam perancangan pabrik adalah penentuan dan pemilihan lokasi pabrik agar meminimumkan produksi dan distribusi produk. Perencanaan Pabrik Gliserol dengan kapasitas 25.000 ton/tahun akan didirikan di Kecamatan Bakauheni Kabupaten Lampung Selatan, Lampung dengan perimbangan-pertimbangan beberapa faktor yaitu faktor primer (penyediaan bahan baku, pemasaran, utilitas, tenaga kerja, dan transportasi) dan faktor sekunder

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

1. Penyediaan bahan baku

   Lokasi pabrik sebaiknya berada di daerah yang dekat dengan sumber bahan baku dan daerah pemasaran sehingga transportasi dapat berjalan lancar dengan biaya yang minimal. Lokasi pabrik juga sebaiknya dekat dengan pelabuhan karena memudahkan jika ada bahan baku yang dikirim dari luar negeri atau produk yang akan dikirim ke luar negeri. Sumber bahan baku utama dari Pabrik Gliserol berupa Minyak Jagung dan NaOH. Bahan baku NaOH diperoleh dari PT Asahimas Chemical, Cilegon. Minyak Jagung diperoleh dari PT Globalcoco Selaras Cemerlang dan PT. Palm

Lampung Persada. Sementara sumber air diperoleh dari Sungai Sekampung, Mesaj, Tulang Bawang dan Seputh, Lampung selatan.

2. Pemasaran

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

3. Utilitas

Pada perencanaan suatu pabrik, air, tenaga listrik dan bahan bakar merupakan faktor penunjang yang sangat penting. Kebutuhan air dapat dipenuhi dengan baik dan ekonomis karena kawasan pabrik dekat dengan sumber aliran sungai. Pembangkit listrik utama untuk pabrik menggunakan PLN dan generator diesel yang bahan bakarnya adalah solar.

4. Tenaga kerja

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

merupakan tenaga kerja yang berkualitas dan berkerja sebagaimana mestinya.

5. Transportasi

   Pembelian bahan baku dan pendistribusian produk dapat dilakukan melalui jalur darat maupun laut. Untuk mempermudah lalu lintas pendistribusian produk dan pemasarannya, pabrik didirikan dilampung Selatan wilayah tersebut terletak pada geografis yang strategis, sarana dan prasarana lebih mudah untuk dijangkau seperti jaringan jalan Tol bangkauhen dan Tol Merak-Jakarta, bandara, serta pelabuhan terdekat dengan lokasi pabrik adalah Pelabuhan bakuheny Lampung Selatan. Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan di atas, penentuan lokasi pabrik di wilayah Cilegon memenuhi persyaratan untuk pembangunan Pabrik Gliserol.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

1. Perluasan Area Unit

   Perluasan pabrik memungkinan jika tanah disekitar tersedia dan memang dikhususkan untuk daerah pembangunan industri.



Gambar 4. 1 Lokasi Pendirian Pabrik

2. Biaya dan perizinan tanah

   Keamanan dan kemudahan kerja disekitar lokasi pabrik terpenuhi yaitu, pengoperasian, pengangkutan, pemindahan, maupun perbaikan semua peralatan proses. Yang kedua adalah tanah yang tersedia untuk lokasi pabrik masih cukup luas dengan harga yang terjangkau, serta pemanfaatan area tanah dengan efisien. Serta yang terakhir adalah adanya transportasi yang terjangkau.

3. Lingkungan sekitar

   Perilaku atau sikap masyarakat di sekitar lokasi pabrik akan mendukung pendirian pabrik karena akan menjamin tersedianya lapangan kerja bagi. Selain itu, pendirian pabrik ini tidak akan menggangu keamanan dan keselamatan masyarakat yang ada disekitarnya. Dimana nanti nya Lampung Selatan akan dijadikan kawasan indutri, sehingga faktor-faktor yang meliputi tersedianya energi listrik, bahan bakar, air dan lingkungan bukan kendala yang berarti karena telah dipertimbangkan pada penetapan tersebut. Dengan pertimbangan di atas, maka kawasan Lampung Selatan dapat dijadikan sebagai lokasi Pabrik Gliserol di Indonesia.

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik merupakan suatu perencanaan dari komponen-komponen produksi suatu pabrik, sehingga diperoleh hubungan yang efektif antara karyawan, peralatan dan material bahan baku hingga menjadi produk. Sarana yang disediakan seperti utilitas, laboratorium, taman, mushola, tempat parkir, dan lain-lain. Untuk

memperoleh kondisi yang maksimal, maka ada hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik, yaitu:

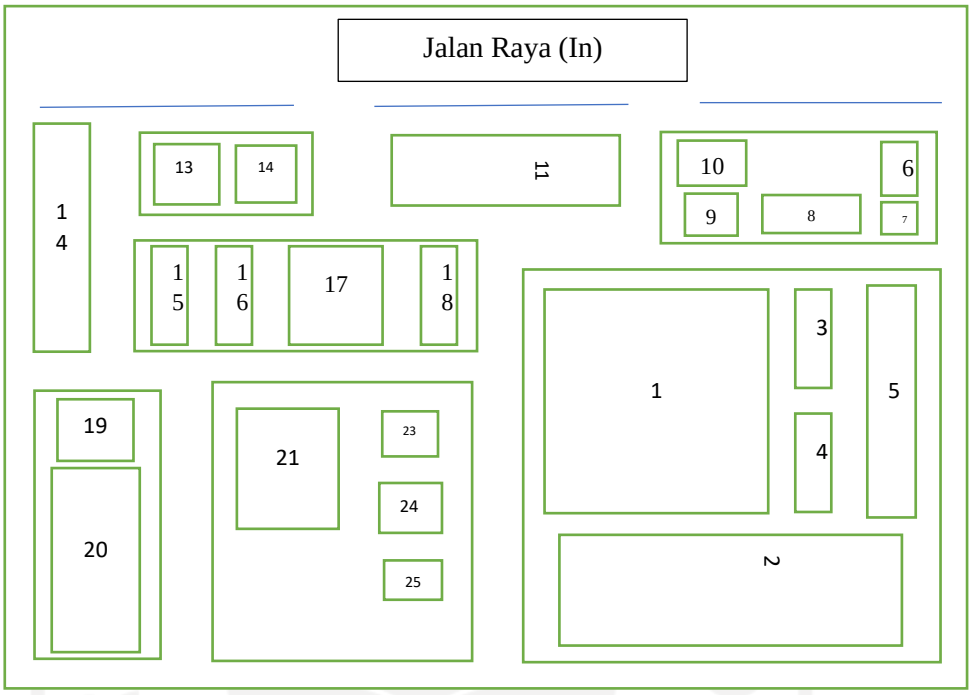
1. Berdasarkan data penggunaan Gliserol di Indonesia yang terus meningkat dari tahun ke tahun, diharapkan akan ada pengembangan pabrik dimasa mendatang sehingga disediakannya area perluasan pabrik.
2. Letak peralatan harus diatur sedemikian rupa agar pemeliharaan dan perbaikan alat dapat dilakukan dengan mudah.
3. Faktor keamanan dan keselamatan harus mendapat perhatian yang serius, terutama bahaya kebakaran. Dalam perancangan tata letak pabrik selalu diusahakan untuk memisahkan antara sumber api dan sumber panas dengan jarak yang aman dari bahan-bahan yang mudah terbakar dan meledak.
4. Fleksibilitas dalam perencanaan tata letak pabrik mempertimbangkan kemungkinan perubahan dari proses mesin, sehingga perubahan yang dilakukan tetap ekonomis.
5. Masalah limbah pabrik yang akan dibuang dapat diolah terlebih dahulu sedemikian rupa sampai batas ambang yang diperkenankan agar tidak membahayakan makhluk hidup dan merusak lingkungan di sekitar lokasi pabrik.
6. Penyediaan *service area*, seperti kantin, tempat parkir, ruang ibadah, dan lain-lain diatur sedemikian rupa sehingga tetap terjangkau dari tempat kerja. Pengaturan tata letak pabrik dapat dibagi menjadi beberapa daerah utama, antara lain:

a. Perkantoran, Laboratorium dan Fasilitas Pendukung, yaitu daerah perkantoran sebagai pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur keuangan dan kelancaran operasi pabrik. Laboratorium sebagai pusat pengendalian kualitas dan kuantitas bahan baku yang akan diproses dan produk yang akan dijual. Fasilitas-fasilitas pendukung bagi karyawan meliputi kantin, klinik kesehatan, mushola/masjid, dan aula.
b. Ruang Kontrol dan Proses, yang merupakan tempat pusat pengendalian berlangsungnya suatu proses. Sedangkan daerah proses merupakan tempat berlangsungnya proses dan tempat alat-alat proses diletakkan.
c. Derah Pergudangan, Bengkel, dan Garasi
d. Daerah Utilitas dan Pemadam Kebakaran, merupakan lokasi pusat penyediaan air, *steam*, air pendingin dan tenaga listrik untuk menunjang jalannya proses serta unit pemadam kebakaran.

Rincian luas area pabrik gliserol sebagai bangunan pabrik ditunjukan pada Tabel sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Rincian Area Bangunan Pabrik

No	Lokasi	Panjang	Lebar	Luas
		m	m	m^2
1	Kantor utama	45	15	675
2	Pos Keamanan/satpam	3	3	9
3	Mess	15	30	450
4	Parkir Karyawan	10	20	200
5	Parkir Truk	40	15	600
6	Parkir Tamu	10	20	200
6	Ruang timbang truk	11	3	33
7	Kantor teknik dan produksi	25	20	500
8	Klinik	10	10	100
9	Masjid	12	12	144
10	Kantin	15	10	150
11	Bengkel	10	20	200
12	Unit pemadam kebakaran	8	6	48
13	Gudang alat	22	10	220
14	Laboratorium	12	16	192
15	Utilitas	35	25	875
16	Area proses	90	95	8550
17	*Control Room*	10	5	50
18	*Control* Utility	8	5	40
19	Unit K3	10	10	100
20	Jalan	200	8	1600
21	Taman	10	7	70
22	Perluasan pabrik	100	25	2500
23	Area Perumahan (23 unit)	10	10	2300
24	Area pengolahan Limbah	50	30	1500
	Luas Tanah			21306
	Luas Bangunan			24203
	Total	771	430	331530



Gambar 4. 2 *Layout* Pabrik Gliserol (skala 1:1000)

Keterangan:

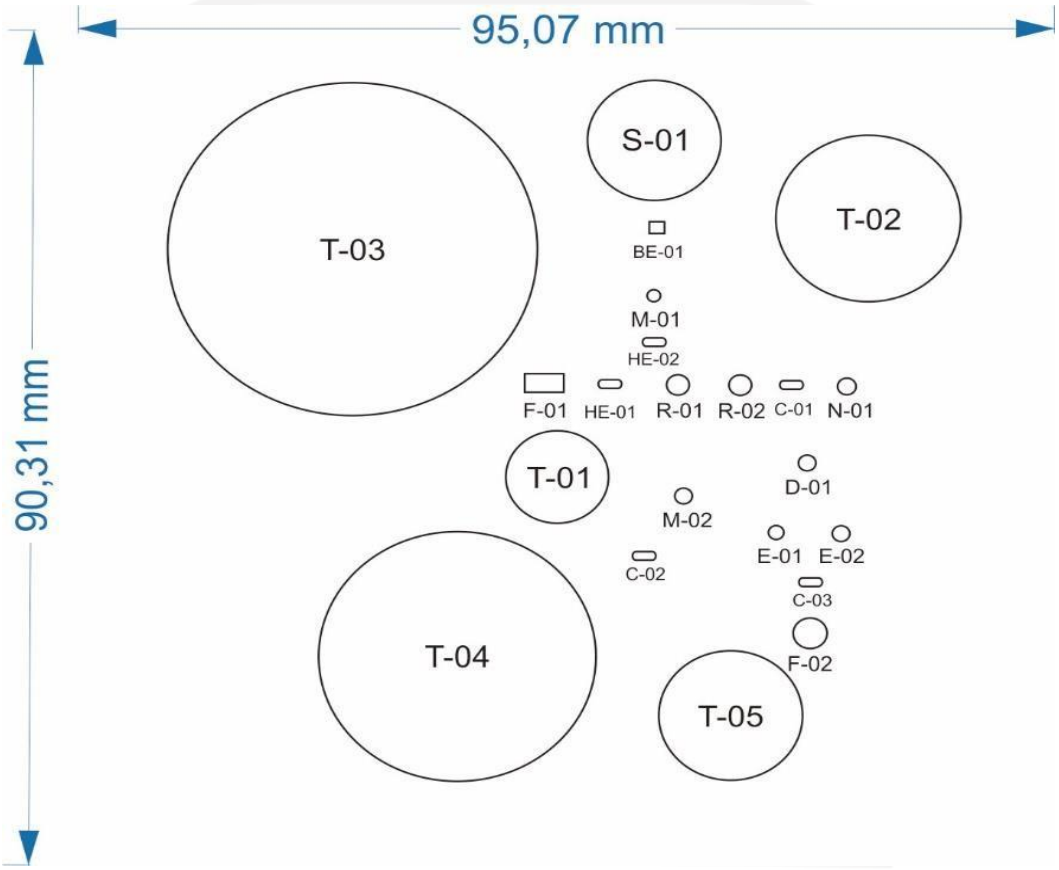
1. Area Proses
2. Area Perluasan Pabrik
3. Area Ruang Tambang Truk
4. *Control Room*
5. Parkir Truk
6. Kantin
7. Parkir Karyawan
8. Parkir Tamu
9. Taman
10. Pos Satpam
11. Kantor Utama
12. Klinik
13. Masjid
14. Rumah Dinas
15. Gudang Alat
16. Bengkel
17. Kantor Teknik Dan Produksi
18. Laboratorium
19. Taman
20. *Mess*
21. Unit Pengolahan Air
22. Unit Pengolahan Limbah
23. *Control Utility*
24. Unit K3
25. Unit Pemadam Kebakaran
26. *Boiler*
27. *Power Plant*

