

No : TA/TK/2018/64

**PERANCANGAN PABRIK *FATTY ACID METHYL ESTER* DARI  
MINYAK KELAPA SAWIT KAPASITAS 80.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**

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



Oleh :

Nama : Putri Maharani  
NIM : 14521049

Nama : Sinthya Ade Putri  
NIM : 14521296

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

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL  
PERANCANGAN PABRIK**

Saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Putri Maharani                      Nama : Sinthya Ade Putri  
NIM : 14521049                              NIM : 14521296

Yogyakarta, 15 Oktober 2018

**Menyatakan bahwa seluruh hasil Perancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.**

**Demikian surat pernyataan ini kami buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.**

  
Putri Maharani

  
Sinthya Ade Putri

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**

**PERANCANGAN PABRIK**



Oleh :

Nama : Putri Maharani

Nama : Sinthya Ade Putri

NIM : 14521049

NIM : 14521296

Yogyakarta, 15 Oktober 2018

**Pembimbing I**

**Ir. Drs. Faisal R.M. M.T., Ph.D.**

**NIP. 845210101**

**Pembimbing II**

**Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M.Eng**

**NIP. 165210101**



## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

1. Barang siapa keluar untuk mencari ilmu, maka dia berada di jalan Allah.  
(HR.Turmudzi).
2. Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. (Q.S Al-Insyirah 7-8).
3. Janganlah takut untuk melangkah, karena jarak 1000 mil dimulai dengan langkah pertama.
4. Tuhan tidak pernah terlambat. Dia juga tidak tergesa-gesa. Dia selalu tepat waktu.
5. Jika salah, perbaiki. Jika gagal, coba lagi. Jika menyerah, semuanya selesai.

### **PERSEMBAHAN**

1. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan support dan doa untuk kami.
2. Dosen pembimbing yang selalu sabar dalam membimbing kami.
3. Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri UII.
4. Teman-teman serta kakak tingkat Jurusan Teknik Kimia FTI UII.

## KATA PENGANTAR



Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua khususnya kepada kami sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga tetap tercurah kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman jahiliyah ke zaman yang terang benderang dan peka terhadap teknologi seperti sekarang ini.

Tugas Akhir kami yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik *Fatty Acid Methyl Esther* dari Minyak Kelapa Sawit Kapasitas 80.000 Ton/Tahun” disusun sebagai penerapan teori Teknik Kimia yang kami pelajari selama di bangku perkuliahan dan sebagai salah satu syarat agar bisa mendapatkan gelar Sarjana Teknik Strata 1 (S1) di jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

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

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan Hidayah dan Inayahnya.
2. Bapak dan Ibu beserta keluarga yang selalu memberikan doa, perhatian, kasih sayang, semangat serta dukungan moril maupun materil.
3. Bapak Dr. Suharno Rusdi , selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

4. Bapak Ir. Drs. Faisal R M, M.T.,Ph.D selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
5. Ibu Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M .Eng, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Ibu Dosen Teknik Kimia Teknik Kimia yang tidak pernah lelah untuk mendidik dan membimbing kami.
7. Teman–teman seperjuangan Teknik Kimia 2014 yang selalu memberikan dukungan, dorongan dan semangat.
8. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu, dalam membantu penyusunan Tugas Akhir ini dengan tulus dan ikhlas.

Kami menyadari bahwa penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kami mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak. Besar harapan kami semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak dan kami selaku penyusun.

Yogyakarta, 15 Oktober 2018

Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
ABSTRAK .....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tinjauan Pustaka .....	3
1.2.2. Kelapa Sawit .....	3
1.2.3. Biodiesel.....	5
1.2.4. Karakteristik Minyak Diesel .....	7
1.2.5. Proses Pembuatan Biodiesel .....	8
BAB II PERANCANGAN PRODUK .....	10
2.1. Spesifikasi Produk.....	10
2.2.1. Methyl Ester (Biodiesel) .....	10
2.2.2. Gliserin.....	10
2.2. Spesifikasi Bahan .....	11
2.2.1. Minyak Kelapa Sawit Mentah.....	11
2.2.2. Natrium Hidroksida.....	13
2.2.3. Methanol .....	14
2.2.4. Asam Klorida .....	14
2.2.5. Asam Fosfat .....	15
2.3. Pengendalian Kualitas .....	15
3.1.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku .....	15



3.1.2.	Pengendalian Kualitas Produk .....	15
3.1.3.	Pengendalian Waktu.....	18
3.1.4.	Pengendalian Bahan Proses.....	18
<b>BAB III PERANCANGAN PROSES.....</b>		<b>19</b>
3.1.	Uraian Proses.....	19
3.1.1.	Persiapan dan Pemurnian Bahan Baku .....	19
3.1.2.	Tahap Reaksi Esterifikasi.....	20
3.1.3.	Tahap Reaksi Transesterifikasi .....	21
3.1.4.	Tahap Pemurnian .....	22
3.2.	Spesifikasi Alat Proses .....	22
3.2.1.	Tangki Crude Palm Oil (T-01).....	23
3.2.2.	Tangki H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (T-02).....	23
3.2.3.	Tangki CH <sub>3</sub> OH (T-03).....	24
3.2.4.	Tangki HCl (T-04) .....	24
3.2.5.	Gudang Penyimpanan NaOH (G-01).....	25
3.2.6.	Tangki Biodiesel (T-05).....	25
3.2.7.	Tangki Gliserol (T-06) .....	26
3.2.8.	Mixer (M-01) .....	26
3.2.9.	Degummer (DG-01).....	27
3.2.10.	Washing Tower (WT-01).....	28
3.2.11.	Washing Tower (WT-02).....	29
3.2.12.	Decanter (DC-01).....	29
3.2.13.	Decanter (DC-02).....	30
3.2.14.	Decanter (DC-03).....	30
3.2.15.	Reaktor Esterifikasi (R-01/02).....	31
3.2.16.	Reaktor Tranesterifikasi (R-03 dan R-04).....	31
3.2.17.	Neutralizer (NT-01) .....	32
3.2.18.	Neutralizer (NT-02) .....	33
3.2.19.	Bucket Elevator (BE-01).....	34
3.2.20.	Heater (HE-01).....	34
3.2.21.	Heater (HE-02).....	35

3.2.22.	Heater (HE-03).....	36
3.2.23.	Heater (H-04) .....	37
3.2.24.	Heater (HE-05).....	37
3.2.25.	Heater (HE-06).....	38
3.2.26.	Heater (HE-07).....	39
3.2.27.	Cooler (CO-01) .....	40
3.2.28.	Cooler (CO-02) .....	41
3.2.29.	Pompa (P-01) .....	41
3.2.30.	Pompa (P-02) .....	42
3.2.31.	Pompa (P-03) .....	42
3.2.32.	Pompa (P-04) .....	43
3.2.33.	Pompa (P-05) .....	43
3.2.34.	Pompa (P-06) .....	43
3.2.35.	Pompa (P-07) .....	44
3.2.36.	Pompa (P-08) .....	44
3.2.37.	Pompa (P-09) .....	45
3.2.38.	Pompa (P-10) .....	45
3.2.39.	Pompa (P-11) .....	45
3.2.40.	Pompa (P-12) .....	46
3.2.41.	Pompa (P-13) .....	46
3.2.42.	Pompa (P-14) .....	47
3.2.43.	Pompa (P-15) .....	47
3.2.44.	Pompa (P-16) .....	47
3.2.45.	Pompa (P-17) .....	48
3.2.46.	Pompa (P-18) .....	48
3.2.47.	Pompa (P-19) .....	49
3.2.48.	Pompa (P-20) .....	49
<b>BAB IV PERANCANGAN PABRIK .....</b>		<b>51</b>
4.1.	Lokasi Pabrik.....	51
4.1.1.	Faktor-Faktor Utama.....	51
4.1.2.	Faktor Khusus .....	53
4.2.	Tata Letak Pabrik .....	57
4.3.1.	Daerah Administrasi/Perkantoran dan Laboratorium .....	57

