

**PRA RANCANGAN PABRIK *FATTY ACID* DENGAN
PRODUK SAMPING GLISEROL DARI *CRUDE PALM OIL*
(CPO) DENGAN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Konsentrasi Teknik Kimia**



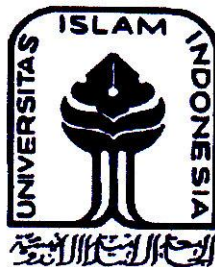
Disusun oleh :

Nama : Muhammad Yusuf Redinal Nama : Whisnu Pambudi Luhur
No. Mahasiswa : 14521156 No. Mahasiswa : 14521212

**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA
FATTY ACID DENGAN PRODUK SAMPING GLISEROL DARI
CRUDE PALM OIL (CPO) DENGAN PROSES HIDROLISIS
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

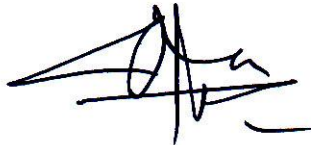


Oleh :

Nama : Muhammad Yusuf Redinal Nama : Whisnu Pambudi Luhur
No. Mahasiswa : 14521156 No. Mahasiswa : 14521212

Yogyakarta, 23 Oktober 2018

Pembimbing



Dr. Ir. Farham H.M Saleh, MSIE

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK *FATTY ACID* DENGAN PRODUK SAMPING GLISEROL DARI *CRUDE PALM OIL* (CPO) DENGAN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Muhammad Yusuf Redinal

NIM : 14521156



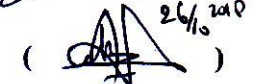
Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsenterasi Teknik kimia
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 23 Oktober 2018

Tim penguji,

1. Dr. Ir. Farham H.M Saleh, MSIE
Ketua
2. Lilis Kristiyani, S.T., M.Eng
Anggota I
3. Muflih Aris Adnan, S.T., M.Sc
Anggota II



()
( 20/10/2018)
( 26/10/2018)

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia




Dr. Suharno Rusdi
NIP.845210102

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK *FATTY ACID* DENGAN PRODUK SAMPING GLISEROL DARI *CRUDE PALM OIL* (CPO) DENGAN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Whisnu Pambudi Luhur

NIM : 14521212


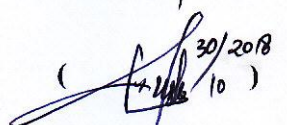
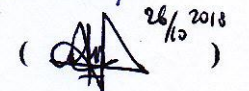
Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 23 Oktober 2018

Tim penguji,

1. Dr. Ir. Farham H.M Saleh, MSIE
Ketua
2. Lilis Kristiyani, S.T., M.Eng
Anggota I
3. Muflih Aris Adnan, S.T., M.Sc
Anggota II

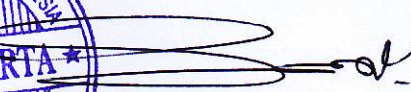


()
( 30/10/2018)
( 26/10/2018)

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia




Dr. Suharno Rusdi
NIP.845210102

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL
PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA
FATTY ACID DENGAN PRODUK SAMPING GLISEROL DARI
CRUDE PALM OIL (CPO) DENGAN PROSES HIDROLISIS
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

Kami yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Yusuf Redinal Nama : Whisnu Pambudi Luhur

No. Mahasiswa : 14521156

No. Mahasiswa : 14521212

Yogyakarta, 23 Oktober 2018

Menyatakan bahwa seluruh hasil Pra Rancangan 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.



Muhammad Yusuf Redinal

NIM. 14521156



Whisnu Pambudi Luhur

NIM. 14521212

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakaatuh

Alhamdulillah, segala puji dan syukur kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah melimpahkan rahmat, ridho, serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **Pra Rancangan Pabrik Pembuatan *Fatty Acid* dengan Produk Samping Gliserol dari Bahan Baku *Crude Palm Oil* (CPO) dengan Proses Hidrolisis Kapasitas Produksi 40.000 Ton/Tahun.** Tugas akhir ini diajukan sebagai persyaratan untuk kelulusan dalam sidang sarjana Teknik Kimia pada Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Keberhasilan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan dan dukungan semua pihak terkait. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini perkenankanlah penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ayahanda, Ibunda, dan kerabat yang selalu menyokong dan mendoakan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir.Suharno Rusdi.,Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Ir. Farham H.M Saleh, M.SIE yang telah memberikan banyak ilmu kepada kami dan juga telah sabar dalam membimbing kami selama melaksanakan tugas akhir ini hingga selesai.
4. Seluruh Dosen Pengajar Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmu kepada penulis selama menjalani studi.

5. Dan untuk Suci Febriani, Shavira Ramadhina, Nalendra Putra, dan Devina Zahra Tsabita yang selalu memotivasi serta memberikan dukungan dan kepercayaan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang juga turut memberikan bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga Allah Ta'ala memberi keberkahan atas pertolongan dan kebaikan yang telah diberikan kepada kami.

Kami menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat kesalahan dan kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan diri pribadi. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati kami mengharapkan adanya saran dan kritik yang sifatnya membangun demi perbaikan tugas akhir ini dan pembelajaran di masa mendatang. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 23 Oktober 2018

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL PERANCANGAN	i
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL.....	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi.....	viii
Daftar Tabel	xiv
Daftar Gambar.....	xvi
Daftar Lampiran.....	xvii
Abstrak.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2 Tinjauan Pustaka.....	10
1.2.1 Kelapa Sawit	10
1.2.2 Komposisi Kimia Minyak Kelapa Sawit	11
1.2.3 Minyak dan Lemak	12
1.2.4 Minyak Sawit.....	12
1.2.5 Asam Lemak	14
1.2.6 Proses Hidrolisis	16
1.2.7 Gliserin/Gliserol.....	21
1.2.8 Prinsip Proses.....	23
BAB II PERANCANGAN PRODUK	26
2.1 Spesifikasi Produk	26

2.1.1 <i>Fatty Acid</i>	26
2.1.2 Gliserol.....	27
2.2 Spesifikasi Bahan Baku	28
2.2.1 Minyak Sawit/CPO	28
2.2.2 Air/H ₂ O	29
2.3 Pengendali Kualitas	30
BAB III PERANCANGAN PROSES.....	37
3.1 Uraian Proses	37
3.1.1 Tahap Penyiapan Bahan Baku	37
3.1.2 Tahap Pembentukan Produk	37
3.1.3 Tahap Pemurnian Produk.....	38
3.2 Spesifikasi Peralatan/Mesin.....	39
3.2.1 Tangki Penyimpanan Bahan Baku Air Proses (T-101).....	39
3.2.2 Tangki Penyimpanan Bahan Baku CPO (T-102)	40
3.2.3 Pompa I (P-101)	41
3.2.4 Pompa II (P-102)	41
3.2.5 Pompa III (P-103).....	41
3.2.6 Pompa IV (P-104)	42
3.2.7 Kolom <i>Splitting</i> (C-101).....	42
3.2.8 Pompa V (P-105).....	43
3.2.9 Pompa VI (P-106)	43
3.2.10 <i>Expansion Vessel I</i> (EV-101)	43
3.2.11 Pompa VII (P-107)	44
3.2.12 Tangki Penyimpanan Akhir Gliserol (T-103)	45
3.2.13 <i>Expansion Vessel II</i> (EV-102).....	45

3.2.14 Pompa VIII (P-108).....	46
3.2.15 Pompa IX (P-109)	46
3.2.16 <i>Vacuum Dryer</i> (VD-101).....	47
3.2.17 Pompa X (P-110).....	47
3.2.18 Pompa XI (P-111)	48
3.2.19 Tangki Penyimpanan Akhir <i>Fatty Acid</i> (T-104)	48
3.2.20 <i>Heater I</i> (HE-101)	49
3.2.21 <i>Heater II</i> (HE-102).....	50
3.2.22 <i>Heater III</i> (HE-103).....	51
3.2.23 <i>Cooler I</i> (HE-104)	52
3.2.24 <i>Steam Ejector Dryer</i> (SE-101)	53
3.3 Perencanaan Produksi	54
3.3.1 Kapasitas Perancangan	54
3.3.2 Analisis Kebutuhan Bahan Baku	55
3.3.3 Analisis Kebutuhan Peralatan Proses	55
BAB IV PERANCANGAN PABRIK	56
4.1 Lokasi Pabrik	56
4.2 Tata Letak Pabrik/ <i>Plants Layout</i>	63
4.2.1 Perincian Luas Areal Pabrik	67
4.3 Tata Letak Alat Proses/ <i>Plants Layout</i>	69
4.4 Alir Proses dan Material	73
4.4.1 Neraca Massa Total	74
4.4.2 Neraca Massa Per Alat	75
4.4.2.1 Kolom <i>Splitting</i> (C-101).....	75
4.4.2.2 <i>Vacuum Dryer</i> (VD-101).....	75

4.4.3 Neraca Panas	76
4.4.3.1 <i>Heater</i> I (HE-101)	76
4.4.3.2 <i>Heater</i> II (HE-102).....	76
4.4.3.3 Kolom <i>Splitting</i> (C-101).....	76
4.4.3.4 <i>Heater</i> III (HE-103).....	76
4.4.3.5 <i>Vacuum Dryer</i> (VD-101).....	77
4.4.3.6 <i>Cooler</i> I (HE-104)	77
4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas)	79
4.5.1 Kebutuhan Uap Air (<i>Steam</i>)	80
4.5.2 Kebutuhan Air	81
4.5.2.1 Kebutuhan Air Proses.....	81
4.5.2.2 Kebutuhan Air Lainnya	83
4.5.3 Kebutuhan Listrik.....	89
4.5.4 Kebutuhan Bahan Bakar.....	90
4.5.5 Kebutuhan Nitrogen	93
4.5.6 Kebutuhan Udara Tekan.....	94
4.5.7 Pengolahan Limbah.....	95
4.5.8 Spesifikasi Peralatan Utilitas.....	99
4.5.8.1 Pompa I (P-201)	99
4.5.8.2 Menara Air (T-201).....	99
4.5.8.3 Pompa II (P-202).....	100
4.5.8.4 Tangki Air Umpan <i>Deaerator</i> (T-202)	100
4.5.8.5 Pompa III (P-203).....	101
4.5.8.6 <i>Deaerator</i> (D-201)	101
4.5.8.7 Ketel Uap I (BO-201).....	102

4.5.8.8 Ketel Uap II (BO-202)	102
4.5.8.9 Pompa IV (P-204)	103
4.5.8.10 Tangki Bahan Baku Solar (T-203)	103
4.5.8.11 Pompa V (P-205).....	104
4.5.8.12 Tangki Bahan Baku Solar (T-203)	104
4.5.8.13 Pompa VI (P-206)	104
4.5.8.14 Pompa VII (P-207)	105
4.5.8.15 Kompresor (P-208)	105
4.6 Organisasi dan Manajemen Perusahaan.....	106
4.6.1 Organisasi Perusahaan.....	106
4.6.2 Bentuk Organisasi Garis.....	108
4.6.3 Bentuk Organisasi Fungsional.....	110
4.6.4 Bentuk Organisasi Garis dan Staf	111
4.6.5 Bentuk Organisasi Fungsional dan Staf	111
4.6.6 Manajer Perusahaan	112
4.6.7 Bentuk Hukum Badan Usaha	114
4.6.8 Uraian Tugas, Wewenang dan Tanggung Jawab	116
4.6.8.1 Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS)	116
4.6.8.2 Dewan Komisaris	117
4.6.8.3 Dewan Direksi (Direktur).....	117
4.6.8.4 Staff Ahli	118
4.6.8.5 Sekretaris	119
4.6.8.6 Manajer Produksi	119
4.6.8.7 Manajer Teknik	119
4.6.8.8 Manajer Umum dan Keuangan.....	120

4.6.8.9 Manajer Pembelian dan Pemasaran.....	120
4.6.9 Sistem Kerja	120
4.6.10 Jumlah Tenaga Kerja yang Dibutuhkan dan Kualifikasinya.....	125
4.6.11 Sistem Penggajian	126
4.6.12 Tata Tertib	129
4.6.13 BPJS Ketenagakerjaan dan Fasilitas Tenaga Kerja.....	130
4.6.14 Keselamatan Kerja	132
4.7 Analisa Ekonomi.....	135
4.7.1 Penaksiran Harga Peralatan.....	136
4.7.2 Dasar Perhitungan	140
4.7.3 Perhitungan Biaya	141
4.7.3.1 <i>Capital Investment</i>	141
4.7.3.2 <i>Manufacturing Cost</i>	142
4.7.3.3 <i>General Expanse</i>	144
4.7.4 Analisa Kelayakan.....	144
4.7.4.1 <i>Return On Investment (ROI)</i>	144
4.7.4.2 <i>Pay Out Time (POT)</i>	145
4.7.4.3 <i>Break Even Point (BEP)</i>	146
4.7.4.4 <i>Shut Down Point (SDP)</i>	148
4.7.4.5 <i>Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)</i>	148
4.7.5 Analisa Keuangan.....	150
BAB V PENUTUP.....	152
5.1 Kesimpulan	152
5.2 Saran	153
DAFTAR PUSTAKA.....	155
LAMPIRAN.....	A-1

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perkembangan produksi minyak sawit/ <i>Crude Palm Oil</i> di Indonesia.....	2
Tabel 1.2 Perkembangan produksi, ekspor, impor, dan suplai <i>fatty acid</i>	4
Tabel 1.3 Impor dan nilai US\$ <i>fatty acid</i> pada tahun 2010-2016.....	6
Tabel 1.4 Daftar kapasitas pabrik oleokimia (<i>fatty acid</i>) di Indonesia.....	8
Tabel 1.5 Komposisi asam lemak minyak kelapa sawit	11
Tabel 1.6 Komponen penyusun minyak sawit.....	13
Tabel 1.7 Komposisi asam lemak berdasarkan jenis dari CPO	14
Tabel 1.8 Jenis-jenis asam lemak jenuh.....	15
Tabel 2.1 Daftar instrumentasi pada pabrik pembuatan <i>fatty acid</i> dari CPO	34
Tabel 4.1 Perincian luas areal pabrik.....	67
Tabel 4.2 Neraca massa masuk total.....	74
Tabel 4.3 Neraca massa keluar total	74
Tabel 4.4 Neraca massa pada kolom <i>splitting</i> (C-101).....	75
Tabel 4.5 Neraca massa pada <i>vacuum dryer</i> (VD-101).....	75
Tabel 4.6 Neraca panas pada <i>heater</i> I (HE-101).....	76
Tabel 4.7 Neraca panas pada <i>heater</i> II (HE-102)	76
Tabel 4.8 Neraca panas pada kolom <i>splitting</i> (C-101)	76
Tabel 4.9 Neraca panas pada <i>heater</i> III (HE-103).....	76
Tabel 4.10 Neraca panas pada <i>vacuum dryer</i> (VD-101).....	77
Tabel 4.11 Neraca panas pada <i>cooler</i> I (HE-104).....	77
Tabel 4.12 Kebutuhan uap (<i>steam</i>) pabrik.....	80
Tabel 4.13 Kebutuhan air pendingin pabrik	81
Tabel 4.14 Pemakaian air untuk kebutuhan lainnya	84
Tabel 4.15 Kualitas air sungai Bah Balon, Sumatera Utara, Medan	85

Tabel 4.16 Perincian kebutuhan listrik	89
Tabel 4.17 Spesifikasi bahan bakar solar dan <i>fuel oil</i>	90
Tabel 4.18 Kebutuhan nitrogen pada pabrik.....	94
Tabel 4.19 Baku mutu limbah cair.....	96
Tabel 4.20 Susunan jadwal kerja karyawan <i>shift</i>	122
Tabel 4.21 Jumlah tenaga kerja dan kualifikasinya	125
Tabel 4.22 Perincian gaji tenaga kerja.....	127
Tabel 4.23 Harga indeks Marshall & Swift	137
Tabel 4.24 Estimasi harga peralatan alat proses menggunakan metode Marshall & Swift.....	139
Tabel 4.25 Estimasi harga peralatan alat utilitas menggunakan metode Marshall & Swift.....	140
Tabel 4.26 <i>Fixed capital investment</i>	141
Tabel 4.27 <i>Working capital Investment</i>	142
Tabel 4.28 <i>Manufacturing capital investment</i>	143
Tabel 4.29 <i>General expense</i>	144
Tabel 5.1 Kriteria kelayakan menurut Aries & Newton, 1945 dengan hasil perhitungan	153

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kebutuhan <i>fatty acid</i>	7
Gambar 2.1 Instrumentasi pada alat.....	36
Gambar 4.1 Peta lokasi pabrik didirikan.....	59
Gambar 4.2 Tata letak pabrik.....	67
Gambar 4.3 Tata letak alat proses.....	72
Gambar 4.4 Proses diagram alir kualitatif	78
Gambar 4.5 Proses diagram alir kuantitatif	79
Gambar 4.6 Bagan struktur organisasi perusahaan.....	124
Gambar 4.7 Grafik BEP dan SDP	151

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Reaktor	A-1
Lampiran B PEFD	B-1

ABSTRAK

Pabrik *fatty acid* dari *Crude Palm Oil* (CPO) dirancang untuk memenuhi kebutuhan *fatty acid* di dalam maupun di luar negeri. Kapasitas yang direncanakan sebesar 40.000 ton/tahun. Pabrik ini beroperasi secara kontinu selama 330 hari dalam setahun. Pabrik ini direncanakan berdiri di kawasan industri Sei Mengkei, Kecamatan Bosar Maligas, Kabupaten Simalungun, Provinsi Sumatera Utara, Medan diatas tanah seluas 7712 m². Proses pembuatan *fatty acid* dilakukan dalam kolom *splitting* atau reaktor *Spray Column*. Pada reaktor ini reaksi berlangsung pada fase cair-cair, *reversible*, endotermis, *non-isothermal* pada suhu 262 °C dan tekanan 54 bar, sehingga untuk menjaga suhu reaksi digunakan *saturated steam* yang berasal dari ketel uap. Untuk memproduksi *fatty acid* sebesar 40.000 ton/tahun (5051 kg/jam) diperlukan bahan baku CPO sebesar 5404 kg/jam dan air sebesar 3401 kg/jam. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air proses sebesar 3401 kg/jam, air pendingin sebesar 2094 kg/jam, penyediaan *saturated steam* sebesar 10395 kg/jam, penyediaan listrik sebesar 254 kW diperoleh dari PLN dan 3 unit generator sebesar 300 kW. Dari analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp. 84.574.000.000,00,-. Setelah dipotong pajak 25% keuntungan mencapai Rp. 63.431.000.000,00,-. *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak 44% dan setelah pajak 33%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 2 tahun dan setelah pajak 2,4 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 48%, dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 36%. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) terhitung sebesar 11,9%. Dari data analisa kelayakan di atas dapat disimpulkan, bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak dipertimbangkan untuk pendirian di Indonesia.

Kata- kata kunci: *Fatty Acid*, *Crude Palm Oil*, Air, Kolom *Splitting*

ABSTRACT

The fatty acid plant is designed to meet the needs of fatty acid at Indonesia and abroad. The planned capacity is 40.000 tons/year. This plant operates continuously for 330 days a year. This plant is planned to be established in Bosar Maligas Subdistrict, Simalungun Regency, North Sumatera on an area of 7712 m². The process of making fatty acid is carried out in Splitting Column or Spray Column. In this reactor the reaction takes place in the liquid-liquid phase, reversible, endothermic, non-isothermal at a temperature of 262°C and a pressure of 54 bar so that the saturated steam temperature is used. To produce fatty acid of 40.000 tons/year (5051 kg/hr), Crude Palm Oil (CPO) is needed as much as 5404 kg/hr and water is 3403 kg/hr. Process supporting utilities include process water supply of 3403 kg/hr, cooling water of 2094 kg/hr, provision of saturated steam of 10395 kg/hr, supply of electricity of 254 kW obtained from PLN and 3 generator of 300 kW. From the economic analysis of the plant, it shows a pre-tax profit of Rp. 84.574.000.000,00,-, after tax deduction of 25% profit reaches Rp. 63.431.000.000,00,-. Percent Return On Investment (ROI) before tax 44% and after-tax 33%. Pay Out Time (POT) before tax for 2 years and after-tax 2,4 years. Break Even Point (BEP) is 48% and Shut Down Point (SDP) is 36%. Discounted Cash Flow Rate (DCFR) is calculated at 11,9%. From the feasibility analysis data above, it was concluded that this factory was profitable and worth considering for the establishment in Indonesia.

Keywords: Fatty Acid, Crude Palm Oil, Water, Splitting Column

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Setelah Indonesia berhasil menjadi produsen CPO terbesar dunia pada tahun 2006, tantangan berikutnya adalah merubah Indonesia dari “raja” CPO dunia menjadi “raja” produk hilir minyak sawit dunia seperti produk oleofood, produk oleokimia dan biofuel. Mempertahankan apalagi terlena sebagai “raja” CPO dunia sangat merugikan Indonesia khususnya dalam jangka panjang. Ketergantungan Indonesia pada pasar CPO dunia akan membuat industri minyak sawit Indonesia mudah dipermainkan oleh pasar CPO dunia, karena industri hilir minyak sawit berada dan dikuasai oleh negara-negara lain. Selain itu, nilai tambah industri hilir juga tidak dinikmati oleh Indonesia. Dalam hal ini, kebijakan percepatan hilirisasi minyak sawit di dalam negeri yang dilakukan pemerintah sejak tahun 2011 merupakan kebijakan yang tepat (GAPKI, 2017).

Produksi minyak sawit selama periode 2012-2016 secara keseluruhan meningkat rata-rata 6,6% per tahun. Persentase peningkatan tertinggi selama periode tersebut terjadi pada tahun 2016 yakni meningkat sebesar 7,1% dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Dilihat dari pangsa atau peranannya, Perkebunan Besar Swasta (PBS) adalah yang terbesar. Misalnya, pada tahun 2016 dari total produksi minyak sawit sebesar 33,5 juta ton, sebanyak 19,9 juta ton

berasal dari PBS. Berikut ini perkembangan produksi minyak sawit di Indonesia tahun 2012-2016 dapat dilihat pada tabel 1.1.

Tabel 1.1 Perkembangan produksi minyak sawit (*crude palm oil*) di Indonesia tahun 2012-2016

Tahun	Produksi (ton)							
	PR	Pertumbuhan (%)	PBN	Pertumbuhan (%)	PBS	Pertumbuhan (%)	Total	Pertumbuhan (%)
2012	9.197.728	-	2.133.007	-	14.684.783	-	26.015.518	-
2013	10.010.728	8,8	2.144.651	0,6	15.626.625	6,4	27.782.004	6,8
2014	10.205.395	1,9	2.229.336	4,0	16.843.459	7,8	29.278.189	5,4
2015	10.668.425	4,5	2.287.077	2,6	18.328.804	8,8	31.284.306	6,9
2016	11.267.161	5,6	2.305.831	0,8	19.927.699	8,7	33.500.691	7,1
Rata-rata (%)		5,2		2,0		7,9		6,6

Sumber : (Ditjen Perkebunan (Hidayat, 2017))

Ket : PR = Perkebunan Rakyat; PBN = Perkebunan Besar Negara; PBS = Perkebunan Besar Swasta

Strategi hilirisasi minyak sawit di dalam negeri bukan berarti merubah regim dari melihat keluar (*outward looking*) menjadi melihat ke dalam (*inward looking*). Hilirisasi minyak sawit di dalam negeri yang dimaksud adalah perpaduan strategi promosi ekspor (*export promotion*) dengan substitusi impor (*import substitution*). Intinya adalah dengan hilirisasi domestik dapat mengolah CPO menjadi produk-produk bernilai tambah lebih tinggi baik untuk tujuan ekspor maupun untuk pengganti produk yang di impor selama ini seperti solar, avtur, premium, plastik, pelumas, dan sebagainya (GAPKI, 2017)

Industri oleokimia merupakan industri yang strategis karena selain keunggulan komparatif yaitu ketersediaan bahan baku yang melimpah juga memberikan nilai tambah produksi yang cukup tinggi diatas 40 persen dari nilai bahan bakunya yakni CPO dan PKO. Industri oleokimia Indonesia tumbuh dalam beberapa tahun terakhir dengan penambahan kapasitas baik yang sedang dilaksanakan maupun yang direncanakan. Konsumsi *fatty acid* selama periode 2010-2016 meningkat dengan laju pertumbuhan rata-rata sebesar 7,0% per tahun, dari 137,7 ribu ton pada tahun 2010 menjadi 205,5 ribu ton pada tahun 2016. Konsumsi *fatty acid* terus meningkat seiring dengan meningkatnya produksi, ekspor dan impor *fatty acid* di pasar (GAPKI, 2017).

Pada tahun 2016 dari total konsumsi *fatty acid* sebesar 205,5 ribu ton, sebagian besar yakni sebanyak 92,3 ribu ton berupa *other industrial monocarboxylic fatty acid*. Disusul berikutnya *industrial stearic acid* sebanyak 42,7 ribu ton, *other palmitic acid* 36,6 ribu ton, lalu *butyric valeric acid* 14,0 ribu ton, *oleic acid* 12,2 ribu ton dan *stearic acid* 7,4 ribu ton. Impor *fatty acid* di Indonesia selama periode 2010-2016 meningkat dengan laju pertumbuhan rata-rata 27,3% (volume) dan 4,6% (nilai) per tahun, dari 20,0 ribu ton senilai US\$ 34,7 juta pada 2010 menjadi 29,5 ribu ton senilai US\$ 45,7 juta ton pada tahun 2016.

Impor *fatty acid* yang paling banyak adalah jenis *other industrial monocarboxylic acid* (HS3823199000), yang disusul kemudian jenis *industrial stearic acid* (HS3823110000) dan *butyric valeric acid* (HS2915600000).

Kemudian *other palmitic acid* (HS2915701000), *stearic acid* (HS2915702000) dan *oleic acid* (HS3823120000). (GAPKI, 2017).

Pada tahun 2013, terjadi kenaikan impor *fatty acid* sebesar 57.873 ton yang disebabkan oleh adanya jumlah permintaan (*demand*) konsumen yang tinggi, juga penurunan produksi dari perusahaan yang berkembang di bidang oleokimia. Berikut ini merupakan data perkembangan produksi, ekspor, impor, suplai *fatty acid* serta nilai US\$ *fatty acid* tahun 2010-2016 dapat dilihat pada tabel 1.2 dan tabel 1.3.

Tabel 1.2 Perkembangan produksi, ekspor, impor, dan suplai *fatty acid* pada tahun 2010-2016

Uraian	Volume Pasar (Ton)							Pangsa
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2016 (%)
PRODUKSI	688.916	966.116	1.676.783	2.037.668	2.675.867	2.473.672	2.594.900	100,0
<i>Industrial Stearic Acid</i>	272.790	351.411	503.227	478.787	581.658	554.419	596.827	23,0
<i>Oleic Acid</i>	28.064	27.067	39.624	49.451	48.321	45.210	51.898	2,0
<i>Oth Industrial Monocarboxylic</i>	346.118	535.732	1.042.901	1.403.286	1.872.341	1.744.949	1.793.076	69,1
<i>Stearic Acid</i>	716	753	2.045	3.044	14.770	10.101	15.569	0,6
<i>Bulyric Valeric Acid</i>	3.575	3.910	5.733	5.587	4.982	3.380	7.785	0,3
<i>Other Palmitic Acid</i>	37.653	47.243	83.253	97.513	153.795	115.615	129.745	5,0
EKSPOR	571.180	842.302	1.541.444	1.929.634	2.527.970	2.328.758	2.418.999	
<i>Industrial</i>	225.485	300.533	447.881	440.807	522.494	493.848	562.166	

<i>Stearic Acid</i>								
<i>Oleic Acid</i>	25.548	24.992	36.920	45.978	44.716	41.628	40.104	
<i>Oth Industrial Monocarboxylic</i>	288.729	476.388	980.421	1.352.663	1.802.503	1.676.242	1.710.748	
<i>Stearic Acid</i>	482	146	218	661	12.430	9.385	9.522	
<i>Bulyric Valeric Acid</i>	37	5	1	8	4	9	3	
<i>Other Palmitic Acid</i>	30.898	40.328	76.003	89.519	145.823	107.647	96.456	
IMPOR	19.980	23.524	22.277	57.873	23.037	28.641	29.516	
<i>Industrial Stearic Acid</i>	4.924	4.555	5.095	25.237	6.658	6.648	8.040	
<i>Oleic Acid</i>	456	353	374	209	243	351	436	
<i>Stearic Acid</i>	3.362	2.926	1.963	1.182	1.054	2.903	1.378	
<i>Bulyric Valeric Acid</i>	3.191	3.526	4.066	4.663	3.941	6.008	6.295	
<i>Other Palmitic Acid</i>	2.454	2.592	2.689	2.332	2.829	3.862	3.376	
SUPPLY	137.716	147.338	157.616	165.906	170.934	173.555	205.517	
<i>Industrial Stearic Acid</i>	52.229	55.434	60.442	63.218	65.823	67.219	42.801	
<i>Oleic Acid</i>	2.972	2.428	3.077	3.682	3.848	3.933	12.230	
<i>Oth Industrial Monocarboxylic</i>	62.981	68.915	70.570	74.874	78.150	77.576	92.319	
<i>Stearic Acid</i>	3.596	3.533	3.790	3.565	3.394	3.619	7.425	
<i>Bulyric Valeric Acid</i>	6.729	7.431	9.798	10.242	8.919	9.379	14.077	

<i>Other Palmitic Acid</i>	9.209	9.597	9.939	10.326	10.800	11.829	36.665	
----------------------------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--

Sumber : (Riset CDMI, 2017)

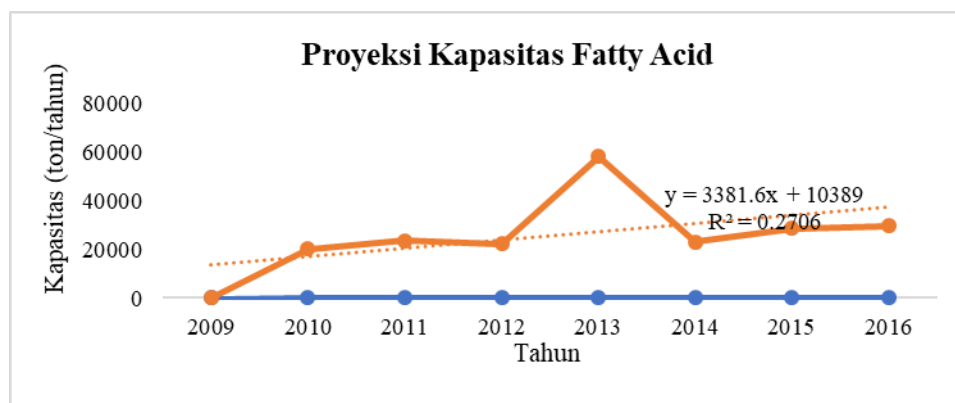
Tabel 1.3 Impor dan nilai US\$ *fatty acid* pada tahun 2010-2016

HS Uraian	Volume Nilai	Tahun							Perubahan (%)
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Total	(Ton)	19.980	23.524	22.277	57.873	23.037	28.641	29.516	
	(US\$ ribu)	34.671	46.594	43.863	54070	38.461	38.461	45.735	
<i>2915600000</i> <i>Butyric, Valeric Acid (Butanoic acids, pentanoic acids, their salts and esters)</i>	(Ton)	3.191	3.526	4.066	4.663	3.941	6.008	3.941	
	(US\$ ribu)	7.614	8.939	11.014	11.719	9.751	11.719	9.751	
<i>2915701000</i> <i>Other palmitic Acid (Palmitic acid, its salts)</i>	(Ton)	2.454	2.592	2.689	2.332	2.829	3.682	3.376	
	(US\$ ribu)	4.864	6.285	6.177	4.560	5.117	6.285	5.382	
<i>2915702000</i> <i>Stearic acid</i>	(Ton)	3.362	2.926	1.963	1.182	1.054	2.903	1.378	
	(US\$ ribu)	4.179	5.379	3.585	2.272	2.102	2.582	2.696	
<i>3821110000</i> <i>Industrial Stearic Acid</i>	(Ton)	4.924	4.555	5.095	25.237	6.658	6.648	8.040	
	(US\$ ribu)	5.216	6.605	6.886	11.782	7.492	6.277	6.789	
<i>3823120000</i> <i>Oleic Acid</i>	(Ton)	456,0	353,4	373,8	208,6	243,3	351,4	436	
	(US\$ ribu)	708,6	798,1	722,7	378,5	439,3	721	694	

3823199000									
<i>Other Industrial</i>	(Ton)	5.593	9.571	8.090	24.251	8.312	8.869	9.991	
<i>Monocarboxylic Fatty Acid</i>	(US\$ ribu)	12.090	18.587	15.478	23.358	13.137	10.740	17.533	

Sumber : (BPS, Riset CDMI, 2017)

Maka, dapat ditentukan kebutuhan *fatty acid* pada tahun 2023 atau tahun ke-14 dengan menggunakan metode regresi linier. Data yang diambil merupakan data dari nilai impor *fatty acid*. Berikut ini kebutuhan *fatty acid* pada tahun 2023 atau tahun ke-14 dapat dilihat pada gambar 1.1.