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

Tata letak mesin/alat proses merupakan suatu pengaturan dari komponen komponen fasilitas pabrik. Dalam perancangan tata letak peralatan proses pada pabrik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Aliran Bahan Baku dan Produk, jalur aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta dapat menunjang kelancaran dan keamanan produksi
2. Aliran Udara, arah hembusan angin serta kelancaran aliran udara di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara atau keadaan berhenti pada suatu tempat berupa akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan karyawan
3. Pencahayaan, pada seluruh area pabrik harus memadai. Serta perlunya tambahan penerangan pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi.
4. Lalu Lintas Kendaraan dan Manusia, dalam perancangan *lay out* peralatan perlu diperhatikan supaya karyawan dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat, mudah dan aman. Sehingga, apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki.
5. Pertimbangan Ekonomi, penempatan alat-alat proses pada pabrik diusahakan dapat meminimalisir biaya operasi dan tetap menjamin kelancaran serta keamanan produk pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

6. Jarak Antar Alat Proses, untuk alat proses yang mempunyai tekanan operasi dan suhu yang tinggi, sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, untuk menghindari jika terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut sehingga tidak membahayakan alat-alat proses lainnya.



Skala (1:1.000)

Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses

Keterangan:

BE	: *Bucket Elevator*	M	: *Mixer*
C	: *Cooler*	N	: *Neutralizer*
D	: Dekanter	P	: Pompa
E	: *Evaporator*	R	: Reaktor
F	: *Filter Press*	S	: Silo
HE	: *Heat Exchanger*	T	: Tangki

4.4 Alir Proses dan Material

4.4.1 Neraca Massa

4.4.1.1 Neraca Massa Total

Tabel 4. 2 Neraca Massa Total

Komponen	Berat Molekul(kg/kmol)	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (kg /jam)
Gliserol	92,094		3472,222
Sabun	340,114		38470,130
Trigliserida	992,444	39387,721	1969,386
NaOH	39,997	4762,120	
HCl	36,461	217,057	
NaCl	58,443		347,918
Air	18,015	3944,546	4051,787
Impuritis		551,428	551,428
Total		48862,872	48862,872

4.4.1.2 Neraca Massa Per Alat

1. *Filter Press* (FP-01)

Tabel 4. 3 Neraca Massa *Filter Press* (FP-01)

Komponen	*Input* (F1) (kg/jam)	*Output* (F2) (kg/jam)	*Output* (F3)
Trigliserida	39387,721		39387,721
Impuritis	551,428	551,428	
Total	39939,149	551,428	39387,721
Total semua	39939,149		39939,149

2. *Mixer* (M-01)

Tabel 4. 4 Neraca Massa *Mixer* (M-01)

Komponen	*Input* (kg/jam)		*Output* (kg/jam)
	F4	F5	F6
NaOH	4762,120	0	4762,120
Air	48,102	3285,382	3333,484
	4810,222	3285,382	8095,604
Total		8095,604	8095,604

3. Reaktor (R-01)

Tabel 4. 5 Neraca Massa Reaktor (R-01)

Komponen	***Input* (kg/jam)**		***Output* (kg/jam)**
	F3	**F6**	**F7**
Trigliserida	39387,721		1969,386
Sabun			38470,130
Gliserol			3472,222
NaOH		4762,120	238,106
Air		3333,484	3333,484
Total	39387,721	8095,604	47483,329
		47483,329	47483,329

4. *Neutralizer* (N-01)

Tabel 4. 6 Neraca Massa *Neutralizer* (N-01)

Komponen	***Input* (F9)**	***Input* (F9)**	***Output* (F10)**
Trigliserida	1969,386		1969,386
NaOH	238,106		
Air	3333,484	369,583	3810,313
Gliserol	3472,222		3472,222
Sabun	38470,130		38470,130
HCl		217,057	
NaCl			347,918
Total	47483,329	586,640	48069,970
Total keseluruhan		48069,970	48069,970

5. *Decanter* (D-01)

Tabel 4. 7 Neraca Massa *Decanter* (D-01)

Komponen	***Input* (kg/jam)**	***Output* (kg/jam)**	
	F10	**F 11**	**F 12**
Gliserol	3472,222		3472,222
Sabun	38470,130	38470,130	
Trigliserida	1969,386	1969,386	
Air	3810,313	381,031	3429,281
NaCl	347,918	157,433	190,485
Total	48069,970	40977,981	7091,988
Total semua	48069,970		48069,970

6. *Evaporator* (E-01)

Tabel 4. 8 Neraca Massa *Evaporator* (E-01)

Komponen	***Input* (kg/jam)**	***Output* (kg/jam)**	
	F12	**F15**	**F16**
Gliserol	3472,222		3472,222
Air	3619,766	1809,883	1809,883
NaCl	190,485		190,485
Total	7282,473	1809,883	5472,590
Total semua	7282,473		7282,473

7. *Evaporator* (E-02)

Tabel 4. 9 Neraca Massa *Evaporator* (E-01)

Komponen	***Input* (kg/jam)**	***Output***	
	F16	**F17**	**F18**
Gliserol	3472,222		3472,222
Air	1809,883	1520,302	289,581
NaCl	190,485		190,485
Total	5472,590	1520,302	3952,288
Total semua	5472,590		5472,590

8. *Filter press* (FP-02)

Tabel 4. 10 Neraca Massa *Filter Press* (FP-02)

Komponen	***Input* (kg/jam)**	***Output***	
	F18	**F19**	**F20**
Gliserol	3472,222		3472,222
NaCl	190,485	190,485	
Air	289,581		289,581
Total	3952,288	190,485	3761,804
Total semua	3952,288		3952,288

9. *Mixer* (M-02)

Tabel 4. 11 Neraca Massa *Mixer* (M-02)

Komponen	***Input* (kg/jam)**	***Output***

	F11	F13	F14
Trigliserida	1969,386		1969,386

Lanjutan Tabel 4.11 Neraca Massa *Mixer* (M-02)

Komponen	*Input* (kg/jam)		*Output*
	F11	F13	F14
NaCl	157,433		157,433
Sabun	38470,130		38470,130
Air	381,031		381,031
Pewangi		1538,805	1538,805
Total	40977,981	1538,805	42516,786
Total semua		42516,786	42516,786

4.4.2 Neraca Energi

4.4.2.1 Neraca Energi Per Alat

1. *Mixer* (M-01)

Tabel 4. 12 Neraca Energi *Mixer* (M-01)

Komponen Energi	Masuk(kj/jam)	Keluar(kj/jam)
H1	74686,176	
Qpendingin		
n.Hs	21631,28	
H2		96317,455
Total	96317,455	96317,455

2. Reaktor (R-01) dan Reaktor (R-02)

Tabel 4. 13 Neraca Energi Reaktor (R-01) dan Reaktor (R-02)

Komponen Energi	Masuk(kj/jam)	Keluar(kj/jam)
H1	8005486,539	
H2	1821153,722	
H3		9820850,235
ΔHR		46.720,439
Q Pemanas	40930,412	
Total	9.867,571	9.867,571

3. *Neutralizer* (N-01)

Tabel 4. 14 Neraca Energi *Neutralizer* (N-01)

Komponen Energi	Masuk(kj/jam)	Keluar(kj/jam)
H1	2020043,022	
H2		
H3		1802449,905
ΔHR	-44427,631	
Q Pendingin		173,165
Total	1975615,391	1975615,391

4. *Decanter* (D-01)

Tabel 4. 15 Neraca Energi *Decanter* (D-01)

Komponen Energi	Masuk(kj/jam)	Keluar(kj/jam)
H*in*	2001978,446	
H*out*		1990764,954
Q Pendingin	-11213,493	
Total	1990764,954	1990764,954

5. *Mixer* Pewangi (M-02)

Tabel 4. 16 Neraca Energi *Mixer* Pewangi (M-02)

Komponen Energi	Masuk(kj/jam)	Keluar(kj/jam)
H*in*	1721080,519	
H*out*		1727784,269
Q Pendingin	6703,750	
Total	1727784,269	1727784,269

6. Evaporator (E-01)

Tabel 4.17 Neraca Energi Evaporator (E-01)

Komponen Energi	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
H *Liquid*		478844,528
H *Vap*		2899339,081
Steam	3378182,609	
Total	3378182,609	3378182,609

7. Evaporator (E-02)

Tabel 4.18 Neraca Energi Evaporator (E-02)

Komponen Energi	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
H *Liquid*		478844,528
H *Vap*		2899339,082
Steam	3378182,609	
Total	3378182,609	3378182,609

8. *Heater* (HE-01)

Tabel 4.19 Neraca Energi *Heater* (HE-01)

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Trigliserida	598191,105	8972866,581
Sub Total	598191,105	8972866,581
Q Pemanas	8374675,476	
Total	8972866,581	8972866,581

9. *Heater* (HE-02)

Tabel 4.20 Neraca Energi Heater (HE-02)

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
NaOH	35863,884	776962,199
Air	72404,944	1044191,523
Sub Total	108268,828	1821153,722
Q Pemanas	1.712.885	
Total	1821153,722	1821153,722

10. *Cooler* (C-01)

Tabel 4.21 Neraca Energi *Cooler* (C-01)

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
H1	9167546,594	
H2		1874844,354
Sub Total	9167546,594	1874844,354
Cooling Water	-7292702,239	
Total	1.874,844	1.874,844

11. *Cooler* (C-02)

Tabel 4.22 Neraca Energi *Cooler* (C-02)

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
H1	1727784,269	
H2		580282,809
Sub Total	1727784,269	580282,809
Cooling Water	-1147501,460	
Total	580282,809	580282,809

4.3 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Utilitas merupakan unit penunjang kelancaran suatu proses produksi pabrik. Unit utilitas menyediakan bahan-bahan dan alat penggerak peralatan yang ada dalam proses produksi pabrik. Unit utilitas yang diperlukan pada Prarancangan Pabrik Gliserol ini, yaitu:

1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air, unit ini lebih dikenal dengan *Raw Water Treatment Plant* (RWTP) yang bertugas untuk menyediakan dan mengolah air menjadi air bersih sehingga dapat memenuhi kebutuhan air di pabrik
2. Unit Pembangkit Steam ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan steam sebagai media pemanas
3. Unit Pembangkit Listrik ini bertugas untuk memenuhi kebutuhan listrik agar menggerakkan alat proses, alat utilitas, alat elektronik, AC dan untuk penerangan pada pabrik
4. Unit Pengadaan bahan bakar ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan bakar bakar di pabrik.

5. Unit Penyedia Udara dan Instrument, pada unit ini bertugas untuk memenuhi udara yang bersih.

4.3.1 Unit Pengadaan dan Pengolahan Air

4.3.1.1 Unit Pengadaan Air

Unit Pengadaan dan Pengolahan Air yang lebih dikenal dengan *Raw Water Treatment Plant* (RWTP) adalah proses pengolahan air baku menjadi air bersih karena air baku yang berasal dari alam bukanlah air jernih karena masih banyak mengandung kotoran (*impurities*) yang terdiri dari *suspended solid* (*impurities* tidak terlarut) yang diolah pada proses klarifikasi dan *dissolved solid* (impurities terlarut) yang diolah pada proses demineralisasi. Air baku yang diambil untuk digunakan dalam perancangan Pabrik Gliserol ini berasal dari Sungai Cidanau yang nantinya akan digunakan untuk keperluan di lingkungan pabrik, antara lain:

1. Air Pendingin, digunakan untuk mengatasi terjadinya *overheating* (panas yang berlebihan) pada mesin agar mesin dapat bekerja secara stabil. Syarat–syarat air yang digunakan sebagai media pendingin antara lain:Mudah dalam pengolahannya. Air dapat diperoleh dengan mudah dan jumlahnya yang besar. Air yang diperoleh harus bersih atau jernih, tidak terdapat partikel- partikel kasar dan halus seperti batu, kerikil, pasir, dan lumut.
2. Air Umpan *Boiler* atau *Boiler Feed Water* nantinya akan dipanaskan hingga menjadi steam. Air yang digunakan harus bebas dari kandungan- kandungan mineral dan larutan-larutan asam karena akan menyebabkan korosi dan kerak. Pembentukan kerak disebabkan karena adanya kesadahan air dan suhu tinggi, biasanya berupa garam-garam karbonat dan silikat.