4.3.2.	Daerah Proses dan Ruang Kontrol .....	58
4.3.3.	Daerah Pergudangan Umum, Bengkel dan Garasi.....	58
4.3.4.	Daerah Utilitas dan Power Station .....	58
4.3.	Tata Letak Alat Proses .....	60
4.6.1.	Aliran Bahan Baku Proses .....	60
4.6.2.	Aliran Udara.....	61
4.6.3.	Pencahayaan.....	61
4.6.4.	Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan .....	61
4.6.5.	Pertimbangan Ekonomi.....	61
4.6.6.	Jarak Antar Alat Proses.....	61
4.4.	Alir Proses Material.....	62
4.4.1.	Neraca Massa .....	62
4.4.2.	Neraca Panas .....	67
4.5.	Perawatan ( <i>Maintenance</i> ).....	73
4.6.	Pelayanan Teknik (Utilitas).....	74
4.8.1.	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air .....	74
4.8.2.	Unit Pembangkit Steam (Steam Generation System) .....	82
4.8.3.	Unit Pembangkit Listrik (Power plant system).....	82
4.8.4.	Unit Penyedia Udara Instrument.....	84
4.8.5.	Unit Penyedia Bahan Bakar .....	84
4.7.	Spesifikasi Alat Utilitas.....	86
4.7.1.	Penyediaan Air.....	87
4.7.2.	Pengolahan Air Sanitasi .....	89
4.7.3.	Pengolahan Air Pemanas.....	89
4.7.4.	Pengolahan Boiler .....	90
4.7.5.	Pompa Utilitas.....	91
4.8.	Organisasi Perusahaan.....	96
4.8.1.	Bentuk Perusahaan .....	96
4.8.2.	Struktur Organisasi.....	96
4.8.3.	Tugas dan Wewenang .....	97
4.8.4.	Catatan.....	100
4.8.5.	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji .....	104
4.9.	Evaluasi Ekonomi.....	109

4.9.1.	Penaksiran Harga Alat.....	109
	Tabel 4.37 Daftar Prediksi Harga Alat .....	112
4.9.2.	Dasar Perhitungan .....	114
4.9.3.	Perhitungan Biaya .....	114
4.9.4.	Analisa Kelayakan .....	115
4.9.5.	Hasil Perhitungan .....	118
4.9.6.	Analisa Keuntungan .....	120
4.9.7.	Hasil Kelayakan Ekonomi.....	121
	<b>BAB V PENUTUP</b> .....	124
5.2.	Kesimpulan.....	124
5.3.	Saran .....	125
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	126

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Kebutuhan Diesel Indonesia .....	2
Table 1.2 Produksi Diesel Indonesia .....	3
Table 1.3 Komposisi Minyak Kelapa Sawit Mentah .....	5
Table 1.4 Persyaratan Mutu Minyak Diesel .....	8
Table 2.2 Komposisi Asam Lemak Minyak Sawit .....	11
Table 2.3 Komposisi Asam Lemak Minyak Sawit .....	12
Tabel 4.1. Rincian area bangunan .....	58
Tabel 4.2 Neraca Massa Total .....	62
Tabel 4.3 Neraca Massa Degummer (DG-01) .....	62
Tabel 4.4 Neraca Massa Washing Tower (WT-01) .....	63
Tabel 4.5 Neraca Massa Decanter (DC-01) .....	63
Tabel 4.6 Neraca Massa Reaktor Esterifikasi (R-01) .....	63
Tabel 4.7 Neraca Massa Mixer (M-02) .....	64
Tabel 4.8 Neraca Massa Netralizer (N-01) .....	64
Tabel 4.9 Neraca Massa Reaktor Transesterifikasi (R-03 dan R-04) .....	65
Tabel 4.10 Neraca Massa Netralizer (N-02) .....	65
Tabel 4.11 Neraca Massa Decanter (DC-02) .....	66
Tabel 4.12 Neraca Massa Washing Tower (WT-02) .....	66
Tabel 4.13 Neraca Massa Decanter (DC-03) .....	67
Tabel 4.14 Neraca Panas Degummer (DG-01) .....	67
Tabel 4.15 Neraca Panas Washing Tower (WT-01) .....	67
Tabel 4.16 Neraca Panas Decanter (DC-01) .....	68
Tabel 4.17 Neraca Panas Reaktor Esterifikasi (R-01 dan R-02) .....	68
Tabel 4.18 Neraca Panas Mixer (M-01) .....	68
Tabel 4.20 Neraca Panas Netralizer (N-01) .....	68
Tabel 4.21 Neraca Panas Decanter (DC-02) .....	69
Tabel 4.23 Neraca Panas Reaktor Transesterifikasi (R-03 dan R-04) .....	69
Tabel 4.24 Neraca Panas Netralizer (N-02) .....	69
Tabel 4.25 Neraca Panas Washing Tower (WT-02) .....	70

Tabel 4.26 Neraca Panas Decanter (DC-03).....	70
Tabel 4.27 Kebutuhan Air Proses .....	80
Tabel 4.28 Kebutuhan Air Proses .....	81
Tabel 4.29 Kebutuhan Air untuk Perkantoran dan Rumah Tangga.....	81
Tabel.4.30 Kebutuhan Listrik Proses.....	83
Tabel 4.31 Daftar Gaji Karyawan.....	101
Tabel 4.32 Jadwal Kerja Regu .....	103
Tabel 4.33 Penggolongan Jabatan .....	104
Tabel 4.34 Jumlah Karyawan Tiap Bagian.....	105
Tabel 4.35 Penggolongan Gaji Per Jabatan .....	106
Tabel 4.36 Indeks Harga Tiap Tahun .....	110
Tabel 4.38 Physical Plant Cost (PPC) .....	118
Tabel 4.39 Fixed Capital Investment (FCI) .....	118
Tabel 4.40 Direct Manufacturing Cost (DMC) .....	118
Tabel 4.41 Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	119
Table 4.42 Fixed Manufacturing Cost (FMC) .....	119
Tabel 4.43 Total Manufacturing Cost (MC).....	119
Tabel 4.44 Total Working Capital (WC) .....	119
Tabel 4.45 <i>General Expense</i> (GE).....	119
Tabel 4.46 Total Production Cost (PC) .....	120
Tabel 4.47 <i>Variable Cost</i> (Va).....	120
Tabel 4.48 <i>Regulated Cost</i> (Ra).....	120
Tabel 4.49 Analisa Kelayakan .....	122

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Kebutuhan Diesel di Indonesia.....	2
Gambar 1.2 Reaksi Esterifikasi .....	9
Gambar 1.3 Reaksi Transesterifikasi .....	9
Gambar 4.1 area bangunan pabrik .....	60
Gambar 4.2 Diagram Alir Kualiatatif .....	720
Gambar 4.3 Diagram Alir Kualiatatif .....	72
Gambar 4.4 Diagram Alir Utilitas .....	86
Gambar 4.5 Struktur Organisasi Perusahaan .....	108
Gambar 4.6 Grafik Tahun vs. Index Harga .....	111
Gambar. 4.6 Grafik Hubungan Kapasitas Produksi terhadap BEP dan SDP ... .....	123

## ABSTRAK

Pembuatan biodiesel dilakukan melalui proses esterifikasi dan transesterifikasi. Pabrik biodiesel ini direncanakan untuk berjalan dengan kapasitas 80.000 ton sepanjang 330 hari per tahun. Pabrik ini diharapkan akan menghasilkan biodiesel untuk memenuhi kebutuhan pasar Indonesia. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan pabrik biodiesel adalah minyak sawit mentah dan metanol. Pabrik ini direncanakan akan dibangun di provinsi Kalimantan Timur, untuk memberikan kemudahan terhadap transportasi bahan baku dan produk akhir karena pasar untuk kedua produk sudah tersedia secara lokal. Esterifikasi dan transesterifikasi akan dilakukan pada suhu 60°C dan pada tekanan 1 atm menggunakan reaktor alir tangki berpengaduk dengan tingkat konversi reaksi 90%. Dari studi evaluasi ekonomi pabrik ini, disimpulkan bahwa diperlukan modal investasi sebesar Rp.645.256.986.509; biaya produksi sebesar Rp.1.714.709.474.530 dan laba setelah pajak diperkirakan sebesar Rp. 186.603.945.070. Berdasarkan analisis ekonomi, dapat disimpulkan bahwa pabrik biodiesel dengan kapasitas 80.000 ton per tahun adalah beresiko rendah dan layak secara ekonomis.

Berdasarkan kondisi operasi sifat-sifat bahan baku dan produk, pabrik *Fatty Acid Methyl Ester* dari Minyak Kelapa Sawit ini tergolong pabrik beresiko rendah. Berdasarkan analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak 36% dan sesudah pajak 29%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 2,77 tahun dan sesudah pajak 3,46 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 46,12%, dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 26,74 %. *Discounted Cash Flow Rate* (DCF) terhitung sebesar 31,28 %. Dari data analisis kelayakan di atas disimpulkan bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak untuk didirikan.