Gambar 1.1 Kebutuhan *fatty acid*

Berdasarkan regresi linear :

$$Y = 3381,6x + 10389$$

$$= (3381,6 \times 14) + 10389$$

$$= 57731,4 \text{ atau } 60.000$$

Maka, diambil 60% dari 60.000 = 36.000 atau **40.000** ton/tahun

Tabel 1.4 Daftar kapasitas pabrik oleokimia (*fatty acid*) di Indonesia

Nama Perusahaan	Kapasitas Produksi (ton/tahun)			
	<i>Fatty Acid</i>	<i>Fatty Alcohol</i>	<i>Glycerin</i>	Total
PT. Ecogreen Oleochemicals	226.500	152.000	40.500	419.000
PT. Sinar Oleochemical International (Sinar Mas)	150.000	-	50.000	200.000
PT. Flora Sawit Chemindo	50.100	-	5000	55.100
PT. Salim Ivomas Pratama, Tbk.	44.910	-	-	44.910
PT. Medan Oleochemical Industry	18.500	-	-	18.500

Sumber : (CDMI, diolah dari berbagai sumber, 2017)

Kedepannya, Indonesia berpeluang menjadi basis industri hilir minyak sawit terbesar dunia, terutama oleokimia mengingat predikatnya sebagai produsen minyak sawit mentah terbesar di dunia. Menurut sumber Asosiasi Produsen Oleochemical Indonesia (APOLIN), menuturkan investor utama di hulu minyak sawit semakin tertarik untuk berinvestasi di hilir. Perlakuan bea keluar yang progresif terhadap ekspor minyak sawit merupakan salah satu faktor pendorong dan menguntungkan dalam pengembangan industri oleokimia di dalam negeri. Karena, semenjak adanya pemberlakuan tarif ekspor minyak sawit mentah yang progresif membuat semakin banyak pelaku bisnis yang semula fokus di hulu mengalihkan usahanya menjadi hilir dibisnis oleokimia.

Sebagian besar produk oleokimia Indonesia adalah untuk ekspor yang mencapai 80% dari total produksi. Sebagai gambaran pada tahun 2016, produksi oleokimia di dalam negeri mencapai 2,59 juta ton. Dari jumlah itu, 2,07 juta ton diekspor atau merupakan 80% dari total produksi. Sisanya digunakan untuk kebutuhan di dalam negeri, diantaranya :

1. Industri oleokimia dasar, seperti *fatty acid*, *fatty alcohol*, *fatty amines*, *methylester*, *glycerin*.
2. Produk-produk tersebut menjadi bahan baku bagi beberapa industri seperti farmasi, toiletris, dan kosmetik. *Fatty alcohol* sebagian besar digunakan untuk produksi deterjen, pembersih, dan bahan antioksidan. *Glycerin* banyak digunakan antara lain untuk sabun, kosmetik, obat-obatan, *alkyd* resin dan makanan.

Berdasarkan dari data diatas, dengan meningkatnya kebutuhan *fatty acid* dunia sebagai bahan *intermediate* pada berbagai industri, maka Pra Rancangan Pabrik Pembuatan *Fatty Acid* dengan produk samping gliserol dari bahan baku CPO di Indonesia layak didirikan dan perlu mendapat dukungan besar dengan pertimbangan : (1) Mengurangi ketergantungan akan pengadaan *fatty acid* di negara lain, (2) Meningkatkan pendapatan (devisa) negara disektor industri serta menghemat impor, (3) Meningkatnya nilai jual minyak kelapa sawit, (4) Dapat menyerap tenaga kerja sehingga mengurangi pengangguran, dan (5) Dapat meningkatkan perekonomian nasional, khususnya taraf kehidupan di Indonesia. (6) Sikap dan tanggapan dari masyarakat diperkirakan mendukung pendirian pabrik ini karena dapat menyerap tenaga kerja dan pabrik ini ramah lingkungan

dimana limbah yang dihasilkan relatif sangat kecil dan tidak berbahaya dan diperkirakan tidak mengganggu keselamatan, kesehatan, serta keamanan pekerja ataupun masyarakat di sekitarnya.

1.2 Tinjauan Pustaka

1.2.1 Kelapa Sawit

Salah satu dari beberapa tanaman golongan *palm* yang dapat menghasilkan minyak adalah kelapa sawit (*Elaeis guinensis*). Kelapa sawit pertama kali diperkenalkan di Indonesia oleh pemerintah kolonial Belanda pada tahun 1848. Tanaman kelapa sawit mulai diusahakan dan dibudidayakan secara komersial pada tahun 1911 (Fauzi, 2004). Kelapa sawit (*Elaeis guinensis*) dikenal terdiri dari empat macam tipe atau varietas, yaitu Macrocarya, Dura, Tenera, dan Pisifera. Masing-masing dibedakan berdasarkan tebal tempurung.

Kelapa sawit merupakan komoditas perkebunan unggulan dan utama di Indonesia. Tanaman yang produk utamanya terdiri dari minyak sawit (CPO) dan minyak inti sawit (PKO) ini memiliki nilai ekonomis tinggi dan menjadi salah satu penyumbang devisa negara terbesar dibandingkan dengan komoditas perkebunan lainnya. Hingga saat ini kelapa sawit telah diusahakan dalam bentuk perkebunan dan pabrik pengolahan kelapa sawit hingga menjadi minyak dan produk turunannya (Fauzi, 2004).

1.2.2 Komposisi Kimia Minyak Kelapa Sawit

Kelapa sawit mengandung lebih kurang 80 persen perikarp dan 20 persen buah yang dilapisi kulit yang tipis; kadar minyak dalam perikarp sekitar 30-40 persen. Minyak kelapa sawit adalah lemak semi padat yang mempunyai komposisi yang tetap. Rata-rata komposisi asam lemak minyak kelapa sawit dapat dilihat pada tabel 1.5 berikut ini.

Tabel 1.5 Komposisi asam lemak minyak kelapa sawit

Asam Lemak	Jumlah Karbon	Kandungan (%)
Asam Laurat	12	0,2
Asam Miristat	14	1,1
Asam Palmitat	16	44
Asam Stearat	18	4,5
Asam Oleat	18:1	39,2
Asam Linoleat	18:2	10,1
Asam Arakidat	20	0,9

Sumber : (Shahidi and Zhong, 2005)

Bahan yang tidak dapat disabunkan jumlahnya sekitar 0,3 persen. Kandungan karoten dapat mencapai 1000 ppm atau lebih, tetapi dalam minyak

dari jenis tenera lebih kurang 500-700 ppm; kandungan tokoferol bervariasi dan dipengaruhi oleh penanganan selama produksi (Ketaren, 1996).

1.2.3 Minyak dan Lemak

Lemak dan minyak terdiri dari trigliserida campuran, yang merupakan ester dari gliserol dan asam lemak rantai panjang. Minyak nabati terdapat dalam buah-buahan, kacang-kacangan, biji-bijian, akar tanaman dan sayur-sayuran. Lemak tersebut jika dihidrolisis menghasilkan 3 molekul asam lemak rantai panjang dan 1 molekul gliserol.

Trigliserida (biasanya disebut *trigliserol*) merupakan asam lemak yang terdiri dari trimester gliserol. Salah satu karakteristik yang penting dari *trigliserol* adalah keadaannya/bentuknya dalam suhu kamar (Walker and David, 2008).

- Trigliserida dengan rantai pendek yang tidak jenuh berbentuk cairan pada suhu kamar. Contoh : asam oleat dan asam linoleat.
- Trigliserida dengan rantai panjang yang jenuh berbentuk padat pada suhu kamar. Contoh : asam palmitat, asam laurat, dan asam stearat.

1.2.4 Minyak Sawit

Crude Palm Oil (CPO) atau minyak sawit adalah minyak sawit mentah yang berwarna kemerah-merahan yang diperoleh dari hasil ekstraksi atau dari proses pengempaan daging buah kelapa sawit. CPO banyak diaplikasikan tidak hanya sebagai minyak goreng, tetapi juga bisa sebagai sabun, *margarine*, *shortening*, dan *vegetable ghee* serta industri oleokimia, antara lain berupa *fatty*

alcohol, fatty acids dan gliserin (Ketaren, 1996). CPO mengandung sekitar 500-700 ppm karoten dan merupakan bahan pangan terbesar (Amang, 1996).

Minyak sawit secara alami berwarna merah karena kandungan beta-karoten yang tinggi. Minyak sawit berbeda dengan minyak inti kelapa sawit (*palm kernel oil*) yang dihasilkan dari inti buah yang sama. Minyak kelapa sawit juga berbeda dengan minyak kelapa yang dihasilkan dari inti buah kelapa (*Cocos nucifera*). Perbedaan ada pada warna (minyak inti sawit tidak memiliki karotenoid sehingga tidak berwarna merah), dan kadar lemak jenuhnya. Minyak sawit mengandung 41% lemak jenuh, minyak inti sawit 81% lemak jenuh, dan minyak kelapa 86% lemak jenuh (Knoblauch and McGee, 2004).

Minyak sawit berdasarkan kandungan asam lemaknya digolongkan ke dalam minyak asam palmatik, karena mengandung asam palmitatnya paling besar jika dibandingkan dengan asam lemak lainnya (Ermanini, 1990). Berikut ini merupakan tabel komponen penyusun minyak sawit dan komposisi asam lemak berdasarkan jenis asam lemak yang terdapat pada minyak sawit dapat dilihat pada tabel 1.6 dan 1.7.

Tabel 1.6 Komponen penyusun minyak sawit

Komponen	Komposisi (%)
Trigliserida	95,62
Asam lemak bebas	4,00
Air	0,20
Phosphatida	0,07
Karoten	0,03

Aldehyd	0,07
---------	------

Sumber : (Gunstone F D, 1997)

Tabel 1.7 Komposisi asam lemak berdasarkan jenis dari CPO

Asam Lemak	Rumus Molekul	Jumlah (%)	
		Range	Rata-rata
Asam Lemak Jenuh			
Asam Laurat		0,1 - 1,0	0,2
Asam Miristat		0,9 - 1,5	1,1
Asam Palmitat		41,8 - 46,8	44,0
Asam Stearat		4,2 - 4,1	4,5
Asam Arakhidonat		0,2 - 0,7	0,4
Asam Lemak Tak Jenuh			
Asam Palmitoleat		0,1 - 0,3	0,1
Asam Oleat		37,3 - 40,8	39,2
Asam Linoleat		9,1 - 11,0	10,1
Asam Linolenat		0 - 0,6	0,4

Sumber : (Hamilton, 1995)

1.2.5 Asam Lemak

Asam lemak merupakan asam organik yang terdapat sebagai ester trigliserida atau lemak, baik yang berasal dari hewan maupun tumbuhan. Asam lemak adalah asam alkanoat atau asam karboksilat berderajat tinggi (rantai C lebih dari 6), umumnya terdiri atas 4-24 buah atom karbon. Yang mana rumus kimianya adalah $R-COOH$ dimana R merupakan rantai hidrokarbon. Pada umumnya, asam lemak mempunyai jumlah atom C genap, terdapat sebagai ester dalam tumbuhan atau hewan dan bersifat tidak larut dalam air (Ennema, 1976).

- **Asam lemak jenuh.** Merupakan asam lemak yang tidak memiliki ikatan rangkap. Dikatakan bahwa asam lemak yang dijenuhkan ketika setiap atom karbon yang terdapat dalam rantai hidrokarbon berikatan dengan atom hidrogen yang ada (atom karbon dijenuhkan dengan hidrogen). Asam lemak jenuh berbentuk padat pada suhu kamar. Lemak hewan merupakan salah satu sumber asam lemak jenuh. Asam lemak jenuh dengan jumlah atom karbon lebih dari 24 agak jarang ditemukan dalam trigliserida, melainkan banyak ditemukan dalam lilin. Berikut ini jenis-jenis asam lemak jenuh dapat dilihat pada tabel 1.8.

Tabel 1.8 Jenis-jenis asam lemak jenuh

Jenis Asam Lemak	Atom Karbon	Rumus Kimia	Titik Leleh (C)
Asam Laurat	12	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	44
Asam Miristat	14	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	54
Asam Palmitat	16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	63
Asam Stearat	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	70
Asam Arakidat	20	$\text{CH}_2(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	77

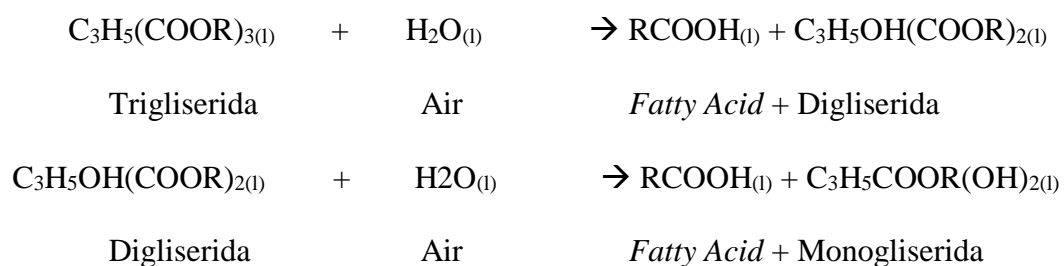
Sumber : (Walker and David, 2008)

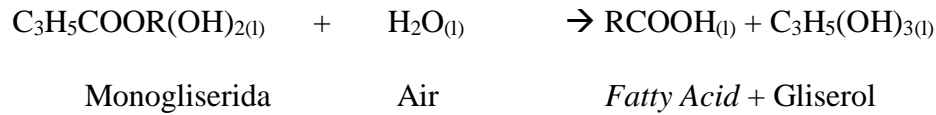
- **Asam lemak tak jenuh.** Asam lemak ini dapat memiliki satu atau lebih ikatan rangkap pada rantai karbon. Asam lemak dengan satu ikatan rangkap disebut sebagai *monounsaturated*. Jika memiliki dua atau lebih ikatan rangkap, disebut sebagai *polyunsaturated*. Titik leleh asam lemak ini berpengaruh pada jumlah ikatan rangkap yang terkandung dan tergantung pada panjangnya rantai hidrokarbon. Jika ikatan rangkap yang

terkandung lebih banyak maka titik lelehnya akan semakin rendah. Jika rantainya semakin panjang, maka titik lelehnya juga akan semakin rendah. Titik leleh berkurang seiring dengan bertambahnya jumlah ikatan rangkap dikarenakan geometri *cis* dari ikatan rangkap tersebut. Asam lemak tidak jenuh berbentuk cairan pada suhu kamar. Tanaman merupakan sumber asam lemak tak jenuh (Walker and David, 2008).

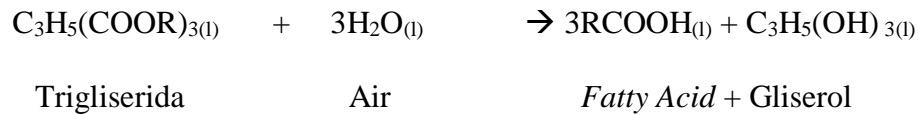
1.2.6 Proses Hidrolisis

Reaksi hidrolisis dapat dikatalisasi dengan asam, basa, atau lipase, tetapi juga dapat direaksikan tanpa katalisasi yaitu antara lemak dan air yang dilarutkan dalam fase lemak pada suhu dan tekanan yang sesuai. Hidrolisis lemak dan minyak berhubungan dengan pemisahan *triasilgliserol* menjadi unsur asam lemak dan gliserol yang direaksikan dengan air. Hidrolisis *triasilgliserol* menjadi asam lemak dan gliserol ini dibagi menjadi tiga jenis yaitu *splitting* dengan tekanan yang tinggi, hidrolisa dengan menggunakan basa (*saponifikasi*), dan hidrolisis enzim. Untuk memproduksi sabun dan gliserol, lemak dan minyak dihidrolisis dengan menggunakan *steam* yang prosesnya berkelanjutan dan dioperasikan pada suhu yang tinggi (250°C) dan tekanan (50-60 bar) (Shahidi and Zhong, 2005). Adapun proses hidrolisis dari trigliserida tersebut adalah sebagai berikut (Ketaren, 1996):





Dari ketiga reaksi diatas dapat disimpulkan reaksi tersebut menjadi reaksi berikut ini :



Adapun jenis-jenis hidrolisis adalah sebagai berikut :

1. Hidrolisis dengan katalis basa

Pada umumnya, sabun diproduksi melalui hidrolisis alkali lemak dan minyak, dan proses ini dikenal dengan reaksi *saponifikasi*. Sabun yang sekarang dihasilkan melalui netralisasi asam lemak yang berasal dari *fat splitting*, tetapi hidrolisis alkali dapat digunakan untuk asam lemak yang sensitif terhadap panas. Pada skala laboratorium, hidrolisis alkali ini direaksikan dengan kelebihan basa, misalnya kalium hidroksida 1 M dalam etanol 95%, direfluks selama satu jam, dan asam lemak diperoleh kembali setelah asidifikasi campuran tersebut. Ini merupakan salah satu cara yang sederhana yang cukup banyak menghasilkan asam lemak, termasuk *polyunsaturated*, *epoksi*, dan siklopropena yang tidak diubah (Shahidi and Zhong, 2005).

2. *Fat splitting*

Industri yang memproduksi asam lemak menggunakan reaksi langsung antara air dan lemak, yang dilakukan pada suhu ~250°C dan tekanan 2-6 Mpa

(20-60 bar). Dibawah kondisi tersebut, air menjadi terlarut dalam fase minyak, dan hidrolisis *triasilgliserol* berlangsung tanpa bantuan katalis. Reaksi tersebut direaksikan dengan air berubah menjadi *sweet water* (air yang mengandung gliserol), yang menghasilkan konversi asam lemaknya sebesar 99%. Gliserol diperoleh kembali dari fasa encer (Shahidi and Zhong, 2005). Adapun jenis-jenis *fat splitting* sebagai berikut :

- Proses *Twitchell*

Proses *Twitchell* ini merupakan proses yang paling tua. Dimana proses ini menggunakan reagen *Twitchell* dan asam sulfat sebagai katalis. Reagen tersebut merupakan campuran sulfonat oleat atau asam lemak lain dan naftalen. Proses ini menggunakan tangki tahan asam dimana air yang digunakan kira-kira setengah dari lemak, asam sulfat 1-2%, dan reagen *Twitchell* 0,7501 25% yang dididihkan pada tekanan atmosfer selama 36 sampai 48 jam, menggunakan *steam* terbuka. Proses ini biasanya diulangi dua sampai empat kali. Pada tahap terakhir, air ditambahkan dan campuran di didihkan untuk mencuci asam yang tersisa. Proses ini jarang digunakan karena waktu yang digunakan cukup lama, konsumsi *steam* yang tinggi, serta merusak terhadap warna asam lemak cukup besar.

- Proses autoklaf sistem *batch*

Proses ini merupakan metode komersial tertua yang digunakan untuk memisahkan asam lemak tanpa merusak warna. Proses ini lebih cepat dibandingkan dengan proses *Twitchell*, waktu yang dibutuhkan sekitar 6-10 jam. Proses ini menggunakan katalis, biasanya zink, magnesium, atau

kalsium oksida. Biasanya digunakan katalis zink karna paling aktif dan digunakan sekitar 2-4%. Autoklaf berbentuk silinder panjang, diameter dalamnya 1220-1829 mm dan tingginya 6-12 m, terbuat dari logam tahan korosi dan bersekat. Dalam proses ini, autoklaf diisi dengan minyak, air yang ditambahkan sekitar setengah dari minyak, serta katalis. *Steam* dialirkan terus menerus guna untuk menghilangkan udara terlarut, kemudian autoklaf ditutup. *Steam* dialirkan sampai tekanan naik menjadi 1135 kPa dan diinjeksikan secara terus menerus melalui bagian bawah. Konversi yang dihasilkan setelah 6-10 jam adalah lebih dari 95%. Lalu ditransfer menuju tangki pengendapan dimana terbentuk dua lapisan yaitu lapisan atas asam lemak dan bagian bawah *sweet water*. Lapisan asam lemak yang terpisah, ditambahkan dengan asam untuk memisahkan sabun yang terbentuk, dan terakhir dicuci untuk menghilangkan asam mineral yang terikut.

- Proses kontinu

Proses ini berlawanan arah, menggunakan tekanan yang tinggi, dan merupakan proses hidrolisis yang sangat efisien. Suhu dan tekanan yang tinggi digunakan untuk waktu yang singkat. Aliran minyak dan air yang berlawanan arah menghasilkan derajat *splitting* yang tinggi tanpa menggunakan katalis. Bagaimanapun, katalis mungkin digunakan juga. Menara *splitting* merupakan jantung proses tersebut. Biasanya menara yang digunakan dengan diameter dalam 508-1220 mm dan tingginya 18-25 m serta terbuat dari bahan yang tahan korosi seperti baja 316 atau

logam *inconel* dengan tekanan operasinya sekitar 5000 kPa. Suhu yang tinggi sekitar 250-260°C menjamin fase air terlarut pada minyak. Prosesnya adalah fase lemak dan minyak diumpankan melalui bawah lalu akan menuju atas, sedangkan air diumpankan melalui bagian atas lalu menuju bawah, sehingga akan berkontak langsung antara kedua fase tersebut dan terbentuk asam lemak. Derajat *splitting* dapat mencapai 99%. Proses kontinu ini dengan tekanan tinggi lebih efisien dibandingkan dengan proses lain, karena waktu reaksinya hanya 2-3 jam, perubahan warna asam lemak yang sedikit.

3. Hidrolisis dengan katalis enzim

Hidrolisis dengan katalis enzim merupakan alternatif proses untuk menghasilkan asam lemak dan dibentuk pada kondisi suhu atau tekanan yang rendah. Kemudian, proses ini dapat digunakan untuk menghasilkan asam lemak dari minyak yang mudah teroksidasi dimana mengandung asam lemak tak jenuh yang cukup tinggi. Hidrolisis dengan katalis enzim lipase untuk menghasilkan asam lemak dan gliserol tidak lebih ekonomis dibandingkan proses kimia yang konvensional karena harga enzim lipase yang cukup mahal. Bagaimanapun keekonomisan merupakan nilai tambah suatu produk. Hidrolisis minyak ikan dengan lipase untuk menghasilkan *n-3 polyunsaturated fatty acid* merupakan aplikasi penggunaan hidrolisis enzim untuk menghasilkan produk dengan harga komersial yang terjangkau (Shahidi and Zhong, 2005).

Maka proses yang digunakan pada pabrik ini adalah kontinu *counter current* dimana perolehan larutan asam lemak sebesar 97-99% dan larutan gliserol sebesar 10-25%. Kemudian, waktu yang diperoleh cukup singkat yaitu 2-3 jam dibandingkan dengan proses lainnya.

1.2.7 Gliserol/Gliserin

Gliserol, gliserin, propane-1,2,3-triol atau $C_3H_8O_3$ adalah *trihydroxy alcohol*, merupakan senyawa organik berupa cairan kental, tidak berwarna dan tidak berbau namun terasa manis, higroskopik, netral terhadap lakmus.

Gliserol pertama kali ditemukan pada tahun 1799 oleh Scheel dari pemanasan minyak zaitun dan *litharge* yang kemudian mengekstraksinya dengan air. Dalam menguapkan air tersebut, Scheel mendapatkan cairan yang rasanya manis, setelah dipekatkan didapatkan *trihidroksi alkohol* (gliserol). Pada tahun 1846 Sobrero memproduksi nitroglycerin untuk pertama kali, dan pada tahun 1868 Nobel mengabsorpsi gliserol dalam pembuatan dinamit. Pada tahun 1870 ditemukan metode untuk *recovery* gliserol dari cairan sabun (produk samping pembuatan sabun/*Spent Soap Lye*) dan dari *direct splitting* lemak pada produksi asam-asam lemak. Sejak tahun 1949 karena permintaan gliserol yang semakin meningkat diproduksi sintetik dari *petrochemical hydrocarbons* yaitu *propylene*.

Gliserol terdapat dalam bentuk campuran lemak hewan atau minyak tumbuhan. Gliserol jarang ditemukan dalam bentuk lemak bebas. Tetapi biasanya terdapat sebagai trigliserida yang tercampur dengan bermacam-macam asam lemak, misalnya asam stearat, asam palmitat, asam laurat serta sebagian lemak.

Beberapa minyak dari kelapa, kelapa sawit, kapok, lobak dan zaitun menghasilkan gliserol dalam jumlah yang lebih besar dari pada beberapa lemak hewan *tallow* maupun *lard*. Gliserol juga terdapat secara ilmiah sebagai trigliserida pada semua jenis hewan dan tumbuhan dalam bentuk lipida sebagai *lecitin* dan *chepalins*.

Konsumsi gliserol dalam dunia industri sangat besar dan beragam menyebabkan harganya sangat tinggi di pasaran. Gliserol mempunyai sifat higroskopis yang digunakan sebagai pelembab pada penyimpanan tembakau sebelum diproses. Sifat melembabkan timbul dari gugus-gugus hidroksil yang dapat berikatan hidrogen dengan air dan mencegah penguapan air tersebut. Gliserol seringkali ditambahkan pada sediaan kosmetika untuk menjaga kelembaban kulit. Pada industri farmasi, banyak digunakan sebagai pelarut. Untuk industri lem, gliserol digunakan untuk mencegah agar lem tidak cepat kering, juga digunakan untuk menjaga kelenturan pada industri kertas plastik. Sedangkan pada industri makanan gliserol biasa digunakan sebagai pemanis. Turunan gliserol yang terpenting adalah nitrogliserin yang digunakan dalam pembuatan bahan peledak.

Gliserol bersama asam karboksilat (biasa disebut asam lemak) diperoleh dari hidrolisis suatu lemak atau minyak. Lemak dan minyak adalah trigliserida, atau *triasilgliserol*, kedua istilah ini berarti “triester (dari) gliserol”. Kebanyakan lemak atau minyak yang terdapat dalam alam merupakan trigliserida campuran. Artinya, ketiga bagian lemak dari gliserida itu tidaklah sama, seperti trigliserida

dengan kombinasi banyak asam lemak seperti stearat, oleat. Sehingga apabila minyak dihidrolisis akan menghasilkan 3 molekul asam lemak rantai panjang dan 1 molekul gliserol (Fessenden, 1986).