3. Air Sanitasi, digunakan untuk kebutuhan kantor, air minum, laboratorium dan rumah tangga. Terdapat beberapa syarat air sanitasi meliputi tidak berwarna (jernih), tidak berbau, tidak berasa dan tidak beracun
4. Air Proses, digunakan untuk kebutuhan proses pada area proses pabrik. Terdapat beberapa syarat air proses meliputi tidak berwarna (jernih), tidak berbau, tidak berasa, tidak mengandung zat organik maupun anorganik

4.3.1.2 Unit Pengolahan Air

Terdapat beberapa proses tahapan dalam pengolahan air sebagai berikut:

1. *Clarifier*

   Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diambil dari sumber air yang ada di sekitarnya, dengan diolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut dapat secara fisika dan kimia, penambahan desinfektan maupun dengan penggunaan *ion exchanger*. Proses yang terjadi di *clarifier* adalah flokulasi yang merupakan proses penyatuan flok dari partikel yang sulit membentuk flok sehingga dapat membentuk flok yang lebih berat yang tersedimentasi untuk kemudian di *blowdown.*

   Mula-mula *raw water* diumpankan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil diinjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu $Al_2(SO_4)_3.{}_{18}H_2O$ (alum) dan Na_2CO_3 (soda abu) yang berfungsi sebagai flokulan. Air baku ini dimasukkan melalui bagian tengah *clarifier* dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir *clarifier* secara

overflow, sedangkan flok yang terbentuk akan mengendap dan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan.

2. Demineralisasi

   Untuk umpan ketel (*boiler*) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam-garam yang terlarut. Demineralisasi adalah sebuah proses untuk menghilangkan kotoran yang larut dalam air (*dissolved solid*) seperti ion-ion mineral atau garam-garam.

Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut:

1. *Cation Exchanger*

   Pada kation dikenal dengan sebutan resin asam karena terjadi proses pertukaran antara ion-ion positif seperti Calcium (Ca), Magnesium (Mg), dan Natrium (Na) dengan ion Hidrogen (H^+). Air yang akan keluar dari *cation exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+. Reaksi:

   $CaCO_3 \rightarrow Ca^{2+} + CO^{3-}$

   $MgCl_2 + R - SO_3 \rightarrow MgRSO_3 + Cl^- + H^+$

   Na_2SO_4 (resin) $\rightarrow Na^{2+} + SO_4^{2-}$

   Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasi kembali dengan asam sulfat. Reaksi:

   $Mg + RSO_3 + H_2SO_4 \rightarrow R_2SO_3H + MgSO_4$

2. *Anion Exchanger*

Pada anion dikenal dengan sebutan resin basa karena terjadi pengikatan ion- ion negatif (anion) seperti CO_3^{2-}, Cl dan SO_4^{2-} dengan ion Hidroksida (OH^-). Reaksi:

$CO^{3-} \rightarrow CO_3$

$Cl^- + RNOH \rightarrow RN\ Cl^- + OH^-$

Dalam jangka waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasi kembali dengan natrium hidroksida. Reaksi:

$RN\ Cl^- + NaOH \rightarrow RNOH + NaCl$

3. Deaerasi

Deaerasi adalah proses untuk menghilangkan kandungan gas-gas yang terlalut dalam air seperti oksigen (O_2), karbondioksida (CO_2) dan Hidrogen Sulfida (H_2S). Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan ke dalam *deaerator* dan diinjeksikan dengan Hidrazin (N_2H_4) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada *tube boiler*. Air yang keluar dari deaerator dialirkan dengan pompa sebagai air umpan *boiler* (*boiler feed water*).

4. *Cooling Tower*

Cooling tower digunakan untuk mengolah air panas menjadi air dingin dengan menggunakan media pendingin berupa udara. Alat ini menggunakan proses penguapan air atau kontak secara langsung dan terus menerus antara udara dan air untuk proses pendinginan. Pada proses penguapan, jumlah air

yang mengalami evaporasi di *Cooling Tower* akan sama dengan *flow* air *make-up* yang masuk sehingga kesetimbangan perpindahan panas antara udara dengan air akan tetep stabil. Pada *Cooling Tower* juga diinjeksi dengan klorin untuk membunuh ganggang dan lumut yang ada dalam air. pH *Cooling Tower* berkisar antara 7,5– 8,5. Apabila terjadi penurunan pH maka injeksi dengan kaustik, apabila terjadi kenaikan pH diinjeksi dengan H_2SO_4. Injeksi *phospat* diperlukan untuk mencegah timbulnya kerak. Sedangkan injeksi *dispersant* agar tidak terjadi penggumpalan dan pengendapan kotoran yang terdapat pada air pendingin dan mencegah terjadinya *fouling* pada pipa.

4.3.1.2 Kebutuhan Air

1. Air Pembangkit Steam

Tabel 4. 17 Kebutuhan Air Pembangkit Steam

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Heater	HE-01	472,733
Heater	HE-02	1838,567
Evaporator	E-01	1.196,360
Evaporator	E-02	1.017,070
Total		2.311,301

2. Air Proses

Tabel 4. 18 Kebutuhan Air Proses

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Mixer	M-01	2099,662
Total		2099,662

3. Air Pendingin

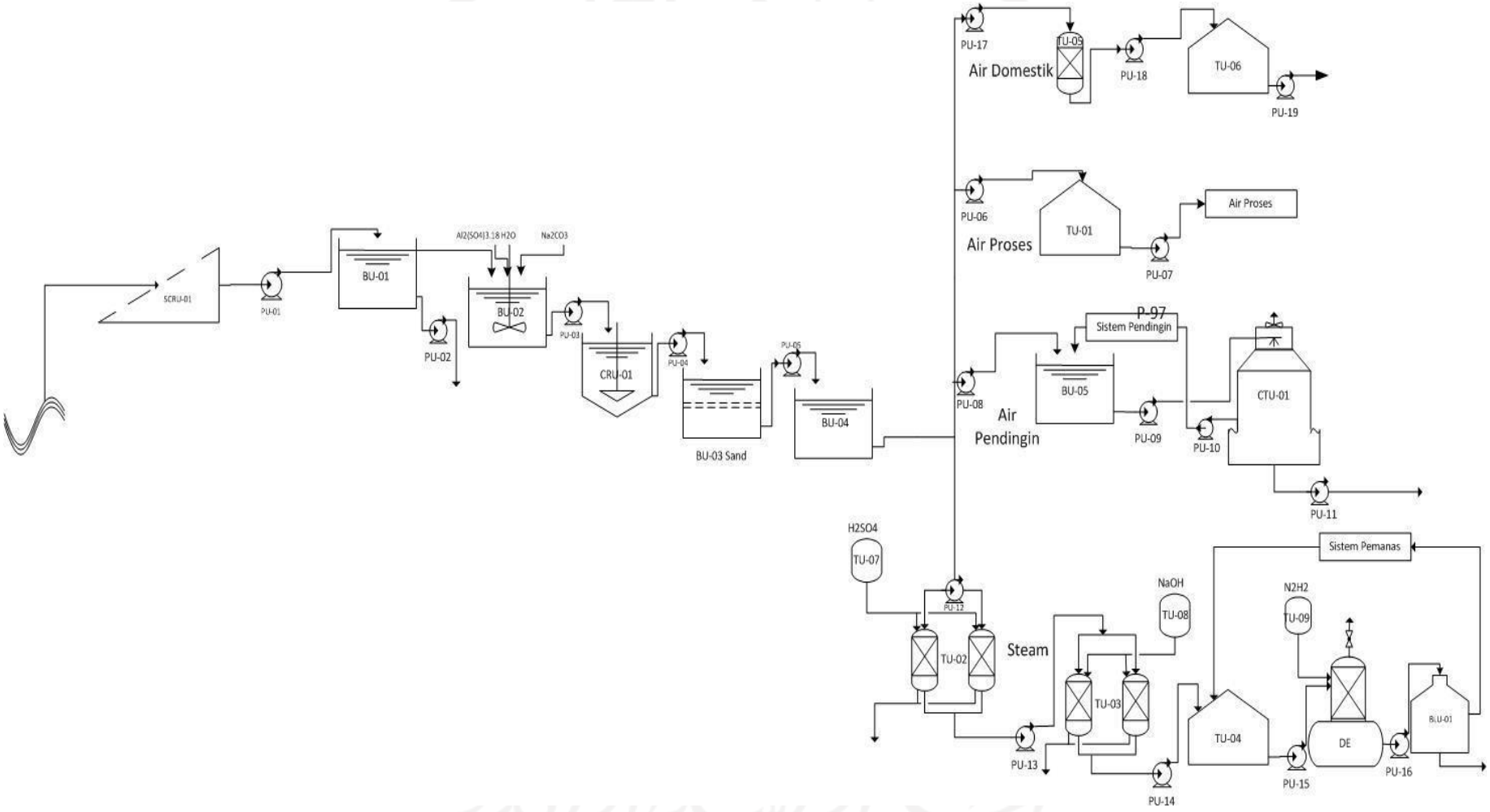
Tabel 4. 19 Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Cooler	C-01	2432,796
Cooler	C-02	424,988
Cooler	C-03	3514,962
Total		6372,746

4. Kebutuhan Air Perkantoran dan Rumah Tangga

Tabel 4. 20 Kebutuhan Air Perkantoran dan Rumah Tangga

Kebutuhan	Jumlah (kg/jam)
Air untuk 173 orang	720,830
Air untuk bengkel	8,333
Air untuk poliklinik	12,500
Air untuk laboratorium	20,833
Air untuk pemadam kebakaran	41,667
Air untuk kantin, mushola, kebun	62,500
Total	145,833



Gambar 4. 4 Diagram Alir Air Utilitas

4.3.2 Unit Pembangkit dan Distribusi Listrik

Kebutuhan listrik pada pra-rancangan Pabrik Gliserol berasal dari dua sumber yaitu PLN dan Generator. Generator digunakan sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gangguan. Prinsip kerja dari generator diesel ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang mampu menghasilkan tenaga listrik. Listrik ini didistribusikan ke unit yang akan digunakan. Pada operasi sehari-hari digunakan tenaga listrik untuk penerangan dan diesel untuk penggerak alat proses. Tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari diesel. Kebutuhan listrik pada pabrik ditunjukkan sebagai berikut:

1. Listrik Kebutuhan Plant (Alat Proses dan Utilitas)

Tabel 4. 21 Kebutuhan Listrik pada Alat Proses dan Utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Blower Cooling Tower		5,0	3728,500
Kompresor		10	7457,000
Pompa-01	PU-01	1,5	1118,550
Pompa-02	PU-02	1	745,700
Pompa-03	PU-03	0,05	37,285
Pompa-04	PU-04	0.05	559,275
Pompa-05	PU-05	0,75	96,941
Pompa-06	PU-06	0,13	246,081
Pompa-07	PU-07	0,33	372,850
Pompa-08	PU-08	0,5	372,850
Pompa-09	PU-09	0,5	372,850
Pompa-10	PU-10	0,5	559,275
Pompa-11	PU-11	0,75	96,941
Pompa-12	PU-12	0,13	126,769
Pompa-13	PU-13	0,17	126,769
Pompa-14	PU-14	0,17	186,425
Pompa-15	PU-15	0,25	372,850
Pompa-16	PU-16	0,5	96,941

Pompa-17	PU-17	0,13	186,425

Lanjutan Tabel 4.21 Kebutuhan Listrik pada Alat Proses dan Utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Pompa-18	PU-18	0,25	59,656
Pompa-19	PU-19	0,08	16919,933
Total		23	33840

Power yang dibutuhkan = 3380 Watt = 33,840 kW

Jumlah kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas = 417935 Watt = 417,93 kW

Angka keamanan diambil 10% dari total kebutuhan listrik = 459728,524 Watt = 459,729 kW

2. Listrik Kebutuhan Rumah Tangga, Perkantoran, Laboratorium, dan lain-lain

   Diperkirakan sebesar 25% dari kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas = 25% x 459728,524 Watt = 114,932 kW

3. Listrik Kebutuhan Alat Instrumen dan Kontrol

   Diperkirakan sebesar 5% dari kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas = 5% x 459728,524 Watt = 22,986 kW

Tabel 4. 22 Total Kebutuhan Listrik Pabrik

Keperluan	Kebutuhan (KW)
Kebutuhan *Plant* (Alat Proses dan utilitas)	459,729
Lab, rumah tangga, perkantoran dll	114,932
Alat instrumentasi dan kontrol	22,986
Total	597,647

4.3.3 Unit Pembangkit *Steam* (*Steam Generation System*)

Pada unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan steam pada proses produksi, yaitu dengan menyediakan ketel uap (*boiler*). Boiler dilengkapi dengan sebuah unit *economizer* dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis. Sebelum umpan masuk *boiler*, dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran yang keluar dari *boiler*. Panas yang keluar dari *boiler* masih mempunyai temperatur yang cukup tinggi. Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, karena akan terjadi transfer panas yang akan diserap oleh pipa-pipa *economizer* dan diteruskan ke dalam air sehingga air dapat mendidih. Jika temperatur air dalam *boiler* sudah tinggi, maka kalor yang diperlukan untuk merubah air menjadi uap akan lebih sedikit, sehingga akan berdampak pada berkurangnya penggunaan bahan bakar.