Kata-kata kunci: biodiesel, metil ester, esterifikasi, transesterifikasi, Kalimantan Timur.



## ABSTRACT

*Production of biodiesel (fatty acid methyl ester) is the process of producing the biodiesel, through the chemical reactions transesterification and esterification. The biodiesel plant is planned to produce with an annual capacity of 80.000 tons and operate over 330 days. The factory is expected to produce biodiesel to meet the needs and standards of the Indonesian market. Raw materials used in the production of biodiesel plants is Crude Palm Oil (CPO) and Methanol. The plant is planned to be built in the province of East Kalimantan, to provide ease towards transport of raw materials and final product as markets to both products are readily available locally. The esterification and transesterification processes will be conducted at a temperature of 60°C and at a pressure of 1 atm using continuous stirred tank reactors with the conversion of CPO reach 95%. Studies on the economic evaluation of this plant has led to a conclusion that a capital investment of Rp.645.256.986.509; production cost of Rp. 1.714.709.474.530 are required, and the predicted profit after tax is Rp. 186.603.945.070. Based on the economic analysis, it is concluded that the biodiesel plant with a capacity 80.000 ton/year is low risk and economically feasible.*

*Based on operating conditions, properties of raw materials and products, the factory of Fatty Acid Methyl Ester from Palm Oil is classified as a low risk factory. Based on the economic analysis of the factory, it shows the Percent Return On Investment (ROI) before tax 36% and after tax 29%. Pay Out Time (POT) before tax for 2.77 years and after tax 3.46 years. Break Even Point (BEP) is 46.12%, and Shut Down Point (SDP) is 26.74%. Discounted Cash Flow Rate (DCF) is calculated at 31,28%. From the data of the feasibility analysis above it was concluded that the factory was profitable and feasible to be established.*

*Keywords: biodiesel, fatty acid methyl ester, esterification, transesterification, East Kalimantan.*

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Minyak solar atau *Automotive Diesel Oil* (ADO) sebagai salah satu hasil kilang minyak merupakan bahan bakar destilasi menengah (*middle destilate*) yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan energi khususnya bahan bakar minyak (BBM) untuk bahan bakar di sektor transportasi, industri dan kelistrikan di Indonesia. Semakin meningkatnya kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) dan semakin terbatasnya sumber daya alam maka diperlukan langkah-langkah untuk mengurangi maupun menggantikan pemakaian minyak solar tersebut dengan bahan bakar alternatif. Selain itu, penggunaan bahan bakar fosil ini juga berdampak negatif pada lingkungan sekitar karena dapat meningkatkan CO<sub>2</sub> di atmosfer bumi.

Biodiesel mempunyai sifat pembakaran yang sangat serupa dengan minyak solar, sehingga dapat dipergunakan langsung pada mesin berbahan bakar minyak solar tanpa mengubah mesin. Biodiesel dapat dibuat dari bahan hayati yang ramah lingkungan seperti: kelapa sawit, jarak pagar, dan kacang kedelai. Penggunaan biodiesel sebagai sumber energi semakin menuntut untuk direalisasikan. Sebab, selain merupakan solusi menghadapi kelangkaan energi fosil pada masa mendatang, biodiesel juga bersifat dapat diperbaharui (*renewable*), dapat terurai (*biodegradable*), memiliki sifat pelumasan terhadap piston mesin karena termasuk kelompok minyak tidak mengering (*non-drying oil*), mampu mengurangi emisi karbondioksida dan efek rumah kaca. Biodiesel juga bersifat ramah lingkungan

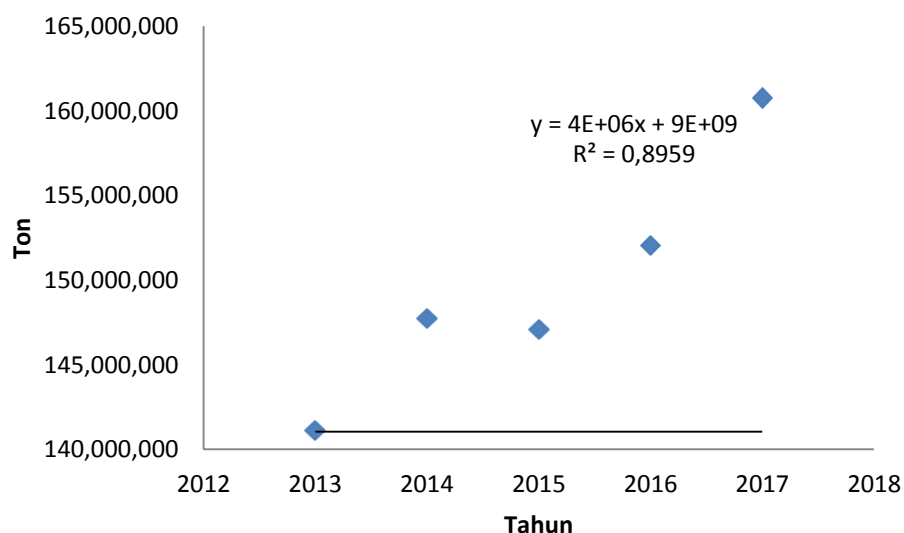
karena menghasilkan emisi gas buang yang jauh lebih baik dibandingkan diesel/solar, yaitu bebas sulfur, bilangan asap (*smoke number*) rendah, terbakar sempurna (*clean burning*), dan tidak menghasilkan racun (*non toxic*). Secara umum minyak nabati dapat terurai secara biologis dan lebih sempurna (lebih dari 90% dalam waktu 21 hari) dari pada bahan bakar minyak bumi (sekitar 20% dalam waktu 21 hari) (Weidmann, 1992).

Berikut tabel kebutuhan Diesel di Indonesia :

Tabel 1.1 Kebutuhan Diesel Indonesia

Tahun	Ton
2013	141.109.588
2014	147.734.282
2015	147.093.349
2016	152.025.371
2017	160.737.366

(Badan Pusat Statistik, 2018)



Gambar 1.1 Grafik Kebutuhan Diesel di Indonesia

$$y = b + ax$$

$$b = 113.158.731$$

$$a = 226.854.118$$

$$y = 227.085.786$$

Dari persamaan diatas maka diperoleh kebutuhan Diesel pada tahun 2023 sebesar 227.085.786 ton/tahun. Berikut tabel produksi Diesel di Indonesia

Table 1.2 Produksi Diesel Indonesia

<b>Tahun</b>	<b>Produksi (ton)</b>
2013	59352.42229
2014	45652.73715
2015	39801.53386
2016	31621.74725
2017	73715.83446

(Badan Pusat Statistik, 2018)

## 1.2. Tinjauan Pustaka

### 1.2.2. Kelapa Sawit

Kelapa sawit adalah tumbuhan industri penting penghasil minyak masak, minyak industri, maupun bahan bakar (biodisel). Perkebunannya menghasilkan keuntungan besar sehingga banyak hutan dan perkebunan lama dikonversikan menjadi perkebunan kelapa sawit. Di Indonesia penyebarannya di daerah Aceh, pantai timur Sumatera, Jawa, dan Sulawesi. Minyak kelapa sawit digunakan sebagai bahan baku minyak goreng, margarine, sabun, kosmetika, dan industri farmasi. Bagian yang paling populer untuk diolah dari kelapa sawit adalah buahnya. Bagian daging buah menghasilkan minyak kelapa sawit mentah yang

diolah menjadi bahan baku minyak goreng dan berbagai jenis turunannya. Sisa pengolahannya digunakan sebagai bahan campuran makanan ternak dan difermentasikan menjadi kompos.