Gliserin merupakan produk samping yang bernilai jual tinggi yang diperoleh dari proses lemak dan minyak. Bisa juga disintesis dari petrokimia. Gliserin dibentuk melalui pemecahan trigliserida dengan menggunakan beberapa metode sebagai berikut (Shahidi and Zhong, 2005):

1. Saponifikasi lemak dan minyak dengan menggunakan natrium hidroksida untuk membentuk sabun dan gliserin.
2. *Splitting* atau hidrolisis lemak dan minyak dengan bantuan katalis atau tidak menggunakan katalis untuk menghasilkan asam lemak dan gliserin; *sweet water* yang terbentuk mengandung 16-20% gliserin.
3. Transesterifikasi, gliserin diperoleh dari trigliserida ketika lemak dan minyak direaksikan dengan metanol dengan bantuan katalis untuk menghasilkan metil ester; dalam proses ini, konsentrasi gliserin yang dihasilkan lebih dari 90%.

1.2.8 Prinsip Proses

Reaksi kimia pada kolom *splitting* tergantung pada sifat fisik dan kimia minyak dan *fatty acid*. Reaksi yang terjadi adalah reaksi hidrolisis atau *splitting* minyak.

Minyak terdiri dari trigliserida dari *fatty acid* dengan beda panjang rantai karbonnya. Reaksi hidrolisis adalah reaksi minyak dengan air. *Splitting* minyak dengan air merupakan homogen reaksi dimana kelarutan air dalam minyak lebih tinggi daripada kelarutan minyak dalam air. Jadi, hidrolisis efektif dibawah kondisi optimum homogen. Reaksi hidrolisis merupakan reaksi *reversible*. Reaksi keseluruhan hidrolisis dibagi dalam 3 tahapan :

- a. Pembentukan digliserida,
- b. Pembentukan monogliserida,
- c. Pembentukan gliserida.

Fungsi dari *splitting* reaktor untuk mengubah lemak trigliserida menjadi *fatty acid* dan mencuci gliserin dengan air selama proses reaksi berlangsung dan meninggalkan reaktor menjadi *sweet water*. Proses reaksi hidrolisis berjalan kontinu, *counter current*, bertekanan tinggi dan temperatur tinggi, dan diinginkan konversi 98.5-99% dan *sweet water* mengandung 14-21% gliserin. Air proses masuk dari atas reaktor dengan rasio 60-80 % wt dari minyak. Minyak bergerak ke atas sebagai fase kontinu dan butiran-butiran air turun secara kontinu. Reaksi hidrolisis terjadi di zona reaksi.

Temperatur di zona reaksi dipertahankan sekitar 240-260°C dengan diinjeksikan *steam* bertekanan tinggi pada aliran yang berbeda untuk mempertahankan kelarutan air dalam minyak (*fat phase*). Tekanan dijaga sekitar 50 bar untuk mencegah penguapan air di dalam kolom. Reaksi hidrolisis pada tekanan tinggi dan *continous counter current* sangat efektif untuk hidrolisis minyak. Waktu reaksi yang dibutuhkan sekitar 2-3 jam dengan sedikit *fatty acid* yang terdegradasi. Dengan kondisi operasi ini sangat efisien untuk menghasilkan konsentrasi tinggi gliserin/glisierol.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

2.1.1 *Fatty Acid*

Sifat-sifat fisika dari *fatty acid* adalah :

Rumus molekul : **R – C – OH**

||

O

Rumus kimia : **RCOOH**

Berat molekul : 270 gr/mol

Densitas : 0.853 gr/cc

Titik didih : 215°C

Titik leleh : 63°C

Suhu kritis : 451,85°C

Tekanan kritis : 44 atm

Volume kritis : 14,8972 ft²/lbmol

Panas jenis : 0,512 cal/gr°C

Sifat-sifat kimia dari *fatty acid* adalah (Perry, Green and Maloney, 1997) :

1. Tidak larut dalam air
2. Sangat mudah larut dalam pelarut organik dan eter

2.1.2 Gliserol

Sifat-sifat fisika dari gliserol adalah :

Rumus molekul	: CH₂OH CHOH CH₂OH
Rumus kimia	: C₃H₅(OH)₃
Nama lain	: 1,2,3-Propanatriol 1,2,3-Trihidroksipropana Gliserin Gliseritol <i>Glycyl Alcohol</i>
Berat molekul	: 92,095 gr/mol
Densitas	: 1,261 gr/cc
Titik didih	: 290°C
Titik leleh	: 18°C
Suhu kritis	: 451,85°C
Tekanan kritis	: 65,82778 atm
Volume kritis	: 4,2288 ft ³ /lbmol
Viskositas	: 1,5 Pa.s
<i>Specific gravity</i> (25°C)	: 1,262
Energi	: 4,32 kkal/g

<i>Flash point</i>	: 160°C
Panas jenis	: 0,497 cal/gr°C
Kenampakan	: tidak berwarna, bening, tidak berbau amoniak

Sifat-sifat kimia dari gliserol adalah (Perry, Green and Maloney, 1997) :

1. Sangat larut dalam air
2. Sangat mudah larut dalam pelarut organik dan eter

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

2.2.1 Minyak Sawit/CPO

Sifat-sifat fisika dari minyak sawit (CPO) adalah :

Rumus molekul	: CH₂COOR
	CH₂COOR
	CH₂COOR
Rumus kimia	: C₃H₅COOR
Berat molekul	: 847,28 gr/mol
Densitas	: 0,895 gr/cm ³
Titik didih	: 298°C
Titik leleh	: 21-24°C
Titik beku	: 5°C
<i>Specific gravity</i> (37,8°C)	: 0,9

Panas jenis	: 0,497 cal/gr°C
Tegangan muka	: 35,4 dyne/cm (20°) 27,3 dyne/cm (60°)
Kenampakan (30°)	: Cair jingga kemerahan
Kemurnian	: 98%
Impuritis	: 2% H ₂ O

Sifat-sifat kimia dari minyak sawit/CPO adalah (Ketaren, 1996) :

1. Pada reaksi hidrolisis, minyak akan diubah menjadi asam lemak dan gliserol. Hidrolisis ini terjadi karena adanya air atau kelembaban tinggi.
2. Penambahan sejumlah basa akan terjadi reaksi penyabunan (saponifikasi). Jumlah asam lemak bebas dalam minyak tidak diinginkan karena akan mempengaruhi kualitas minyak.
3. Bila terjadi kontak dengan sejumlah oksigen, akan terjadi reaksi oksidasi yang akan menyebabkan minyak berbau tengik (Yoeswono, 2008).
4. Tidak larut dalam air, sangat mudah larut dalam pelarut organik dan eter

2.2.2 Air/H₂O

Dalam proses penghidrolisisan digunakan air sebagai bahan pendukungnya. Adapun sifat-sifat fisika air sebagai berikut (Geankoplis, 1993; Perry, Green and Maloney, 1997) :

Rumus molekul : **H – O – H**

Rumus kimia	: H₂O
Berat molekul	: 18,0 kg/kmol
Densitas pada suhu 25°C	: 0,99708 gr/cm ³ (cair) 0,92 gr/cm ³ (padatan)
Titik didih	: 100°C
Titik beku	: 0°C
Suhu kritis	: 647 K
Tekanan kritis	: 220,60 bar
Viskositas pada suhu 25°C	: 0,8937 cP
Panas jenis	: 0,9995 cal/gr°C
Panas spesifik	: 1 cal/gr
Panas laten	: 80 cal/gr
Tegangan molekul	: 27,3 dyne/cm
Kenampakan	: Cairan jernih, tidak berwarna, tidak berbau
Kemurnian	: 100%

2.3 Pengendali Kualitas

Pengendalian produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan, dan ini sudah harus dilakukan sejak dari bahan baku sampai menjadi produk. Selain pengawasan mutu bahan baku, bahan pembantu, produk setengah jadi maupun produk penunjang proses. Semua pengawasan mutu dapat dilakukan analisa di laboratorium maupun menggunakan alat control.

Variabel-variabel proses yang biasanya dikontrol/diukur pada instrumentasi adalah (Considine, 1985) :

- Variabel utama ; seperti tekanan, suhu, laju alir, dan level cairan.
- Variabel tambahan ; seperti densitas, viskositas, panas spesifik, konduktivitas, pH, humiditas, titik embun, komposisi kimia, kandungan kelembaban, dan variabel lainnya.

Pada dasarnya sistem pengendalian terdiri dari (Considine, 1985):

- Elemen Perasa/*sensing (Primary Element)*
Elemen yang merasakan (menunjukkan) adanya perubahan dari harga variabel yang diukur.
- Elemen Pengukur (*Measuring Element*)
Elemen pengukur adalah suatu elemen yang sensitif terhadap adanya perubahan suhu, tekanan, laju aliran, maupun tinggi fluida. Elemen yang menerima *output* dari elemen primer dan melakukan pengukuran, dalam hal ini termasuk alat-alat penunjuk maupun alat pencatat.
- Elemen Pengontrol (*Controlling Element*)
Elemen pengontrol adalah elemen yang menerima sinyal kemudian akan segera mengatur perubahan-perubahan proses tersebut sama dengan nilai yang diinginkan (*set point*). Dengan demikian elemen ini dapat segera memperkecil ataupun meniadakan penyimpangan yang terjadi.

- Elemen Pengontrol Akhir (*Final Control Element*)

Elemen ini merupakan elemen yang mengadakan perubahan nilai dari variabel yang dirasakan oleh elemen perasa dan diukur oleh elemen pengukur, dengan mengatur sumber tenaga sesuai dengan perubahan yang terjadi, dimana tenaga tersebut dapat berupa tenaga mekanis ataupun elektrik.

Alat-alat kontrol yang biasa dipakai pada peralatan proses antara lain (Stephanopoulos, 1984) :

1. Untuk variabel suhu : *Temperature Controller* (TC), digunakan sebagai alat pengukur atau pengatur sinyal mekanis atau listrik. Pengaturan suhu dilakukan dengan mengatur jumlah material proses yang harus ditambahkan/dikeluarkan dari dalam suatu proses yang sedang bekerja.

Prinsip kerja :

Rate fluida masuk atau keluar alat dikontrol oleh diafragma *valve*. *Rate* fluida ini memberikan sinyal kepada TC untuk mendeteksi dan mengukur suhu sistem pada *set point*.

2. Untuk variabel tekanan : *Pressure Controller* (PC), digunakan sebagai pengatur atau pengukur tekanan atau pengubah sinyal dalam bentuk gas menjadi sinyal mekanis. Pengaturan tekanan dapat dilakukan dengan mengatur jumlah uap/gas yang keluar dari suatu alat dimana tekanannya ingin dideteksi.

Prinsip kerja :

Pressure Control (PC) akibat tekanan uap keluar akan membuka/menutup

diafragma *valve*. Kemudian *valve* memberikan sinyal kepada PC untuk mengukur dan mendeteksi tekanan pada *set point*.

3. Untuk variabel laju alir fluida : *Flow Controller* (FC), digunakan sebagai pengatur kecepatan aliran fluida dalam pipa *line* atau unit proses lainnya. Pengukuran kecepatan aliran fluida dalam pipa biasanya diatur dengan mengatur *output* dari alat, yang mengakibatkan fluida mengalir dalam pipa *line* tersebut.

Prinsip kerja :

Kecepatan aliran diatur oleh *regulating valve* dengan mengubah tekanan *discharge* dari pompa. Tekanan *discharge* pompa melakukan bukaan/tutupan *valve* dan FC menerima sinyal untuk mendeteksi dan mengukur kecepatan aliran pada *set point*.

4. Untuk variabel tinggi permukaan cairan : *Level Controller* (LC), digunakan sebagai pengatur atau pengukur tinggi permukaan cairan. Pengukuran tinggi permukaan cairan dilakukan dengan operasi dari sebuah *control valve*, yaitu dengan mengatur kecepatan (*rate*) cairan masuk atau keluar proses.

Prinsip kerja :

Jumlah aliran fluida diatur oleh *control valve*. Kemudian *rate* fluida melalui *valve* ini akan memberikan sinyal kepada LC untuk mendeteksi tinggi permukaan pada *set point*.

Tabel 2.1 Daftar instrumentasi pada pabrik pembuatan *fatty acid* dari CPO

No.	Nama Alat	Jenis Instrumentasi	Kegunaan
1.	Tangki bahan baku, tangki produk, dan tangki utilitas/	LI	Mengontrol dan menunjukkan ketinggian cairan dalam tangki
2.	Kolom Hidrolisis	PC	Mengontrol dan menyimpan tekanan dalam kolom secara langsung dari ruang kontrol
		TC	Mengontrol dan menunjukkan suhu dalam kolom
		LC	Menunjukkan level cairan <i>interface</i>
3.	<i>Vacuum Dryer</i>	PC	Menunjukkan dan mengontrol tekanan <i>dryer</i>
4.	<i>Heater dan Cooler</i>	TC	Mengontrol dan menunjukkan suhu dalam alat
6.	Pompa	FC	Mengontrol dan menunjukkan laju alir cairan dalam pipa

Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta tepat waktu sesuai jadwal. Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor atau analisa pada bagian Laboratorium Pemeriksaan. Pengendalian kualitas (*quality control*) pada pabrik *fatty acid* ini meliputi :

1. Pengendalian kualitas bahan baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan untuk proses. Apabila setelah dianalisa ternyata tidak sesuai, maka ada kemungkinan besar bahan baku tersebut akan dikembalikan kepada *supplier*.

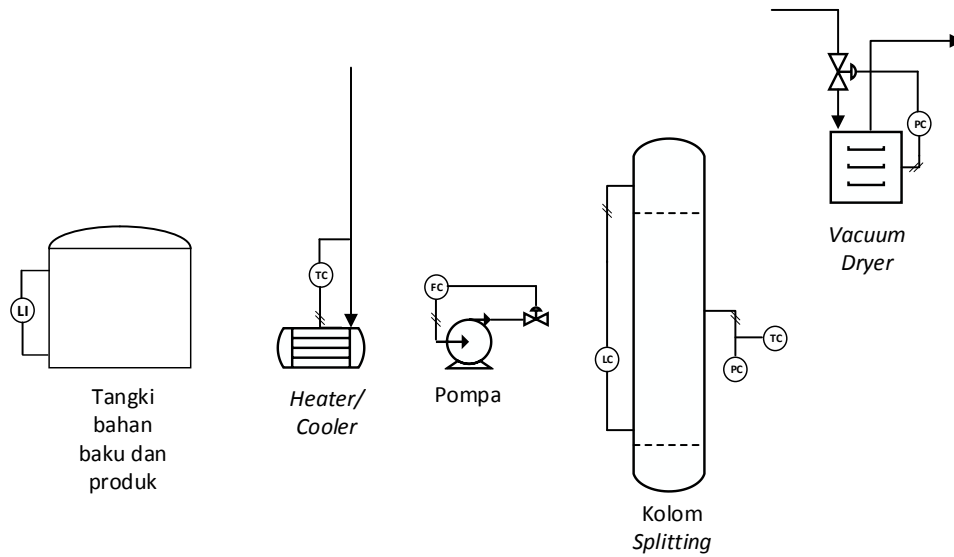
2. Pengendalian kualitas produk

a. Pengendalian kualitas produk dilakukan terhadap produksi *fatty acid* dan gliserol. Hal ini dilakukan untuk memperoleh tingkat kemurnian *fatty acid* dan gliserol yang diinginkan.

b. Kontrol terhadap kondisi operasi

- Mengontrol suhu
- Mengontrol tekanan

Berikut ini contoh jenis-jenis instrumentasi yang digunakan pada pra rancangan pabrik pembuatan *fatty acid* dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Instrumentasi pada alat

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Proses pembuatan *fatty acid* dengan produk samping gliserol dari bahan baku *Crude Palm Oil* (CPO) dan air dilakukan dengan tahapan proses sebagai berikut :

1. Tahapan penyiapan produk
2. Tahapan pembentukan produk
3. Tahapan pemurnian produk

3.1.1 Tahapan Penyiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam proses ini adalah *Crude Palm Oil* (CPO) yang telah di *treatment*, kemudian disimpan dalam tangki penyimpanan (T-102) pada kondisi cair dengan suhu 32°C, selanjutnya dipanaskan di *heater II* (HE-102) sehingga suhunya naik dari 32°C menjadi 90°C sebelum diumpankan ke bagian bawah kolom *splitting* (C-101).

3.1.2 Tahapan Pembentukan Produk

CPO atau minyak sawit dipompakan menuju bagian bawah kolom *splitting* (C-101). Pada saat yang sama air proses yang berasal dari unit tangki penyimpanan air (T-101) dipompakan menuju *heater I* (HE-101) untuk dipanaskan dari 32°C hingga suhu 90°C dan dipompakan menuju bagian atas

kolom *splitting* (C-101). Di dalam reaktor/kolom *splitting* (C-101) ini akan terjadi reaksi hidrolisis atau pemecahan gugus alkil dalam trigliserida (CPO) dengan air menjadi asam lemak (*fatty acid*) dan gliserol (18%). Agar suhu reaksi sekitar 262°C dan karena reaksi bersifat **endotermis** (membutuhkan panas) maka *steam* dengan tekanan 54 bar diinjeksikan dengan massa tertentu sehingga konversi hidrolisis bisa mencapai 98-99% tanpa bantuan katalisator apapun.

3.1.3 Tahapan Pemurnian Produk

Sweat water (gliserol-air) yang dihasilkan akan menuju bagian bawah kolom *splitting* (C-101), dan dipompakan menuju *expansion vessel I* (EV-101) untuk mengurangi tekanan dan terjadi penurunan suhu dari 140°C menjadi 80°C dengan keadaan vakum. Kemudian dipompakan menuju tangki penyimpanan akhir gliserol (T-103). Sedangkan asam lemak (*fatty acid*) yang dihasilkan akan mengalir menuju bagian atas kolom *splitting* (C-101) dan dipompakan menuju *expansion vessel II* (EV-102) untuk mengurangi tekanan dan terjadi penurunan suhu 140°C menjadi 80°C dengan keadaan vakum. Kemudian dipompakan menuju *heater III* (HE-103) untuk dinaikkan suhunya dari 80°C menjadi 100°C. Setelah itu CPO-FA dipompakan menuju *vacuum dryer* (VD-101) untuk menguapkan sebagian air yang masih terdapat pada asam lemak. Asam lemak atau *fatty acid* diumpakan menuju *cooler* (HE-104) untuk menurunkan suhu dari 100°C menjadi 80°C yang kemudian dialirkan menuju tangki penyimpanan akhir *fatty acid* (T-104).

3.2 Spesifikasi Peralatan/Mesin

Kelangsungan dari suatu produksi sangat dipengaruhi oleh alat-alat dan instrumentasi yang digunakan. Pada sub-bab ini akan dijelaskan secara rinci, dimensi dari alat-alat serta instrumentasi yang digunakan pada proses pembuatan asam lemak dari *Crude Palm Oil* (CPO).

3.2.1 Tangki Penyimpanan Bahan Baku Air Proses (T-101)

Fungsi	: Menyimpan bahan baku air proses untuk kebutuhan 10 hari
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Bentuk	: Silinder vertikal dengan alas datar dan tutup <i>ellipsoidal</i>
Jenis sambungan	: <i>Double welded butt joints</i>
Jumlah	: 2 unit

❖ Kondisi Penyimpanan :

Suhu	= 32°C = 306,15 °K
Laju alir massa (F)	= 3401,0135 kg/jam
P desain	= 2,2813 bar

Silinder	
Diameter, (<i>D</i>)	7,6769 m
Tinggi silinder, (<i>H_s</i>)	10,2358 m
Tebal <i>shell</i> tangki	1 ¾ in
Volume tangki	533,2242 m ³
Tutup	

Diameter, (D)	10,2358 m
Tinggi tutup, (H_d)	1,9192 m
Tebal	1 $\frac{3}{4}$ in
Harga	\$265.397

3.2.2 Tangki Penyimpanan Bahan Baku *Crude Palm Oil* (T-102)

Fungsi : Menyimpan bahan baku *Crude Palm Oil*
untuk kebutuhan 10 hari

Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA-285 Grade C*

Bentuk : Silinder vertikal dengan alas datar dan
tutup *ellipsoidal*

Jenis sambungan : *Double welded butt joints*

Jumlah : 3 unit

❖ Kondisi Penyimpanan :

Suhu = $32^{\circ}\text{C} = 306,15^{\circ}\text{K}$

Laju alir massa (F) = 5340,8505 kg/jam

P desain = 2,2352 bar

Silinder	
Diameter, (D)	8,1904 m
Tinggi silinder, (H_s)	10,9205 m
Tebal <i>shell</i> tangki	1 $\frac{3}{4}$ in
Volume tangki	647,5351 m ³
Tutup	
Diameter, (D)	8,1904 m
Tinggi tutup, (H_d)	2,0476 m
Tebal	1 $\frac{3}{4}$ in

Harga	\$291.897
-------	-----------

3.2.3 Pompa I (T-101)

Fungsi	: Mengalirkan bahan baku air menuju <i>heater I (HE-101)</i>
Jenis	: Pompa sentrifugal
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Jumlah	: 1 unit ON dan 1 unit cadangan
Daya	: ¼ hp
Harga	: \$2.062

3.2.4 Pompa II (T-102)

Fungsi	: Mengalirkan bahan baku CPO menuju <i>heater II (HE-102)</i>
Jenis	: Pompa sentrifugal
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Jumlah	: 1 unit ON dan 1 unit cadangan
Daya	: ½ hp
Harga	: \$2.062

3.2.5 Pompa III (P-103)

Fungsi	: Mengalirkan bahan baku air menuju kolom <i>splitting (C-101)</i>
Jenis	: Pompa sentrifugal
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Jumlah	: 1 unit ON dan 1 unit cadangan

Daya : 9 hp
 Harga : \$2.062

3.2.6 Pompa IV (P-104)

Fungsi : Mengalirkan bahan baku CPO menuju kolom *splitting* (C-101)
 Jenis : Pompa sentrifugal
 Bahan konstruksi : *Commercial Steel*
 Jumlah : 1 unit ON dan 1 unit cadangan
 Daya : 15 $\frac{3}{4}$ hp
 Harga : \$2.062

3.2.7 Kolom *Splitting* (C-101)

Fungsi : Tempat berlangsungnya proses hidrolisis CPO dan air
 Bahan konstruksi : *Carbon Steel*
 Jenis : *Spray Column*
 Bentuk : Silinder vertikal dengan alas datar dan tutup datar
 Jenis sambungan : *Double welded butt joints*
 Jumlah : 1 unit

❖ Kondisi Operasi :

Tekanan = 54 bar = 53,2939 atm = 783,2010 Psia
 = 5400 kPa
 Temperatur = 262°C = 535,15 °K

Volume tangki, (V_T)	38,1151 m ³
Diameter tangki, (D_T)	1,3920 m
Tinggi tutup, (H_d)	0,3480 m
Tinggi tangki, (H_T)	25,0560 m
Tebal <i>shell</i> tangki	5/8 in
Harga	\$72.853

3.2.8 Pompa V (P-105)

Fungsi : Mengalirkan gliserol menuju *expansion vessel I* (EV-101)

Jenis : Pompa sentrifugal

Bahan konstruksi : *Commercial Steel*

Jumlah : 1 unit ON dan 1 unit cadangan

Daya : ¼ hp

Harga : \$2.062

3.2.9 Pompa VI (P-106)

Fungsi : Mengalirkan asam lemak menuju *expansion vessel II* (EV-102)

Jenis : Pompa sentrifugal

Bahan konstruksi : *Commercial Steel*

Jumlah : 1 unit ON dan 1 unit cadangan

Daya : 1/3 hp

Harga : \$2.062

3.2.10 *Expansion Vessel I* (EV-101)

Fungsi : Menurunkan tekanan dan penurunan suhu

dari gliserol, CPO sisa, dan air

- Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA-285 Grade C*
- Bentuk : Silinder vertikal dengan alas datar dan tutup *ellipsoidal*
- Jenis sambungan : *Double welded butt joints*
- Jumlah : 1 unit ON, 1 unit standbay

❖ **Kondisi Operasi :**

- Suhu = $80^{\circ}\text{C} = 354,15^{\circ}\text{K}$
- Tekanan = $80\text{ kPa} = 0,80\text{ bar}$
- Laju alir massa (F) = $4453,5056\text{ kg/jam}$

Volume tangki, (V_T)	5,7892 m ³
Diameter tangki, (D_T)	1,3890 m
Panjang tangki (L)	4,1672 m
Tebal <i>shell</i> tangki	1 ½ in
Harga	\$28.933

3.2.11 Pompa VII (P-107)

- Fungsi : Mengalirkan gliserol menuju tangki penyimpanan akhir (T-103)
- Jenis : Pompa sentrifugal
- Bahan konstruksi : *Commercial Steel*
- Jumlah : 1 unit ON dan 1 unit cadangan
- Daya : ¼ hp
- Harga : \$2.062

3.2.12 Tangki Penyimpanan Akhir Gliserol (T-103)

Fungsi	: Menyimpan produk akhir (gliserol)
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Bentuk	: Silinder vertikal dengan alas datar dan tutup <i>ellipsoidal</i>
Jenis sambungan	: <i>Double welded butt joints</i>
Jumlah	: 1 unit

❖ Kondisi Penyimpanan :

Suhu	= 80°C = 354,15 °K
Laju alir massa (F)	= 4453,5056 kg/jam
P desain	= 2,6977 bar

Silinder	
Diameter, (<i>D</i>)	10,5639 m
Tinggi silinder, (<i>H_s</i>)	14,0852 m
Tebal <i>shell</i> tangki	2 in
Tutup	
Diameter, (<i>D</i>)	10,5639 m
Tinggi tutup, (<i>H_d</i>)	2,6410 m
Tebal	2 in
Harga	\$424.425

3.2.13 *Expansion Vessel II* (EV-102)

Fungsi	: Menurunkan tekanan dan penurunan suhu dari <i>fatty acid</i>
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Bentuk	: Silinder vertikal dengan alas datar dan

tutup *ellipsoidal*

Jenis sambungan : *Double welded butt joins*

Jumlah : 1 unit

❖ **Kondisi Operasi :**

Suhu = $80^{\circ}\text{C} = 354,15^{\circ}\text{K}$

Tekanan = $85\text{ kPa} = 0,85\text{ bar}$

Laju alir massa (F) = $5153,5766\text{ kg/jam}$

Volume tangki, (V_T)	7,8713 m ³
Diameter tangki, (D_T)	1,5388 m
Panjang tangki, (L)	4,6165 m
Tebal <i>shell</i> tangki	1 ½ in
Harga	\$33.634

3.2.14 Pompa VIII (P-108)

Fungsi : Mengalirkan *fatty acid* menuju *heater III*
(HE-103)

Jenis : Pompa sentrifugal

Bahan konstruksi : *Commercial Steel*

Jumlah : 1 unit ON dan 1 unit cadangan

Daya : 1/3 hp

Harga : \$2.062

3.2.15 Pompa IX (P-109)

Fungsi : Mengalirkan *fatty acid* menuju *vacuum*
dryer (VD-101)

Jenis : Pompa sentrifugal

Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Jumlah	: 1 unit ON dan 1 unit cadangan
Daya	: 1/3 hp
Harga	: \$2.062

3.2.16 *Vacuum Dryer (VD-101)*

Fungsi	: Menguapkan air yang terdapat pada <i>fatty acid</i> sebelum diumpankan ke tangki penyimpanan akhir (T-104)
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Bentuk	: Silinder vertikal dengan alas datar dan tutup <i>ellipsoidal</i>
Jenis sambungan	: <i>Double welded butt joins</i>
Jumlah	: 1 unit

❖ **Kondisi Operasi :**

Suhu	= 100°C = 374,15 °K
Tekanan	= 20 kPa = 0,20 bar
Laju alir massa (F)	= 5153,5766 kg/jam

Volume tangki, (V_T)	586,7827 m ³
Diameter tangki, (D_T)	6,4763 m
Panjang tangki, (L)	19,4289 m
Tebal <i>shell</i> tangki	1 ½ in
Harga	\$1.555.082

3.2.17 **Pompa X (P-110)**

Fungsi	: Mengalirkan <i>fatty acid</i> menuju <i>cooler I</i>
--------	--

(HE-104) sebelum diumpankan ke tangki penyimpanan akhir (T-104)

Jenis : Pompa sentrifugal
 Bahan konstruksi : *Commercial Steel*
 Jumlah : 1 unit ON dan 1 unit cadangan
 Daya : 1/3 hp
 Harga : \$2.062

3.2.18 Pompa XI (P-111)

Fungsi : Mengalirkan *fatty acid* menuju tangki penyimpanan akhir (T-104)
 Jenis : Pompa sentrifugal
 Bahan konstruksi : *Commercial Steel*
 Jumlah : 1 unit ON dan 1 unit cadangan
 Daya : 1/3 hp
 Harga : \$2.062

3.2.19 Tangki Penyimpanan Akhir *Fatty Acid* (T-104)

Fungsi : Menyimpan produk akhir (*fatty acid*)
 Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA-285 Grade C*
 Bentuk : Silinder vertikal dengan alas datar dan tutup *ellipsoidal*
 Jenis sambungan : *Double welded butt joins*
 Jumlah : 1 unit

❖ **Kondisi Penyimpanan :**

Suhu = $80^{\circ}\text{C} = 354,15^{\circ}\text{K}$

Laju alir massa (F) = 5101,5203 kg/jam

P desain = 2,6144 bar

Silinder	
Diameter, (<i>D</i>)	11,6635 m
Tinggi silinder, (<i>H_s</i>)	15,5513 m
Tebal <i>shell</i> tangki	2 in
Volume tangki	1870,0304 m ³
Tutup	
Diameter, (<i>D</i>)	11,6635 m
Tinggi tutup, (<i>H_d</i>)	2,9159 m
Tebal	2 in
Harga	\$490.813

3.2.20 Heater I (HE-101)

Fungsi : Menaikkan suhu bahan baku air proses dari tangki air proses sebelum diumpankan menuju kolom *splitting* (C-101)

Jenis : DPHE

Kondisi Operasi :

Fluida Panas

- T in : 135 °C

- Tout : 135 °C

Fluida Dingin

- t in : 32 °C

- t out : 90 °C

Annulus : *Steam*

- ID : 0,172 ft

- Panjang pipa : 3,6576 m

Inner Pipe : *Air*

- ID : 0,09 ft

- Jumlah *hairpin* : 9

A : 35,69 ft²

Jumlah : 1 unit

Harga : \$1.229

3.2.21 *Heater II (HE-102)*

Fungsi : Menaikkan suhu bahan baku CPO dari tangki CPO sebelum diumpankan menuju kolom *splitting* (C-101)

Jenis : *Shell and Tube Heat Exchanger*

Kondisi Operasi :

Fluida Panas

- T in : 133.5 °C

- Tout : 133.5 °C

Fluida Dingin

- t in : 32 °C

- t_{out} : 90 °C

Jenis *tube* : *Tube sheet layout 3/4 in. OD tubes on
15/16-in. Triangular Pitch*

Shell side : *Steam*

- IDs : 10 in

- *Baffle space* : 9 in

Tube side : CPO

- Jumlah *passed* (n) : 1

- Jumlah *tube* (Nt) : 62

- Area per *tube* (A't) : 0,302 in²

Dirt factor : 0,0282 hr ft²°F/Btu

A : 243,35 ft²

Jumlah : 1 unit

Harga : \$1.229

3.2.22 Heater III (HE-103)

Fungsi : Menaikkan suhu bahan baku CPO-FA dari
expansion vessel II (EV-102) sebelum
diumpankan menuju *vacuum dryer* (D-101)

Jenis : *Shell and Tube Heat Exchanger*

Kondisi Operasi :

Fluida Panas

- T_{in} : 135 °C

- Tout : 135 °C

Fluida Dingin

- t in : 80 °C

- t out : 100 °C

Jenis tube : *Tube sheet layout 3/4 in. OD tubes on
15/16-in. Triangular Pitch*

Shell side : *Steam*

- IDs : 12 in

- *Baffle space* : 10,8 in

Tube side : CPO-FA-Air

- Jumlah *passed* (n) : 2

- Jumlah *tube* (Nt) : 92

- Area per *tube* (A't) : 0,302 in²

Dirt factor : 0,0175 hr ft²°F/Btu

A : 360,77 ft²

Jumlah : 1 unit

Harga : \$1.229

3.2.23 Cooler I (HE-104)

Fungsi : Menurunkan suhu produk asam lemak
sebelum diumpankan menuju tangki
penyimpanan *fatty acid* (T-104)

Jenis : *Shell and Tube Heat Exchanger*

Kondisi Operasi :

Fluida Panas

- T in : 100 °C

- Tout : 80 °C

Fluida Dingin

- t in : 29 °C

- t out : 60 °C

Jenis tube : *Tube sheet layout 3/4 in. OD tubes on
15/16-in. Triangular Pitch*

Shell side : Air pendingin

- IDs : 8 in

- *Baffle space* : 4 in

Tube side : CPO-FA

- Jumlah *passed* (n) : 1

- Jumlah *tube* (Nt) : 36

- Area per *tube* (A't) : 0,302 in²

Dirt factor : 0,00206 hr ft²°F/Btu

A : 250 ft²

Jumlah : 1 unit

Harga : \$1.229

3.2.24 *Steam Ejector Dryer (SE-101)*

Fungsi : Mengatur kondisi tekanan pada *vacuum
dryer* (VD-101) sampai tekanan 20 kPa

	atau 0,20 bar
Jenis	: <i>Two Stages Vacuum Ejectors</i>
<i>Steam pressure</i>	: 150 psia
<i>Suction pressure</i>	: 20 kPa
<i>Ejector size</i>	: 2 in
Jumlah	: 1 unit
Harga	: \$535

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas pra rancangan pabrik *fatty acid* dan produk samping gliserol dengan bahan baku *Crude Palm Oil* (CPO) didasarkan atas ketersediaan serta kebutuhan bahan baku di Indonesia. Dengan seiring peningkatan dari tahun ke tahun industri yang menggunakan *fatty acid* sebagai bahan baku menunjukkan pesatnya perkembangan industri kimia di Indonesia.