4.3.4 Unit Penyedia Udara Instrumen

Proses yang terjadi pada unit ini bertujuan untuk mengurangi berat jenis udara dari kandungan air sebelum masuk ke unit *instrument* udara. Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat-alat *control* yang bekerja secara pneumatik. Tekanan udara tekan yaitu 6 bar atau 5,921 atm. Kebutuhan udara total diperkirakan sekitar 24,299 m^3/jam.

4.3.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada *boiler* dan generator. Bahan bakar yang dipakai pada *boiler* dan generator adalah *fuel oil* dengan kebutuhan 250,65 liter/jam.

4.3.6 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dari Pabrik Gliserol dengan proses Saponifikasi ini adalah limbah padat. Limbah padat yang dihasilkan berupa NaCl, yang terbentuk dari hasil pengendapan *Clarifier* pada alat proses. Limbah ini dapat dihilangkan dengan cara pengendapan secara gravitasi dalam bak pengendapan.

4.3.7 Spesifikasi Alat-Alat Utilitas

4.3.7.1 Penyediaan Air

1. Bak Sedimentasi

Kode	: BU-01
Fungsi	: Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai
Jenis	: Bak persegi
Dimensi	: Panjang = 6,334 m Lebar = 6,334 m Tinggi = 3,167 m
Jumlah	: 1
Harga	: $1,500

2. Bak Penggumpal

Kode	: BU-02
Fungsi	: Menggumpalkan kotoran yang tidak mengendap di bak pengendap awal dengan menambahkan koagulan (alum/tawas, kaporit)
Jenis	: Silinder Tegak
Volume	: 16,753 m^3
Dimensi	: Diameter = 2,948 m Tinggi = 2,948 m
Pengaduk	: *Marine Propeller 3 Blade*
Diamter	: 0,983 m
Power	: 0,052 Hp
Jumlah	: 1

Harga : $1,500

3. Tangki Alum/Tawas ($Al_2(SO_4)_3$)

Kode : TU-01
Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan larutan alum untuk diinjeksikan ke dalam bak penggumpal
Jenis : Silinder Tegak
Volume : 0,172 m^3
Dimensi : Diameter = 0,479 m
Tinggi = 0,957 m
Jumlah : 1
Harga : $ 800

4. Clarifier

Kode : CRU-01
Fungsi : Mengendapkan gumpalan-gumpalan yang terbentuk di bak flokulator (bak penggumpal)
Volume : 20,103 m^3
Dimensi : Diameter = 2,948 m
Tinggi = 2,948 m Tinggi Kerucut = 0,681 m
Tinggi Total = 3,628 m
Jumlah : 1
Harga : $3.000

5. Tangki Kaporit/Kalsium Hipoklorit ($Ca(ClO)_2$)

Kode : TU-02
Fungsi : Menampung kebutuhan kaporit
Jenis : Silinder Tegak
Volume : 0,004 m^3
Dimensi : Diamter = 0,173 m
Tinggi = 0,173 m
Jumlah : 1
Harga : $300

6. Sand Filter

Kode : BU-03
Fungsi : Menyaring partikel-partikel halus yang terbawa dari air sungai
Jenis : Silinder Tegak
Volume : 2,030 m^3
Dimensi : Lebar = 1,596 m
Tinggi = 0,798 m
Panjang = 1,596 m
Jumlah : 1
Harga : $1.500

7. Bak Penampungan Sementara

Kode : BU-04
Fungsi : Menampung sementara *raw water* setelah disaring di *Sand Filter* (BU-03)
Jenis : Bak Persegi
Volume : 18,143 m^3
Dimensi : Lebar = 3,310 m
Tinggi = 1,655 m
Panjang = 3,310 m
Jumlah : 1
Harga : $1.500

4.3.7.2 Pengolahan Air Sanitasi

1. Tangki Klorinasi

Kode : TU-05
Fungsi : Mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air
Jenis : Tangki silinder berpengaduk
Volume : 1,845 m^3
Dimensi : Diamter = 1,330 m
Tinggi = 1,330 m
Jumlah : 1
Harga : $2.600

2. Tangki Air Bersih

Kode : TU-06
Fungsi : Menampung air untuk keperluan

kantor dan rumah tangga

Jenis : Tangki silinder Tegak
Volume : 44,280 m^3
Dimensi : Diamter = 3,835 m
Tinggi = 3,835 m
Jumlah : 1
Harga : $13.000

4.3.7.3 Pengolahan Air Pendingin

1. Bak Air Pendingin

Kode : BU-05
Fungsi : Menampung kebutuhan air pendingin
Jenis : Bak Persegi
Volume : 9,281 m^3
Dimensi : Lebar = 2,648 m
Tinggi = 1,324 m
Panjang = 2,648 m
Jumlah : 1
Harga : $1.500

2. Cooling Tower

Kode : CTU-01
Fungsi : Mendinginkan air pendingin setelah digunakan oleh peralatan proses dengan media pendingin udara
Jenis : *Induced Draft Cooling Tower*
Volume : 7,734 m^3/jam
Dimensi : Lebar = 1,102 m
Tinggi = 1,429 m
Panjang = 1,102 m
Jumlah : 1
Harga : $30.000

3. Blower Cooling Tower

Kode : BW-01
Fungsi : Menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang akan didinginkan

Jenis : *Induced Draft Cooling Tower*
Volume : 7,734 m^3/jam
Power Blower : 0,163 Hp
Power Motor : 0,250 Hp
Jumlah : 1
Harga : $33.900

4.3.7.4 Pengolahan Air Panas

1. Tangki *Kation Exchanger*

Kode : TU-02
Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation-kation seperti Ca dan Mg
Jenis : Tangki silinder Tegak
Volume : 0,231 m^3
Dimensi : Diameter = 0,538 m
Tinggi = 1,219 m
Bahan : *Stainless Steel*
Jumlah : 1
Harga : $2.600

2. Tangki *Anion Exchanger*

Kode : TU-03
Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh anion-anion seperti Cl, SO_4, NO_3
Jenis : Tangki silinder Tegak
Volume : 0,277 m^3
Dimensi : Diameter = 0,589 m
Tinggi = 1,219 m
Bahan : *Stainless Steel*
Jumlah : 1
Harga : $2.600

3. Tangki Penampungan Boiler

Kode : TU-04
Fungsi : Menampung air dari *anion exchanger* (TU-03)

Jenis : Tangki silinder tegak
Volume : 3,994 m^3
Dimensi : Lebar = 1,999 m
Tinggi = 0,999 m
Panjang = 1,999 m
Jumlah : 1
Harga : $12.000

4. Tangki H_2SO_4

Kode : TU-07
Fungsi : Menampung/menyimpan larutan H_2SO_4 yang akan digunakan untuk meregenerasi *kation exchanger*
Jenis : Tangki silinder
Volume : 1,796 m^3
Dimensi : Diameter = 1,318 m
Tinggi = 1,318 m
Bahan : *Stainless Steel*
Jumlah : 1
Harga : $2.600

5. Deaerator

Kode : DE-01
Fungsi : Menghilangkan gas CO_2 dan O_2 yang terikat dalam *feed water* yang menyebabkan kerak pada *reboiler*
Jenis : Tangki silinder
Volume : 3,993 m^3
Dimensi : Diameter = 1,720 m
Tinggi = 1,720 m
Jumlah : 1
Harga : $3.500

6. Tangki Hidrazin (N_2H_4)

Kode : TU-09
Fungsi : Untuk menyimpan larutan N_2H_4. Hidrain sendiri untuk menghilangkan kandungan oksigen dalam air yang menyebabkan korosi
Jenis : Tangki silinder

Volume : 4,060 m^3
Dimensi : Diameter = 1,729 m
Tinggi = 1,729 m
Jumlah : 1
Harga : $2.600

7. Tangki Alat Proses

Kode : TU-01
Fungsi : Menampung air untuk alat proses
Jenis : Tangki silinder tegak
Volume : 3,024 m^3
Dimensi : Lebar = 1,822 m
Tinggi = 0,911 m
Panjang = 1,822 m
Bahan : *Carbon Steel*
Jumlah : 1
Harga : $ 2.200

8. Tangki NaOH

Kode : TU-08
Fungsi : Menyimpan larutan NaOH yang digunakan untuk meregenerasi *Anion Exchanger*
Jenis : Tangki silinder
Volume : 1,345 m^3
Dimensi : Diameter = 1,197 m
Tinggi = 1,197 m
Bahan : *Stainless Steel*
Jumlah : 1
Harga : $2.600

4.3.7.5 Pengolahan *Steam*

1. Tangki Bahan Bakar Generator

Kode : TG-01
Fungsi : Menampung bahan bakar solar
Jenis : Tangki silinder horizontal
Volume : 4,286 m^3
Dimensi : Diameter = 1,76 m
Tinggi = 3,52 m
Bahan : *Stainless Steel*

Jumlah	: 1
Harga	: $2.900

2. Boiler

Kode	: BU-01
Fungsi	: Menguapkan uap jenuh keluar pompa dan memanaskannya sehingga terbentuk *saturated steam*
Jenis	: *Fire Tube Boiler*
Beban Pemanas	: 9.176.870,411 kJ/jam
Kebutuhan *Steam*	: 2.773,561 kg/jam
Kebutuhan Bahan Bakar	: 9,381 kg/jam
Jumlah	: 1
Harga	: $14.600

4.3.7.6 Pompa Utilitas

Tabel 4. 23 Spesifikasi Pompa Utilitas

Alat	Bahan*	Jumlah	Diameter (in)	*Head* Pompa (ft.lbf/lbm)	Efisensi Daya(%)		Daya (Hp)		Kapasitas (gpm)
					Pompa	Motor	Pompa	Motor	
PU-01	1	2	3,38	11,57	40	80	0,74	1,00	98,47
PU-02	1	2	0,90	3,28	20	80	0,02	0,50	5,17
PU-03	2	2	3,23	10,67	40	80	0,61	0,75	88,86
PU-04	1	2	0,76	23,96	20	80	0,11	0.13	3,52
PU-05	1	2	3,08	6,22	28	80	0,46	0,75	80,20
PU-06	1	2	1,36	3,73	20	80	0,06	0,08	13,02
PU-07	1	2	1,36	10,59	20	80	0,18	0,25	13,02
PU-08	1	2	2,25	5,03	23	80	0,26	0,33	39,97
PU-09	1	2	2,25	5,03	23	80	0,26	0,33	39,97
PU-10	1	2	2,25	5,03	23	80	0,26	0,33	39,52
PU-11	1	2	2,24	10,52	23	80	0,54	0,75	39,52
PU-12	1	2	1,54	4,61	20	80	0,10	0,13	17,20
PU-13	1	2	1,54	4,61	20	80	0,10	0,13	17,20
PU-14	1	2	1,54	4,61	20	80	0,10	0,13	17,20
PU-15	1	2	1,54	4,61	20	80	0,10	0,13	17,20
PU-16	1	2	1,54	16,19	20	80	0,36	0,50	17,20
PU-17	1	2	1,21	5,15	20	80	0,07	0,08	10,01
PU-18	2	2	1,21	14,03	20	80	0,18	0,25	10,01
PU-19	1	2	1,21	3,72	20	80	0,05	0,08	10,01

4.4 Organisasi Perusahaan

Pabrik merupakan perusahaan swasta berskala nasional yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Alasan dipilihnya bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT) adalah didasarkan atas beberapa faktor sebagai berikut:

1. Mudah mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggungjawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi staf yang diawasi oleh Dewan Komisaris.
4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.
5. Lapangan usaha lebih luas. Suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluaskan usahanya.