Tumbuhan kelapa sawit berbentuk pohon. Tingginya dapat mencapai 24 meter. Akar serabut tanaman kelapa sawit mengarah ke bawah dan samping. Daun berwarna hijau tua dan pelepah berwarna sedikit lebih muda. Penampilannya agak mirip dengan tanaman salak, hanya saja dengan duri yang tidak terlalu keras dan tajam. Batang tanaman diselubungi bekas pelepah hingga umur 12 tahun. Setelah umur 12 tahun pelepah yang mengering akan terlepas sehingga penampilan menjadi mirip dengan kelapa. Bunga jantan dan betina terpisah namun berada pada satu pohon (*monoecious diclin*) dan memiliki waktu pematangan berbeda sehingga sangat jarang terjadi penyerbukan sendiri. Bunga jantan memiliki bentuk lancip dan panjang sementara bunga betina terlihat lebih besar dan mekar. Tanaman sawit dengan tipe cangkang pisifera bersifat female steril sehingga sangat jarang menghasilkan tandan buah dan dalam produksi benih unggul digunakan sebagai tetua jantan. (Risza,1994)

Buah sawit mempunyai warna bervariasi dari hitam, ungu, hingga merah tergantung bibit yang digunakan. Minyak dihasilkan oleh buah. Kandungan minyak bertambah sesuai kematangan buah. Setelah melewati fase matang, kandungan asam lemak bebas (FFA, *free fatty acid*) akan meningkat dan buah akan rontok dengan sendirinya. Lapisan buah terdiri dari:

1. *Eksoskarp*, bagian kulit buah berwarna kemerahan dan licin.
2. *Mesoskarp*, serabut buah.

### 3. *Endoskarp*, cangkang pelindung inti

Inti sawit (kernel, yang sebetulnya adalah biji) merupakan endosperma dan embrio dengan kandungan minyak inti berkualitas tinggi. Di dalam minyak kelapa sawit sendiri walaupun mengandung kandungan minyak yang tinggi namun, terdapat kandungan lain yang harus di treatment khusus sebelum di reaksikan untuk menjadi hasil lanjutan minyak kelapa sawit. Minyak kelapa sawit sendiri terdiri dari 93,8% minyak kelapa sawit, 6% asam lemak bebas, dan 200 ppm atau 0,2% pengotor.

Tabel1.3 Produksi CPO di Indonesia

Tahun	Produksi(ton/tahun)
2013	26.500.000
2014	30.000.000
2015	31.500.000
2016	32.500.000
2017	32.000.000

(Badan Pusat Statistik, 2018)

Tabel 1.4 Kebutuhan CPO untuk Produksi Minyak Goreng

Tahun	Produksi(ton/tahun)
2013	33.000.000
2014	36.500.000
2015	37.700.000
2016	38.170.000
2017	42.000.000

(Badan Pusat Statistik, 2018)

### 1.2.3. Biodiesel

Biodiesel adalah bahan bakar nabati yang dibuat dari biomassa. Salah satu biomassa yang digunakan untuk memperoleh biodiesel adalah minyak nabati, baik minyak baru maupun bekas penggorengan dan melalui proses transesterifikasi, esterifikasi, atau proses esterifikasi-transesterifikasi. Biodiesel digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar fosil untuk mesin diesel. Biodiesel dapat diaplikasikan baik dalam konsentrasi 100% (B100) atau campuran dengan minyak diesel pada konsentrasi tertentu (BXX), seperti 10% biodiesel dicampur dengan 90% solar yang dikenal dengan nama B10.

Bahan bakar yang berbentuk cair ini bersifat menyerupai bahan bakar diesel, sehingga sangat prospektif untuk dikembangkan. Apalagi biodiesel memiliki kelebihan lain dibandingkan solar, yakni:

1. Bahan bakar ramah lingkungan karena menghasilkan emisi yang jauh lebih baik (*free sulphur, smoke number* rendah) sesuai dengan isu-isu global.
2. *Cetane number* lebih tinggi (>57) sehingga efisiensi pembakaran lebih baik jika dibandingkan dengan minyak petrol.
3. Energi yang dihasilkan mesin diesel lebih sempurna dibandingkan solar hingga yang menggunakan biodiesel tidak mengeluarkan asap hitam berupa karbon atau CO<sub>2</sub>, sedangkan mesin yang menggunakan solar mengeluarkan asap hitam. Biodiesel mengeluarkan aroma khas seperti minyak bekas menggoreng makanan.

4. Memiliki sifat pelumasan terhadap piston mesin dan dapat terurai (*biodegradable*).
5. Merupakan renewable energy karena terbuat dari bahan alam yang dapat diperbarui.

Bahan bakar diesel dikehendaki relatif mudah terbakar sendiri (tanpa harus dipicu dengan letikan api busi) jika disemprotkan ke dalam udara panas bertekanan. Tolak ukur dari sifat ini adalah bilangan setana, yang didefinisikan sebagai % volume n-setana di dalam bahan bakar yang berupa campuran n-setana ( $n\text{-C}_{16}\text{H}_{34}$ ) dan  $\alpha$ -metil naftalena ( $\alpha\text{-CH}_3\text{-C}_{10}\text{H}_7$ ) serta berkualitas pembakaran didalam mesin diesel standar. n-setana (suatu hidrokarbon berantai lurus) sangat mudah terbakar sendiri dan diberi nilai bilangan setana 100, sedangkan  $\alpha$ -metil naftalena (suatu hidrokarbon aromatik bercincin ganda) sangat sukar terbakar dan diberi nilai bilangan setana nol.

#### **1.2.4. Karakteristik Minyak Diesel**

Bilangan setana yang baik dari minyak diesel adalah lebih besar dari 30 dengan volatilitas yang tidak terlalu tinggi supaya pembakaran yang terjadi di dalamnya lebih sempurna. Minyak diesel dikehendaki memiliki kekentalan yang relatif rendah agar mudah mengalir melalui pompa injeksi. Untuk keselamatan selama penanganan dan penyimpanan, titik nyala harus cukup tinggi agar terhindar dari bahaya kebakaran pada suhu kamar. Kadar belerang dapat menyebabkan terjadinya keausan pada dinding silinder.



Jumlah endapan karbon pada bahan bakar diesel dapat diukur dengan metode Conradson atau Ramsbottom untuk memperkirakan kecenderungan timbulnya endapan karbon pada nozzle dan ruang bakar. Abu kemungkinan berasal dari produk mineral dan logam sabun yang tidak dapat larut dan jika tertinggal dalam dinding dan permukaan mesin dapat menyebabkan kerusakan *nozzle* dan menambah deposit dalam ruang bakar.

Table 1.4 Persyaratan Mutu Minyak Diesel

Sifat	Jenis Minyak Diesel		
	Mesin putaran tinggi	Mesin industri	Mesin putaran rendah dan sedang
Bilangan setana	≥ 40	≥ 40	≥ 30
Temperatur didih, °C	288	282 – 338	-
Kekentalan pada 38°C, mm <sup>2</sup> /s	1,4-2,5	2,0-4,3	5,8-26,4
Titik nyala, °C	≥ 38	≥ 52	≥ 55
Kadar belerang, % berat	≤ 0,50	≤ 0,50	≤ 2,00
Kadar air dan sedimen, % vol	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,50
Kadar abu, % berat	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,1
<i>Rams bottom residu</i>	≤ 0,15	≤ 0,35	-

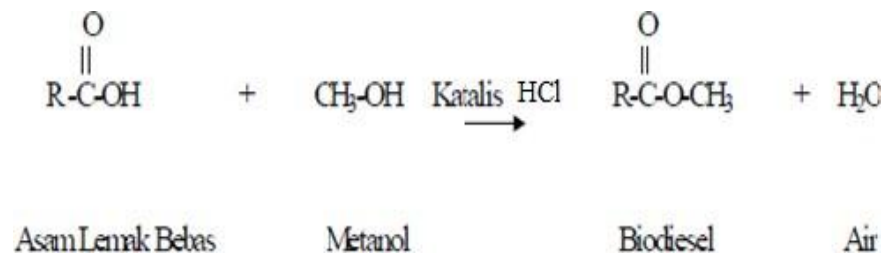
(ASTM D-975, 1991)

### 1.2.5. Proses Pembuatan Biodiesel

Pada prinsipnya terdapat dua reaksi yang digunakan untuk menghasilkan biodiesel dari minyak kelapa sawit, yaitu reaksi esterifikasi asam lemak, dan transesterifikasi trigliserida.