Produksi minyak sawit selama periode 2012-2016 secara keseluruhan meningkat rata-rata 6,6% per tahun. Persentase peningkatan tertinggi selama periode tersebut terjadi pada tahun 2016 yaitu meningkat 7,1% dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Dilihat dari peranannya, Perkebunan Besar Swasta (PBS) adalah yang terbesar. Misalnya saja pada tahun 2016, dari total produksi minyak sawit sebesar 33,5 juta ton, sebanyak 19,9 juta ton berasal dari PBS atau pangsanya 59,4%.

Sementara dilihat dari perkembangan produksi CPO menurut provinsi yang dilansir oleh Ditjen Perkebunan dan Badan Pusat Statistik total produksi Indonesia sebanyak 33.500.691 ton/tahun. Dengan demikian, jumlah kebutuhan *Crude Palm Oil* (CPO) tersebut sudah mencukupi kebutuhan kapasitas pabrik yang akan dibangun.

3.3.2 Analisis Kebutuhan Bahan Baku

Analisis kebutuhan bahan baku berkaitan dengan ketersediaan bahan baku terhadap kebutuhan kapasitas pabrik. Bahan baku *Crude Palm Oil* (CPO) diperoleh dari PTPN III Sei Mengkei, Sumatra Utara, Medan. Tidak hanya itu, bahan baku juga terintegrasi dengan PTPN V dan pabrik sawit lainnya. Dimana dilihat dari produksi bahan baku mencapai puluhan juta ton sehingga mencukupi untuk kebutuhan proses selama beberapa tahun serta mengantisipasi kekurangan supply (PT. Perkebunan Nusantara III, 2014).

3.3.3 Analisis Kebutuhan Peralatan Proses

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

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

Lokasi dan tata letak peralatan serta fasilitas dalam suatu rancangan pabrik merupakan syarat penting untuk memperkirakan biaya secara akurat sebelum mendirikan pabrik yang meliputi *desain* sarana perpipaan, fasilitas bangunan, jenis dan jumlah peralatan dan kelistrikan. Lokasi akan mempengaruhi kedudukan perusahaan dalam persaingan dan menentukan kelangsungan hidup perusahaan tersebut. Tujuan penentuan lokasi suatu perusahaan/pabrik dengan tepat ialah untuk dapat membantu perusahaan/pabrik beroperasi atau berproduksi dengan lancar, efektif dan efisien.

Pertimbangan utama yaitu lokasi yang dipilih harus memberikan biaya produksi dan distribusi yang minimum, dengan tetap memperhatikan ketersediaan tempat untuk pengembangan pabrik dan kondisi yang aman untuk operasi pabrik (Peters, Timmerhaus, Klaus D. (University of Colorado and West, Ronald E (University of Colorado, 2003).

4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan salah satu hal penting dalam perancangan pabrik yang memproduksi barang dan jasa. Dengan demikian strategi lokasi adalah hal yang tidak dapat diabaikan dalam proses perancangan. Lokasi geografis pabrik mempengaruhi kelangsungan dan kesuksesan dari suatu industri. Banyak faktor yang harus dipertimbangkan, namun yang terpenting adalah pabrik harus berlokasi dimana biaya produksi minimum dan distribusi produk dapat

diperoleh, tetapi faktor lain, seperti area untuk ekspansi dan kondisi keamanan untuk operasi pabrik dapat diterima oleh masyarakat sekitar. Adapun faktor-faktor pertimbangan dalam memilih lokasi pabrik yaitu (Wijana. Susinggih, 2012):

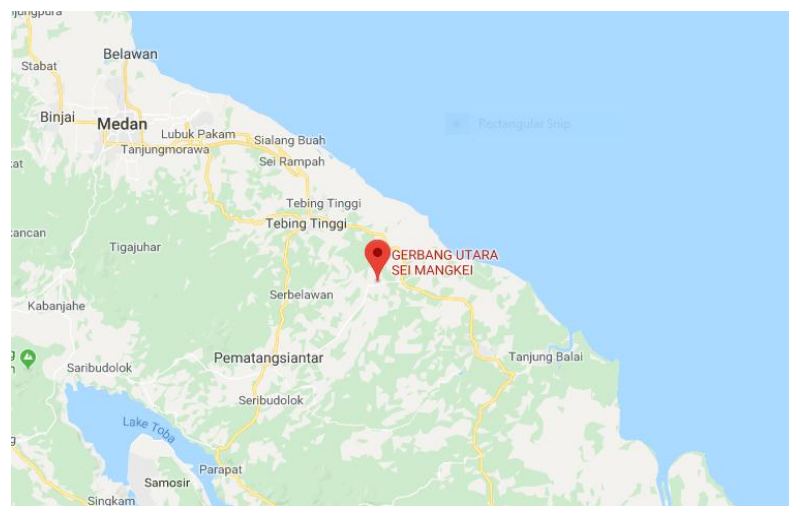
- **Lokasi pasar.** Lokasi dimana potensi pembeli berada adalah satu faktor yang harus diperhatikan dalam proses penentuan lokasi pabrik, jika lokasi pasar tersebar dalam beberapa wilayah tertentu maka posisi pabrik yang ideal adalah berada ditengah-tengah (titik berat) dari posisi pasar. Dan jika lokasi pasar terpusat pada wilayah tertentu maka lokasi pabrik dapat didirikan mendekati wilayah tersebut.
- **Lokasi sumber bahan baku.** Beberapa industri karena sifat dan keadaan dari proses produksinya memaksa untuk menempatkan pabriknya dengan sumber bahan baku, seperti pabrik semen, mengharuskan lokasi pabrik berada di daerah yang memiliki sumber bahan baku semen.
- **Transportasi.** Tersedianya alat transportasi yang layak akan sangat mempengaruhi proses produksi, jenis fasilitas dan biaya relatif dari masing-masing alat transportasi. Transportasi harus memberikan biaya yang minimal.
- **Sumber energi.** Faktor ini sangat vital dalam penentuan lokasi karena keberadaannya mutlak diperlukan. Secara umum sebagian perusahaan membeli energi (listrik) dari pada harus membuat instalasi pembangkit energi.
- **Pekerja dan tingkat upah.** Pemilihan lokasi akan mempertimbangkan tersedianya tenaga kerja yang cukup yang tidak saja dilihat dari

ketersediaan jumlah pekerja akan tetapi juga kemampuan dan keterampilan pekerja dan tentu saja akan mempertimbangkan tingkat upah rata-rata pada lokasi alternatif.

- **Sikap masyarakat.** Sosial, adat istiadat, tradisi dan tingkat pendidikan rata-rata dari anggota masyarakat sekitar lokasi alternatif menjadi pertimbangan utama dalam menyelesaikan suatu masalah-masalah perburuhan, perselisihan/persengketaan dan masalah hubungan industri dengan masyarakat sekitar.
- **Air dan limbah industri.** Memilih lokasi dengan suplai air yang cukup sangat penting bagi hampir semua industri. Masalah pengolahan dan pengendalian limbah industri merupakan hal yang harus dipertimbangkan dalam penentuan dan perencanaan pembangunan industri.

Berdasarkan faktor-faktor tersebut, maka pabrik pembuatan *fatty acid* dari bahan baku *Crude Palm Oil* (CPO) didirikan di kawasan industri Sei Mengkei, Kecamatan Bosar Maligas, Kabupaten Simalungun, Provinsi Sumatera Utara, Medan. Sei Mengkei merupakan kawasan industri berbasis CPO yang sedang berkembang yang memiliki luas lahan mencapai 159.655,87 ha yang terdiri dari tanaman karet seluas 37.788,31 ha, tanaman kelapa sawit seluas 105.026,89 ha dan areal lain-lain seluas 16.840,67 ha, yang didukung oleh 11 Pabrik Kelapa Sawit (PKS) dengan total kapasitas 423,33 ton Tandan Buah Segar (TBS)/jam, 8 unit Pabrik Pengolahan Karet (PPK) dengan kapasitas 142,41 ton karet kering (KK)/hari. Terletak di provinsi yang merupakan salah satu penghasil sawit dan karet terbesar di Indonesia. Memiliki akses yang cepat ke Pelabuhan Kuala

Tanjung (kurang lebih sekitar 45 menit dengan jalan darat), serta berjarak 74 km ke Bandara Internasional Kuala Namu dan 143 km ke Pelabuhan Belawan. Memiliki ketersediaan air yang melimpah yang bersumber dari Sungai Bah Bolon. Secara historis, hampir tidak pernah terjadi konflik sosial serta dikenal sebagai daerah yang memiliki tingkat toleransi yang tinggi (PT. Perkebunan Nusantara III, 2014).



Sumber : *Maps.google, 2018*

Gambar 4.1 Peta lokasi pabrik didirikan

Dasar pertimbangan dalam pemilihan lokasi tersebut adalah :

1. Bahan baku

Suatu pabrik sebaiknya berada di daerah yang dekat dengan sumber bahan baku, disamping itu juga harus diperhatikan jarak pabrik tersebut dengan daerah pemasarannya sehingga nantinya transportasi dapat berjalan dengan lancar. Bahan baku utama dari pabrik ini direncanakan akan terintegrasi dengan PKS (Pabrik Kelapa Sawit) yang

ada di sekitar lokasi pabrik pada Kawasan Industri Sei Mengkei ini. Adapun sumber utama bahan baku ini direncanakan berasal dari PTPN III Sei Mengkei. Produksi minyak dan inti sawit yang dihasilkan perusahaan sudah dikenal di pasar lokal dan internasional dengan pasokan yang tepat waktu kepada pembeli dengan mutu yang dihasilkan *Crude Palm Oil* (CPO), *Palm Kernel Oil* (PKO), *Palm Kernel* (PK) dan *Palm Kernel Meal* (PKM).

Dengan kapasitas PTPN III Sei Mangkei tersebut adalah sekitar 75 ton TBS/jam, jumlah CPO tersebut sudah mencukupi kebutuhan kapasitas pabrik yang akan dibangun (PT. Perkebunan Nusantara III, 2014).

2. Transportasi

Lokasi pra rancangan pabrik ini merupakan kawasan perluasan industri daerah Sei Mangkei yang telah memiliki sarana transportasi yang lengkap untuk mengangkut bahan baku dan produk. Transportasi dilakukan melalui jalan darat yang dapat ditempuh oleh kendaraan besar (truk pengangkut) tanpa hambatan, memiliki akses yang cepat ke Pelabuhan Kuala Tanjung (kurang lebih sekitar 45 menit dengan jalan darat), serta berjarak 74 km ke Bandara Internasional Kuala Namu dan 143 km ke Pelabuhan Belawan.

3. Pemasaran produk

Kebutuhan akan *fatty acid* menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun berdasarkan data statistik ekspor dan impor. Demikian halnya dengan produksi CPO di dalam negeri yang telah banyak dihasilkan oleh beberapa Pabrik Kelapa Sawit (PKS) di Indonesia. Dengan demikian, diharapkan pembangunan pra rancangan pabrik ini dapat memenuhi kebutuhan *fatty acid* dunia dan domestik. Daerah tujuan ekspor yaitu kawasan Asia Pasifik dengan rata-rata pertumbuhan kebutuhan *fatty acid* sebesar 5,9% dan wilayah Amerika dan Uni Eropa permintaan dengan masing-masing negara sebesar 0,9% dan 1,1%. Hal tersebut dikutip dari (PT. Perkebunan Nusantara III, 2014).

4. Kebutuhan air

Air yang dibutuhkan dalam proses dapat diperoleh dari air bersih PDAM daerah aliran Sungai Bah Bolon yang akan dibutuhkan untuk kebutuhan proses, sarana utilitas dan kebutuhan domestik.

5. Kebutuhan tenaga listrik dan bahan bakar

Dalam pendirian suatu pabrik, tenaga listrik dan bahan bakar adalah faktor penunjang yang paling penting. Pembangkit listrik utama untuk pabrik adalah menggunakan *generator diesel* yang bahan bakarnya diperoleh dari PT Pertamina setempat. Selain itu, kebutuhan tenaga listrik juga dapat diperoleh dari Perusahaan Listrik Negara

(PLN) atau pembangkit listrik yang dibangun khusus untuk keperluan sendiri.

6. Tenaga kerja

Tenaga kerja dapat diperoleh dari daerah setempat ataupun di sekitar ibu kota Medan. Untuk tenaga kerja berpendidikan SMA, SMK atau sederajat dapat diperoleh dari pemukiman penduduk yang ada di sekitar lokasi pabrik, sedangkan tenaga kerja berpendidikan D-3 dan S-1 dapat direkrut dari berbagai Universitas atau Institusi yang ada di daerah Sumatera Utara atau luar daerah.

7. Biaya tanah pabrik

Biaya tanah untuk mendirikan pabrik ini di Kawasan Industri Sei Mangkei masih terjangkau, dimana harga per meter persegiya sekitar Rp.1.000.000,-. Selain itu, kawasan ini merupakan kawasan industri yang masih banyak lahan luas untuk pengembangan pabrik (www.industri.kontan.co.id dan www.rumah.com).

8. Kemungkinan perluasan dan ekspansi

Ekspansi pabrik dimungkinkan karena peningkatan kebutuhan akan *fatty acid* serta tanah sekitar memang dikhususkan untuk daerah pembangunan industri serta tidak mengganggu pemukiman warga sekitar.

4.2 Tata Letak Pabrik/*Plants Layout*

Pada umumnya tata letak pabrik yang terencana dengan baik akan ikut menentukan efisiensi dan dalam beberapa hal akan juga menjaga kelangsungan hidup ataupun kesuksesan kerja suatu industri. Tata letak pabrik merupakan hal yang tidak dapat dipisahkan dengan proses produksi dalam sebuah industri. Tata letak yang baik dapat mendukung kelangsungan proses produksi menjadi lebih efektif dan efisien. Sedangkan pengaturan tata letak pabrik yang kurang baik mengakibatkan adanya antrian (*bottleneck*), siklus produksi menjadi panjang, pengontrolan stok sulit, terjadinya keramaian disuatu area, tingkat utilisasi yang rendah, *backtracking*, adanya operator dan peralatan yang menganggur, order tidak dapat terpenuhi atau terlambat dalam memenuhi kebutuhan konsumen dan lain-lain (Pratiwi, 2012).

Secara umum tujuan tata ruang pabrik (*layout*) pada dasarnya adalah untuk meminimalkan total biaya yang antara lain menyangkut elemen-elemen biaya seperti, biaya untuk konstruksi dan instalasi baik untuk bangunan mesin maupun fasilitas produksi lainnya, biaya pemindahan bahan (*material handling cost*), dan biaya produksi *maintenance*, keamanan, dan biaya penyimpanan produk setengah jadi (Wignjosoebroto, 2003).

Untuk dapat membuat tata letak pabrik yang baik, perlu mempertimbangkan beberapa faktor diantaranya adalah (Susyanto, 2015):

1. **Faktor bahan.** Pertimbangan terhadap material tersebut adalah :

- *Desain* serta spesifikasi produk

- Karakteristik fisik dan kimiawi
- Kualitas bahan
- Variasi produk atau macam material
- Komponen-komponen sebagai bagian dari produk

2. **Faktor mesin/peralatan.** Yang menjadi pertimbangan adalah :

- Proses produksi serta mesin yang digunakan
- Metode kerja yang digunakan
- Kegunaan mesin
- Kebutuhan terhadap mesin-mesin serta perlengkapan
- Alat yang digunakan

3. **Faktor tenaga kerja.** Faktor pertimbangannya adalah :

- Keamanan kerja
- Kondisi kerja
- Tenaga kerja yang dibutuhkan
- Kegunaan tenaga kerja yang dibutuhkan
- Pengawasan yang diperlukan

4. **Faktor gerakan (*movement*).** Faktor pertimbangannya adalah :

- Pola aliran dari material
- Daerah untuk gerakan yang diperlukan
- Alat-alat pemindahan bahan
- Analisis lebih lanjut dari kegiatan pemindahan

5. **Faktor menunggu.** Pertimbangannya adalah :

- Lokasi dari penyimpanan
- Luas daerah yang dibutuhkan
- Metode penyimpanan
- Alat-alat pengamanan
- Alat untuk penyimpanan

6. **Faktor pelayanan.** Pelayanan ada tiga macam yaitu :

- a. Pelayanan terhadap manusia meliputi fasilitas karyawan, kantor-kantor yang diperlukan, alat-alat pelindung panas/dingin, penerangan.
- b. Pelayanan barang meliputi pengendalian kualitas, pengendalian produksi, pembuangan limbah.
- c. Pelayanan yang berhubungan dengan mesin meliputi kegiatan pemeliharaan (*maintenance*) dan distribusi bahan pembantu produksi.

Perletakan yang baik akan menekan pengongkosan biaya, disamping itu *maintenance* pun dapat dilakukan dengan mudah. Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penyusunan tata letak pabrik pembuatan *fatty acid* dari CPO (*Crude Palm Oil*) ini adalah :

1 Letak tempat

Penempatan peralatan proses di tata sedemikian rupa. Misalnya di suatu lokasi yang agak tinggi, bila digunakan untuk menempatkan tangki penyimpanan cairan maka cairan dalam tangki tersebut dapat dialirkan ke tempat yang lebih rendah tanpa menggunakan pompa. Contohnya adalah pada menara air.

2 Fasilitas

Fasilitas seperti jalur kendaraan, gudang, dan kantor sebaiknya ditempatkan dekat jalan, tujuannya untuk memperlancar arus lalu lintas.

3 Letak alat-alat

Jika suatu produk masih perlu diolah lebih lanjut pada unit berikutnya, maka unitnya dapat disusun berurutan sehingga sistem perpipaan dan penyusunan letak pompanya lebih sederhana.

4 Keamanan

Keamanan terhadap kemungkinan adanya bahaya kebakaran, ledakan, asap, atau gas beracun harus benar-benar diperhatikan di dalam menentukan tata letak pabrik. Untuk itu harus dilakukan penempatan alat-alat pengaman seperti *hydrant/fire extinguisher*, penampung air yang cukup, dan penahan ledakan. Tangki penyimpanan bahan baku dan produk yang berbahaya harus diletakkan di area khusus, serta perlu adanya jarak antara bangunan satu dengan lainnya

guna memberikan pertolongan dan penyediaan jalan bagi karyawan untuk menyelamatkan diri. Gangguan terhadap masyarakat sekitar harus dihindari, misalnya pencemaran lingkungan berupa gangguan debu, getaran, suara, dan lain-lain.

5 Pabrik *services*

Unit pembangkit tenaga uap dan listrik dipilih di suatu tempat yang sesuai agar tidak mengganggu terhadap operasi pabrik.

4.2.1 Perincian Luas Areal Pabrik

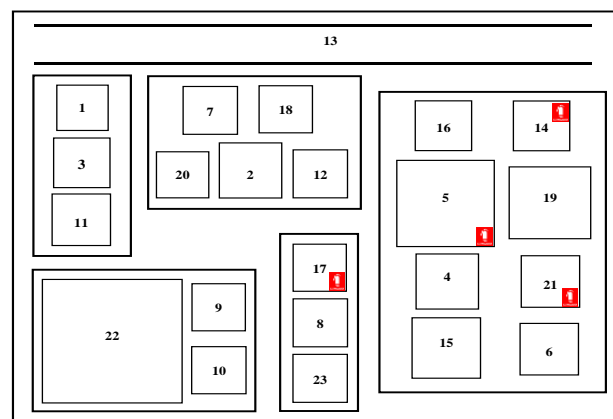
Luas areal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik pembuatan *fatty acid* dari CPO (*Crude Palm Oil*) dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Perincian luas areal pabrik

No.	Nama Areal	Ukuran (m)	Jumlah	Luas (m ²)
1.	Pos Keamanan	4 x 4	1	16
2.	Areal Perkantoran	30 x 10	1	300
3.	Areal Parkir	15 x 10	1	150
4.	Areal Bahan Baku	20 x 15	1	300
5.	Areal Proses	40 x 30	1	1200
6.	Areal Produk	25 x 20	1	500
7.	Kantin	10 x 10	1	100
8.	Bengkel	10 x 10	1	100
9.	Klinik	8 x 8	1	64
10.	Taman	10 x 8	1	80
11.	Tempat Berkumpul Darurat	10 x 10	2	200

12.	Aula	10 x 10	1	100
13.	Jalan	Lebar 4	1	300
14.	Unit Pembangkit Tenaga Listrik	15 x 10	1	150
15.	Unit Distribusi Air	30 x 15	1	450
16.	Unit Distribusi Limbah	15 x 10	1	150
17.	Unit Pemadam Kebakaran	10 x 8	1	80
18.	Ruang Kontrol Proses	10 x 8	1	80
19.	Areal Perluasan	40 x 20	1	800
20.	Masjid	7 x 6	1	42
21.	Laboratorium	20 x 10	1	200
22.	Perumahan Karyawan	50 x 45	1	2250
23.	Gudang Peralatan	10 x 10	1	100
Total Luas Area Pabrik				7712 m²

Jadi, direncanakan pengadaan tanah untuk pembangunan pabrik pembuatan *fatty acid* dengan produk samping gliserol dari CPO (*Crude Palm Oil*) ini sekitar 7712 m². Susunan areal bagian pabrik ini dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut ini.



Skala 1:1000

Gambar 4.2 Tata letak pabrik/*plant layout*

Keterangan :

1. Pos Keamanan	10. Taman	19. Area Perluasan
2. Area Perkantoran	11. Tempat Berkumpul Darurat	20. Masjid
3. Area Parkir	12. Aula	21. Laboratorium
4. Area Bahan Baku	13. Jalan	22. Perumahan
5. Area Proses	14. Unit Pembangkit Listrik	23. Gudang Alat
6. Area Produk	15. Unit Distribusi Air	
7. Kantin	16. Unit Distribusi Limbah	
8. Bengkel	17. Unit Pemadam Kebakaran	
9. Klinik	18. Ruang Kontrol Proses	

4.3 Tata Letak Alat Proses/*Machines Layout*

Dalam pra rancangan tata letak peralatan proses ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

a Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu juga diperhatikan penempatan pipa, dimana untuk pipa diatas tanah perlu dipasang pada ketinggian tiga meter atau lebih, sedangkan untuk

pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas kerja.

b Aliran udara

Kelancaran aliran udara di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan. Hal ini bertujuan untuk menghindari *stagnansi* udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya, sehingga dapat membahayakan keselamatan pekerja dan masyarakat. Disamping itu juga perlu diperhatikan arah hembusan angin.

c Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai pada tempat-tempat proses yang berbahaya dan beresiko tinggi.

d Lalu lintas manusia

Dalam hal perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat menjangkau seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Jika terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu, keamanan pekerja dalam menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

e Tata letak alat proses

Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dengan tetap menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomis.

f Jarak antar alat proses

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

g Maintenance

Maintenance berguna untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar sehingga produktivitas menjadi tinggi, tercapai target produksi serta spesifikasi bahan baku yang diharapkan.

Perawatan *preventif* dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian.

Perawatan alat-alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada tiap-tiap alat. Perawatan tiap alat meliputi :

1 *Over head* 1 x 1 tahun

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

2 Repairing

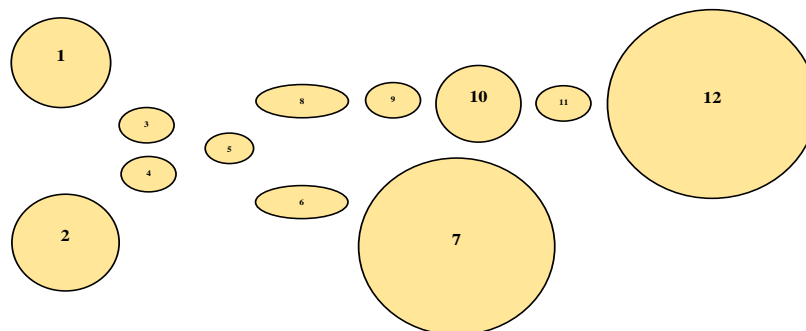
Merupakan kegiatan perbaikan yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat yang rusak. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance* yaitu :

- Umur alat

Semakin tua umur alat semakin banyak pada perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan.

- Bahan baku

Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan menyebabkan kerusakan alat, sehingga alat akan lebih sering dibersihkan. Berikut ini tata letak alat proses dapat dilihat gambar 4.3.