4.4.1 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi merupakan salah satu unsur yang sangat diperlukan dalam suatu perusahaan untuk menjalankan segala aktivitas di dalamnya agar efiesien dan efektif. Struktur organisasi yang digunakan adalah sistem organisasi garis dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan sederhana dan praktis. Demikian pula dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris. Sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum. Direktur Teknik dan Produksi membawahi bidang produksi, pengendalian, utilitas dan pemeliharaan. Sedangkan Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum membawahi bidang pembelian dan pemasaran, administrasi, keuangan dan umum, serta penlitian dan pengembangan. Direktur ini membawahi beberapa kepala bagian. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi yang dikepalai oleh kepala seksi dan masing masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya.

Karyawan perusahan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing- masing kepala regu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dalam bidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan saran kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan utama perusahaan.

4.4.2 Tugas Dan Wewenang

4.4.2.1 Pemegang Saham

Pemegang saham (pemilik perusahaan) adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk

perseroan terbatas adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang:

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komirsaris.
2. Mengangkat dan memberhentikan Direktur.
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

4.4.2.2 Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana dari para pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi:

1. Mengawasi tugas-tugas direktur utama.
2. Membantu direktur utama dalam hal-hal penting.
3. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijasanaan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran.

4.4.2.3 Dewan Direksi

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap keberhasilan perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum.

1. Direktur Teknik dan Produksi memiliki tugas memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi,

teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium.

2. Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum, memiliki tugas bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, keuangan dan umum, pembelian dan pemasaran, penelitian dan pengembangan.

4.4.2.4 Kepala Bagian Produksi

Kepala Bagian Produksi membawahi:

1. Seksi Proses. Pada seksi ini bertugas untuk mengawasi jalannya proses produksi dan pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan.
2. Seksi Pengendalian. Pada seksi ini bertugas untuk menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi protensi bahaya yang ada.

4.4.2.5 Kepala Bagian Teknik

Kepala Bagian Teknik membawahi Seksi Pemeliharaan, Utilitas, Listrik dan Instrumentasi, serta Laboratorium dan Pengendalian Mutu. Tugas seksi ini antara lain:

1. Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.
2. Memelihara fasilitas gedung dan peralatan pabrik.
3. Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas agar memenuhi kebutuhan proses, air, steam, dan tenaga listrik.
4. Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku, bahan penunjang dan produk.

5. Mengawasi kualitas limbah pabrik.

4.4.2.6 Kepala Bagian Pemasaran

Tugas seksi ini antara lain:

1. Mengetahui harga pemasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.
2. Merencanakan strategi penjualan hasil produksi.
3. Mengatur distribusi barang dari gedung.

4.4.2.7 Kepala Bagian Keuangan, Administrasi dan Umum

Kepala Bagian Keuangan, Administrasi, dan Umum membawahi:

1. Seksi Administrasi dan Keuangan, tugas seksi ini yaitu menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan, serta masalah pajak.
2. Seksi Personalia dan Humas, tugas seksi ini meliputi membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya, mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang dinamis, mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.
3. Seksi Keamanan, tugas seksi ini meliputi menjaga semua bangunan pabrik dan fasiltas-fasilitas yang ada di perusahaan, mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan maupun bukan ke dalam lingkungan perusahaan, menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

4. Kesehatan dan Keselamatan Kerja, tugas seksi ini meliputi mengawasi keselamatan kerja dilingkungan Pabrik dan mengusahakan semua karyawan selalu memperhatikan K3.

4.4.2.8 Kepala Seksi

Kepala Seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bidangnya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagiannya masing-masing sesuai dengan seksinya.

4.4.2.9 Staf Ahli

Staf Ahli terdiri dari tenaga ahli yang bertugas membantu direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Tugas dari staf ahli meliputi:

1. Mempertinggi efisiensi kerja.
2. Memberikan bantuan pikiran dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
3. Memperbaiki proses pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi.

4.4.3.0 Status Karyawan

Sistem upah karyawan dibuat berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Sistem ini dibagi menjadi tiga golongan, yaitu:

1. Karyawan Tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) Direksi dan mendapat gaji bulanan.

2. Karyawan Harian adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa Surat Keputusan (SK) Direksi dan mendapat gaji upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.
3. Karyawan Borongan adalah karyawan yang digunakan oleh pabrik/perusahaan bila diperlukan saja dan menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

4.4.3 Jabatan Dan Keahlian

Masing-masing jabatan dalam struktur organisasi diisi oleh orang-orang dengan pendidikan yang sesuai dengan jabatan dan tanggung jawabnya. Jenjang pendidikan karyawan yang diperlukan berkisar dari Sarjana (S-1) sampai lulusan SMP.

Tabel 4. 24 Jabatan dan Keahlian Struktur

Jabatan	Pendidikan
Direktur Utama	Magister Teknik Kimia (min:5 tahun)
Direktur Teknik dan Produksi	Sarjana Teknik Kimia(min: 3 tahun)
Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi(min: 2 tahun)
Staf Ahli	Sarjana Teknik Kimia dan Ekonomi (min:2 tahun)
Kepala Bagian Teknik dan Produksi	Sarjana Teknik Kimia(min:2 tahun)
Kepala Bagian Proses dan Utilitas	Sarjana Teknik Kimia(min:2 tahun)
Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran	Sarjana Ekonomi(min: 2 tahun)
Kepala Seksi Humas	Sarjana Sosial(min:2 tahun)
Kepala Seksi Keamanan	Ahli Madya(min:2 tahun)
Operator Proses	Ahli Madya(min:1 tahun)
Operator Utilitas	Ahli Madya(min:1 tahun)
Karyawan Penelitian dan Pengembangan	Sarjana Teknik Kimia(min:1 tahun)
Karyawan Administrasi dan Keuangan	Ahli Madya Ekonomi(min:1 tahun)
Karyawan Personalia dan Humas	Ahli Madya Sosial(min:1 tahun)
Karyawan Pengendalian dan Proses	Ahli Madya Teknik Kimia
Karyawan Utilitas dan Pemeliharaan	Ahli Madya Teknik

	Kimia
Karyawan Laboratorium	Ahli Madya Teknik Kimia
Karyawan Keamanan	Lulusan SMA
Medis	Dokter
Paramedis	Sarjana Keperawatan

Lanjutan Tabel 4.23 Jabatan dan Keahlian Struktur

Jabatan	**Pendidikan**
Cleaning Service	Lulusan SMP

4.4.4 Karyawan

Jumlah karyawan harus disesuaikan secara tepat sehingga semua pekerjaan dapat diselesaikan dengan baik dan efisien. Penentuan jumlah karyawan dapat dilakukan dengan melihat jenis proses ataupun jumlah unit proses yang ada. Penentuan jumlah karyawan proses dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut:

Tabel 4. 25 Perincian Jumlah Karyawan

Jabatan	Jumlah
Direktur Utama	1
Direktur Bagian	2
Staf Ahli	1
Kepala Bagian	6
Kepala Seksi	14
Karyawan	65
Operator	52
Sekretaris	2
Dokter	2
Paramedis	2
Sopir	4
Bengkel	2
Cleaning Service	20
Total	173

4.4.4.1 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik ini direncanakan beroperasi 330 hari dalam satu tahun dan 24 jam perhari. Sisa hari yang bukan libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan dan

shut down. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan, yaitu:

1. Karyawan non *shift* adalah para karyawan yang tidak menangani proses secara langsung. Yang termask karyawan ini adalah Direktur, Staf ahli, Kepala Bidang, Kepala Seksi, serta bawahan yang berada di kantor. Karyawan harian dalam satu minggu bekerja selama 5 hari dengan pembagian kerja sebagai berikut:

   Jam Kerja : Senin-Jumat pukul 07.00-15.00

   Jam Istirahat : Senin-Kamis pukul 12.00-13.00

   Jumat pukul 11.00-13.00

2. 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 termask karyawan ini adalah Direktur, Staf ahli, Kepala Bidang, Kepala Seksi, serta bawahan yang berada di kantor. Para karyawan *shift* akan bekerja secara bergantian sehari semalam. Karyawan *shift* dibagi dalam 3 *shift* dengan pengaturan sebagai berikut:

   Shift Pagi : Pukul 07.00-15.00

   Shift Siang : Pukul 15.00-23.00

   Shift Malam : Pukul 22.00-07.00

Untuk karyawan shift ini, dibagi menjadi 4 regu, dimana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat dan dilakukan secara bergantian. Tiap regu mendapat giliran tiga hari kerja dan satu hari libur, tiap *shift* dan masuk lagi untuk *shift* berikutnya. Untuk hari

libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah maka regu yang masuk tetap masuk. Jadwal kerja masing-masing regu dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut:

Tabel 4. 26 Jadwal Kerja

Regu	**Hari**									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
A	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S
B	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M
C	M	L	S	S	L	L	P	P	P	L
D	L	M	M	M	S	S	S	S	L	P

Keterangan:
P : Pagi
S : Siang
M : Malam
L : Libur

4.4.4.2 Ketenagakerjaan

1. Cuti Tahunan, karyawan mempunyai hak cuti tahunan selama 12 hari setiap tahun. Bila dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang untuk tahun itu.
2. Hari Libur Nasional, bagi karyawan harian (*non*-shift), hari libur Nasional tidak masuk kerja. Sedangkan bagi karyawan shift, hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari itu diperhitungkan sebagai kerja lembur (*overtime*).
3. Kerja Lembur (*overtime*), kerja lembur dapat dilakukan apabila ada keperluan yang mendesak dan atas persetujuan kepala bagian.

4.4.4.3 Sistem Gaji Karyawan

Gaji Karyawan dibayarkan setiap bulan pada tanggal 1. Bila tanggal tersebut merupakan hari libur, maka pembayaan gaji dilakukan sehari sebelumnya. Sistem gaji perusahaan dibagi menjadi tiga golongan, yaitu:

1. Gaji Bulanan, gaji ini diberikan kepada pegawai tetap. Besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.
2. Gaji Harian, gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.
3. Gaji Lembur, gaji ini diberikan kepada karyawan yang melebihi jam kerja yang telah ditetapkan besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

Tabel 4. 27 Gaji Karyawan

Jabatan	Gaji/Bulan (Rp)
Direktur Utama	50.000.000,00
Direktur Bagian	30.000.000,00
Staf Ahli	12.000.000,00
Kepala Bagian	10.00.000,00
Kepala Seksi	9.000.000,00
Karyawan	5.500.000,00
Operator	5.500.000,00
Sekretaris	5.000.000,00
Dokter	7.000.000,00
Paramedis	4.500.000,00
Sopir	4.200.000,00
Bengkel	4.300.000,00
Cleaning Service	4.000.000,00

4.4.4.4 Fasilitas Karyawan

Tersedia fasilitas yang memadai dapat meningkatkan kelangsungan produktifitas karyawan dalam suatu perusahaan. Adanya fasilitas dalam perusahaan bertujuan agar kondisi jasmani dan rohani karyawan tetap terjaga dengan baik,

sehingga karyawan tidak merasa jenuh dalam menjalankan tugas sehari-harinya. Sehubungan dengan hal tersebut, maka perusahaan menyediakan fasilitas yang bermanfaat dalam lingkungan perusahaan yang berhubungan dengan kepentingan para karyawan. Adapun fasilitas-fasilitas yang diberikan perusahaan meliputi:

1. Poliklinik, untuk meningkatkan efisien produksi, faktor kesehatan karyawan merupakan hal yang sangat berpengaruh. Oleh karena itu, perusahaan menyediakan fasilitas poliklinik yang ditangani oleh dokter dan perawat.
2. Pakaian kerja, untuk menghindari kesenjangan antar karyawan, perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahunnya, selain itu juga disediakan masker sebagai alat pengaman kerja.
3. Makan dan minum, perusahaan menyediakan makan dan minum 1 kali sehari yang akan dikelola oleh perusahaan *catering* yang ditunjuk oleh perusahaan.
4. Koperasi, koperasi karyawan didirikan untuk mempermudah karyawan dalam hal simpan pinjam, memenuhi kebutuhan pokok dan perlengkapan rumah tangga serta kebutuhan lainnya.
5. Tunjangan Hari Raya (THR), tunjangan ini diberikan setiap tahun, yaitu menjelang Hari Raya Idul Fitri dan besarnya tunjangan tersebut sebesar satu bulan gaji.
6. Jamsostek, merupakan asuransi pertanggungan jiwa dan asuransi kecelakaan.