### a. Esterifikasi

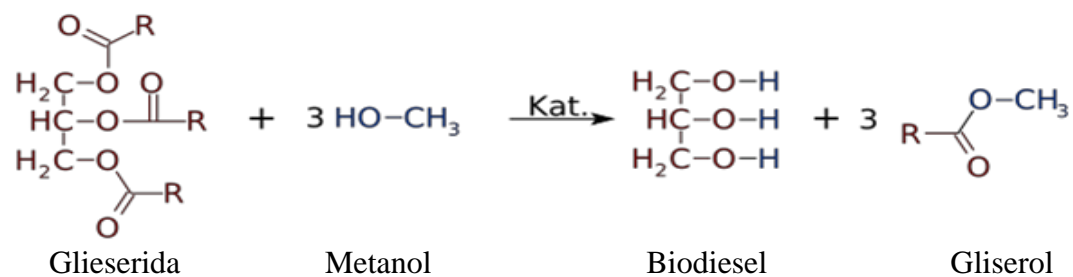
Biodiesel dapat disintesis dengan proses esterifikasi antara bahan baku methanol dan asam lemak dalam bentuk *Free Fatty Acid* (FFA) atau asam lemak bebas. Pada reaksi esterifikasi ini dibutuhkan katalis asam seperti asam sulfat pekat. Dalam esterifikasi asam lemak, alkohol bertindak sebagai reagen nukleofik. Reaksi ini dimulai dengan mencampur biodiesel yang mengandung FFA dengan methanol dan katalis asam sulfat 98% kemudian dipanaskan sampai suhu reaksi sehingga dihasilkan biodiesel dan air. Temperatur reaksi dan tekanan dibuat konstan 60°C pada tekanan 1 atm. Konversi reaksi esterifikasi hingga 90%. Reaksinya adalah sebagai berikut:



Gambar 1.2 Reaksi Esterifikasi

## b. Transesterifikasi

Transesterifikasi adalah tahap konversi dari trigliserida menjadi alkil ester melalui reaksi dengan alkohol, dan menghasilkan produk samping gliserol. Temperatur reaksi dan tekanan dibuat konstan 60°C pada tekanan 1 atm. Diantara alkohol-alkohol monohidrik yang menjadi kandidat sumber/pemasok gugus alkil, metanol adalah yang paling umum digunakan, karena harganya murah dan reaktifitasnya paling tinggi (sehingga reaksi disebut metanolisis). Penggunaan katalis pada transesterifikasi berfungsi untuk meningkatkan kecepatan reaksi dan yield yang dihasilkan.



Gambar 1.3 Reaksi Transesterifikasi

## BAB II PERANCANGAN PRODUK

### 2.1. Spesifikasi Produk

#### 2.2.1. Methyl Ester (Biodiesel)

Tabel 2.1 Spesifikasi Methyl Ester

Parameter	Satuan	Nilai
Massa jenis	kg/m <sup>3</sup>	880,6
Viskositas	mm <sup>2</sup> s	5,724
Bilangan setana	-	71,9
Titik nyala	°C	151
Titik kabut	°C	38
Korosi kepingan	-	1b
Residu karbon	% mass	0,04
Air dan Sedimen	% vol	0
Suhu distilasi 90%	°C	340
Abu tersulfatkan	% mass	0,026
Belerang	Ppm	16
Fosfor	Ppm	0,223
Bilangan asam	Mg KOH/gr	0,76
Gliserol total	% mass	0,222
Kadar ester alkil	% mass	96,99

#### 2.2.2. Gliserin

Bentuk pada 30°C 1 atm	: Liquid
Warna	: Bening
Rumus Molekul	: C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>
Berat Molekul	: 92,0542
Density/ Specific gravity	: 1,4746 g/cm <sup>3</sup>
Viskositas	: N/A

Titik Didih	: 290°C
Titik Beku	: 20°F
Tekanan Uap	: 0,0025 mmHg pada 5°C
Densitas Uap	: 3,17 pada air =1

## 2.2. Spesifikasi Bahan

### 2.2.1. Minyak Kelapa Sawit Mentah

Minyak kelapa sawit terdiri dari lemak, atau minyak yang dapat disabunkan, dan bagian lain yang tidak dapat disabunkan yang jumlahnya tidak melebihi 2%. Lemak atau minyak terdiri dari gliserin yang terikat pada asam-asam lemak. Satu molekul gliserin dapat mengikat tiga molekul asam lemak. Jika molekul-molekul asam lemak itu berbeda-beda, maka lemak disebut trigliserida campuran. Tetapi pada umumnya ketiga tempat itu diduduki oleh tiga asam lemak yang sama, misalnya triolein, tripalmitin, dan sebagainya. Berikut tabel komposisi asam lemak pada minyak sawit.

Table 2.2 Komposisi Asam Lemak Minyak Sawit

Asam lemak jenuh	Minyak kelapa sawit (%)	Minyak inti sawit (%)
Oktanoat (C8 : O)	-	2-4
Dekanoat (C10 : O)	-	3-7
Laurat (C12 : O)	1	41-55
Mistrat (C14 : O)	1-2	14-19
Palmitat (C16 : O)	40 – 46	6 – 10
Stearat ( C18 : O )	7.4 – 10	1 – 4

Table 2.3 Komposisi Asam Lemak Minyak Sawit

<b>Asam lemak tidak jenuh</b>	<b>Minyak kelapa sawit (%)</b>	<b>Minyak inti sawit (%)</b>
Oleat (C18 : 1)	38 – 50	10 – 20
Linoleat (C18 : 2)	5 – 14	1 – 5
Linolenat (C18 : 3)	1	1 – 5

(Murhadi,2010)

Sifat fisik dan kimia dari minyak sawit meliputi parameter - parameter

berikut:

- Titik cair (tergantung kadar asam lemak bebas) 27 – 42,5°C
- Titik beku (tergantung kadar asam lemak bebas) 31 – 41°C
- Titik didih 308 – 360°C
- Titik nyala 289°C
- Nilai bakar 8,825 cal
- Angka penyabunan 198,7 – 201,9
- Angka yodium 53,6 – 57,9
- Angka Rhodan 43,6 – 45,3
- Angka asetil 11,7 – 18
- Angka Reichert-Meissl 0,4 – 1,9
- Angka Polenske 0,40 – 0,69
- Angka Hehner 94 – 99
- Refraksi (tergantung kadar asam lemak) 1,458 – 1,452
- Berat jenis asam-asam lemak 15°C 0,8369 kg/l
- Titik cair asam-asam lemak 44°C – 50°C
- Titik beku asam-asam lemak 35 – 49°C

• Refraksi asam-asam lemak 40°C	1,4497
• Berat jenis minyak kelapa sawit pada 15°C	0,9260 kg/l
• Berat jenis minyak kelapa sawit pada 30°C	0,9096 kg/l
• Berat jenis minyak kelapa sawit pada 35°C	0,9015 kg/l
• Berat jenis minyak kelapa sawit pada 40°C	0,8961 kg/l
• Berat jenis minyak kelapa sawit pada 50°C	0,8899 kg/l
• Berat jenis minyak kelapa sawit pada 60°C	0,8853 kg/l
• Berat jenis minyak kelapa sawit pada 70°C	0,8807 kg/l
• Berat jenis minyak kelapa sawit pada 80°C	0,8760 kg/l

### 2.2.2. Natrium Hidroksida

• Bentuk 30°C 1 atm	: Padat
• Warna	: Putih
• Rumus molekul	: NaOH
• Berat molekul	: 39,9972
• Densitas	: 2,13 gr/cm <sup>3</sup>
• Viskositas	: N/A
• Titik didih	: 1.390°C pada 760 mmHg
• Titik beku	: 318°C
• Tekanan uap	: 1 mmHg pada 739°C

### 2.2.3. Methanol

- Bentuk 30°C 1 atm : Cair
- Warna : Tidak Berwarna
- Rumus Molekul : CH<sub>3</sub>OH
- Berat Molekul : 32,037
- Densitas : 791 gr/cm<sup>3</sup>
- Viskositas : 0,55 cP pada 20°C
- Titik didih : 64,7°C pada 101,3 kPa
- Titik beku : -97,8°C
- Tekanan uap : 12,8 kPa pada 20°C
- Densitas uap : 1,105 pada 15°C
- Kelarutan : Dapat dicampur

### 2.2.4. Asam Klorida

- Bentuk 30°C 1 atm : Cair
- Warna : Tidak berwarna
- Rumus molekul : HCl
- Berat molekul : 34,46
- Densitas : 1,0 – 1,2 gr/cm<sup>3</sup>
- Viskositas : N/A
- Titik didih : 81,5 - 110°C pada 760 mmHg
- Titik beku : -74°C
- Tekanan uap : 5,7 mmHg pada 0°C



- Densitas uap : 1,26
- Kelarutan : Dapat dicampur

#### **2.2.5. Asam Fosfat**

- Bentuk 30°C 1 atm : Cair
- Warna : Tidak berwarna
- Rumus molekul :  $\text{H}_3\text{PO}_4$
- Berat molekul :  $98,00 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Densitas :  $1,885 \text{ gr}/\text{cm}^3$
- Viskositas : 2,4 – 9,4 cP
- Titik didih :  $158^\circ\text{C}$
- Titik beku :  $42,35^\circ\text{C}$
- Kelarutan : Dapat dicampur

### **2.3. Pengendalian Kualitas**

#### **3.1.1. 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 ditentukan untuk proses. Evaluasi yang digunakan yaitu standar yang hamper sama dengan standar Amerika yaitu ASTM 1972.