Skala 1:10

Gambar 4.3 Tata letak alat proses/*machines layout*

Keterangan :

1. T-101 : Tangki bahan baku air proses
2. T-102 : Tangki bahan baku *Crude Palm Oil* (CPO)
3. HE-101 : *Heater I*
4. HE-102 : *Heater II*
5. C-101 : Kolom *splitting*
6. EV-101 : *Expansion vessel I*
7. T-103 : Tangki bahan produk akhir gliserol
8. EV-102 : *Expansion vessel II*
9. HE-103 : *Heater III*
10. VD-101 : *Vacuum dryer*
11. HE-104 : *Cooler I*
12. T-104 : Tangki bahan produk akhir *fatty acid*

4.4 Alir Proses dan Material

Berdasarkan kapasitas yang ada maka diperoleh neraca massa dan neraca panas baik produk maupun bahan baku. Sehingga kita dapat menentukan alat-alat apa yang akan kita gunakan dalam pendirian pabrik, selain dari sifat-sifat kimia dan fisik produk dan bahan baku. Hasil perhitungan neraca massa dan neraca panas ialah sebagai berikut :

4.4.1 Neraca Massa Total

Tabel 4.2 Neraca massa total pada arus masuk

KOMPONEN	MASUK			
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 6
	F (kg/jam)	F (kg/jam)	F (kg/jam)	F (kg/jam)
CPO	-	5341	-	52
Air	3401	-	-	52
<i>Steam</i>	-	-	865	-
<i>Fatty Acid</i>	-	-	-	5051
Gliserol	-	-	-	-
Sub Total	3401	5341	865	5154
Total	14761			

Tabel 4.3 Neraca massa total pada arus keluar (lanjutan)

KOMPONEN	KELUAR			
	Arus 6	Arus 4	Arus 9	Arus 8
	F (kg/jam)	F (kg/jam)	F (kg/jam)	F (kg/jam)
CPO	52	2	51	1
Air	52	3878	-	52
<i>Steam</i>	-	-	-	-
<i>Fatty Acid</i>	5051	-	5051	-
Gliserol	-	574	-	-
Sub Total	5154	4454	5102	52
Total	14761			

4.4.2 Neraca Massa Per Alat

4.4.2.1 Kolom *Splitting* (C-101)

Tabel 4.4 Neraca massa pada kolom *splitting* (C-101)

KOMPONEN	MASUK			KELUAR	
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 6	Arus 4
	F (kg/jam)	F (kg/jam)	F (kg/jam)	F (kg/jam)	F (kg/jam)
CPO	-	5341	-	52	2
Air	3401	-	-	52	3878
<i>Steam</i>	-	-	865	-	-
<i>Fatty Acid</i>	-	-	-	5051	-
Gliserol	-	-	-	-	574
Sub Total	9607			5154	4454
Total	9607			9607	

4.4.2.2 Vacuum *Dryer* (VD-101)

Tabel 4.5 Neraca massa pada *dryer* (VD-101)

KOMPONEN	MASUK		KELUAR	
	Arus 6	Arus 9	Alur 8	
	F (kg/jam)	F (kg/jam)	F (kg/jam)	
CPO	52	51	1	
Air	52	-	51	
<i>Fatty Acid</i>	5051	5051	-	
Sub Total	5154	5102	52	
Total	5154	5154		

4.4.3 Neraca Panas

4.4.3.1 Heater I (HE-101)

Tabel 4.6 Neraca panas pada *heater* I (HE-101)

Senyawa	Q masuk	Q keluar
Air	99179	927869
Steam	828689	-
Total	927869	927869

4.4.3.2 Heater II (HE-102)

Tabel 4.7 Neraca panas pada *heater* II (HE-102)

Senyawa	Q masuk	Q keluar
CPO	80853	750775
Steam	669922	-
Total	750775	750775

4.4.3.3 Kolom Splitting (C-101)

Tabel 4.8 Neraca panas pada kolom *splitting* (C-101)

Senyawa	Q masuk	Q keluar
Umpan	1678643	-
Produk	-	13225388
Qr	-	1114915
Steam	12661660	-
Total	14340303	14340303

4.4.3.4 Heater III (HE-103)

Tabel 4.9 Neraca panas pada *heater* III (HE-103)

Senyawa	Q masuk	Q keluar
Fatty Acid	579851	790706
CPO	6130	8359

Air	11883	16243
<i>Steam</i>	217445	-
Total	815308	815308

4.4.3.5 Vacuum Dryer (VD-101)

Tabel 4.10 Neraca panas pada *dryer* (VD-101)

Senyawa	Q masuk	Q keluar
<i>Fatty Acid</i>	790706	790706
CPO	8359	8359
Air	16243	16243
Total	815308	815308

4.4.3.6 Cooler I (HE-104)

Tabel 4.11 Neraca panas pada *cooler* I (HE-104)

Senyawa	Q masuk	Q keluar
<i>Fatty Acid</i>	790706	579851
CPO	8275	6068
Air Pendingin	-	-213061
Total	798981	798981

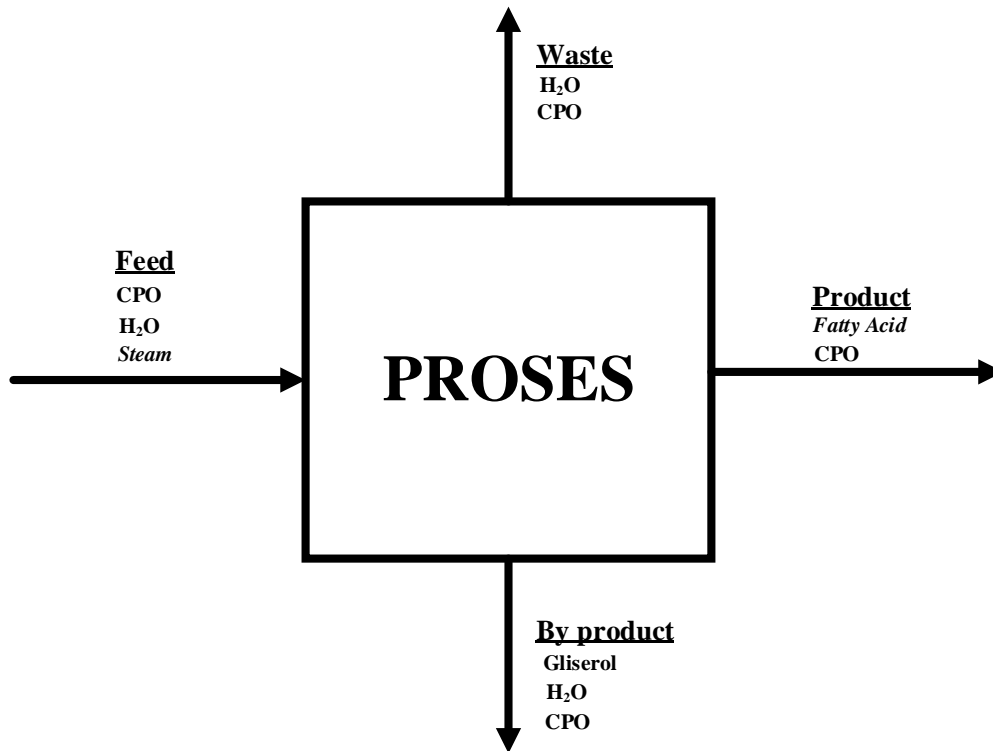
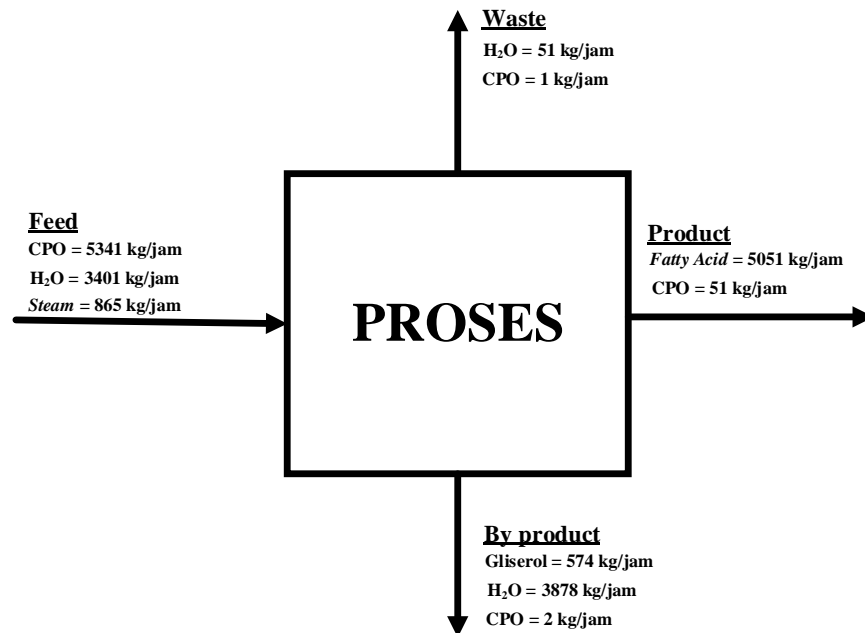
Diagram Alir KualitatifGambar 4.4 Proses diagram alir kualitatif pada pembuatan *fatty acid*

Diagram Alir Kuantitatif

Gambar 4.5 Proses diagram alir kuantitatif pada pembuatan *fatty acid*

4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi di dalam pabrik adalah penyediaan utilitas dalam pabrik *fatty acid* ini. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan.

Berdasarkan kebutuhannya, utilitas pada pabrik pembuatan *fatty acid* dari *Crude Palm Oil* (CPO) adalah sebagai berikut :

1. Kebutuhan uap air (*steam*)
2. Kebutuhan air
3. Kebutuhan listrik

4. Kebutuhan bahan bakar
5. Kebutuhan Nitrogen
6. Kebutuhan udara tekan
7. Kebutuhan limbah

4.5.1 Kebutuhan Uap Air (*Steam*)

Uap (*steam*) pada pabrik pembuatan *fatty acid* dari CPO ini digunakan sebagai media pemanas. *Steam* yang digunakan adalah *saturated steam* (133,50°C; 3 bar) dan *saturated steam* (262°C; 54 bar). Adapun kebutuhan uap (*steam*) pada pabrik ini dapat dilihat pada tabel 4.12 berikut ini.

Tabel 4.12 Kebutuhan uap (*steam*) pabrik

No.	Nama Alat	Kode Alat	Tipe <i>Steam</i>	Jumlah <i>Steam</i> (kg/jam)
1.	<i>Heater I</i>	HE-101	133,50°C; 3 bar	383
2.	<i>Heater II</i>	HE-102	133,50°C; 3 bar	310
3.	<i>Heater III</i>	HE-103	133,50°C; 3 bar	101
4.	<i>Steam Ejector Dryer</i>	SE-101	133,50°C; 3 bar	7855
5.	Kolom <i>Splitting</i>	C-101	262°C; 54 bar	14
Jumlah				8663

Tambahan untuk faktor keamanan dan faktor kebocoran diambil sebesar 20%. (Perry, Robert H., 1997). Jadi, jumlah *steam* yang dibutuhkan (W_s) adalah :

$$W_s = 1,2 \times 8663 \text{ kg/jam} = 10395 \text{ kg/jam}$$

Diperkirakan 80% kondensat dapat digunakan kembali, maka :

$$\text{➤ Kondensat yang digunakan kembali} = 80\% \times 10395 \text{ kg/jam}$$

$$= 8316 \text{ kg/jam}$$

➤ Kebutuhan tambahan untuk umpan ketel uap = $20\% \times 10395 \text{ kg/jam}$

$$= 2079 \text{ kg/jam}$$

4.5.2 Kebutuhan Air

4.5.2.1 Kebutuhan Air Proses

Dalam proses produksi, air cukup memegang peranan penting, baik untuk kebutuhan umpan ketel uap, air pendingin, maupun kebutuhan domestik. Kebutuhan air pada pabrik pembuatan *fatty acid* dari CPO adalah sebagai berikut.

1. Kebutuhan air pendingin

Kebutuhan air pendingin pada pabrik pembuatan *fatty acid* dari CPO dapat dilihat pada tabel 4.13 berikut ini.

Tabel 4.13 Kebutuhan air pendingin pabrik

No.	Nama Alat	Kode Alat	Air Pendingin (kg/jam)
1.	<i>Cooler I</i>	HE-104	1644
Jumlah			1644

Faktor keamanan = 20%

Jumlah kebutuhan air pendingin (W_c) adalah :

$$W_c = 1,2 \times 1644 \text{ kg/jam} = 1973 \text{ kg/jam}$$

Air pendingin bekas dapat digunakan kembali setelah didinginkan dalam menara pendingin air. Dengan menganggap terjadi kehilangan air selama proses

sirkulasi, maka air tambahan yang diperlukan adalah jumlah air yang hilang karena penguapan, *drift loss*, dan *blowdown* (Perry, Green and Maloney, 1997).

- Air yang hilang karena penguapan dapat dihitung dengan persamaan :

$$W_e = 0,00085 \times W_c \times (T_2 - T_1)$$

dimana :

W_c = Jumlah air pendingin yang dibutuhkan (kg/jam)

T_2 = Suhu air pendingin yang masuk (°F)

T_1 = Suhu air pendingin yang keluar (°F)

$$W_e = 0,00085 \times 1973 \text{ kg/jam} \times (140 - 84,20)^\circ\text{F} = 93 \text{ kg/jam}$$

- Air yang hilang karena *drift loss* sekitar 0,1 - 0,2% dari air pendingin yang masuk ke menara air (Perry, Green and Maloney, 1997).

Ditetapkan *drift loss* adalah 0,2%, maka :

$$W_d = 0,002 \times 1973 \text{ kg/jam} = 3,9 \text{ kg/jam}$$

- Air yang hilang karena *blowdown* bergantung pada jumlah siklus air pendingin, sekitar 3 - 5 siklus (Perry, Green and Maloney, 1997).

Ditetapkan 5 siklus, maka :

$$W_b = W_e / S - 1 = 93 \text{ kg jam} / 5 - 1 = 23 \text{ kg/jam}$$

Sehingga *make up* air pendingin yang dibutuhkan (W_m) adalah :

$$\begin{aligned}
 W_m &= W_e + W_d + W_b \\
 &= 94 \text{ kg/jam} + 3,9 \text{ kg/jam} + 23 \text{ kg/jam} \\
 &= 121 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

Maka, jumlah air pendingin pada proses yang dibutuhkan adalah 2094 kg/jam.

4.5.2.2 Kebutuhan Air Lainnya

1. Kebutuhan air bahan baku

Air yang digunakan untuk umpan bahan baku adalah 3401,0135 kg/jam.

2. Kebutuhan air domestik

Kebutuhan air domestik untuk tiap orang/*shift* adalah 40-100 liter/hari (Metcalf, 1991). Maka diambil 100 liter/hari = 4 liter/jam
 pair pada suhu $32^\circ\text{C} = 994,9940 \text{ kg/m}^3 = 0,9950 \text{ kg/liter}$

Jumlah karyawan = 116 orang

Maka, jumlah air domestik yang dibutuhkan :

$$= 4 \text{ liter/jam} \times 116 \times 0,9950 \text{ kg/liter} = 481 \text{ kg/jam}$$

3. Kebutuhan air laboratorium

Kebutuhan air untuk laboratorium adalah 1000-1800 liter/hari (Metcalf and Eddy, 2003). Maka diambil 1500 liter/hari = 62,5 liter/jam
 pair pada suhu $32^\circ\text{C} = 994,9940 \text{ kg/m}^3 = 0,9950 \text{ kg/liter}$

Maka, jumlah air laboratorium yang dibutuhkan :

$$= 62,5 \text{ liter/jam} \times 0,9950 \text{ kg/liter} = 62 \text{ kg/jam}$$

4. Kebutuhan air kantin dan tempat ibadah

Kebutuhan air untuk kantin dan tempat ibadah adalah 40-120 liter/hari. (Metcalf, 1991). Maka diambil 50 liter/hari = 2 liter/jam
 pair pada suhu $32^{\circ}\text{C} = 994,9940 \text{ kg/m}^3 = 0,9950 \text{ kg/liter}$

Pengunjung rata-rata = 116 orang

Maka, jumlah kebutuhan air adalah :

$$= 2 \text{ liter/jam} \times 116 \times 0,9950 \text{ kg/liter} = 240 \text{ kg/jam}$$

5. Kebutuhan air poliklinik

Kebutuhan air untuk poliklinik adalah 400 - 600 liter/hari (Metcalf, 1991). Maka diambil 600 liter/hari = 25 liter/jam
 pair pada suhu $32^{\circ}\text{C} = 994,9940 \text{ kg/m}^3 = 0,9950 \text{ kg/liter}$

Maka, jumlah kebutuhan air poliklinik adalah :

$$= 25 \text{ liter/jam} \times 0,9950 \text{ kg/liter} = 25 \text{ kg/jam}$$

Adapun jumlah keseluruhan pemakaian air untuk kebutuhan lain dapat dilihat pada tabel 4.14 berikut ini.

Tabel 4.14 Pemakaian air untuk kebutuhan lainnya

No.	Tempat	Jumlah Air (kg/jam)
1.	Domestik	481
2.	Laboratorium	62
3.	Kantin da Tempat Ibadah	240
4.	Klinik	25
Jumlah		808

Jadi, jumlah air untuk berbagai kebutuhan domestik (W_d) adalah 808 kg/jam. Sehingga kebutuhan air seluruhnya adalah :

Jumlah kebutuhan air keseluruhan = Jumlah kebutuhan air bahan baku + Jumlah kebutuhan air pendingin proses + Jumlah air untuk berbagai kebutuhan domestik + Jumlah kebutuhan *steam*

$$= (3401,0135 + 2094 + 808 + 10395) \text{ kg/jam}$$

$$= 16699 \text{ kg/jam}$$

Sumber air pada pabrik pembuatan asam lemak dari CPO ini dari sungai Bah Bolon, Kabupaten Simalungun, Kecamatan Bosar Maligas, Provinsi Sumatera Utara, Medan. Adapun kualitas air sungai Bah Bolon, Sumatera Utara dapat dilihat pada tabel 4.15 berikut.

Tabel 4.15 Kualitas air sungai Bah Balon, Sumatera Utara, Medan

No.	Analisa	Satuan	Metode	Hasil
I. FISIKA				
1.	Bau		SMWW-206	Tidak Berbau
2.	Kekeruhan	NTU	SMWW-214 ^A	105,8
3.	Rasa		SMWW-211	Tidak Berasa
4.	Warna	TCU	SMWW-204	135
5.	Suhu	°C	SMWW-212	26

6.	TDS	mg/l	APHA-208 ^C	170
II. KIMIA				
1.	Total kesadahan dalam CaCO ₃	mg/l	SMWW-309 ^B	110
2.	Klorida	mg/l	ASTM D-512	1,1
3.	NH ₃ -N	mg/l	APHA-418 ^{A/B}	Nil
4.	Zat organik dalam KmnO ₄ (COD)	mg/l	SMCA C-48	60
5.	SO ₄ ²⁺	mg/l	ASTM D-516	0,0008
6.	Sulfida	mg/l	APHA-428 ^D	0,0001
7.	Cr ²⁺	mg/l	APHA-117 ^A	Nil
8.	NO ₃ ⁻	mg/l	ASTM D-3867	0,0029
9.	NO ₂ ⁻	mg/l	ASTM D-3867	-
10.	Klorin	mg/l	CCAM-M2	Nil
11.	pH		ASTM D-1293	6,7
12.	Fe ²⁺	mg/l	AAS	8
13.	Mn ²⁺	mg/l	AAS	0,018
14.	Zn ²⁺	mg/l	AAS	0,0018
15.	Pb ²⁺	mg/l	AAS	Nil
16.	Ca ²⁺	mg/l	AAS	65

17.	Mg ²⁺	mg/l	AAS	82
18.	CO ₂ bebas	mg/l	ASTM D-513 ^E	141
19.	Cu ²⁺	mg/l	AAS	Nil

Sumber : (Bapedal, 1995)

Untuk menjamin kelangsungan penyediaan air, maka perusahaan menggunakan fasilitas air bersih industri yang ada di kawasan industri ini. Fasilitas pengelolaan air bersih ini dilakukan terpadu, sehingga perusahaan hanya mengeluarkan biaya operasional kebutuhan air industri. Tarif air bersih di kawasan ini sebesar Rp 12.61- per liter.

Proses produksi air bersih pada PDAM Tirtanadi melalui tahapan sebagai berikut :

1. Bendungan

Sumber air bahan baku adalah air permukaan Sungai Bah Balon yang diambil melalui bendungan dengan panjang 25 meter dan tinggi 4 meter. Pada sisi kanan bendungan dibuat sekat (*channel*) berupa saluran penyadap yang lebarnya 2 meter dilengkapi pintu pengatur ketinggian masuk ke *intake*.

2. *Intake*

Bendungan ini adalah saluran bercabang dua yang dilengkapi dengan bar screen (saringan kasar) dan fine screen (saringan halus) yang berfungsi untuk mencegah masuknya kotoran yang terbawa arus sungai.

3. *Raw Water Tank (RWT)*

Bangunan RWT (bak pengendap) berfungsi sebagai pengendapan lumpur, pasir, dan lain-lain yang bersifat sedimen. Untuk menghilangkan kekeruhan didalam air dengan cara mencampurkan dengan larutan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dan Na_2CO_3 (soda abu).

4. Filtrasi

Untuk menyingkirkan suspended solid material yang digunakan bermacam-macam : pasir, karbon aktif granular, karbon aktif serbuk, dan batu garnet. Biasanya digunakan pasir dan gravel, menimbang tipe lain cukup mahal. Untuk air domestik laboratorium, kantin, tempat ibadah, serta poliklinik dilakukan proses klorinasi yaitu mereaksikan air dengan klor untuk membunuh kuman. Klor yang digunakan biasanya berupa $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ berupa kaporit.

5. Demineralisasi

Air untuk umpan ketel dan proses harus murni dan bebas dari garam-garam terlarut. Dimana alat demineralisasi dibagi atas :

a. Penukar Kation

Berfungsi untuk mengikat logam-logam alkali dan mengurangi kesadahan air yang digunakan. Proses yang terjadi adalah pertukaran antara kation Ca, Mg, Mn yang larut dalam air dengan kation hidrogen dan resin.

b. Penukar Anion

Berfungsi untuk menukar anion negatif yang terdapat didalam air dengan anion hidroksida dari resin.

4.5.3 Kebutuhan Listrik

Perincian kebutuhan listrik diperkirakan sebagai berikut :

Tabel 4.16 Perincian kebutuhan listrik

No.	Pemakaian	Jumlah (hp)
1.	Unit Proses	28
2.	Unit Utilitas	6
3.	Ruang Kontrol dan Laboratorium	60
4.	Pengolahan Limbah	10
5.	Bengkel	80
6.	Penerangan Perkantoran	100
Jumlah Daya		284

$$\text{Kebutuhan listrik} = 284 \text{ hp} \times 0,7457 = 212 \text{ kW}$$

Faktor keamanan = 20%

Total kebutuhan listrik = $1,2 \times 212 \text{ kW} = 254 \text{ kW}$

Untuk pabrik ini digunakan 1 unit generator diesel AC 300 kW, 220-1240 Volt, 50 *Hertz*.

4.5.4 Kebutuhan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan untuk ketel uap dan pembangkit tenaga listrik (generator) adalah minyak solar, karena minyak solar efisien dan mempunyai nilai bakar yang tinggi. Sedangkan, untuk kebutuhan ketel uap digunakan bahan bakar *fuel oil*. Berikut ini spesifikasi antara solar dan fuel oil dapat dilihat pada tabel 4.17

Tabel 4.17 Spesifikasi bahan bakar solar dan *fuel oil*

Jenis Bahan Bakar	Density (kg/L)	Caloric Value (Btu/lb)	Specific Gravity
Solar	0,89	19860	0,82
<i>Fuel Oil</i>	0,81	18000	0,68

Sumber : (Perry, Robert H., 1997)

➤ Keperluan Bahan Bakar Generator

Nilai bahan bakar solar = 19860 Btu/lbm (Perry, Robert H., 1997)

Densitas bahan bakar solar = 0,8900 kg/L

Daya *output* generator = 300 kW

Daya generator yang dihasilkan = 300 kW x 3412,1416

= 1023642 Btu/jam

Jumlah bahan bakar = 1023642 Btu/jam / 19860 Btu lbm

× 2,204623

= 23 kg/jam

Kebutuhan solar = 23 kg/jam / 0,89 kg liter

= 26 liter/jam

➤ **Keperluan Bahan Bakar Ketel Uap I (BO-201)**

Uap yang dihasilkan kebutuhan ketel uap = 807,5429 kg/jam = 1780,3277
lbm/jam

Panas laten *saturated steam* (133,50°C) = 2724,7000 KJ/kg = 1171,4112

Btu/lbm

Panas yang dibutuhkan ketel uap = 1780,3277 lbm/jam x 1171,4112

Btu/lbm

= 2085496 Btu/jam

Efisiensi ketel uap = 85%

Panas yang harus disuplai ketel uap = 2085496 Btu/jam / 0,85

= 2453524 Btu/jam

Nilai bahan bakar *fuel oil* = 18000 Btu/lbm

Jumlah bahan bakar = 2453524 Btu/jam / 18000 Btu lbm
 $\times 2,204623$
 = 62 kg/jam

Kebutuhan *fuel oil* = 62 kg jam / 0,81 kg liter
 = 76 liter/jam

➤ **Keperluan Bahan Bakar Ketel Uap II (BO-202)**

Uap yang dihasilkan kebutuhan ketel uap = 7855,1149 kg/jam =
 17317,5670 lbm/jam

Panas laten *saturated steam* (262°C) = 2790,8000 KJ/kg = 1199,8291
 Btu/lbm

Panas yang dibutuhkan ketel uap = 17317,5670 lbm/jam x 1199,8291
 Btu/lbm

= 20778121 Btu/jam

Efisiensi ketel uap = 85%

Panas yang harus disuplai ketel uap = 20778121 Btu jam / 0,85
 = 24444849 Btu/jam

Nilai bahan bakar *fuel oil* = 18000 Btu/lbm

$$\begin{aligned} \text{Jumlah bahan bakar} &= 24444849 \text{ Btu jam} / 18000 \text{ Btu lbm} \\ &\times 2,204623 \\ &= 616 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan } \textit{fuel oil} &= 616 \text{ kg jam} / 0,81 \text{ kg liter} \\ &= 760 \text{ liter/jam} \end{aligned}$$

Maka, kebutuhan *fuel oil* total adalah

$$= \textit{fuel oil} \text{ untuk ketel uap I} + \textit{fuel oil} \text{ untuk ketel uap II}$$

$$= (76 + 760) \text{ liter/jam}$$

$$= 837 \text{ liter/jam}$$

4.5.5 Kebutuhan Nitrogen

Dalam pabrik pembuatan *fatty acid* ini, nitrogen digunakan sebagai material pelindung dari oksigen yang dapat menyebabkan oksidasi pada tangki penyimpanan bahan baku dan produk. Selain itu, nitrogen digunakan untuk sterilisasi pencucian alat proses pada *start up* dan *shutdown*. Kebutuhan nitrogen awal pada setiap alat proses adalah 50% dari volume tangki tersebut dan dilakukan sebanyak 2 kali dalam periode 1 tahun. Kebutuhan nitrogen pada pembuatan *fatty acid* dari CPO dapat dilihat pada tabel 4.18 berikut ini.

Tabel 4.18 Kebutuhan nitrogen pada pabrik

No.	Nama Alat	Kode Alat	Jumlah Nitrogen (m ³)
1.	Tangki bahan baku CPO	(T-102)	337
2.	Kolom <i>splitting</i>	(C-101)	19
3.	<i>Expansion vessel I</i>	(EV-101)	2,9
4.	<i>Expansion vessel II</i>	(EV-102)	3,9
5.	<i>Dryer</i>	(D-101)	293
6.	Tangki gliserol	(T-103)	695
7.	Tangki <i>fatty acid</i>	(T-104)	935
Jumlah			2286

Jumlah kebutuhan Nitrogen yang hilang = 10% per hari = 228,6m³.

Jadi, Nitrogen yang harus ditambahkan per tahun :

$$= 228,6 \text{ m}^3 \times 330 \text{ hari}$$

$$= 75447 \text{ m}^3$$

$$\text{Densitas gas Nitrogen pada } 15^\circ\text{C} = 0,9273 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Kebutuhan Nitrogen} = 75447 \text{ m}^3 \times 0,9273$$

$$\text{kg/m}^3$$

$$= 69962 \text{ kg}$$

4.5.6 Kebutuhan Udara Tekan

Fungsi dari udara tekan yaitu untuk keperluan alat instrumentasi dari kontrol. Udara tekan biasanya digunakan sebagai penggerak alat-alat kontrol yang

bekerja secara pneumatik P untuk udara tekan biasanya berkisar antara 5,5-7,2 bar. Standar perhitungan kebutuhan udara diambil dari PT. Indo Acidatama Tbk.

Konsumsi udara untuk 1 alat kontrol	= 1,6992 m ³ /jam
Jumlah alat kontrol	= 21 buah
<i>Over design</i>	= 10%
Sehingga, kebutuhan udara total	= 1,1 x 36 m ³ /jam
	= 39 m ³ /jam

4.5.7 Pengolahan Limbah

Limbah dari suatu pabrik harus diolah sebelum dibuang ke badan air atau atmosfer, karena limbah tersebut mengandung bermacam-macam zat yang dapat membahayakan alam sekitar maupun manusia itu sendiri. Demi kelestarian lingkungan hidup, maka setiap pabrik harus mengolah limbah tersebut. Maka pengolahan limbah pada pabrik ini akan dilakukan oleh pengolahan limbah terpadu pada kawasan industri tersebut.

Pada pabrik pembuatan *fatty acid* dari CPO ini dihasilkan limbah cair dan limbah padat terlarut dari proses industrinya. Sumber-sumber limbah cair-padat pada pembuatan *fatty acid* dari CPO ini meliputi :

- Limbah cair-padat hasil pencucian peralatan pabrik

Limbah ini diperkirakan mengandung kerak dan kotoran-kotoran yang melekat pada peralatan pabrik.

- Limbah domestik

Limbah ini mengandung bahan organik sisa pencernaan yang berasal dari kamar mandi di lokasi pabrik, serta limbah dari kantin berupa limbah padat dan cair.

- Limbah laboratorium

Limbah yang berasal dari laboratorium ini mengandung bahan-bahan kimia yang digunakan untuk menganalisa mutu bahan baku yang dipergunakan dan mutu produk yang dihasilkan, serta dipergunakan untuk penelitian dan pengembangan proses.

Adapun baku mutu limbah cair dapat dilihat pada tabel 4.19 berikut ini.