7. Tempat Ibadah, perusahaan membangun tempat ibadah agar karyawan dapat menjalankan kewajiban rohaninya dan melaksanakan aktifitas keagamaan lainnya.
8. Transportasi, untuk meningkatkan produktifitas dan meringankan beban pengeluaran karyawan, perusahaan memberikan uang transportasi setiap hari yang penyerahannya bersamaan dengan penerimaan gaji tiap bulannya.
9. Hak Cuti
    a. Cuti Tahunan, diberikan kepada karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.
    b. Cuti Massal, diberikan 4 hari kerja kepada karyawan setiap tahun bertepatan dengan hari raya Idul Fitri.

4.5 Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi dalam perencanaan suatu pabrik diperlukan guna memperkirakan apakah pabrik yang didirikan layak dan menguntungkan atau tidak dengan memperhitungkan beberapa hal yang meliputi kebutuhan modal investasi, besar keuntungan yang dapat diperoleh, lama modal investasi dapat dikembalikan. Dalam evaluasi ekonomi ini faktor-faktor yang ditinjau meliputi:

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

Sebelum dilakukan analisa terhadap kelima faktor tersebut, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal sebagai berikut:

1. Penentuan Modal Industri (*Total Capital Investment)* meliputi:
2. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)
3. Modal Kerja (*Working Capital Investment*)
4. Penentuan Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*) meliputi:
5. Biaya Pembuatan *(Manufacturing Cost*)
6. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expenses*)
7. Pendapatan Modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

1. Biaya Tetap (*Fixed Cost*)
2. Biaya Variabel (*Variable Cost*)
3. Biaya Mengambang (*Regulated Cost*)

4.5.1 Penaksiran Harga Alat

Harga peralatan yang menunjang proses produksi pabrik selalu berubah- ubah setiap tahunnya karena dipengaruhi oleh kondisi ekonomi. Untuk itu digunakan beberapa macam konversi harga alat terhadap harga alat pada beberapa tahun yang lalu sehingga akan diperoleh harga yang ekuivalen dengan harga sekarang.

Tabel 4. 28 Indeks Harga Setiap Tahun

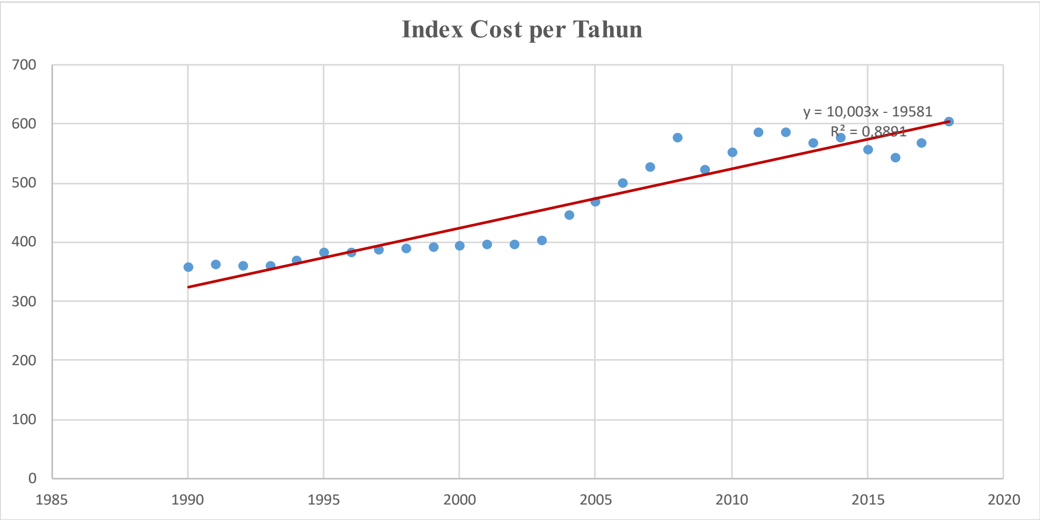
Tahun (X)	Indeks (Y)	X (tahun-ke)
1990	356	1
1991	361,3	2
1992	358,2	3
1993	359,2	4
1994	368,1	5
1995	381,1	6
1996	381,7	7

1997	386,5	8
1998	389,5	9
1999	390,6	10
2000	394,1	11
2001	394,3	12
2002	395,6	13
2003	402,0	14
2004	444,2	15

Lanjutan Tabel 4.27 Indeks Harga Setiap Tahun

Tahun (x)	**Indeks (y)**	**X (tahun ke)**
2005	468,2	16
2006	499,6	17
2007	525,4	18
2008	575,4	19
2009	521,9	20
2010	550,8	21
2011	585,7	22
2012	584,6	23
2013	567,3	24
2014	576,1	25
2015	556,8	26
2016	541,7	27
2017	567,5	28
2018	603,1	29

Berdasarkan data di atas persamaan regresi linier yang diperoleh adalah: *y = 10,003x-19581* Pabrik Gliserol dengan kapasitas 15.000 ton/tahun rencananya akan didirikan pada tahun 2022, maka dengan memasukan harga x = 2022 pada persamaan di atas diperoleh index harga pada tahun 2022 (y) adalah 645,066. Hubungan antara Tahun dan Index Harga dapat dilihat pada Gambar di bawah ini:



Gambar 4. 5 *Index Cost* per Tahun (Grafik Tahun VS Index Harga)

Harga-harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan juga dengan referensi Peters & Timmerhaus tahun 1990, Aries & Newton tahun 1955 dan situs *www.matche.com*. Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan:

$$Ex = Ey\frac{Nx}{Ny} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots.. \text{(Aries \& Newton, 1955)}$$

Dalam hubungan ini:

Ex : Harga pembelian

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi

Nx : Index harga

Ny : Index harga pada tahun referensi

4.5.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas = 15.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Pabrik didirikan = 2022

Kurs mata uang = 1 US$ (Rp 14.284,-)

4.5.3 Perhitungan Biaya

4.5.3.1 *Capital Invesment*

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya. *Capital investment* terdiri dari:

1. *Fixed Capital Investment* adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik. Pada penjumlahan dari total *Direct Plant Cost* (DPC), *contractor's fee*, dan *contigency*. Nilai *contactor's fee* diperoleh dari 4% nilai *Physical Plant Cost* (PPC) dan nilai *contingency* diperoleh dari 10% nilai *Physical Plant Cost* (PPC).

Tabel 4. 29 *Physical Plant Cost* (PPC)

No	*Tipe of Capital Investment*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Purchased Equipment cost*	Rp 77.746.539.427	$ 5.446.724
2	*Delivered Equipment Cost*	Rp 19.436.634.857	$ 1.361.681
3	Instalasi cost	Rp 23.042.496.915	$ 1.614.299
4	Pemipaan	Rp 54.850.303.393	$ 3.842.672
5	Instrumentasi	Rp 21.376.115.258	$ 1.497.556
6	Insulasi	Rp 4.598.258.580	$ 322.142
7	Listrik	Rp 7.774.653.943	$ 544.672
8	Bangunan	Rp 53.246.600.000	$ 3.730.321
9	*Land & Yard Improvement*	Rp 31.959.000.000	$ 2.238.966
Physical Plant Cost (PPC)		Rp 294.030.602.372	$ 20.599.033

Tabel 4. 30 *Direct Plant Cost* (DPC)

No	*Tipe of Capital Investment*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	Teknik dan Konstruksi	Rp 58.806.120.474	$ 4.119.807
	Total (DPC + PPC)	Rp 352.836.722.847	$ 24.718.840

Tabel 4. 31 *Fixed Capital Investment* (FCI)

No	*Tipe of Capital Investment*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	Total DPC + PPC	Rp 352.836.722.847	$ 24.718.840
2	Kontraktor	Rp 17.641.836.142	$ 1.235.942
3	Biaya tak terduga	Rp 35.283.672.285	$ 2.471.884
	Fixed Capital Investment (FCI)	Rp 405.762.231.274	$ 28.426.666

2. *Working Capital Investment* adalah modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

Tabel 4. 32 *Working Capital* (WC)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Raw Material Inventory*	Rp 108.741.887.186	$ 7.618.179
2	*In Process Inventory*	Rp 228.630.372.709	$ 16.017.260
3	*Product Inventory*	Rp 182.904.298.167	$ 12.813.808

Lanjutan Tabel 4.32 *Working Capital* (WC)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
4	*Extended Credit*	Rp 214.440.967.491	$ 15.023.187

5	*Available Cash*		Rp 182.904.298.167	$ 12.813.808
	Working Capital (WC)	Rp	917.621.823.720	$ 64.286.242

4.5.3.2 *Manufacturing Cost*

Manufacturing Cost merupakan jumlah *direct, indirect* dan *Fixed Manufacturing Cost* yang berkaitan dalam pembuatan produk. Menurut Aries & Newton, *Manufacturing Cost* meliputi:

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

Tabel 4. 33 *Direct Manufacturing Cost* (DMC)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Raw Material*	Rp 1.087.418.871.859	$ 76.181.790
2	*Labor*	Rp 1.054.150.000	$ 73.851
3	*Supervision*	Rp 105.415.000	$ 7.385
4	*Maintenance*	Rp 8.115.244.625	$ 568.533
5	*Plant Supplies*	Rp 1.217.286.694	$ 85.280
6	*Royalty and Patents*	Rp 21.444.096.749	$ 1.502.319
7	*Utilities*	Rp 4.098.500.516	$ 287.130
	Direct Manufacturing Cost (DMC)	Rp 1.123.453.565.444	$ 78.706.289

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

Tabel 4. 34 *Indirect Manufacturing Cost* (IMC)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)

1	*Payroll Overhead*	Rp 158.122.500	$ 11.078
2	*Laboratory*	Rp 105.415.000	$ 7.385
3	*Plant Overhead*	Rp 527.075.000	$ 36.926
4	*Packaging and Shipping*	Rp 643.322.902.472	$ 45.069.560
Indirect Manufacturing Cost (IMC)		Rp 644.113.514.972	$ 45.124.949

3. Fixed Manufacturing Cost adalah biaya-biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat pabrik beroperasi maupun tidak atau pengeluaran yang bersifat tetap tidak tergantung waktu dan tingkat produksi.

Tabel 4. 35 *Fixed Manufacturing Cost*

No	***Tipe of Expense***	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1	*Depreciation*	Rp 40.576.223.127	$ 2.842.667
2	*Property taxes*	Rp 8.115.244.625	$ 568.533
3	*Insurance*	Rp 8.115.244.625	$ 568.533
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		Rp 56.806.712.378	$ 3.979.733

Tabel 4. 36 *Manufacturing Cost*

No	***Tipe of Expense***	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1	*Direct Manufacturing Cost (DMC)*	Rp 1.123.453.565.444	$ 78.706.289
2	*Indirect Manufacturing Cost (IMC)*	Rp 644.113.514.972	$ 45.124.949
3	*Fixed Manufacturing Cost (FMC)*	Rp 56.806.712.378	$ 3.979.733
Manufacturing Cost (MC)	Rp	1.824.373.792.794	$ 127.810.970

4.5.3.3 *General Expanses*

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

Tabel 4. 37 *General Expanses*

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)		Harga ($)
1	*Administration*	Rp 42.888.193.498	$	3.004.637
2	*Sales expense*	Rp 42.888.193.498	$	3.004.637
3	*Research*	Rp 60.043.470.897	$	4.206.492
4	*Finance*	Rp 26.467.681.100	$	1.854.258
General Expense (GE)		Rp 172.287.538.993	$	12.070.025

Tabel 4. 38 Total *Production Cost*

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Manufacturing Cost (MC)*	Rp 1.829.042.981.672	$ 128.138.082
2	*General Expense (GE)*	Rp 172.287.538.993	$ 12.070.025
Total Production Cost (TPC)		Rp 2.001.330.520.666	$ 140.208.107

4.5.4 Analisa Keuntungan

Keuntungan = Total Penjualan Produk - Total Biaya Produksi

Total Penjualan Produk = Rp 2.144.409.674.906

Total Biya Produksi = Rp 2.001.330.520.666

Pajak dari Keuntungan = 20%

Keuntungan Sebelum Pajak = Rp 143.079.154.240,12

Keuntungan Setelah Pajak = Rp 114.463.323.392

4.5.5 Analisa Kelayakan

Analisa atau kelayakan pada suatu perancangan pabrik dilakukan untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh sehingga dapat dikategorikan pabrik tersebut layak untuk didirikan atau tidak.

4.5.5.1 *Percent Return of Investment* (ROI)

Return of Invesment (ROI) adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan.

$$\text{ROI} = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\% \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots.$$

ROI sebelum pajak = 35 %

ROI setelah pajak = 28,21 %

4.5.5.2 *Pay Out Time* (POT)

Pay Out Time (POT) adalah waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

$$\text{POT} = \frac{Fixed\ Capital\ Investment}{(\text{Keuntungan tahunan} + \text{Depresiasi})} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

POT sebelum pajak = 2,21 tahun

POT setelah pajak = 2,6 tahun

4.5.5.3 *Break Even Point* (BEP)

Break Even Point (BEP) adalah titik impas pabrik dimana pabrik tidak mengalami keuntungan maupun kerugian. Kapasitas produksi pada saat *sales cost* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi di bawah BEP dan akan untung jika beroperasi di atas BEP.