#### **3.1.2. Pengendalian Kualitas Produk**

Pengendalian produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan, dan ini sudah harus dilakukan sejak dari bahan baku sampau menjadi

produk. Selain pengawasan mutu bahan baku sampai menjadi produk. Selain pengawasan mutu bahan baku, bahan pembantu, produk setengah jadi maupun produk penunjang mutu proses. Semua pengawasan mutu dapat dilakukan analisa di laboratorium maupun menggunakan alat kontrol. Pengendalian dan pengawasan jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di control room, dilakukan dengan cara automatic control yang menggunakan indikator dari yang telah ditetapkan baik itu flow rate bahan baku atau produk, level control, maupun temperature control dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan yaitu nyala lampu, bunyi alarm dan sebagainya. Bila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan pada kondisi semula baik secara manual atau otomatis. Beberapa alat kontrol yang dijalankan yaitu, kontrol terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun suhu. Alat control yang harus diatur pada kondisi tertentu antara lain:

**1. *Level controller***

Merupakan alat yang dipasang pada bagian dinding tangki. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan muncul tanda/isyarat berupa suara dan nyala lampu.

**2. *Flow rate controller***

Merupakan alat yang dipasang untuk mengatur aliran, baik itu aliran masuk maupun aliran keluar proses.

**3. *Temperature controller***

Umumnya Temperature kontrol mempunyai set point / batasan nilai suhu yang kita masukan ke dalam parameter didalamnya. Ketika nilai suhu benda

(nilai aktual) yang diukur melebihi *set point* beberapa derajat maka *outputnya* akan bekerja. Pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang memenuhi standar, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai dengan spesifikasi. Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standard dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat 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 pemeriksaan laboratorium. Pengendalian kualitas (*quality control*) pada pabrik biodiesel ini meliputi:

**a. Pengendalian kualitas bahan baku**

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

**b. Pengendalian kualitas bahan pembantu**

Bahan-bahan pembantu untuk proses pembuatan biodiesel di pabrik ini juga perlu dianalisa untuk mengetahui sifat-sifat fisiknya, apakah sudah

sesuai dengan spesifikasi dari masing-masing bahan untuk membantu kelancaran proses.

**c. Pengendalian kualitas produk**

Pengendalian kualitas produk dilakukan terhadap produksi biodiesel.

**d. Pengendalian kualitas produk pada waktu pemindahan**

Pengendalian kualitas yang di maksud disini adalah pengawasan produk terutama biodiesel pada saat akan dipindahkan dari tangki penyimpanan sementara ke tangki penyimpanan tetap (*storage tank*), dari storage tank ke truk, dan ke kapal.

**3.1.3. Pengendalian Waktu**

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula. Maka dari itu pengendalian waktu dibutuhkan untuk memaksimalkan waktu yang digunakan selama proses produksi berlangsung.

**3.1.4. Pengendalian Bahan Proses**

Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan untuk proses harus mencukupi. Karenanya, diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan dan pabrik dapat memproduksi biodiesel sesuai kapasitas yang diinginkan.

## BAB III PERANCANGAN PROSES

### 3.1. Uraian Proses

Proses pembuatan biodiesel ini menggunakan bahan baku minyak kelapa sawit mentah dan methanol. Dalam proses pembuatan biodiesel ini melibatkan dua reaksi secara berturut, yaitu esterifikasi dengan menggunakan katalis HCl dan transesterifikasi dengan menggunakan katalis HCl dan NaOH. Dibutuhkan dua reaksi dalam proses pembuatan biodiesel kali ini dalam rangka memaksimalkan bahan baku minyak kelapa sawit mentah yang terdiri dari 94% trigliserida dan 6% asam lemak bebas. Reaksi ini berjalan pada suhu 60°C dan tekanan 1 atm secara kontinyu. Berikut adalah beberapa tahap pembuatan biodiesel (*methyl ester*):

#### 3.1.1. Persiapan dan Pemurnian Bahan Baku

Pada proses ini minyak kelapa sawit mentah (CPO) dan asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) dialirkan menuju *degummer* (DG-01) untuk proses degumming. Proses ini bertujuan untuk mengikat 200 ppm senyawa-senyawa pengotor yang ada di dalam minyak kelapa sawit mentah oleh  $H_3PO_4$  sehingga mudah untuk dipisahkan. Namun sebelum kedua bahan tersebut masuk ke dalam *degummer*, CPO dan  $H_3PO_4$  dialirkan melewati pemanas (HE-01 dan HE-02) hingga mencapai suhu 60°C. Produk *degumming* kemudian dialirkan menuju *cooler* (CO-01) hingga suhu mencapai 40°C sebelum dialirkan lagi menuju *washing tower* (WT-01) untuk dicuci. Proses pencucian di dalam *washing tower* bertujuan untuk membantu pemisahan CPO dengan zat pengotor hasil *degumming*, atau yang biasa disebut

dengan gum. Pemisahan gum, air, dan CPO dilakukan di dalam *decanter* (DC-01). CPO yang telah melewati tahap pemurnian di *decanter* (DC-01) dianggap sebagai CPO murni yang bebas dari air dan pengotor lainnya.

### 3.1.2. Tahap Reaksi Esterifikasi

CPO murni dialirkan melewati *heater* (HE-01) hingga suhunya mencapai 60°C. CPO yang telah dipanaskan kemudian dialirkan menuju reaktor esterifikasi (R-01/02). Reaksi esterifikasi berjalan pada suhu 60°C dan tekanan 1 atm dengan konversi reaksi 95%. Reaksi esterifikasi mereaksikan *free fatty acid* dengan metanol (CH<sub>3</sub>OH) dengan katalis asam kuat yaitu HCl. HCl dan CH<sub>3</sub>OH yang berasal dari tangki penyimpanan masing-masing (T-03 dan T-04) dialirkan menuju reaktor, sebelum dialirkan ke reaktor HCl dan CH<sub>3</sub>OH dialirkan menuju (HE-04 dan HE-05) hingga mencapai suhu 60°C. HCl dan CH<sub>3</sub>OH dengan suhu 60°C kemudian dialirkan menuju reaktor esterifikasi (R-01/02).

Reaksi esterifikasi ini berlangsung pada fase cair dan menggunakan reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) sebanyak dua buah untuk mendapatkan hasil konversi maksimal, yaitu 95%. Reaksi ini bersifat eksotermis sehingga suhu harus dipertahankan untuk menghindari terjadi efek samping seperti bahan baku yang rusak atau kerusakan alat jika terjadi peningkatan suhu yang sangat signifikan. Untuk menjaga suhu reaksi tetap 60°C maka reaktor dilengkapi dengan jaket pendingin yang digunakan secara kontinyu dengan air sebagai pendingin. Hasil reaksi esterifikasi ini menghasilkan biodiesel dan air.