Tabel 4.19 Baku mutu limbah cair

No.	PARAMETER	SATUAN	GOLONGAN BAKU MUTU	
			I	II
FISIKA				
1.	Temperatur	°C	38	40
2.	Zat padat terlarut	mg/L	2000	4000
3.	Zat padat tersuspensi	mg/L	200	400
KIMIA				
1.	pH		6 sampai 9	6 sampai 9
2.	Besi terlarut (Fe)	mg/L	5	10
3.	Mangan terlarut (Mn)	mg/L	2	5
4.	Barium (Ba)	mg/L	2	3

5.	Tembaga (Cu)	mg/L	2	3
6.	Seng (Zn)	mg/L	5	10
7.	Krom heksavalen (Cr ⁶⁺)	mg/L	0.1	0.5
8.	Krom total (Cr)	mg/L	0.5	1
9.	Cadmium (Cd)	mg/L	0.05	0.1
10.	Raksa (Hg)	mg/L	0.002	0.005
11.	Timbal (Pb)	mg/L	0.1	1
12.	Stanum (St)	mg/L	2	3
13.	Arsen (As)	mg/L	0.1	0.5
14.	Selenium (Se)	mg/L	0.05	0.5
15.	Nikel (Ni)	mg/L	0.2	0.5
16.	Kobalt (Co)	mg/L	0.4	0.6
17.	Sianida (CN)	mg/L	0.05	0.5
18.	Sulfida (H ₂ S)	mg/L	0.05	0.1
19.	Fluorida (F)	mg/L	2	3
20.	Klorin bebas (Cl ₂)	mg/L	1	2
21.	Amonia bebas (NH ₃ -N)	mg/L	1	5
22.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/L	20	30
23.	Nitrit (NO ₂ -N)	mg/L	1	3
24.	BOD ₅	mg/L	50	150
25.	COD	mg/L	100	300
26.	Senyawa aktif biru metilen	mg/L	5	10
27.	Fenol	mg/L	0.5	1
28.	Minyak nabati	mg/L	5	10
29.	Minyak minera	mg/L	10	50

Sumber : KEP-51/MENLH/10/1995

Diperkirakan jumlah air buangan pabrik :

1. Pencucian peralatan pabrik diperkirakan = 100 liter/jam
2. Laboratorium diperkirakan = 30 liter/jam
3. Limbah domestik dan kantor

Kebutuhan air domestik untuk tiap orang/shift adalah 40 - 100 liter/hari (Metcalf and Eddy, 2003).

Jumlah karyawan = 116 orang

Jadi, jumlah limbah domestik dan kantor :

$$= 116 \times 100 \text{ liter/hari} \times (1 \text{ hari}/24 \text{ jam})$$

$$= 483 \text{ liter/jam}$$

Maka, jumlah air buangan pabrik = (100 + 30 + 483) liter/jam

$$= 613 \text{ liter/jam}$$

$$= 0,6 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Limbah pabrik ini akan diteruskan ke pengolahan limbah terpadu yang ada di kawasan industri ini, dimana perusahaan akan membayar pengolahan limbah per m^3 sebesar Rp 8.250,00,-.

4.5.8 Spesifikasi Peralatan Utilitas

4.5.8.1 Pompa I (P-201)

Fungsi	: Memompakan air industri dari kawasan industri menuju menara air (T-201)
Jenis	: Pompa Sentrifugal
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Jumlah	: 1 unit ON dan 1 unit cadangan
Daya motor	: 1 hp
Debit	: 16,7828 m ³
Motor	: 220 V AC, 3 fase, 2 Hz
Harga	: \$1.375

4.5.8.2 Menara Air (T-201)

Fungsi	: Menampung air untuk didistribusikan
Bentuk	: Silinder vertikal dengan alas dan tutup datar
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA-212, Grade B</i>
Jenis sambungan	: <i>Double welded butt joins</i>
Jumlah	: 1 unit dengan 2 tangki
Kapasitas	: 30,2090 m ³
Diameter tangki	: 3,0598 m
Tinggi tangki	: 3,8428 m

Tinggi total menara : 10,8248 m

Harga : \$33.233

4.5.8.3 Pompa II (P-202)

Fungsi : Memompakan air dari menara air (T-201) ke kebutuhan domestik

Jenis : Pompa Sentrifugal

Bahan konstruksi : *Commercial Steel*

Jumlah : 1 unit ON dan 1 unit cadangan

Daya motor : 1/7 hp

Debit : 0,8125 m³

Motor : 220 V AC, 3 fase, 2 Hz

Harga : \$1.375

4.5.8.4 Tangki Air Umpan *Deaerator* (T-202)

Fungsi : Tempat penampungan air sementara untuk dikirim menuju *deaerator* (D-201)

Bentuk : Silinder vertikal dengan alas dan tutup datar

Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA-212 Grade B*

Jenis sambungan : *Double welded butt joins*

Jumlah : 1 unit dengan 2 tangki

Kapasitas : 57,4930 m³

Diameter tangki : 3,5278 m

Tinggi total tangki : 5,2917 m

Harga : \$17.811

4.5.8.5 Pompa III (P-203)

Fungsi : Memompakan air dari tangki air umpan *deaerator* (T-202) menuju *deaerator* (D-201)

Jenis : Pompa Sentrifugal

Bahan konstruksi : *Commercial Steel*

Jumlah : 1 unit ON dan 1 unit cadangan

Daya motor : 1 hp

Debit : 15,89 m³

Motor : 220 V AC, 3 fase, 2 Hz

Harga : \$1.375

4.5.8.6 *Deaerator* (D-201)

Fungsi : Menghilangkan gas-gas yang terlarut dalam air

Bentuk : *Vacuum deaerator* berbentuk *vertical vessel* dengan tutup *ellipsoidal*

Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA-212 Grade B*

Jenis sambungan : *Double welded but joins*

Jumlah : 2 unit

Kapasitas : 2,0296 m³

Kondisi operasi	: Suhu 100°C ; Tekanan 0,8 atm
Silinder	: Diameter 1,5115 ; Tinggi 7,5575
Tutup	: Diameter 1,5115 ; Tinggi 1,5115
Harga	: \$21.029

4.5.8.7 Ketel Uap I (BO-201)

Fungsi	: Menyediakan <i>steam</i> untuk keperluan proses
Jenis	: <i>Water tube boiler</i>
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel</i>
Kapasitas	: 0,7933 kg/jam
Panjang <i>tube</i>	: 30 ft
Diameter <i>tube</i>	: 3 in
Jumlah <i>tube</i>	: 23 buah
Harga	: \$10.515

4.5.8.8 Ketel Uap II (BO-202)

Fungsi	: Menyediakan <i>steam</i> untuk keperluan proses <i>splitting</i>
Jenis	: <i>Water tube boiler</i>
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel</i>
Kapasitas	: 12,0611 kg/jam
Panjang <i>tube</i>	: 30 ft
Diameter <i>tube</i>	: 3 in
Jumlah <i>tube</i>	: 226 buah

Harga : \$10.514

4.5.8.9 Pompa IV (P-204)

Fungsi : Memompakan air dari deaerator
(D-201) II menuju tangki
bahan baku proses (T-101)

Jenis : Pompa Sentrifugal

Bahan konstruksi : *Commercial Steel*

Jumlah : 1 unit ON dan 1 unit cadangan

Daya motor : 1/4 hp

Debit : 3,4181 m³

Motor : 220 V AC, 3 fase, 2 Hz

Harga : \$1.375

4.5.8.10 Tangki Bahan Bakar Solar (T-203)

Fungsi : Menyimpan bahan bakar solar

Bentuk : Silinder tegak dengan alas dan tutup
datar

Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA-53 Grade B*

Jumlah : 1 unit

Kapasitas : 7,6 m³

Silinder : - Diameter = 1,5 m
- Tinggi = 3 m
Tebal = 0,2 in

Harga : \$60.401

4.5.8.11 Pompa V (P-205)

Fungsi	: Memompakan bahan bakar solar menuju generator
Jenis	: Pompa Sentrifugal
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Jumlah	: 1 unit ON dan 1 unit cadangan
Daya motor	: 0,002 hp
Debit	: 0,026 m ³
Motor	: 220 V AC, 3 fase, 2 Hz
Harga	: \$1.375

4.5.8.12 Tangki Bahan Bakar *Fuel Oil* (T-204)

Fungsi	: Menyimpan bahan bakar <i>fuel oil</i>
Bentuk	: Silinder tegak dengan alas dan tutup datar
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA-53 Grade B</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 241 m ³
Silinder	: - Diameter = 4,7 m - Tinggi = 9,3 m Tebal = 0,26 in
Harga	: \$179.845

4.5.8.13 Pompa VI (P-206)

Fungsi	: Memompakan bahan bakar <i>fuel oil</i>
--------	--

	menuju ketel uap I
Jenis	: Pompa Sentrifugal
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Jumlah	: 1 unit ON dan 1 cadangan
Daya motor	: 0,005 hp
Debit	: 0,076 m ³
Motor	: 220 V AC, 3 fase, 2 Hz
Harga	: \$1.375

4.5.8.14 Pompa VII (P-207)

Fungsi	: Memompakan bahan bakar <i>fuel oil</i> menuju ketel uap II
Jenis	: Pompa Sentrifugal
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Jumlah	: 1 unit ON dan 1 unit cadangan
Daya motor	: 0,05 hp
Debit	: 0,76 m ³
Motor	: 220 V AC, 3 fase, 2 Hz
Harga	: \$1.375

4.5.8.15 Kompresor (P-208)

Fungsi	: Mengompres udara menjadi udara tekan
Jenis	: <i>Single Stage Reciprocating Compressor</i>

Jumlah	: 1 unit ON dan 1 unit cadangan
Daya	: 3,2 hp
Harga	: \$48.671

4.6 Organisasi dan Manajemen Perusahaan

Masalah organisasi merupakan hal penting dalam perusahaan, dimana menyangkut efektivitas dalam peningkatan kemampuan perusahaan untuk memproduksi dan mendistribusikan produk yang dihasilkan. Setiap organisasi perusahaan didirikan dengan tujuan untuk mempersatukan arah dan kepentingan semua unsur yang berkaitan dengan kepentingan perusahaan. Tujuan yang ingin dicapai adalah sebuah kondisi yang lebih baik dari sebelumnya.

Faktor yang berpengaruh terhadap tercapainya tujuan yang diinginkan adalah kemampuan manajemen dan sifat-sifat dari tujuan itu sendiri. Dalam upaya peningkatan efektivitas dan kinerja perusahaan, maka pengaturan manajemen harus menjadi hal yang mutlak. Tanpa manajemen yang efektif dan efisien tidak akan ada usaha yang berhasil cukup lama. Dengan adanya manajemen yang teratur baik dari kinerja sumber daya manusia maupun terhadap fasilitas yang ada secara otomatis organisasi akan berkembang.

4.6.1 Organisasi Perusahaan

Kata organisasi berasal dari bahasa Latin yaitu "*organum*" yang berarti alat, anggota badan. Menurut Stoner (Ahira, Anne., 2012), "Organisasi adalah suatu pola hubungan orang-orang yang ada di bawah pengarahan atasan untuk

mengejar tujuan bersama”, sedangkan menurut James D. Mooney “Organisasi adalah bentuk setiap perserikatan manusia untuk mencapai tujuan bersama”.

Jadi, dalam sebuah organisasi terdapat beberapa pola hubungan antar individu yang memiliki tanggung jawab masing-masing untuk mewujudkan tujuan organisasi. Adapun syarat-syarat yang harus terpenuhi dalam sebuah organisasi sebagai berikut (Ahira, 2012):

- Adanya struktur atau jenjang jabatan, kedudukan yang memungkinkan semua individu dalam organisasi memiliki perbedaan posisi yang jelas, seperti pemimpin, staf pimpinan, dan karyawan.
- Adanya pembagian kerja. Artinya setiap individu dalam institusi, baik yang sifatnya komersial maupun sosial, memiliki satu bidang pekerjaan yang menjadi tanggung jawabnya.

Dalam organisasi juga memiliki beberapa unsur diantaranya adalah (Benedict, 2013) :

- Sebagai wadah atau tempat untuk bekerja sama, artinya organisasi merupakan suatu wadah dimana orang-orang dapat bersama untuk mencapai suatu tujuan yang telah ditetapkan. Wadah yang berfungsi untuk menampung keinginan kerja sama beberapa orang untuk mencapai tujuan tertentu.

- Proses kerja sama sedikitnya antar dua orang, artinya suatu organisasi, selain merupakan tempat kerja sama juga merupakan proses kerja sama sedikitnya antar dua orang.
- Jelas tugas kedudukannya masing-masing. Artinya dengan adanya organisasi maka tugas dan kedudukan masing-masing orang atau pihak hubungan satu dengan yang lain akan dapat lebih jelas.
- Adanya tujuan tertentu. Artinya pentingnya kemampuan mengorganisasi bagi seorang manajer. Suatu perencanaan yang kurang baik tetapi organisasinya baik akan cenderung lebih baik hasilnya dari pada perencanaan yang baik tetapi organisasi tidak baik.

Menurut pola hubungan kerja, serta lalu lintas wewenang dan tanggung jawab, maka bentuk-bentuk organisasi itu dapat dibedakan atas beberapa jenis yaitu:

1. Bentuk organisasi garis/Lini
2. Bentuk organisasi fungsional
3. Bentuk organisasi garis dan staf
4. Bentuk organisasi fungsional dan staf

4.6.2 Bentuk Organisasi Garis

Bentuk ini merupakan bentuk organisasi paling tua dan paling sederhana. Bentuk organisasi diciptakan oleh Henry Fayol. Biasa juga disebut dengan organisasi militer dimana cirinya yaitu struktur organisasi ini masih kecil, jumlah

karyawan yang sedikit, saling kenal, dan spesialisasi kerja yang belum begitu rumit dan tinggi.

Kelebihan bentuk organisasi garis yaitu :

- Kesatuan komando terjamin dengan baik, karena pimpinan berada di atas satu tangan.
- Proses pengambilan keputusan berjalan dengan cepat karena jumlah orang yang diajak berdiskusi masih sedikit dan tidak terlalu sukar mencapai kesepakatan tentang cara terbaik.
- Rasa solidaritas diantara para karyawan umumnya tinggi karena saling mengenal dan produktivitas kerja pun tinggi.

Kekurangan bentuk organisasi garis yaitu :

- Pendiri organisasi adalah pemilik, sehingga tidak mudah membedakan tujuan pribadi pemilik organisasi dengan tujuan organisasi secara keseluruhan.
- Gaya kepemimpinan yang paternalistik dan sangat dominan.
- Kecenderungan pimpinan bertindak secara otoriter.
- Karyawan tidak mempunyai kesempatan untuk berkembang dan tingkat kejenuhan dikalangan karyawan relatif tinggi.

Dari kelebihan dan kekurangan organisasi garis di atas, dapat disimpulkan bahwa organisasi ini cukup cocok diterapkan pada organisasi kecil.

4.6.3 Bentuk Organisasi Fungsional

Bentuk ini merupakan bentuk dari sebagian atau segelintir pimpinan tidak mempunyai bawahan yang jelas karena setiap pimpinan berwenang memberikan komando pada bawahannya. Bentuk ini dikembangkan oleh FW Taylor.

Kelebihan bentuk organisasi fungsional yaitu :

- Koordinasi dalam lingkungan satu satuan kerja relatif mudah dilakukan karena jenis kegiatan dan jumlah orang yang dikoordinasikan tidak banyak.
- Pembagian tugas-tugas jelas.
- Spesialisasi karyawan dapat dikembangkan dan digunakan semaksimal mungkin.
- Digunakan tenaga-tenaga ahli dalam berbagai bidang sesuai dengan fungsi-fungsinya.

Kekurangan bentuk organisasi fungsional yaitu :

- Tingkat spesialisasi yang tinggi cenderung mengakibatkan para anggota organisasi memiliki wawasan sempit.
- Karena adanya spesialisasi, sukar mengadakan penukaran atau pengalihan tanggung jawab kepada fungsinya.
- Sukar menciptakan kriteria objektif tentang prestasi kerja seseorang karena banyak kegiatan fungsional yang hasilnya sangat sukar diukur.

4.6.4 Bentuk Organisasi Garis dan Staf

Bentuk ini umumnya dianut oleh organisasi besar, daerah kerja yang luas, mempunyai bidang tugas yang beraneka dan rumit serta jumlah karyawan yang banyak. Bentuk ini diciptakan oleh Harrington Emerson.

Kelebihan bentuk organisasi garis dan staf yaitu :

- Terdapat pembagian tugas yang jelas.
- Pengambilan keputusan yang sehat lebih mudah diambil, karena adanya staf ahli.
- Relatif mudah meningkatkan disiplin kerja.

Kekurangan dari bentuk organisasi garis dan staf yaitu :

- Karyawan tidak saling mengenal, solidaritas sukar diharapkan.
- Karena rumit dan kompleksnya susunan organisasi, koordinasi kadang-kadang sukar diharapkan.
- Sering timbul kesukaran dalam memperoleh tenaga kerja yang benar-benar memenuhi persyaratan kualitatif.

4.6.5 Bentuk Organisasi Fungsional dan Staf

Bentuk ini merupakan kombinasi dari bentuk organisasi fungsional dan bentuk organisasi garis dan staff. Adapun kelebihan dan kekurangan dari bentuk organisasi ini adalah juga merupakan kombinasi dari bentuk diatas.

Dari uraian di atas, dapat diketahui kelebihan dan kekurangan dari beberapa bentuk organisasi. Setelah mempertimbangkan kelebihan dan kekurangannya, maka pada Pra Rancangan Pabrik *Fatty Acid* dari bahan baku CPO menggunakan bentuk organisasi garis dan staf, dimana wewenang dari puncak pimpinan dilimpahkan kepada satuan-satuan organisasi di bawahnya dalam bidang pekerjaan tertentu. Pimpinan tiap bidang kerja atau tiap departemen berhak menerima (memberi tanggung jawab atau tugas) kepada semua pelaksana yang ada sepanjang menyangkut bidang kerja atau departemennya dan tiap tiap satuan pelaksana ke bawahan memiliki wewenang dalam semua bidang kerja. Pimpinan tertinggi dibantu oleh biro personalia dan satuan pengawasan *intern*.

4.6.6 Manajemen Perusahaan

Menurut George R. Terry, manajemen di perusahaan adalah suatu proses yang berbeda terdiri dari perencanaan (*planning*), penyusunan (*organizing*), pengarahannya (*actuating*), dan pengendalian (*controlling*) dimana dilakukan untuk mencapai tujuan utama perusahaan dengan melibatkan manusia dan sumber daya lainnya. Organisasi atau badan usaha umumnya memiliki sedikitnya 3 jenjang (tingkatan) manajemen yaitu manajemen pelaksana, manajemen menengah, dan manajemen puncak (<http://www.apapengertianahli.com>, 2014).

- **Manajemen Puncak (*Top Management*)**

Manajemen puncak adalah jenjang (hirarki) manajemen tertinggi. Jenjang (hirarki) manajemen tertinggi atau puncak biasanya terdiri atas dewan direksi (*board direction*) dan direktur utama. Dewan

direksi memiliki tugas memutuskan hal-hal yang bersifat sangat penting untuk bertahannya perusahaan. Manajemen puncak (*top management*) bertugas menetapkan kebijaksanaan operasional dan membimbing interaksi antara organisasi dengan lingkungan.

- **Manajemen Menengah (*Middle Management*)**

Manajemen menengah biasanya memimpin suatu divisi atau departemen. Manajemen menengah bertugas dalam mengembangkan rencana-rencana operasi (*operation plan*) dan menjalankan tugas tugas yang telah ditetapkan manajemen puncak (*top management*). Manajemen menengah bertanggung jawab kepada manajemen puncak.

- **Manajemen Pelaksana (*Supervisory Management*)**

Pengertian manajemen pelaksana adalah hirarki manajemen yang memiliki tugas dalam menjalankan rencana-rencana yang dibuat oleh manajemen menengah. Manajemen pelaksana atau *supervisory management* juga bertugas dalam melaksanakan pengawasan terhadap para pekerja dan memiliki tanggung jawab pada manajemen menengah (*middle management*).

Ada beberapa fungsi manajemen yang meliputi :

- Perencanaan (*Planning*)
- Pengorganisasian (*Organizing*)

- Penyiapan Tenaga (*Staffing*)
- Pengarahan (*Directing*)
- Permintaan Laporan (*Reporting*)
- Pengendalian (*Controlling*)
- Penyempurnaan/Peningkatan (*Improvement*)

Dengan demikian, pengertian manajemen itu meliputi semua tugas dan fungsi yang mempunyai hubungan yang erat dengan permulaan dari pembelanjaan perusahaan (*financing*).

4.6.7 Bentuk Hukum Badan Usaha

Dalam mendirikan suatu perusahaan yang dapat mencapai tujuan dari perusahaan itu secara terus-menerus, maka harus dipilih bentuk perusahaan apa yang harus didirikan agar tujuan itu tercapai. Bentuk-bentuk badan usaha yang ada dalam praktek di Indonesia, antara lain (Sutarto, 2002):

- Perusahaan Perorangan
- Persekutuan dengan firma
- Persekutuan Komanditer
- Perseroan Terbatas
- Koperasi
- Perusahaan Negara
- Perusahaan Daerah

Bentuk badan usaha dalam Pra Rancangan Pabrik Pembuatan *Fatty Acid* dengan produk samping gliserol dari CPO direncanakan adalah perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas adalah badan hukum yang didirikan berdasarkan perjanjian, melakukan kegiatan usaha dengan modal dasar yang seluruhnya terbagi dalam saham, dan memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam UU No.1 Tahun 1995 tentang Perseroan Terbatas (UUPT) serta peraturan pelaksanaannya. Dasar-dasar pertimbangan pemilihan bentuk perusahaan Perseroan Terbatas adalah sebagai berikut :

- Kontinuitas perusahaan sebagai badan hukum lebih terjamin, sebab tidak tergantung pada pemegang saham, dimana pemegang saham dapat berganti-ganti.
- Dari segi hukum, kekayaan perusahaan jelas terpisah dari kekayaan pribadi pemegang saham.
- Mudah memindahkan hak pemilik dengan menjual sahamnya kepada orang lain.
- Mudah mendapatkan modal, yaitu dari bank maupun dengan menjual saham kepada masyarakat lingkungan bisnis.
- Tanggung jawab yang terbatas dari pemegang saham terhadap hutang perusahaan.
- Penempatan pemimpin atas kemampuan pelaksanaan tugas.

Syarat-syarat pendirian Perseroan Terbatas adalah :

- Didirikan oleh dua orang atau lebih, yang dimaksud dengan “orang” adalah orang perseorangan atau badan hukum.
- Didirikan dengan akta otentik, yaitu di hadapan notaris.
- Modal dasar perseroan, yaitu paling sedikit Rp 20.000.000,- (dua puluh juta rupiah) atau 25% dari modal dasar, tergantung mana yang lebih besar dan harus telah ditempatkan dan telah disetor.

Prosedur pendirian Perseroan Terbatas adalah :

1. Pembuatan akta pendirian di hadapan notaris
2. Pengesahan oleh Menteri Kehakiman
3. Pendaftaran Perseroan
4. Pengumuman dalam tambahan berita negara

4.6.8 Uraian Tugas, Wewenang dan Tanggung Jawab

4.6.8.1 Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS)

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Pemegang kekuasaan tertinggi pada struktur organisasi garis dan staf adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) yang dilakukan minimal satu kali dalam setahun. Bila ada sesuatu hal, RUPS dapat dilakukan secara mendadak sesuai dengan jumlah forum. RUPS dihadiri oleh pemilik saham, Dewan Komisaris dan Direktur.

Hak dan wewenang RUPS (Sutarto, 2002) :

- Meminta pertanggung jawaban Dewan Komisaris dan Direktur lewat suatu sidang.
- Dengan musyawarah dapat mengganti Dewan Komisaris dan Direktur serta mengesahkan anggota pemegang saham bila mengundurkan diri.
- Menetapkan besar laba tahunan yang diperoleh untuk dibagikan, dicadangkan, atau ditanamkan kembali (Manulang, 1982).

4.6.8.2 Dewan Komisaris

Dewan Komisaris dipilih dalam RUPS untuk mewakili para pemegang saham dalam mengawasi jalannya perusahaan. Dewan Komisaris merupakan pelaksana dari pemilik saham bertanggung jawab kepada RUPS. Tugas-tugas Dewan Komisaris adalah :

- Menentukan garis besar kebijaksanaan perusahaan.
- Mengadakan rapat tahunan para pemegang saham.
- Meminta laporan pertanggungjawaban Direktur secara berkala.
- Melaksanakan pembinaan dan pengawasan terhadap seluruh kegiatan dan pelaksanaan tugas Direktur.

4.6.8.3 Dewan Direksi (Direktur)

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

diangkat dan bertanggung jawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Adapun tugas-tugas Direktur adalah :

- Memimpin dan membina perusahaan secara efektif dan efisien serta menyusun dan melaksanakan kebijaksanaan umum pabrik sesuai dengan kebijaksanaan RUPS.
- Membina dan mengadakan kerja sama dengan pihak luar demi kepentingan perusahaan.
- Mewakili perusahaan dalam mengadakan hubungan maupun perjanjian-perjanjian dengan pihak ketiga.
- Mengkoordinir pelaksanaan tugas setiap personalia yang bekerja pada perusahaan.

Dalam melaksanakan tugasnya, Direktur dibantu oleh Staff Ahli, Manajer Produksi, Manajer Teknik, Manajer Umum dan Keuangan, Manajer Pembelian dan Pemasaran.

4.6.8.4 Staff Ahli

Staff ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu Direktur dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknis maupun administrasi. Staff ahli bertanggung jawab kepada Direktur sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing. Adapun tugas dan wewenang Staff Ahli adalah :

- Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
- Mengadakan evaluasi teknik dan ekonomi perusahaan.
- Memberikan saran dalam bidang hukum.

4.6.8.5 Sekretaris

Sekretaris diangkat oleh Direktur untuk menangani masalah surat-menyurat untuk pihak perusahaan, menangani kearsipan dan pekerjaan lainnya untuk membantu Direktur dalam menangani administrasi perusahaan.

4.6.8.6 Manajer Produksi

Manajer Produksi bertanggung jawab langsung kepada Direktur. Tugasnya mengkoordinir segala kegiatan yang berhubungan dengan masalah proses baik di bagian produksi maupun utilitas. Dalam menjalankan tugasnya Manajer Produksi dibantu oleh tiga kepala seksi, yaitu Kepala Seksi Proses, Kepala Seksi Laboratorium R&D (Penelitian dan Pengembangan) dan Kepala Seksi Utilitas.

4.6.8.7 Manajer Teknik

Manajer Teknik bertanggung jawab langsung kepada Direktur. Tugasnya mengkoordinir segala kegiatan yang berhubungan dengan masalah teknik baik di lapangan maupun di kantor. Dalam menjalankan tugasnya Manajer Teknik dibantu oleh tiga kepala seksi, yaitu Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi dan Kepala Seksi Pemeliharaan Pabrik (Mesin).

4.6.8.8 Manajer Umum dan Keuangan

Manajer Umum dan Keuangan bertanggung jawab langsung kepada Direktur dalam mengawasi dan mengatur keuangan, administrasi, personalia dan humas. Dalam menjalankan tugasnya Manajer Umum dan Keuangan dibantu oleh lima kepala seksi, yaitu Kepala Seksi Keuangan, Kepala Seksi Administrasi, Kepala Seksi Personalia, Kepala Seksi Humas dan Kepala Seksi Keamanan.

4.6.8.9 Manajer Pembelian dan Pemasaran

Manajer Pembelian dan Pemasaran bertanggung jawab langsung kepada Direktur. Tugasnya mengkoordinir segala kegiatan yang berhubungan dengan pembelian bahan baku dan pemasaran produk. Manajer ini dibantu oleh tiga kepala seksi, yaitu Kepala Seksi Pembelian, Kepala Seksi Penjualan serta Kepala Seksi Gudang/Logistik.

4.6.9 Sistem Kerja

Pabrik pembuatan *fatty acid* dengan produk samping gliserol dari CPO ini direncanakan beroperasi 330 hari per tahun secara kontinu 24 jam sehari. Berdasarkan pengaturan jam kerja, karyawan dapat digolongkan menjadi tiga bagian yaitu :

1. Karyawan *non-shift*, yaitu karyawan yang tidak berhubungan langsung dengan proses produksi atau untuk karyawan kantoran (*office*), misalnya bagian administrasi, bagian gudang, dan lain-lain. Jam kerja karyawan *non-shift* ditetapkan sesuai Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi

Republik Indonesia Nomor : Kep.234/Men/2003 Pasal 2 ayat 1 (b) yaitu 8 jam satu hari dan 40 jam satu minggu untuk waktu kerja 5 hari dalam 1 minggu. Dan jam kerja selebihnya dianggap lembur. Perhitungan upah kerja lembur menggunakan acuan 1/173 dari upah sebulan (Pasal 9 dan 10 Kep.234/Men/2003) dimana untuk jam kerja lembur pertama dibayar sebesar 1,5 kali upah sejam dan untuk jam lembur berikutnya dibayar 2 kali upah sejam. Perincian jam kerja *non-shift* adalah :

Senin - Jum'at :

- Pukul 08.00 - 12.00 WIB → Waktu kerja
- Pukul 12.00 - 13.00 WIB → Waktu istirahat
- Pukul 13.00 - 17.00 WIB → Waktu kerja

Sabtu dan Minggu : Libur kerja

2. Karyawan *shift*, yaitu untuk pekerjaan langsung berhubungan dengan proses produksi yang membutuhkan pengawasan terus menerus selama 24 jam, misalnya bagian produksi, mekanik, laboratorium, elektrik (*genset*), dan instrumentasi. Para karyawan diberi pekerjaan bergilir (*shift work*). Biasanya dalam sehari dibagi menjadi tiga *shift* masing-masing selama 8 jam (Muchinsky, 1997). Adapun pembagian *shift* sebagai berikut :

- *Shift 1* (pagi) : 07.00 - 15.00 WIB
- *Shift 2* (sore) : 15.00 - 23.00 WIB

- *Shift 3* (malam) : 23.00 - 07.00 WIB

Jam kerja bergiliran berlaku bagi karyawan. Waktu kerjanya yaitu 5 hari kerja dan 2 hari libur. Untuk memenuhi kebutuhan pabrik, setiap karyawan *shift* dibagi menjadi empat grup dimana tiga grup kerja dan satu regu istirahat (libur). Setiap *shift* berjumlah 15 orang yang termasuk 3 orang *leader shift*. Pada hari Minggu dan libur nasional karyawan *shift* tetap bekerja. Adapun jadwal kerja karyawan *shift* pada pabrik pembuatan *fatty acid* dari CPO dapat dilihat pada tabel 4.20 berikut.