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

Keterangan:

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

Tabel 4. 39 *Annual Fixed Manufacturing Cost*

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)		Harga ($)
1	*Depreciation*	Rp	40.576.223.127	$ 2.842.667
2	*Property taxes*	Rp	8.115.244.625	$ 568.533
3	*Insurance*	Rp	8.115.244.625	$ 568.533
	Fixed Cost (Fa)	Rp	56.806.712.378	$ 3.979.733

Tabel 4. 40 *Annual Regulated Cost*

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)		Harga ($)	
1	*Labor cost*	Rp	1.054.150.000	$	73.851
2	*Plant overhead*	Rp	527.075.000	$	36.926
3	*Payroll overhead*	Rp	158.122.500	$	11.078
4	*Supervision*	Rp	105.415.000	$	7.385
5	*Laboratory*	Rp	105.415.000	$	7.385
6	*Administration*	Rp	42.888.193.498	$	3.004.637
7	*Finance*	Rp	26.467.681.100	$	1.854.258
8	*Sales expense*	Rp	42.888.193.498	$	3.004.637
9	*Research*	Rp	60.043.470.897	$	4.206.492
10	*Maintenance*	Rp	8.115.244.625	$	568.533
11	*Plant supplies*	Rp	1.217.286.694	$	85.280
Regulated Cost (Ra)		Rp	183.570.247.813	$	12.860.463

Tabel 4. 41 *Annual Variable Cost*

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Raw material*	Rp 1.087.418.871.859	$ 76.181.790
2	*Packaging & shipping*	Rp 643.322.902.472	$ 45.069.560
3	*Utilities*	Rp 4.098.500.516	$ 287.130
4	*Royalties and Patents*	Rp 21.444.096.749	$ 1.502.319
Variable Cost (Va)	Rp	1.756.284.371.596	$ 123.040.799

Tabel 4. 42 *Annual Sales Cost*

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Annual Sales Cost*	Rp 2,144,409,674,906	$ 150,231,867
Regulated Cost (Ra)		Rp 2,144,409,674,906	$ 150,231,867

Sesuai dengan data Tabel diatas maka didapatkan nilai BEP sebesar

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

$$\text{BEP} = 43{,}91\%$$

4.5.5.4 *Shut Down Point* (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah level produksi dimana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

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

$$\text{SDP} = 21{,}76\%$$

4.5.5.5 *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFR)

Discounted Cash Flow Rate (DCFR) merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik. Persamaan untuk menentukan DCFR :

$$\frac{(\text{WC} + \text{FCI}) \times (1 + \text{i})^{10}}{\text{CF}} = [(1 + \text{i})^{9} + (1 + \text{i})^{8} + \cdots + (1 + \text{i}) + 1] + \frac{(\text{WC} + \text{SV})}{(\text{CF})}$$

Keterangan:

FC : *Fixed Capital*

WC : *Working Capital*

SV : *Salvage Value*

C : *Cash Flow (profit after taxes + depresiasi + finance)*

n : Umur Pabrik : 10 Tahun

i : Nilai DCFR

Sebagai perhitungan maka, didapatkan:

Umur Pabrik = 10 tahun

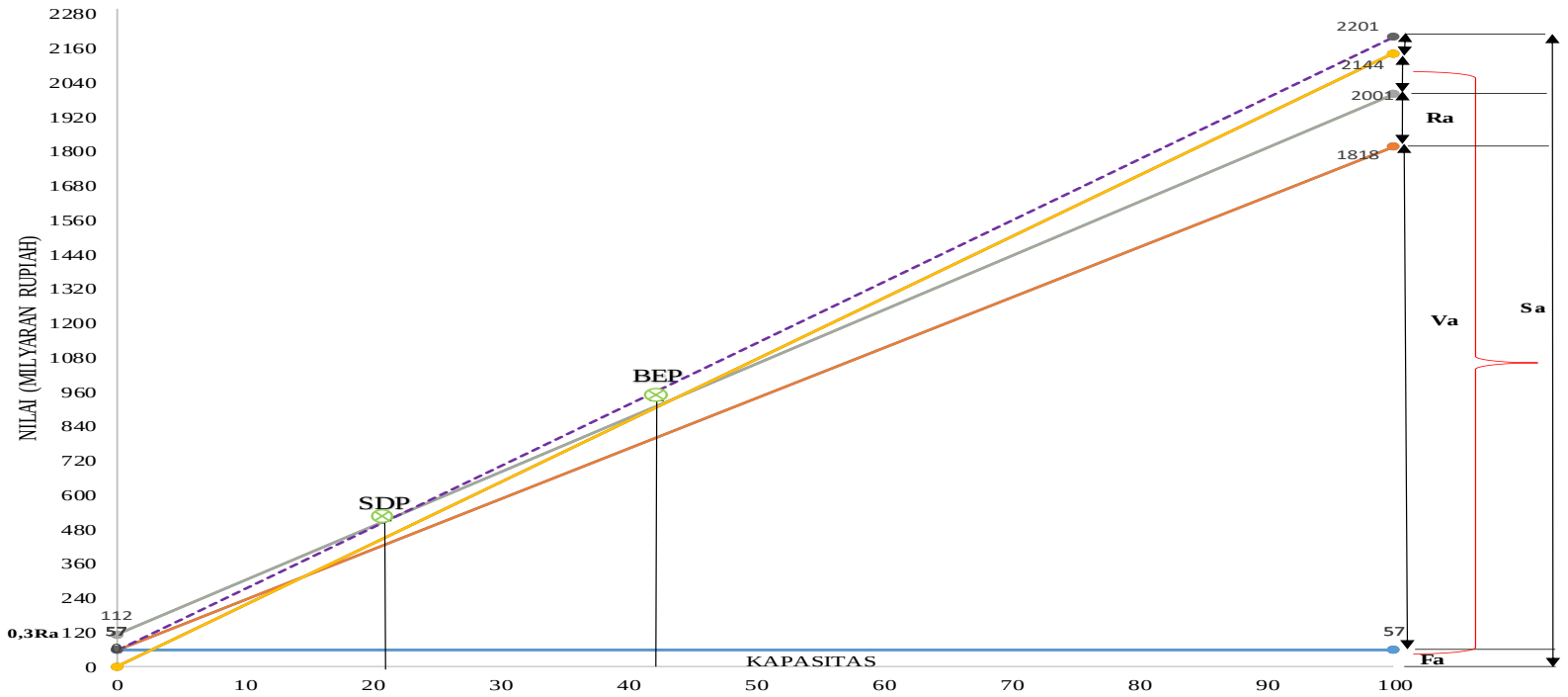
Fixed Capital Investment (FCI) = Rp 405.762.231.274

Working Capital (WC) = Rp 917.621823.720

Salvage Value (SV) = Rp 40.576223.127

Cash Flow (CF) = Rp 181.507.227.619

Discounted Cash Flow Rate (DCFR) = nilai i = 12,17 % (dihitung *trial dan eror)*



Gambar 4. 6 Grafik Analisa Kelayakan (% Kapasitas VS Nilai (Rupiah/Tahun))

Keterangan:

- *Shut Down Point* (SDP)
- *Break Even Point* (BEP)
- *Regulated Cost* (Ra)
- *Variabel Cost* (Va)
- *Sales Cost* (Sa)
- *Fixed Cost* (Fa)

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan bahan yang diproses beserta kondisi operasi (suhu dan tekanan) serta analisa ekonomi, pabrik ini termasuk resiko rendah. Perancangan Pabrik Gliserol dari Minyak Jagung dan Natrium Hidroksida (NaOH) dengan kapasitas 25.000 ton/tahun diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pendirian Pabrik Gliserol dari Minyak Jagung dan NaOH dengan kapasitas 25.000 ton/tahun merupakan prospek yang baik karena dilatarbelakangi oleh pengurangan nilai impor sebagai penyedia bahan baku bagi pabrik-pabrik lainnya, sekaligus sebagai wujud pemulihan ekonomi Indonseia dan untuk menghadapi era globalisasi.
2. Berdasarkan analisa perhitungan terhadap aspek-aspek ekonomi yang telah dilakukan, didapatkan hasil sebagai berikut:

Kriteria	Didapatkan	Syarat Kelayakan (Aries & Newton)
Return on Investment (ROI)	35 %	Minimum 11%
Pay Out Time (POT)	2,6 tahun	Maksimal 5 tahun
Break Even Point (BEP)	43,91 %	40-60%
Shut Down Point (SDP)	21,76 %	
Discounted Cash Flow Rate (DCFR)	12,17 %	>8,63 % (1,5 x suku bunga simpanan (deposito) bank)

Dari data-data di atas dapat disimpulkan bahwa Pabrik Gliserol dari Minyak Jagung dan Natrium Hidroksida (NaOH) dengan kapasitas 25.000 ton/tahun layak dipertimbangkan untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

Agung Hendriadi., 2018, "Badan Ketahanan Pangan RI 2018", Jakarta, Indonesia.

Biro Pusat Stasitik, 2012-2018, "*Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*", Indonesia Foreign, Trade Statistic Import, Yogyakarta, Indonesia.

(Tambun, 2006).

Biro Pusat Stasitik, 2012-2018, "*Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*", Indonesia Foreign, Trade Statistic Import, Yogyakarta, Indonesia

Brockmann et al., 1987, "*United States Patent 4,655,879:Glycerol Distilation Process"* USA.

Badan Pusat Statistik (BPS).

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

Buletin, 2018, "Pasokan & Harga Pangan: Surplus, RI Ekspor Jagung"; Indonesia.

Corn Refiners Association, 2017.,"*Corn oil",* USA

Cross, Alexander, et al., 2018, "*Analysis of Chemical Reactors for Saponification"*.

N. Sahasrabudhe, Shreya, et al., 2017 "Density, viscosity, and surface tension of five vegetable oils at elevated temperatures:Measurement and modelling.,

Pak. J. Engg. & Appl. Sci. Vol. 16, Jan., 2015 (*p.* 84–92), "Optimization of Saponification Reaction in a Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR) Using Design of Experiments", Pakistan,

Perry, R.H., Green, D., Maloney, J.O., 1997, "*Chemical Engineering Handbook 7th Edition*", Mc Graw-Hill Company, New York.

Kern, D.Q., 1965, "*Process Heat Transfer*", Mc Graw-Hill Book Company, New York.

Timmerhause, K.D., Peters, M.S., 1991, "*Plant Design and Economics for Chemical Engineering 4th Edition*", Mc Graw-Hill Book Co., Inc., New York

Ketaren, S., 1986, "*Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*", Cetakan I, UI Press, Jakarta.

H.W Tan et al., 2013, "*Renewable and Sustainable Energy Reviews 27 : Glycerol Production".*

Yaws, C.L., 1999, "*Chemical Properties Handbook*", Mc Graw-Hill Co., Inc., USA

LAMPIRAN

LAMPIRAN A ……....133
LAMPIRAN B……139

LAMPIRAN A

REAKTOR

Alogaritma perhitungan:

1. Kondisi Reaktor

a. Kondisi Operasi

Suhu : 100 ^{o}C

Tekanan : 1 atm

Waktu tinggal : 18,2 Jam

Konversi : 95%

Isotermal.

Komponen	**Massa (Kg/jam)**	**Fraksi massa (xi)**	**Pi (kg/m3)**	**ρi.xi (kg/m3)**	**BM**	**F (Kmol/jam)**
Minyak Jagung	39387,72085	0,7861	868,3000	682,6079	992,4438	23,8126
NaOH	4762,120096	0,1426	1878,7317	267,8534	39,9967	107,1565
H2O	3333,484067	0,0713	955,6107	68,1214	18,0149	118,9546
Total	47483,32501	1,0000		1018,5826		249,9237

b. Menghitung Konsentrasi Umpan

$$C_{AO} = \frac{mol\ A}{\sum F_v} = 0{,}0008156 \text{ kmol/ liter atau } 0{,}81557 \text{ kmol/ m3}$$

$$C_{BO} = \frac{mol\ B}{\sum F_v} = 0{,}0024467 \text{ kmol/ liter atau } 2{,}44669 \text{ kmol/ m3}$$

c. Menentukan Konstanta Kecepatan Reaksi

Reaksi dapat dituliskan sebagai berikut :

A + 3B → C + 3D

Reaksi dianggap orde 2 (Dr. Raghad Fareed Kassim Almilly, 2014) maka persamaan nya adalah :

$$k = \frac{F_{A0} X_A}{\tau . v0 \; CA0^{\,2} (1 - XA)(\theta B - XA)}$$

k = 8,5231 L/mol.jam

2. Menentukan Jenis Reaktor

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)

Fungsi : Mereaksikan Minyak Jagung (Trigliserida) dengan NaOH 50%

Dipilih reaktor jenis ini melalui beberapa pertimbangan sebagai berikut:

a. Zat pereaksi berupa fasa cair dan fasa cair
b. Hasil konversi maksimal, karena dapat digunakan reaktor dalam jumlah lebih dari satu.