Setelah reaksi esterifikasi, produk dialirkan menuju *neutralizer* (NT-01) yang bertujuan untuk menetralkan hasil reaksi esterifikasi yang bersifat asam akibat

adanya HCl yang berperan sebagai katalis. Reaksi netralisasi dalam *neutralizer* menggunakan NaOH sebagai basa yang sebelumnya telah dicairkan dengan menggunakan H<sub>2</sub>O di dalam *mixer* (M-01). Reaksi ini berjalan pada suhu dan tekanan yang sama seperti reaktor esterifikasi yaitu 60°C dan 1 atm dan menghasilkan NaCl dan H<sub>2</sub>O sebagai produknya. Reaksi ini juga bersifat eksotermis sehingga dibutuhkan jaket pendingin untuk menjaga suhu kondisi operasi tetap pada suhu yang telah ditentukan. Hal ini dilakukan untuk menjaga agar tidak terjadi kerusakan produk maupun alat yang digunakan. Setelah itu NaCl, CH<sub>3</sub>OH, H<sub>2</sub>O, biodiesel, dan CPO yang masih mengandung trigliserida dialirkan ke reaktor Transesterifikasi (R-03/04)

### **3.1.3. Tahap Reaksi Transesterifikasi**

Reaksi transesterifikasi berlangsung pada suhu 60°C dan tekanan 1 atm dengan penambahan CH<sub>3</sub>OH dan katalis NaOH. Sebelum masuk ke reaktor CH<sub>3</sub>OH dan NaOH dipanaskan oleh heater (HE-06 dan HE-07) hingga mencapai suhu 60°C. Reaksi transesterifikasi berlangsung pada fasa cair dengan menggunakan reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) sebanyak dua buah dengan kondisi operasi isothermal serta sifat reaksi eksotermis sehingga suhu reaksi harus dipertahankan untuk menghindari terjadinya efek samping lainnya. Untuk menjaga suhu reaksi tetap 60°C maka reaktor transesterifikasi dilengkapi dengan jaket pendingin dengan air sebagai medium pendingin.

Senyawa yang terbentuk dari hasil reaksi transesterifikasi ini berupa biodiesel (*methyl ester* atau RCOOCH<sub>3</sub>) dan gliserol. Hasil reaksi transesterifikasi dinetralkan di *neutralizer* (NT-02) dengan suhu dan tekanan yang sama, yaitu

60°C dan 1 atm. Di dalam *neutralizer* (NT-02) ditambahkan larutan HCl untuk menetralkan NaOH yang terkandung dalam campuran produk transesterifikasi. Reaksi netralisasi juga bersifat eksotermis sehingga perlu dilengkapi jaket pendingin untuk menjaga suhu agar tetap 60°C. Senyawa yang dihasilkan dari reaksi di dalam neutralizer adalah NaCl dan H<sub>2</sub>O.

#### **3.1.4. Tahap Pemurnian**

Campuran dari *neutralizer* (NT-02) selanjutnya dipisahkan dalam decanter (DC-02). Sebelum dipisahkan di dalam *Decanter* (DC-02) larutan terlebih dahulu dialirkan melewati cooler (CO-02) untuk didinginkan dari suhu 60°C menjadi 40°C. *Decanter* (DC-02) berfungsi untuk memisahkan *crude glycerol* dengan *methyl ester* (biodiesel). *Crude glycerol* akan dialirkan menuju tangki penyimpanan (T-06) dan biodiesel yang masih mengandung senyawa pengotor lain dialirkan menuju *washing tower* (WT-02) untuk dicuci kemudian dimurnikan lebih lanjut di dalam *decanter* (DC-03). Pada *decanter* biodiesel dipisahkan dari senyawa pengotor lainnya sehingga didapatkan biodiesel dengan kemurnian 98%. Biodiesel dengan kemurnian 98% disimpan di dalam tangki biodiesel (T-05) dengan suhu 30°C dan tekanan 1 atm.

### **3.2. Spesifikasi Alat Proses**

Spesifikasi alat pada pabrik biodiesel dirancang dengan pertimbangan efisiensi dan optimasi proses. Adapun spesifikasi masing-masing alat yang digunakan pada pabrik biodiesel dari minyak kelapa sawit meliputi:



### 3.2.1. Tangki Crude Palm Oil (T-01)

Fungsi	Menyimpan minyak kelapa sawit selama 14 hari	
Jenis	Tangki silinder tegak dengan <i>flat bottom</i> dan atap berbentuk <i>conical roof</i>	
Jumlah	1 buah	
Kondisi operasi	30°C 1 atm	
Bahan	<i>Carbon steel SA 283 Grade C</i>	
Dimensi	Diameter	27,4307 m
	Tinggi	10,9723 m
	Tebal <i>Head</i>	1,25 m
	Tebal <i>bottom</i>	1,25 m
Jenis <i>Head</i>	<i>Conical head</i>	
Volume	4.513,7643 m <sup>3</sup>	
Harga	Rp. 8.416.932.984	

### 3.2.2. Tangki H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (T-02)

Fungsi	Menyimpan H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> selama 14 hari	
Jenis	Silinder tegak dengan <i>elliptical dished Head</i>	
Jumlah	1 buah	
Kondisi operasi	30°C 1 atm	
Bahan	<i>Stainless steel SA 209 Grade C</i>	
Dimensi	Diameter	6,0957 m
	Tinggi	3,6574 m
	Tebal <i>Head</i>	0,5 in

	Tebal <i>bottom</i>	0,5 in
Jenis <i>Head</i>	<i>Elliptical dished head</i>	
Volume	3,0655 m <sup>3</sup>	
Harga	Rp. 7.373.864.750	

### 3.2.3. Tangki CH<sub>3</sub>OH (T-03)

Fungsi	Menyimpan CH <sub>3</sub> OH selama 14 hari	
Jenis	Silinder tegak dengan <i>elliptical dished head</i>	
Jumlah	1 buah	
Kondisi operasi	30°C	
	1 atm	
Bahan	<i>Carbon steel SA 283 Grade C</i>	
Dimensi		
	Diameter	30,4785 m
	Tinggi	10,9723 m
	Tebal <i>Head</i>	1,25 in
	Tebal <i>bottom</i>	1,25 in
Jenis <i>Head</i>	<i>Elliptical dished head</i>	
Volume	2.366,6662 m <sup>3</sup>	
Harga	Rp.2.515.911.891	

### 3.2.4. Tangki HCl (T-04)

Fungsi	Menyimpan HCl selama 14 hari	
Jenis	Silinder tegak dengan <i>elliptical dished Head</i>	
Jumlah	1 buah	
Kondisi operasi	30°C	
	1 atm	
Bahan	<i>Stainless steel SA 209 Grade C</i>	

Dimensi		
	Diameter	18,1227 m
	Tinggi	7,3148 m
	Tebal <i>Head</i>	1,5 in
	Tebal <i>bottom</i>	1,5 in
Jenis <i>Head</i>	<i>Elliptical dished head</i>	
Volume	119,5901 m <sup>3</sup>	
Harga	Rp. 204.517.014	

### 3.2.5. Gudang Penyimpanan NaOH (G-01)

Fungsi	Menyimpan NaOH selama 14 hari	
Jenis	Prisma segi empat beraturan	
Jumlah	1 buah	
Kondisi operasi	30°C	
	1 atm	
Bahan	Beton	
Dimensi		
	Panjang	4,5575 m
	Tinggi	2,2787 m
	Lebar	4,5575 in
Kapasitas	47,3314 m <sup>3</sup>	
Harga	Rp. 2.997.232.106	

### 3.2.6. Tangki Biodiesel (T-05)

Fungsi	Menyimpan biodiesel selama 14 hari	
Jenis	Silinder tegak dengan <i>elliptical dished Head</i>	
Jumlah	1 buah	
Kondisi operasi	30°C	
	1 atm	

Bahan	<i>Carbon steel SA 283 Grade C</i>
Dimensi	
	Diameter 25,0343 m
	Tinggi 9,3878 m
	Tebal <i>Head</i> 1,5 in
	Tebal <i>bottom</i> 1,5 in
Jenis <i>Head</i>	<i>Elliptical dished head</i>
Volume	4.619,27 m <sup>3</sup>
Harga	Rp. 6.648.566.041

### 3.2.7. Tangki Gliserol (T-06)

Fungsi	Menyimpan gliserol selama 14 hari
Jenis	Tangki silinder tegak dengan <i>flat bottom</i> dan atap berbentuk <i>conical roof</i>
Jumlah	1 buah
Kondisi operasi	30°C 1 atm
Bahan	<i>Stainless steel SA 209 Grade C</i>
Dimensi	
	Diameter 10,6648 m
	Tinggi 5,4861 m
	Tebal <i>Head</i> 1,5 in
	Tebal <i>bottom</i> 1,5 in
Jenis <i>Head</i>	<i>Conical head</i>
Volume	456,9151 m <sup>3</sup>
Harga	Rp. 2.997.232.106

### 3.2.8. Mixer (M-01)

Fungsi	Mencampurkan NaOH dan H <sub>2</sub> O sebelum diumpan ke Reaktor
--------	---