Tabel 4.20 Susunan jadwal kerja karyawan *shift*

September	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Grup	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu
A	3	-	-	2	2	2	2	2	-	1
B	2	2	2	-	1	1	1	1	1	-
C	1	1	1	1	-	-	3	3	3	3
D	-	3	3	3	3	3	-	-	2	2

September	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Grup	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
A	1	1	1	1	-	-	3	3	3	3
B	-	3	3	3	3	3	-	-	2	2
C	3	-	-	2	2	2	2	2	-	1
D	2	2	2	-	1	1	1	1	1	-

September	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Grup	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu
A	3	-	-	2	2	2	2	2	-	1	1
B	2	2	2	-	1	1	1	1	1	-	-
C	1	1	1	1	-	-	3	3	3	3	3
D	-	3	3	3	3	3	-	-	2	2	2

Keterangan :

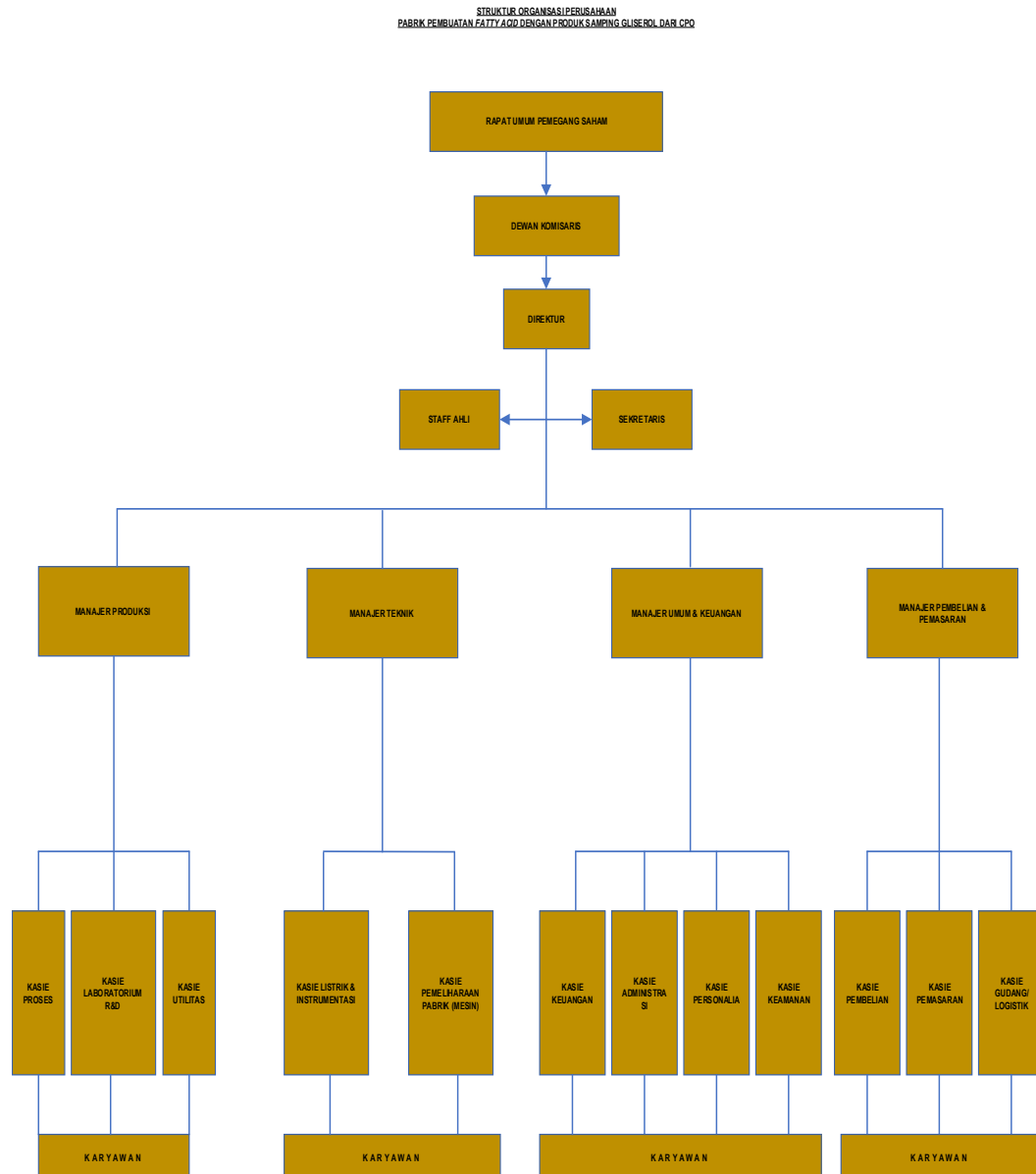
1. Urutan Putaran Shift

Shift 3 → Shift 2 → Shift 1 (3-2-1), pergeseran shift menuju dan setelah shift 3 ada perlakuan khusus. Setelah shift 3 karyawan mendapat libur lebih banyak (2 hari) sebelum memasuki jadwal shift 1. Dua hari sebelum libur sebelum shift 3, aktual libur adalah 1 hari. Satu harinya lagi merupakan hari pertengahan, tapi karyawan harus mulai masuk pada malam harinya (Pk. 23.00).

2. Jam kerja tersebut dapat berubah dari waktu ke waktu sesuai dengan kepentingan operasional perusahaan yang tentunya dengan mengindahkan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

3. Karyawan borongan, jika diperlukan maka perusahaan dapat menambah jumlah karyawan yang dikerjakan secara borongan selama kurun jangka waktu tertentu yang ditentukan menurut kebijaksanaan perusahaan.

Berikut ini merupakan bagan struktur organisasi perusahaan pabrik pembuatan *fatty acid* dengan produk samping gliserol dari CPO, dapat dilihat pada gambar 4.6 dibawah ini.



Gambar 4.6 Bagan struktur organisasi perusahaan pabrik pembuatan *fatty acid* dengan produk samping gliserol dari CPO

4.6.10 Jumlah Tenaga Kerja yang Dibutuhkan dan Kualifikasinya

Dalam melaksanakan kegiatan perusahaan/pabrik, dibutuhkan susunan tenaga kerja seperti pada struktur organisasi. Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dapat dilihat pada tabel 4.21 berikut.

Tabel 4.21 Jumlah tenaga kerja dan kualifikasinya

Jabatan	Pendidikan	Jumlah
Dewan Komisaris	Hukum/Teknik Kimia/Teknik Industri (S2)	2
Direktur	Teknik Kimia/Teknik Industri (S2)	1
Staff Ahli	Hukum/Teknik Kimia/Teknik Industri (S1)	1
Sekretaris	Akuntansi (S1)/Kesekretariatan (D3)	1
Manajer Produksi	Teknik Kimia (S1)	1
Manajer Teknik	Teknik Kimia/Teknik Industri (S1)	1
Manajer Umum dan Keuangan	Ekonomi/Manajemen (S1)	1
Manajer Pembelian dan Pemasaran	Ekonomi/Manajemen (S1)	1
Kepala Seksi Proses	Teknik Kimia (S1)	1
Kepala Seksi Laboratorium R&D	Teknik Kimia/MIPA Kimia (S1)	1
Kepala Seksi Utilitas	Teknik Kimia (S1)	1
Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi	Teknik Elektro (S1)/ Teknik Instrumentasi Pabrik (D4)	1
Kepala Seksi Pembeliharaan	Teknik Mesin (S1)	1
Kepala Seksi Keuangan	Ekonomi (S1)	1
Kepala Seksi Administrasi	Manajemen/Akuntansi (S1)	1
Kepala Seksi Personalia	Ilmu Komunikasi/Psikologi (S1)	1
Kepala Seksi Keamanan	Pensiunan ABRI	1
Kepala Seksi Pembelian	Teknik Industri (S1)	1
Kepala Seksi Penjualan/Pemasaran	Ekonomi/MIPA Kimia (S1)	1
Kepala Seksi Gudang/Logistik	Ekonomi/Teknik Industri (S1)	1

<u>Karyawan :</u>		
Karyawan Proses	Teknik Kimia (S1)/Teknik Mesin (D3)	16
Karyawan Utilitas	Teknik Kimia (S1)/Politeknik (D3)	16
Karyawan Listrik & Instrumentasi Pabrik	Teknik Instrumentasi Pabrik (D4)	12
Karyawan Pemeliharaan Pabrik	Teknik Mesin (S1)/Politeknik Mesin (D3)	4
Karyawan Bagian Keuangan	Manajemen/Akuntansi (S1)	4
Karyawan Bagian Administrasi	Ilmu Komputer (D1)	3
Karyawan Bagian Personalia	Manajemen/Akuntansi (S1)/Ilmu Komunikasi (D3)	3
Karyawan Pembelian	Manajemen Pemasaran (D3)	4
Karyawan Penjualan/Pemasaran	Manajemen Pemasaran (D3)	3
Karyawan Gudang/Logistik	SLTP/STM/SMU/D1	3
Petugas Keamanan	SLTP/STM/SMU/D1	12
Dokter	Profesi Kedokteran (S1)	1
Perawat	Akademi Perawat (D3)	4
Petugas Kebersihan	SLTP/SMU	6
Supir	SMU/STM	4
Jumlah		116

4.6.11 Sistem Penggajian

Penggajian tenaga kerja didasarkan kepada jabatan, tingkat pendidikan, pengalaman kerja, keahlian, dan resiko kerja. Sistem gaji pegawai dibagi menjadi 3 golongan yaitu :

- Gaji Bulanan

Gaji ini diberikan kepada pegawai tetap dan besaran gaji sesuai dengan peraturan perusahaan.

- Gaji Harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap/buruh harian.

- Gaji Lemburan

Gaji ini diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja (*overtime*) yang telah ditetapkan dan besarnya sesuai dengan peraturan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor : Kep.234/Men/2003 Pasal 9 dan 10.

Adapun perincian gaji tenaga kerja pada pabrik pembuatan *fatty acid* dari CPO ini dapat dilihat pada tabel 4.22 berikut ini.

Tabel 4.22 Perincian gaji tenaga kerja

Jabatan	Jumlah	Gaji/bulan (Rp)	Jumlah Gaji/bulan (Rp)
Dewan Komisaris	2	30.000.000,00	60.000.000,00
Direktur	1	35.000.000,00	35.000.000,00
Staff Ahli	1	7.000.000,00	7.000.000,00
Sekretaris	1	7.000.000,00	7.000.000,00
Manajer Produksi	1	20.000.000,00	20.000.000,00
Manajer Teknik	1	20.000.000,00	20.000.000,00
Manajer Umum dan Keuangan	1	20.000.000,00	20.000.000,00
Manajer Pembelian dan Pemasaran	1	20.000.000,00	20.000.000,00
Kepala Seksi Proses	1	10.000.000,00	10.000.000,00
Kepala Seksi Laboratorium R&D	1	10.000.000,00	10.000.000,00
Kepala Seksi Utilitas	1	10.000.000,00	10.000.000,00
Kepala Seksi Listrik & Instrumentasi	1	10.000.000,00	10.000.000,00

Kepala Seksi Pembeliharaan	1	10.000.000,00	10.000.000,00
Kepala Seksi Keuangan	1	10.000.000,00	10.000.000,00
Kepala Seksi Administrasi	1	10.000.000,00	10.000.000,00
Kepala Seksi Personalia	1	10.000.000,00	10.000.000,00
Kepala Seksi Keamanan	1	10.000.000,00	10.000.000,00
Kepala Seksi Pembelian	1	10.000.000,00	10.000.000,00
Kepala Seksi Penjualan/Pemasaran	1	10.000.000,00	10.000.000,00
Kepala Seksi Gudang/Logistik	1	10.000.000,00	10.000.000,00
<u>Karyawan :</u>			
Karyawan Proses	16	7.000.000	112.000.000
Karyawan Utilitas	16	7.000.000	112.000.000
Karyawan Listrik & Instrumentasi Pabrik	12	7.000.000	84.000.000
Karyawan Pemeliharaan Pabrik	4	7.000.000	28.000.000
Karyawan Bagian Keuangan	4	7.000.000	28.000.000
Karyawan Bagian Administrasi	3	7.000.000	21.000.000
Karyawan Bagian Personalia	3	7.000.000	21.000.000
Karyawan Pembelian	4	7.000.000	28.000.000
Karyawan Penjualan/Pemasaran	3	7.000.000	21.000.000
Karyawan Gudang/Logistik	3	7.000.000	21.000.000
Petugas Keamanan	12	7.000.000	84.000.000
Dokter	1	8.000.000	8.000.000
Perawat	4	5.000.000	20.000.000
Petugas Kebersihan	6	3.000.000	18.000.000
Supir	4	3.000.000	12.000.000
Jumlah	116		927.000.000

4.6.12 Tata Tertib

Setiap pekerja diwajibkan :

1. Melaksanakan semua tugas yang diterima dan menggunakan wewenang yang diberikan sesuai dengan Peraturan Perusahaan ini dan ketentuan hukum yang berlaku, senantiasa memperhatikan kepentingan perusahaan atau atasannya.
2. Mematuhi ketentuan jam kerja penuh.
3. Mengerjakan sendiri semua tugas dan tanggung jawab yang dibebankan kepadanya dan tidak diperkenankan mengalihkan kepada orang lain, kecuali atas perintah atau persetujuan atasannya.
4. Senantiasa menjaga dan memelihara dengan baik semua barang milik perusahaan yang dipercayakan kepadanya, dan segera melaporkan kepada atasannya apabila terjadi kerusakan atau kehilangan.
5. Setiap saat bersikap sopan dan mampu bekerja sama dengan atasan maupun pekerja lainnya.
6. Setiap hari memeriksa dan mengatur semua perlengkapan kerja di tempat masing-masing, baik sebelum memulai maupun pada saat mengakhiri pekerjaan.
7. Mengenakan Kartu Tanda Pengenal pada baju bagian atas yang mudah terlihat selama jam kerja dan pada waktu melaksanakan tugas.
8. Menjaga kebersihan lingkungan kerja.
9. Memakai atau menggunakan alat-alat keselamatan/perlengkapan kerja bagi pekerja yang diharuskan.

10. Mencegah kemungkinan timbulnya bahaya yang dapat merugikan orang lain maupun investasi perusahaan.
11. Melaporkan segera kepada atasan atau yang berwenang atas terjadinya kecelakaan/gangguan keamanan di lingkungan kerja.
12. Selalu menggunakan prinsip SWA (*Stop Work Authorized*) dimana yang bukan pada keahliannya tidak diperkenankan untuk melakukan hal-hal yang dapat membahayakan jiwa karyawan maupun masyarakat sekitar.

4.6.13 BPJS Ketenagakerjaan dan Fasilitas Tenaga Kerja

BPJS (Badan Penyelenggara Jaminan Sosial) Ketenagakerjaan merupakan suatu perlindungan dasar untuk memenuhi kebutuhan minimal bagi tenaga kerja serta keluarganya, dengan memberikan kepastian berlangsungnya arus penerimaan penghasilan keluarga sebagai pengganti sebagian atau seluruhnya penghasilan yang hilang, akibat risiko sosial ataupun kecelakaan kerja.

a. Ruang Lingkup

- Sesuai dengan Undang-undang Nomor 24 Tahun 2011 termasuk peraturan pelaksanaannya, perusahaan mengikutsertakan setiap karyawannya dalam program Jaminan Sosial Ketenagakerjaan (BPJS) yang meliputi :
 - Jaminan Hari Tua (JHT)
 - Jaminan Kecelakaan Kerja (JKK)
 - Jaminan Kematian (JKM)

- Perusahaan menyediakan jaminan kesehatan karyawan melalui Program Bantuan Kesehatan

b. Iuran

- Iuran jaminan kecelakaan kerja, jaminan kematian, dan jaminan pemeliharaan kesehatan ditanggung sepenuhnya oleh perusahaan.
- Iuran jaminan hari tua sebesar 3%, dimana perusahaan membayar sebesar 1% dan karyawan membayar 2% dari gaji sebulan (www.bisnis.tempo.co.id, 2015).
- Perhitungan iuran dapat berubah dengan ketetapan pemerintah yang berlaku.

Selain upah resmi, perusahaan juga memberikan beberapa fasilitas kepada setiap tenaga kerja yaitu :

- Fasilitas cuti tahunan
- Tunjangan hari raya dan bonus
- Kenaikan gaji dengan memperhatikan besarnya inflasi, prestasi kerja dan lain-lain.
- Fasilitas asuransi tenaga kerja, meliputi tunjangan kecelakaan kerja dan tunjangan kematian yang diberikan kepada keluarga tenaga kerja yang meninggal dunia, baik karena kecelakaan sewaktu bekerja maupun di luar pekerjaan.
- Pelayanan kesehatan secara cuma-cuma
- Penyediaan sarana transportasi/bus karyawan

- Penyediaan kantin dan tempat ibadah
- Penyediaan PPE (sepatu *safety*, seragam/*coverall*, sarung tangan, *head protection*)
- Fasilitas kendaraan untuk para manajer
- *Family gathering party* (acara berkumpul semua karyawan dan keluarga) setiap satu tahun sekali
- Bonus 1% dari keuntungan perusahaan akan didistribusikan untuk seluruh karyawan

4.6.14 Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja adalah hal yang sangat penting bagi seluruh karyawan untuk menciptakan dan memelihara kondisi kerja yang aman serta mencegah terjadinya kecelakaan kerja. Bahaya dapat timbul dari mesin, bahan baku dan produk, sifat zat, serta keadaan tempat kerja, sehingga keselamatan kerja harus diperhatikan serius untuk menjamin kesehatan karyawan.

Sebagai pedoman pokok dalam usaha penanggulangan masalah kerja, Pemerintah Republik Indonesia telah mengeluarkan Undang-Undang Keselamatan Kerja Nomor 1 tanggal 12 Januari 1970. Semakin tinggi tingkat keselamatan kerja dari suatu pabrik maka semakin meningkat pula aktivitas kerja para karyawan. Hal ini disebabkan oleh keselamatan kerja yang sudah terjamin dan suasana kerja yang menyenangkan. Adapun beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam perancangan pabrik untuk menjamin keselamatan kerja adalah :

- Adanya penerangan yang cukup dan sistem pertukaran udara yang baik.
- Jarak antara mesin dan peralatan cukup luas.
- Setiap ruang gerak harus aman dan tidak licin.
- Setiap mesin dan peralatan lainnya harus dilengkapi dengan alat pencegah kebakaran.
- Tanda-tanda pengaman harus dipasang pada setiap tempat yang berbahaya.
- Penyediaan fasilitas pengungsian (*assembly point*) bila terjadi bencana alam, seperti kebakaran, gempa, dan sebagainya.

Adapun usaha-usaha yang dilakukan untuk menjamin keselamatan kerja pada pra rancangan pabrik pembuatan *fatty acid* dari CPO ini adalah sebagai berikut :

- Setiap karyawan wajib menjaga keselamatan dirinya serta karyawan lainnya dengan mengikuti semua prosedur dan cara kerja yang telah ditetapkan.
- Memberikan karyawan *training* tentang keselamatan kerja.
- Apabila karyawan menemui hal-hal yang dapat membahayakan keselamatan karyawan dan perusahaan, harus segera melaporkannya kepada atasannya.
- Karyawan wajib memakai alat pengaman/perlengkapan keselamatan kerja pada waktu melakukan pekerjaan yang dapat

menimbulkan bahaya atau pada tempat-tempat yang telah ditentukan.

- Bertindak lebih hati-hati bila bekerja dengan bahan kimia dan bahan-bahan yang mudah terbakar/meledak.
- Dilarang merokok diruangan ataupun *plant*. Merokok hanya diperbolehkan di tempat-tempat yang telah ditentukan.
- Dilarang memindahkan atau melakukan sesuatu yang dapat merusak alat-alat pengaman dan alat keselamatan kerja.
- Dilarang melakukan pekerjaan atau menghidupkan/menjalankan peralatan tertentu kecuali karyawan yang berwenang melaksanakan pekerjaan tersebut.
- Dilarang memindahkan alat-alat pemadam kebakaran dan alat-alat yang digunakan untuk keadaan *emergency* atau bahaya.
- Dilarang merubah/merusak alat-alat/tanda-tanda pengaman yang berada dalam lingkungan kerja.
- Karyawan diwajibkan ikut aktif mengambil bagian dalam usaha pencegahan dan penanggulangan kecelakaan/kebakaran di lingkungan kerja.
- Tidak dibenarkan memasuki tempat-tempat yang terlarang yang diberi tanda berbahaya untuk keselamatan kerja, kecuali atas izin dan sepengetahuan atasan yang bersangkutan.
- Setiap karyawan wajib menjaga kebersihan/kerapihan ruangan atau tempat kerjanya untuk keselamatan bersama.

Fasilitas yang diperlukan untuk menjamin keselamatan kerja karyawan adalah dengan menyediakan perlengkapan keselamatan kerja, antara lain :

- Sepatu pengaman
- Topi/Helm pengaman
- Sarung tangan sesuai dengan jenis pekerjaannya
- Penutup hidung dan mulut atau masker
- Kacamata pengaman
- Alat-alat pengaman lainnya yang diperlukan secara khusus untuk melaksanakan pekerjaan

4.7 Analisa Ekonomi

Suatu pabrik perlu adanya evaluasi kelayakan berdirinya dan tingkat pendapatannya, sehingga dilakukan analisa perhitungan secara teknik. Selanjutnya, perlu juga dilakukan analisa terhadap aspek ekonomi dan pembiayaannya. Hasil analisa tersebut diharapkan berbagai kebijaksanaan dapat diambil untuk pengarahannya secara tepat. Suatu rancangan pabrik dianggap layak didirikan bila dapat beroperasi dalam kondisi yang memberikan keuntungan (*profit*).

Berbagai parameter ekonomi digunakan sebagai pedoman untuk menentukan layak tidaknya suatu pabrik didirikan dan besarnya tingkat pendapatan yang dapat diterima dari segi ekonomi. Parameter-parameter tersebut meliputi :

1. Investasi Modal/*Capital Investment (CI)*
 - a. Modal Tetap/*Fixed Capital Investment*
 - b. Modal Kerja/*Working Capital*
2. Biaya Produksi/*Manufacturing Cost*
 - a. Biaya Produksi Langsung/*Direct Manufacturing Cost*
 - b. Biaya Produksi Tidak Langsung/*Indirect Manufacturing Cost*
 - c. Biaya Produksi Tetap/*Fixed Manufacturing Cost*
3. Pengeluaran Umum/*General Expense*
4. Analisa Keuntungan
5. Analisa Kelayakan

4.7.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan akan berubah setiap saat tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangatlah tidak mudah. Sehingga diperlukan suatu metode atau cara untuk memperkirakan harga alat pada tahun tertentu dan perlu diketahui terlebih dahulu harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

Harga peralatan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut

(Peters, Timmerhaus, Klaus D., 2003):

$$C_x = C_y \left[\frac{x_2}{x_1} \right]^m \left[\frac{I_x}{I_y} \right]$$

Dimana :

C_x = Harga alat pada tahun yang diinginkan

C_y = Harga alat pada tahun dan kapasitas yang tersedia

- X_1 = Kapasitas alat yang tersedia
- X_2 = Kapasitas alat yang diinginkan
- I_X = Indeks harga pada tahun yang diinginkan
- I_Y = Indeks harga pada tahun yang tersedia
- m = Faktor eksponensial untuk kapasitas (tergantung jenis alat)

Untuk menentukan indeks harga pada tahun 2018 digunakan koefisien korelasi (Peck, 1992) :

$$r = \frac{[n \cdot \sum X_i \cdot Y_i \cdot \sum X_i \cdot \sum Y_i]}{(n \cdot \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2)^{1/2} \times (n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2)}$$

Tabel 4.23 Harga indeks Marshall & Swift

No.	Tahun (Xi)	Indeks (Yi)
1	1989	895
2	1990	915
3	1991	931
4	1992	943
5	1993	967
6	1994	993
7	1995	1028
8	1996	1039
9	1997	1057
10	1998	1062
11	1999	1068
12	2000	1089

13	2001	1094
14	2002	1103
Total	27937	14184

Sumber : (Peters, Timmerhaus, Klaus D., 2003)

Dengan memasukkan harga-harga pada tabel diatas diperoleh harga koefisien korelasi :

$$r = \frac{(14) \cdot (28307996) - (27937) \cdot (14184)}{[(14) \cdot (55748511) - (27937)^2] \cdot [(14) \cdot (14436786) - (14184)^2]}$$

$$r = 0,98 \approx 1$$

Harga koefisien yang mendekati +1 menyatakan bahwa terdapat hubungan linier antar variabel X dan Y. sehingga persamaan regresi yang mendekati adalah persamaan regresi linier.

Persamaan umum regresi linier : $Y = a + b.X$

Dengan : X = indeks harga pada tahun yang dicari

Y = variabel tahun ke n-1

a.b = tetapan persamaan regresi

Berdasarkan data tersebut, maka persamaan regresi linier yang diperoleh adalah $y = 16,8089x - 32528,8$. Pabrik *fatty acid* dengan kapasitas 40.000 ton/tahun akan dibangun pada tahun 2019, maka dari persamaan regresi linier diperoleh indeks sebesar 1391,6.

Perhitungan harga peralatan menggunakan harga faktor eksponensial (m) Marshall & Swift. Harga faktor eksponen ini beracuan pada tabel 6-4 (Peters, Timmerhaus, Klaus D., 2003). Untuk alat yang tidak tersedia faktor eksponensialnya dianggap 0,6. Untuk peralatan non-impor diambil dari produk lokal PT. Duta Sarana. Berikut adalah hasil perhitungan menggunakan rumus tersebut :

Tabel 4.24 Estimasi harga peralatan alat proses menggunakan metode Marshall & Swift

Kode Alat	Nama Alat	Jumlah (unit)	Harga Total (\$)
T-101	Tangki bahan baku air proses	3	875.691
T-102	Tangki bahan baku CPO	2	530.795
T-103	Tangki gliserol	1	424.325
T-104	Tangki asam lemak	1	490.813
C-101	Kolom <i>splitting</i>	1	72.853
EV-101	<i>Expansion Vessel I</i>	1	28.933
EV-102	<i>Expansion Vessel II</i>	1	33.634
VD-101	<i>Vacuum Dryer I</i>	1	1.555.082
SE-101	<i>Ejector I</i>	1	535
HE-101	<i>Heater I</i>	1	1.229
HE-102	<i>Heater II</i>	1	1.229
HE-103	<i>Heater III</i>	1	1.229
HE-104	<i>Cooler I</i>	1	1.229
P-101	Pompa I	2	2.062
P-102	Pompa II	2	2.062
P-103	Pompa III	2	2.062
P-104	Pompa IV	2	2.062

P-105	Pompa V	2	2.062
P-106	Pompa VI	2	2.062
P-107	Pompa VII	2	2.062
P-108	Pompa VIII	2	2.062
P-109	Pompa IX	2	2.062
P-110	Pompa X	2	2.062
P-111	Pompa XI	2	2.062

Tabel 4.25 Estimasi harga peralatan alat utilitas menggunakan metode Marshall & Swift

Kode Alat	Nama Alat	Jumlah (unit)	Harga Total (\$)
T-201	Menara air	1	33.233
T-202	Tangki air umpan <i>deaerator</i>	1	17.811
D-201	<i>Deaerator</i>	2	21.030
T-203	Tangki bahan bakar solar	1	60.401
T-204	Tangki bahan bakar <i>fuel oil</i>	1	179.845
BO-201	Ketel uap I	1	10.515
BO-202	Ketel uap II	1	10.515
G	<i>Generator</i>	3	24.062
PU	Pompa utilitas	14	9.625
PU	Kompresor	2	48.671

4.7.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi = 40.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330

Umur Pabrik = 10 tahun

Pabrik didirikan pada tahun = 2019

Kurs mata uang = 1 US\$ = Rp. 14.546,-

4.7.3 Perhitungan Biaya

4.7.3.1 Capital Investment

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

Capital Investment terdiri dari :

a. *Fixed Capital Investment*

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

Tabel 4.26 *Fixed capital investment*

No.	Komponen	Rp
1	<i>Delivered Equipment Cost</i>	Rp 16.204.000.000,00,-
2	<i>Installation</i>	Rp 9.647.000.000,00,-
3	<i>Piping</i>	Rp 11.737.000.000,00,-
4	<i>Instrumentation</i>	Rp 8.400.000.000,00,-
5	<i>Insulation</i>	Rp 2.424.000.000,00,-
6	<i>Electrical</i>	Rp 9.722.000.000,00,-
7	Pembelian Tanah dan Perbaikan	Rp 7.712.000.000,00,-
8	Bangunan dan Perlengkapan	Rp 10.248.000.000,00,-
9	<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>	Rp 140.910.000.000,00,-
10	<i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	Rp 169.092.000.000,00,-
11	<i>Contractor's Fee (10% DPC)</i>	Rp 6.764.000.000,00,-

12	<i>Contingency (15% DPC)</i>	Rp 16.909.000.000,00,-
	<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	Rp 192.765.000.000,00,-

b. *Working Capital Investment*

Working Capital Investment adalah jumlah biaya yang dikeluarkan setelah pabrik berdiri dan mulai beroperasi seperti listrik, gaji karyawan, dana sosial dan sebagainya.