Bahan : *Stainless Steel 304*

3. Menghitung Jumlah Reaktor Optimum

Menentukan jumlah reaktor adalah dengan menggunakan optimasi jumah reaktor. Adapun rumus yang digunakan untuk menentukan jumlah reaktor sebagai berikut:

Kecepatan reaksi : $r_A = k \, C_A \, C_B$

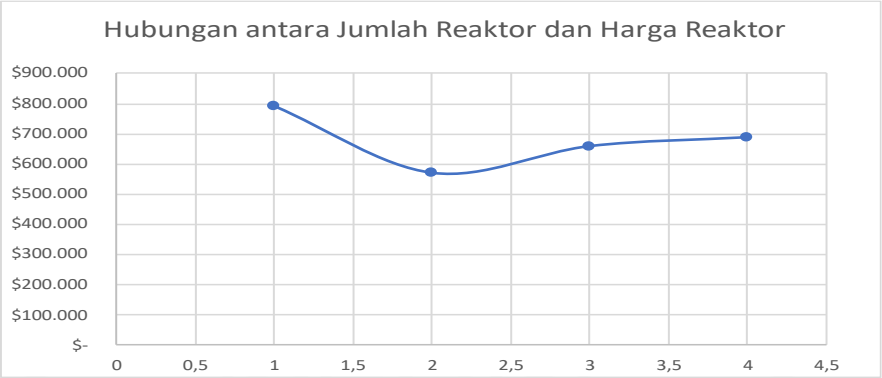
Konstanta kecepatan reaksi : $\frac{F_{A0} X_A}{\tau . v0 \; CA0^{\,2} (1 - XA)(\theta B - XA)}$ = 8,5231 L/mol.jam

Orde reaksi : 2

Berdasarkan rumus volume optimasi diatas maka dapat diperoleh hasil optimasi sebagai berikut:

No	V (L)	V (gal)	Harga @ (US $)	Harga Alat (US $)
1	117655	31081,05	793400	793400
2	16342	4317,18	285300	570600
3	6724	1776,24	220100	660300
4	3902	1030,92	172500	690000

Hasil optimasi di atas dapat dibuatkan grafik hubungan antara jumlah reaktor (n) dengan total harga ($US) sebagai berikut:



Berdasarkan hasil optimasi yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan menggunakan 2 reaktor akan lebih ekonomis apabila dibandingkan dengan menggunakan 1 reaktor.

4. Menentukan Dimensi Reaktor

Berdasarkan hasil optimasi, volume desain masing-masing reaktor sebesar 86,2671 m^3. Adapun rasio H/D yang digunakan 1:1,5. Dengan diketahuinya besar volume masing-masing reaktor maka dapat dihitung pula besarnya nilai D dan H dengan menggunakan persamaan:

Volume Reaktor : $3046{,}4937^3$

Volume Reaktor : V shell + 2 V head

$$D = \sqrt[3]{\frac{4.Volume\ Shell}{\pi}}$$

Vshell : $\frac{4}{\pi}D^2H$

Vhead : $0{,}00049D^3$

D : 2,2765 m

H : 4,3250 m

5. Menentukan Tinggi Cairan

Volume *Shell* : 64,69 m^3

Volume *Head* : 0,026 m^3

Volume *Bottom* : ½ Volume *Head*

Volume *Bottom* : 0,013 m^3

Volume Cairan : Volume *Shell* – Volume *Bottom*

Volume Cairan : 64,682 m^3

Tinggi Cairan : $4V/\pi D^2$

Tinggi Cairan : 6,336 m

6. Menentukan Tekanan Desain

Tekanan Operasi : 1 atm

Tekanan Hidrostatis

$$P_{Hidrostasis} = \frac{\rho g h}{gc}$$

Dengan,

ρ campuran : 1018,58 kg/m^3

gc : 9,8 m/s^2

h : 6,336 m

P Hidrostatis : 5,27 psi

P *Absolute* : P Operasi + P Hidrostatis

P *Absolute* : 20 psi

P Desain : 1,2 P *Absolute*

P Desain : 24 psi

7. Menentukan Tebal Shell

ts = $\frac{Pr}{(fE-0.6\,P)} + C$

Dengan,

Diameter dalam *Shell*, in

f : Maksimum *allowable stress* bahan yang digunakan (Brownell, Tabel 13-1, P.251)

ts : Tebal *Shell*, in

E : Efisiensi Pengelasan

f : 21030,4720 psi

P : 24 psi

C : 0,2295 in

Maka nilai ts yang didapatkan sebesar 0,2295 in. Dipilih tebal dinding reaktor standar 1/4 (Brownell and Young, P.88)

8. Menentukan Tebal Head

th = $\frac{Prw}{(2fE-0.2\,P)} + C$

Untuk menghitung besarnya tebal *head* standar digunakan rumus sebagai berikut:

Tekanan Operasi : 14,7 psi

P Desain : 24 psi

P : 1,35 psi

OD : 86,33 in

r : 90 in

icr : 5,5 in

th : 0,375 in

Dipilih tebal *head* reaktor standar 3/8 in dan diperoleh sf 2 ½ in. (Brownell and Young, P.90)

9. Perancangan Pengaduk

Reaktor 1

Jenis pengaduk :*Turbine Impeller with 3 Blades and 4 Baffles*

Diameter Impeler : 0,728 m

Jarak pengaduk dasar tangki (Zi) : 0,728 m

Menghitung Kecepatan Pengadukan

Menghitung jumlah pengaduk (sesuai referensi Wallas halaman 288)

Rasio tinggi permukaan cairan dan diameter tangki : H/D

a impeller : $\frac{4,325}{2,27}$ m = 1,89 m

Putaran Pengaduk :

$$\frac{WELH}{2.DI} = \left(\frac{\pi D.I.N}{600}\right)$$

$\boldsymbol{N}$ = √($\boldsymbol{WELH}$/($\boldsymbol{2.D}$I)) $\boldsymbol{x}$ ($\boldsymbol{600}$/($\boldsymbol{\pi.D}$I)) = 68,610 rpm

Dengan,

N : 68,610 rpm = 1,143 rps

ρ : 947,422 kg/m^3

gc : 32,2 ft/s^2

μ : 0,0002372 cp

Di : 1,267 m = 4,158 ft

Bilangan Reynold : Re = $\frac{NxDI^2x\rho}{\mu}$ (Brown, page 508)

Re = 81698209,6

Efisiensi motor : 80%

Daya motor : $\frac{12,432}{80\%} = 15,54\ HP$

Dipakai standar NEMA : 20 HP

10. Menentukan Kecepatan Putaran

Didapatkan nilai kecepatan putaran 120,898 rpm.

11. Menghitung Power Motor

N_{Re} : 81698209,6

Jenis Aliran : Turbulen

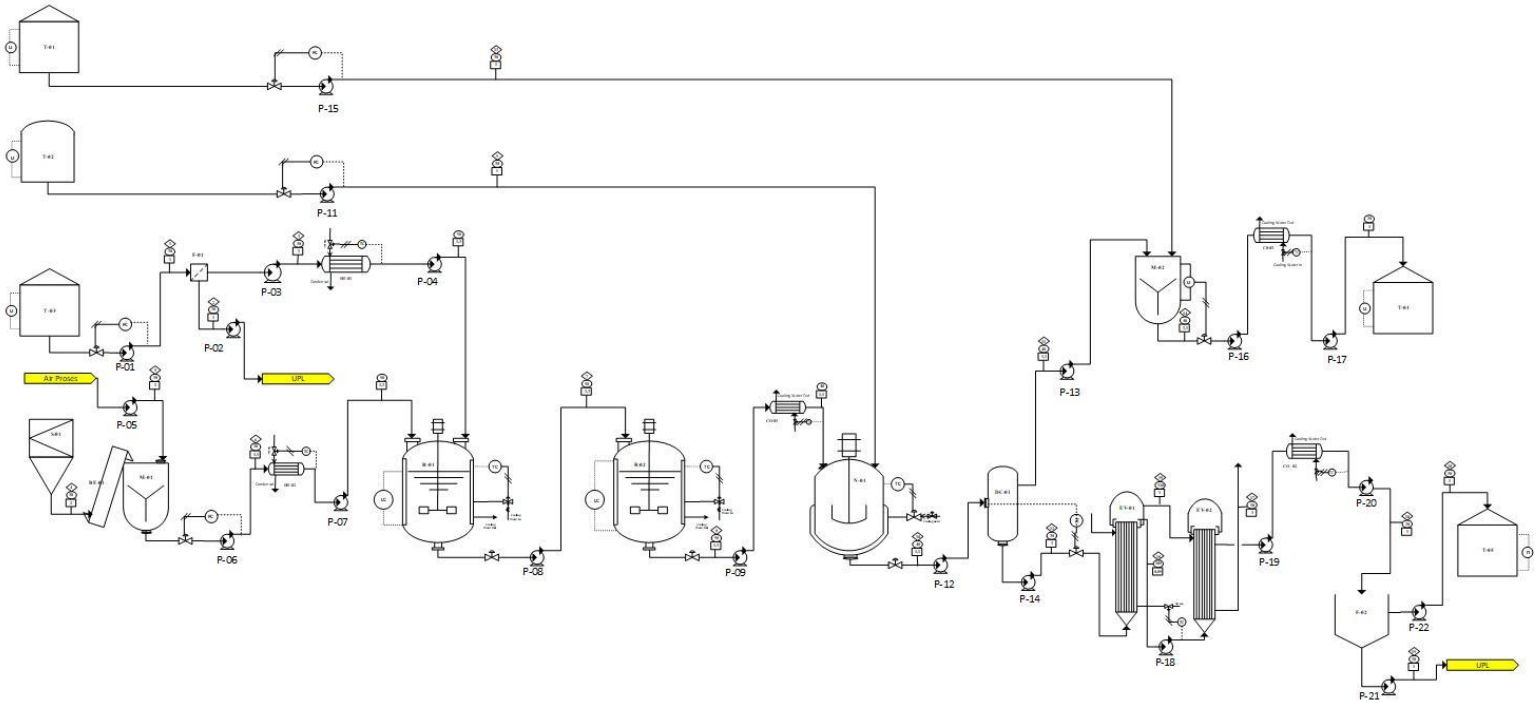
η : 80%

P (Pa/η) : 20 Hp

P Standar : 20 Hp

LAMPIRAN B

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN GLISEROL DARI MINYAK JAGUNG DAN NaOH
KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN



KOMPONEN	NOMOR ARUS (kg/jam)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Minyak Jagung	39387,721	-	39387,721	-	-	-	8807,350	1969,380	-	1969,386	1969,386	-	-	1969,386	-	-	-	-	-	-
Impurities	551,428	551,428	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NaOH	-	-	-	4762,120	-	4762,120	1064,841	238,105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Air	-	-	-	48,102	3285,382	3333,484	3333,484	3333,484	369,583	3810,313	381,031	3429,281	-	381,031	1809,883	1809,883	1520,302	289,581	-	289,581
Sabun	-	-	-	-	-	-	31439,958	38470,136	-	38470,130	38470,130	-	-	38470,130	-	-	-	-	-	-
Gliserol	-	-	-	-	-	-	2837,696	3472,223	-	3472,222	-	3472,222	-	-	-	3472,222	-	3472,222	-	3472,222
HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	217,057	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pewangi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1538,805	-	-	-	-	-	-	-
NaCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	347,918	157,433	190,485	-	157,433	-	190,485	-	190,485	190,485	-
TOTAL	39939,149	551,428	39387,721	4810,222	3285,382	8095,604	47483,328	47483,329	586,640	48069,970	40977,981	7091,988	1538,805	40977,981	1809,883	5472,590	1520,302	3952,288	190,485	3761,804

Simbol	Keterangan
T	Tangki
EV	Evaporator
S	Tangki
M	Mixer
HE	Heater
CO	Cooler
F	Filter
BE	Bucket Elevator
P	Pompa

Simbol	Alat
	Control valve
TC	Temperatur Control
FC	Flow Control
	Arus
	Saluran
	Pipeline
LI	Level Indikator
	Arus listrik
	Arus pneumatik

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN GLISEROL DARI MINYAK JAGUNG DAN NaOH
KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

Disusun oleh :
1. Bintang Dwi Argi (17521112)
2. Dina Santika (17521155)

Dosen Pembimbing :
1. Bachrun Sutrisno, M.Sc., Ir.
2. Lilis Kistriyani, S.T., M.Eng

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2021