Tabel 4.27 *Working capital Investment*

No.	Komponen	Rp
1	<i>Raw material inventory</i>	Rp 89.891.000.000,00,-
2	<i>In process inventory</i>	Rp 67.858.000.000,00,-
3	<i>Product inventory</i>	Rp 135.716.000.000,00,-
4	<i>Extended credit</i>	Rp 205.813.000.000,00,-
5	<i>Available cash</i>	Rp 135.716.000.000,00,-
	<i>Working Capital Investment (WCI)</i>	Rp 634.995.000.000,00,-

4.7.3.2 *Manufacturing Cost*

Manufacturing Cost merupakan jumlah *Direct*, *Indirect* dan *Fixed Manufacturing Cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk. Yang dimana meliputi (Aries, R. S., dan Newton, 1955):

a. *Direct Cost*

Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b. *Indirect Cost*

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

c. *Fixed Cost*

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

Tabel 4.28 *Manufacturing capital investment*

No.	Komponen	Rp
1	Bahan baku proses	Rp 329.600.000.000,00,-
2	Labor	Rp 11.124.000.000,00,-
3	Supervisi	Rp 1.112.400.000,00,-
4	<i>Maintenance</i>	Rp 3.855.300.000,00,-
5	<i>Plant supplies</i>	Rp. 578.300.000,00,-
6	<i>Royalties and patent</i>	Rp 7.547.000.000,00,-
7	Utilitas	Rp 78.458.100.000,00,-
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>		Rp 432.275.000.000,00,-
8	<i>Payroll overhead</i>	Rp 1.669.000.000,00,-
9	<i>Laboratory</i>	Rp 1.112.400.000,00,-
10	<i>Plant overhead</i>	Rp 5.562.000.000,00,-
11	<i>Packaging and shipping</i>	Rp 37.732.324.000,00,-
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>		Rp 46.075.324.000,00,-
12	<i>Depreciation</i>	Rp 15.421.200.000,00,-
13	<i>Property tax</i>	Rp 1.928.000.000,00,-
14	<i>Insurance</i>	Rp 1.928.000.000,00,-
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>		Rp 19.277.000.000,00,-
<i>Manufacturing Cost</i>		Rp 497.627.000.000,00,-

4.7.3.3 General Expense

General Expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost*. *General Expense* ini meliputi biaya administrasi, penjualan produk, penelitian, dan biaya pembelanjaan.

Tabel 4.29 *General expense*

No.	Komponen	Rp
1	<i>Administration</i>	Rp 14.929.000.000,00,-
2	<i>Sales expense</i>	Rp 84.597.000.000,00,-
3	<i>Research</i>	Rp 39.810.132.000,00,-
4	<i>Finance</i>	Rp 33.110.400.000,00,-
<i>General Expense (GE)</i>		Rp. 172.446.000.000,00,-

4.7.4 Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak, maka dilakukan suatu analisa atau evaluasi kelayakan. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah :

4.7.4.1 Return On Investment (ROI)

Return On Investment adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan.

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

dengan :

P_{rb} = ROI sebelum pajak, dinyatakan dalam desimal

P_{ra} = ROI setelah pajak, dinyatakan dalam desimal

P_b = Keuntungan sebelum pajak per satuan produksi

P_a = Keuntungan setelah pajak per satuan produksi

r_a = Kapasitas produksi tahunan

I_f = Fixed capital investmen

Besar kecilnya ROI bervariasi tergantung pada derajat resiko atau kemungkinan kegagalan yang terjadi. Untuk kategori *low risk chemical industry*, *minimum acceptable ROI before tax* adalah sebesar 11% .

ROI sebelum pajak = 44%

ROI sesudah pajak = 33%

Pabrik *fatty acid* ini masih masuk dalam batas *ROI before tax* yang disyaratkan, dari interval 11 – 44%.

4.7.4.2 Pay Out Time (POT)

Pay Out Time (POT) adalah jangka waktu pengembalian investasi (modal) berdasarkan keuntungan perusahaan dengan mempertimbangkan depresiasi. Berikut adalah persamaan untuk POT :

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

POT sebelum pajak = 2 tahun

POT sesudah pajak = 2,4 tahun

Untuk *kategori low risk chemical industry, maximum acceptable POT before tax* adalah 5 tahun (Aries and Newton, 1955). Pabrik *fatty acid* ini masih masuk dalam batas *POT before tax* yang disyaratkan, di bawah 5 tahun.

4.7.4.3 Break Even Point (BEP)

Break Even Point (BEP) adalah :

- a. Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).
- b. Titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP kita dapat menentukan harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapat keuntungan.
- c. Kapasitas produksi pada saat *Sales* sama dengan *Total Cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.

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

Dalam hal ini :

- 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

Annual Fixed Expanse (Fa)

Depreciation = Rp 15.421.200.000,00,-

Property taxes = Rp 1.928.000.000,00,-

Insurance = Rp 1.928.000.000,00,-

Annual Fixed Expanse (Fa) = Rp 19.277.000.000,00,-

Annual Regulated Expenses (Ra)

Labor cost = Rp 11.124.000.000,00,-

Payroll overhead = Rp 1.669.000.000,00,-

Supervisor = Rp 1.112.400.000,00,-

Plant overhead = Rp 5.562.000.000,00,-

Laboratory = Rp 1.112.400.000,00,-

General expense = Rp 173.000.000.000,00,-

Maintenance = Rp 3.855.300.000,00,-

Plant supplies = Rp 578.300.000,00,-

Annual Regulated Expenses (Ra) = Rp 198.000.000.000,00,-

Annual Variable Expanse (Va)

Raw material = Rp 329.600.300.000,00,-

Packaging & shipping = Rp 37.732.324.000,00,-

Utilities = Rp 78.458.100.000,00,-

Royalties = Rp 7.547.000.000,00,-

Annual Variable Expanse (Va) = Rp 453.337.200.000,00,-

$$\mathbf{BEP = 48\%}$$

4.7.4.4 Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah :

- a. Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan profit).
- b. Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.
- c. Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.
- d. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup. SDP dinyatakan dengan persamaan berikut :

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

$$\mathbf{SDP = 36\%}$$

4.7.4.5 Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)

Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR) adalah:

- a. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan

dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.

- b. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
- c. 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 :

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

Dimana:

FC : *Fixed Capital*

WC : *Working Capital*

SV : *Salvage Value*

C : *Cash flow : profit after taxes + depresiasi + finance*

n : Umur pabrik = 10 tahun

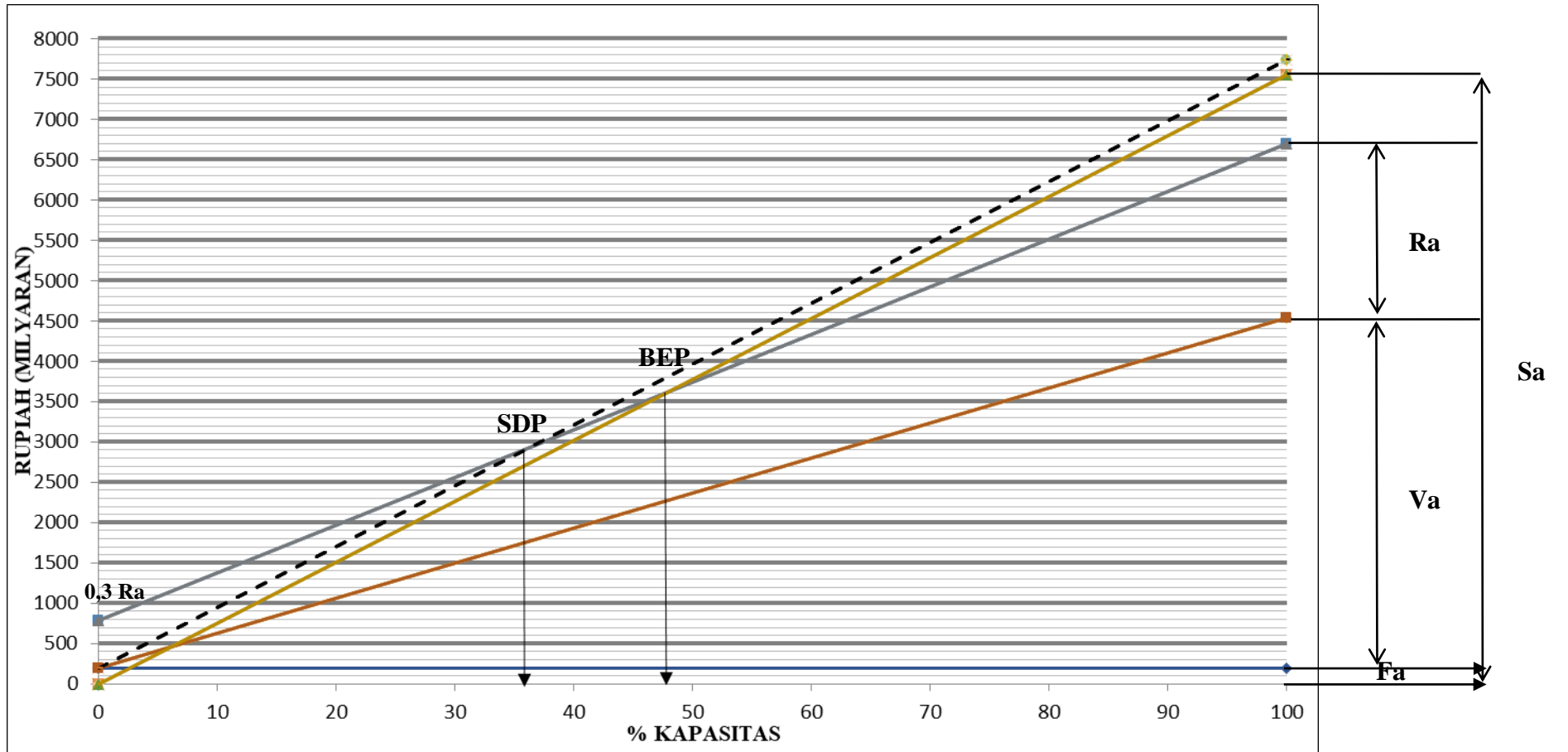
i : Nilai DCFR

Dengan *trial and error* diperoleh $i = \text{DCFR} = 12,1\%$

DCFR lebih besar dibandingkan suku bunga pinjaman ($\pm 5,25\%$), sehingga memenuhi persyaratan yaitu DCFR didapatkan lebih dari 1,5 kali suku bunga pinjaman bank yang berlaku.

4.7.5 Analisa Keuntungan

Harga jual produk <i>fatty acid</i>	= Rp. 19.000,00,- /kg
<i>Annual Sales</i> (Sa)	= Rp. 754.647.000.000,00,-
Total Biaya Produksi	= Rp. 670.073.000.000,00,-
Keuntungan sebelum pajak	= Rp. 84.574.000.000,00,-
Pajak Pendapatan	= 25%
Keuntungan setelah pajak	= Rp. 63.431.000.000,00,-



Gambar 4.7 Grafik BEP dan SDP

Keterangan :

Ra : Annual Regulated Cost

Sa : Annual Sales Cost

Va : Annual Variable Cost

Fa : Annual Fixed Cost

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa, baik ditinjau secara teknis maupun ekonomi, maka dalam pra rancangan pabrik *fatty acid* diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Pabrik *fatty acid* didirikan dengan pertimbangan untuk mengurangi ketergantungan akan pengadaan *fatty acid* di negara lain, meningkatkan pendapatan (devisa) negara disektor industri serta menghemat impor, meningkatnya nilai jual minyak kelapa sawit, dapat menyerap tenaga kerja sehingga mengurangi pengangguran, dan dapat meningkatkan perekonomian nasional, khususnya taraf kehidupan di Indonesia.
2. Pabrik *fatty acid* akan didirikan dengan kapasitas 40.000 ton/tahun, dengan bahan baku *Crude Palm Oil* (CPO) sebanyak 5341 kg/jam dan air sebanyak 3401 kg/jam.
3. Pabrik akan didirikan di kawasan industri Sei Mengkei, Kecamatan Bosar Maligas, Kabupaten Simalungun, Provinsi Sumatera Utara, Medan dengan pertimbangan untuk mendapatkan bahan baku, tenaga kerja, pengembangan pabrik, ketersediaan air dan listrik, serta mempunyai prospek pemasaran yang baik karena lokasinya yang tepat.
4. Berdasarkan kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk, serta prosesnya, maka pabrik *fatty acid* tergolong pabrik berisiko tinggi.

Berdasarkan kriteria kelayakan analisis ekonomi menurut Aries & Newton, 1945, maka didapatkan hasil perhitungan pada tabel 5.1 sebagai berikut :

Tabel 5.1 Kriteria kelayakan menurut Aries & Newton, 1945 dengan hasil perhitungan

Parameter	Kriteria Kelayakan (Aries & Newton, 1945)	Hasil Perhitungan	Keterangan
Profit sebelum pajak	-	Rp. 84.574.000.000,00,-	-
Profit sesudah pajak	-	Rp. 63.431.000.000,00,-	-
ROI sebelum pajak	Low risk	44%	Layak
ROI sesudah pajak	Minimum 11%	33%	Layak
POT sebelum pajak	Low risk	2 tahun	Layak
POT sesudah pajak	Maksimum 5 tahun	2,4 tahun	Layak
BEP	40-60%	48%	Layak
DCFR	1,5 x bunga simpanan	11,9%	Layak
SDP	-	36%	-

Berdasarkan hasil analisis diatas, dapat disimpulkan bahwa pabrik *fatty acid* dengan produk samping gliserol dari *Crude Palm Oil* (CPO) dengan kapasitas 40.000 ton/tahun layak dan menarik untuk dikaji lebih lanjut.

5.2 Saran

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

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses, alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan kelayakan ekonomis dan keuntungan yang diperoleh.

2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
3. Produk *fatty acid* merupakan industri oleokimia yang berkembang tiap tahun nya sehingga dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan dimasa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahira, A. (2012) 'Pengertian Organisasi'. Available at: www.AnneAhira.com
- Amang, B. (1996) *Ekonomi Minyak Goreng di Indonesia*. Bogor: IPB Press.
- Aries, R. S., dan Newton, R. D. (1955) *Chemical Engineering Cost Estimation, 1st ed.* New York: McGraw Hill.
- Bapedal (1995) *Teknologi Pengendalian Dampak Lingkungan Industri Penyamakan Kulit*. Jakarta.
- Benedict, J. G. (2013) 'Pengertian, Ciri-ciri, Unsur-unsur, Teori Organisasi'.
- Brown, G. . (1978) *Unit Operation*. Tokyo: Mc Graw Hill International Book Company.
- Brownell, L. E. and Young, E. H. (1960) 'Process Equipment Design. Vessel Design', *Industrial and Engineering Chemistry*, 52(4), p. 81A. doi: 10.1021/i650604a761.
- Considine, D. M. (1985) *Process Instrument and Control*. New York: McGraw-Hill.
- Ennema, O. R. (1976) *Principle of food science. Part I food chemistry, Marcel Dekker inc.* New York.
- Fauzi, Y. (2004) *Kelapa Sawit: Budidaya Pemanfaatan Hasil dan Limbah Analisis Usaha dan Pemasaran*. Edisi Revi, Penebar Swadaya. Edisi Revi. Jakarta.
- Fessenden, R. J. (1986) *Kimia Organik. Edisi Ketiga. Jilid 2*. Erlangga.
- GAPKI (2017) 'Kemajuan Hilirisasi Minyak Sawit Indonesia', *Indonesian Palm Oil Association*. Available at: <https://gapki.id/news/2476/kemajuan-hilirisasi-minyak-sawit-indonesia>.

- Geankoplis, C. J. (1993) 'Transport Processes and Unit Operations', *Prentice-Hall International*.
- Geankoplis, C. J. (2003) 'Transport Processes and Unit Operations (Geankoplis).pdf', *Englewood Cliffs*.
- Gunstone F D, P. F. (1997) 'Lipids Technologies and Application', *Marcel Dekker Inc. New York*.
- Hamilton, P. (1995) *Dasar-dasar Keperawatan Maternitas. Edisi 2*. Jakarta: EGC.
- Hidayat, E. (2017) *BAHAN BAKU OLEOCHEMICAL (CPO & PKO)*.
- Kern, D. . (1950) *Process Heat Transfer*. Singapura: Mc Graw Hill International Book Company.
- Ketaren (1996) *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. Cetakan Pertama, UI Press*. Jakarta.
- Knoblauch, M. and McGee, H. (2004) 'McGee, Harold. On Food and Cooking: the Science and Lore of the Kitchen.(Brief Article)(Book Review)', *Booklist*. doi: 2004058999.
- Manulang, M. (1982) *Manajemen dan Personalia. Cetakan ketiga*. Jakarta: Aksara baru.
- Metcalf, E. and Eddy, H. (2003) *Wastewater engineering: treatment and reuse, Wastewater Engineering, Treatment, Disposal and Reuse. Tchobanoglous G, Burton FL, Stensel HD (eds). Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, 4th edition. New Delhi, India*. doi: 10.1016/0309-1708(80)90067-6.

- Mills, V. (1939) 'CONTINUOUS COUNTERCURRENT HYDROLISIS OF FAT', *United States Patent Office*.
- Peck, M. dan (1992) *Introduction To Linear Regression Analysis, 2nd edition*. INC: John Willeydan Sons.
- Perry, R., Green, D. and Maloney, J. (1997) *Perry's chemical engineers' handbook, Journal of Chemical Education*. doi: 10.10360071422943.
- Peters, M. S. (Universit. of C., Timmerhaus, Klaus D. (University of Colorado, B. and West, Ronald E (University of Colorado, B. (2003) *Plant Design and Economics for Chemical Engineers, Mac Graw and Hill*.
- Pratiwi, L. (2012) *Analisis Posisi Kerja Operator dengan Menggunakan Rapid Entire Body Assesment (Studi Kasus pada Stasiun Sewing di CV X)*.
- PT. Perkebunan Nusantara III (2014) 'Standar Prosedur Operasi Pengolahan Kelapa sawit', *PT. Perkebunan Nusantara III (PERSERO)*.
- Reklaitis, G. . (1983) *Introduction to Material and Energy Balance*. New York: Mc Graw Hill International Book Company.
- Shahidi, F. and Zhong, Y. (2005) 'Lipid Oxidation: Measurement Methods', in *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. doi: 10.1002/047167849X.bio050.
- Smith, J. M., Van Ness, H. C. and Abbott, M. M. (2001) *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, Chemical Engineering*. doi: 10.1021/ed027p584.3.
- Stephanopoulos, G. (1984) "Chemical Process Control An Introduction to Theory and Practice", *P T R Prentice Hall*.

Susyanto, H. (2015) *Kontrol Kualitas Cat*.

Sutarto (2002) *Dasar-Dasar Organisasi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Walas, S. M. (1990) 'Chemical Process Equipment: Selection and Design', *Butterworths series in chemical engineering*. doi: 10.1007/s13398-014-0173-7.2.

Walker, S. and David, M. (2008) *Biochemistry DeMYSTIFieD*, *Mc Graw Hill*. doi: 10.1036/0071495991.

Wignjosoebroto, S. (2003) *Tata Letak Pabrik dan Pемindahan Bahan*. Edisi Ketiga. Surabaya: Guna Widya.

Wijana. Susinggih (2012) *Perancangan Pabrik: Penentuan Lokasi Pabrik*, *Universitas Brawijaya*. Malang.

Yaws, C. L. (1999) *Chemical Properties Handbook: Physical, Thermodynamic, Environmental, Transport, Safety, and Health Related Properties for Organic and Inorganic Chemicals*, *McGrawHill handbooks*. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-075067766-0/50019-1>.

Yoeswono (2008) 'Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Katalis Pada Reaksi Transesterifikasi Dalam Pembuatan Biodiesel', *Artikel FMIPA Kimia UGM*.

LAMPIRAN A

LAMPIRAN

REAKTOR

Fungsi	: Tempat berlangsungnya reaksi hidrolisa (pemecahan gugus alkil) trigliserida dan air
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel</i>
Jenis	: <i>Spray Column</i> (Smith, Robin., 2005)
Bentuk	: Silinder vertikal dengan alas dan tutup datar
Jenis sambungan	: <i>Double welded butt joints</i>
Jumlah	: 1 unit

Kondisi Operasi

Tekanan	: 54 bar
Suhu	: 262°C
Waktu reaksi	: 3 jam (US. Patent dan PT. Ecogreen)
Konversi terhadap <i>Fatty Acid</i>	: 99%

a. Menghitung Densitas Campuran CPO

Data densitas komponen CPO (32°C) :

Trigliserida = 0,8950 kg/L (Ketaren, 1986)

Air = 0,9950 kg/L (PT.FSC)

Data komposisi komponen CPO :

Trigliserida = 0,9562 (Gunstone, 1997)

Air = 0,0020 (Gunstone, 1997)

$$\begin{aligned} \text{Densitas campuran} &= (0,8950 \text{ kg/L} \times 0,9562) + (0,9950 \times 0,0020) \\ &= 0,8578 \text{ kg/L} = 857,7890 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

b. Menghitung Volume Tangki (V_T)

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu tinggal} &= 3 \text{ jam} \\
 F \text{ air} &= 3401,0135 \text{ kg/jam} \\
 \text{Densitas air} &= 0,9950 \text{ kg/dm}^3 = 995,0000 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Volume air} &= m / \rho \\
 &= \frac{3401,0135 \text{ kg/jam}}{995,0000 \text{ kg/m}^3} \\
 &= 3,4181 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 F \text{ CPO} &= 5340,8508 \text{ kg/jam} \\
 \text{Densitas CPO} &= 0,8478 \text{ kg/dm}^3 = 857,7890 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Volume CPO} &= m / \rho \\
 &= \frac{5340,8508 \text{ kg/jam}}{857,7890 \text{ kg/m}^3} \\
 &= 6,2263 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 F \text{ steam} &= 865,2178 \text{ kg/jam} \\
 \text{Densitas steam} &= 0,9174 \text{ kg/dm}^3 = 917,4000 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Volume steam} &= m / \rho \\
 &= \frac{865,2178 \text{ kg/jam}}{917,4000 \text{ kg/m}^3} \\
 &= 0,9431 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Volume total} &= (3,4181 + 6,2263 + 0,9431) \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 10,5875 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Volume selama 3 jam} &= 10,5875 \text{ m}^3/\text{jam} \times 3 \text{ jam} \\
 &= 31,7626 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Faktor kelonggaran (F_k) : 20% (Brownell & Young, 1959)

Sehingga diperoleh volume tangki (V_T),

$$\begin{aligned}\text{Volume tangki (V}_T) &= (1 + 0,2) \times 31,7626 \text{ m}^3 \\ &= 38,1151 \text{ m}^3\end{aligned}$$

c. Diameter dan Tinggi Shell

$$\text{Volume silinder tangki (V}_S) = \frac{\pi \times D_t^2 \times H_s}{4} \quad (\text{Brownell \& Young, 1959})$$

Dimana :

$$V_T = \text{Volume silinder (m}^3\text{)}$$

$$D_T = \text{Diameter tangki (m)}$$

$$H_s = \text{Tinggi tangki silinder (m)}$$

Direncanakan perbandingan tinggi tangki dengan diameter tangki :

$$H_s : D_T = 18 : 1, \text{ maka}$$

$$V_S = \frac{\pi \times D_t^2 \times H_s}{4}$$

$$V_S = \frac{18}{4} \times \pi \times D_t^2 = 4,5 \pi \times D_T^2$$

Diameter tangki (D_T) :

$$V_T = V_S$$

$$38,1151 \text{ m}^3 = 14,1300 \times D_t^3$$

$$D_T^3 = \frac{38,1151 \text{ m}^3}{14,1300}$$

$$D_T = 1,3920 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}r &= \frac{1}{2} \times D_T \\ &= \frac{1}{2} \times 1,3920 \text{ m} \\ &= 0,6960 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tinggi silinder (H}_S) &= 18 \times D_T \\ &= 18 \times 1,3920 \text{ m} \\ &= 25,0560 \text{ m}\end{aligned}$$

Tinggi cairan dalam tangki (H_C) :

$$\text{Volume tangki (V}_T) = 38,1151 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume cairan (V}_C) = 31,7626 \text{ m}^3$$

$$\text{Tinggi silinder (H}_S) = 25,0560 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi cairan dalam tangki (H}_C) &= \frac{\text{Vol. cairan x Tinggi silinder}}{\text{Volume Tangki}} \\ &= \frac{31,7626 \text{ m}^3 \times 25,0560 \text{ m}}{38,1151 \text{ m}^3} \\ &= 20,8800 \text{ m} \end{aligned}$$

d. Diameter, Tinggi Tutup, dan Tinggi Tangki

$$\begin{aligned} \text{Diameter tutup} &= \text{Diameter tangki} \\ &= 1,3920 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi tutup (H}_D) &= \frac{1}{4} \times D \\ &= \frac{1}{4} \times 1,3920 \text{ m} \\ &= 0,3480 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi tangki (H}_T) &= (25,0560 + 0,3480) \text{ m} \\ &= 25,4040 \text{ m} \end{aligned}$$

e. Tebal Shell Tangki

Direncanakan menggunakan bahan konstruksi *Carbon Steel SA 285 Grade C*, diperoleh data :

$$\text{Allowable Stress (S)} = 13750 \text{ psia} = 94458,2120 \text{ kPa}$$

$$\text{Joint Efficiency (E)} = 0,85$$

$$\text{Corrosion Allowance } \textcircled{C} = 0,125 \text{ in}$$

$$\text{Umur Tangki (n)} = 10 \quad (\text{Brownell \& Young, 1959})$$

$$\begin{aligned} \text{Tekanan Hidrostatik (P}_{\text{Hidrostatik}}) &= \rho \times (H_T - 1) \\ &= 923,3963 \text{ kg/m}^3 \times 25,4040 \text{ m} \end{aligned}$$

$$= 22534,5633 \text{ kg/m}^2 = 35,0517 \text{ psia}$$

$$\begin{aligned} \text{Tekanan Operasi (P}_O\text{)} &= 54 \text{ bar} = 783,2010 \text{ psia} \\ &= 32,0517 \text{ psia} + 783,2010 \text{ psia} \\ &= 815,2527 \text{ psia} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka, P desain} &= 1,2 \times 815,2527 \text{ psia} \\ &= 978,3033 \text{ psia} = 67,4517 \text{ bar} \\ &= 66,5696 \text{ atm} \end{aligned}$$

Tebal *shell* tangki :

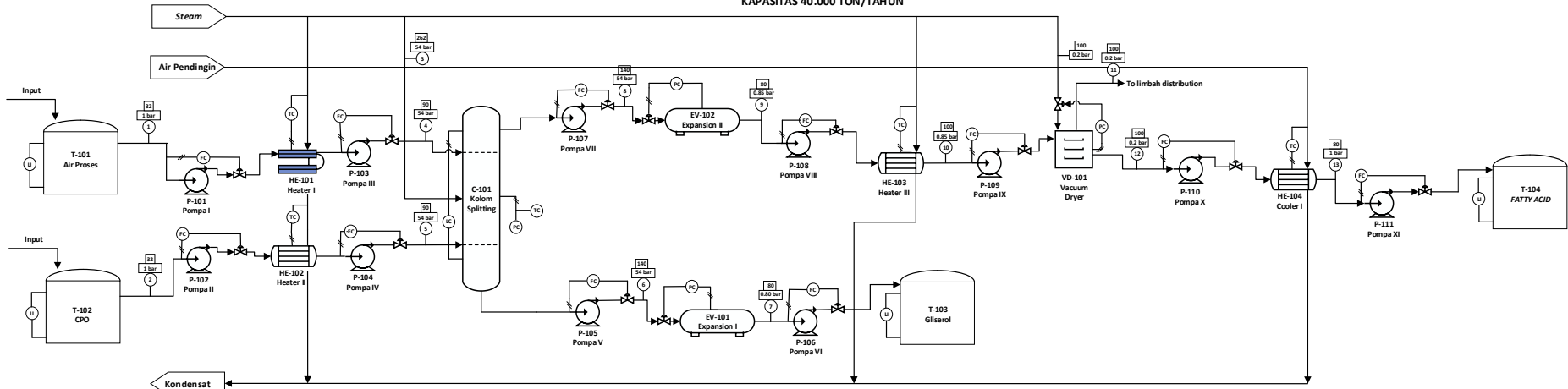
$$\begin{aligned} T &= \frac{PD}{SE - 0,6P} \\ &= \frac{815,5257 \text{ psia} \times 54,8032 \text{ in}}{94458,1709 \text{ psia} \times 0,85 - (0,6 \times 815,2527 \text{ psia})} \\ &= 0,5599 \text{ in} \end{aligned}$$

Tebal shell standar yang digunakan = 5/8 in (Tabel 5.4 Brownell & Young, 1959)

LAMPIRAN B

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK FATTY ACID DENGAN PRODUK SAMPIG GLISEROL DARI CRUDE PALM OIL (CPO)

KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN



Komponen	Alur 1	Alur 2	Alur 3	Alur 4	Alur 5	Alur 6	Alur 7	Alur 8	Alur 9	Alur 10	Alur 11	Alur 12	Alur 13
Air	3403,0135	-	-	3403,0135	-	3877,9952	3877,9952	51,5358	51,5358	51,5358	51,5358	51,5358	51,5358
CPO	-	5340,8508	-	-	5340,8508	1,8727	1,8727	51,5358	51,5358	51,5358	0,5206	51,0152	51,0152
Steam	-	-	865,2178	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gliseryl	-	-	-	-	-	573,6376	573,6376	-	-	-	-	-	-
Fatty Acid	-	-	-	-	-	-	-	5050,5051	5050,5051	5050,5051	-	-	-
Total	3403,0135	5340,8508	865,2178	3403,0135	5340,8508	4453,5056	4453,5056	5153,5766	5153,5766	5153,5766	52,0563	5101,5203	5101,5203

Keterangan Alur

T: Tangki Penyimpanan
 EV: Expansion Vessel
 HE: Heater
 VD: Vacuum Dryer
 P: Pompa

Keterangan Instrumen

FC: Flow Controller
 TC: Temperature Controller
 PC: Pressure Controller
 LC: Level Controller

Keterangan Simbol

—: Saluran, °C
 □: Tekanan, bar
 ○: Normal Area
 ⊕: Control Valve
 ⊖: Arus Simpul Pneumatik
 →: Alur Proses
 ↗: Arus Steam, Air Pendingin
 ⬅: Kondensat

JURUSAN TEKNIK KIMIA
 FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 YOGYAKARTA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PABRIK FATTY ACID DENGAN PRODUK SAMPIG GLISEROL DARI CRUDE PALM OIL (CPO)
 KAPASITAS PRODUKSI 40.000 TON/TAHUN

Dibuat oleh:
 1. Muhammad Nur Hafid (14521155)
 2. Widiya Pratiwi Luthar (14521232)

Dosen Pembimbing:
 Dr. Ir. Fathim H.M. Sukah MSE