Jenis	Tangki berpengaduk Tutup <i>ellipsoidal</i> Silinder tegak	
Jumlah	1 buah	
Kondisi operasi	30°C 1 atm	
Bahan	<i>Stainless steel SA 209 Grade C</i>	
Dimensi	Diameter	0,5126 m
	Tinggi	0,8970 m
Pengaduk		
	Jenis	Turbin <i>vertical blade</i> (6 blades)
	Jumlah <i>baffle</i>	6 buah
	Diameter	0,4495 m
	Lebar <i>baffle</i>	0,1124 m
	Efisiensi	80%
	Daya motor	0,75 HP
Volume	0,8115 m <sup>3</sup>	
Harga	Rp. 899.169,631	

### 3.2.9. Degummer (DG-01)

Fungsi	Mengikat kotoran CPO dengan H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	
Jenis	Silinder tegak Tutup <i>ellipsodial</i>	
Jumlah	1 buah	
Kondisi operasi	60°C 1 atm	
Bahan	<i>Stainless steel SA 209 Grade C</i>	
Dimensi	Diameter	1,71 m

	Tinggi	2,563 m
Pengaduk		
Jenis	<i>Flat blade impeller turbin</i>	
Jumlah <i>baffle</i>	4 buah	
Diameter	0,6054 m	
Lebar <i>baffle</i>	0,1029 m	
Efisiensi	80%	
Daya motor	10 HP	
Volume	5,6021 m <sup>3</sup>	
Harga	Rp. 169.255.460	

### 3.2.10. Washing Tower (WT-01)

Fungsi	Mencuci produk <i>degummer</i>	
Jenis	Silinder tegak dengan tutup <i>ellipsodial</i>	
Jumlah	1 buah	
Kondisi operasi	60°C	
	1 atm	
Bahan	<i>Stainless steel SA 209 Grade C</i>	
Dimensi		
	Diameter	21,73 m
	Tinggi	31,59 m
Pengaduk		
Jenis	<i>Flat blade impeller turbin</i>	
Jumlah <i>baffle</i>	4 buah	
Diameter	0,7472 m	
Lebar <i>baffle</i>	0,1494 m	
Efisiensi	80%	
Daya motor	10 HP	
Volume	13.435,798 m <sup>3</sup>	
Harga	Rp. 2.152.206.590	

### 3.2.11. *Washing Tower (WT-02)*

Fungsi	Mencuci produk atas <i>decanter 2</i>
Jenis	Silinder tegak dengan tutup <i>ellipsodial</i>
Jumlah	1 buah
Kondisi operasi	40°C
	1 atm
Bahan	<i>Stainless steel SA 209 Grade C</i>
Dimensi	
	Diameter 22,51 m
	Tinggi 33,76 m
Pengaduk	
Jenis	<i>Flat blade impeller turbin</i>
Jumlah <i>baffle</i>	4 buah
Diameter	0,7472 m
Lebar <i>baffle</i>	0,1494 m
Efisiensi	80%
Daya motor	10 HP
Volume	12.767,089 m <sup>3</sup>
Harga	Rp. 2.152.206.590

### 3.2.12. *Decanter (DC-01)*

Fungsi	Memisahkan CPO dari gum dan air
Jenis	Silinder vertikal
Jumlah	1 buah
Kondisi operasi	40°C
	1 atm
Bahan	<i>Stainless steel SA 209 Grade C</i>
Dimensi	
	Diameter 4,2060 m
	Tinggi 8,4120 m

Waktu tinggal	27 menit
Harga	Rp. 1.285.942.757

### 3.2.13. *Decanter (DC-02)*

Fungsi	Memisahkan biodiesel dari produk <i>netralizer</i>
Jenis	<i>Silinder vertikal</i>
Jumlah	1 buah
Kondisi operasi	40°C 1 atm
Bahan	<i>Stainless steel SA 209 Grade C</i>
Dimensi	Diameter 1,9785 m Tinggi 3,9570 m
Waktu tinggal	2,15 menit
Harga	Rp. 347.161.350

### 3.2.14. *Decanter (DC-03)*

Fungsi	Memisahkan gliserol dari biodiesel
Jenis	<i>Silinder vertical</i>
Jumlah	1 buah
Kondisi operasi	40°C 1 atm
Bahan	<i>Stainless steel SA 209 Grade C</i>
Dimensi	Diameter 3,9568 m Tinggi 7,9136 m
Waktu tinggal	18,61 menit
Harga	Rp. 783.530.616



### 3.2.15. Reaktor Esterifikasi (R-01/02)

Fungsi	Mereaksikan FFA dengan $\text{CH}_3\text{OH}$ dengan katalis HCl
Jenis	Reaktor alir tangki berpengaduk
Jumlah	2 buah
Kondisi operasi	60°C ( <i>isothermal</i> ) 1 atm
Bahan	<i>Stainless steel SA 209 Grade C</i>
Dimensi	Diameter 2,75 m Tinggi 5,504 m
Jenis head	<i>Flanged disk head (torispherical)</i>
Jaket pendingin	Diameter 3,645 m
Pengaduk	Jumlah <i>baffle</i> 4 buah Jumlah <i>blade</i> 6 buah Lebar <i>baffle</i> 0,1869 m Jenis <i>Flat blade turbine impeller</i> Jumlah 1 buah Diameter 0,91 m Tenaga 15 HP Jumlah putaran 100 rpm
Harga	Rp. 7.729.332.677

### 3.2.16. Reaktor Tranesterifikasi (R-03 dan R-04)

Fungsi	Mereaksikan trigliserida dengan $\text{CH}_3\text{OH}$ dengan katalis NaOH
Jenis	Reaktor alir tangki berpengaduk
Jumlah	2 buah

Kondisi operasi	60°C ( <i>isothermal</i> )
	1 atm
Bahan	<i>Stainless steel SA 209 Grade C</i>
Dimensi	
	Diameter 2,35 m
	Tinggi 4,69 m
Jenis <i>head</i>	<i>Flanged disk head (torispherical)</i>
Jaket pendingin	
	Diameter 3,9 m
Pengaduk	
	Jumlah <i>baffle</i> 4 buah
	Jumlah <i>blade</i> 6 buah
	Lebar <i>baffle</i> 0,1545 m
	Jenis <i>Flat blade turbine impeller</i>
	Jumlah 1 buah
	Diameter 0,909 m
	Tenaga 15 HP
	Jumlah putaran 100 rpm
Harga	Rp. 6.883.055.377

### 3.2.17. *Neutralizer (NT-01)*

Fungsi	Menetralkan HCl sisa reaksi esterifikasi dengan NaOH
Jenis	Reaktor alir tangki berpengaduk
Jumlah	1 buah
Kondisi operasi	60°C
	1 atm
Bahan	<i>Stainless steel SA 209 Grade C</i>

Dimensi	Diameter	1,742 m
	Tinggi	2,612 m
Jenis <i>head</i>	<i>Flanged disk head (torispherical)</i>	
Pengaduk	Jumlah <i>baffle</i>	4 buah
	Jumlah <i>blade</i>	6 buah
	Lebar <i>baffle</i>	0,12 m
	Jenis	<i>Flat blade turbine impeller</i>
	Jumlah	1 buah
	Diameter	0,605 m
	Tenaga	425 HP
Harga	Rp. 1.909.342.636	

### 3.2.18. *Neutralizer* (NT-02)

Fungsi	Menetralkan NaOH sisa reaksi transesterifikasi dengan HCl	
Jenis	Reaktor alir tangki berpengaduk	
Jumlah	1 buah	
Kondisi operasi	60°C	
	1 atm	
Bahan	<i>Stainless steel SA 209 Grade C</i>	
Dimensi	Diameter	1,811 m
	Tinggi	2,716 m
Jenis <i>head</i>	<i>Flanged disk head (torispherical)</i>	
Pengaduk	Jumlah <i>baffle</i>	4 buah
	Jumlah <i>blade</i>	6 buah
	Lebar <i>baffle</i>	0,103 m

Jenis	<i>Flat blade turbine impeller</i>
Jumlah	1 buah
Diameter	0,604 m
Tenaga	75 HP
Harga	Rp. 1.909.413.159

### 3.2.19. *Bucket Elevator (BE-01)*

Fungsi	Mengangkut NaOH dari G-01 menuju M-01
Jenis	<i>Supercapacity continuous bucket</i>
Bahan	<i>Malleable iron</i>
Jumlah	1 unit
Kondisi operasi	30°C 1 atm
Kapasitas	280,044 kg/jam
Dimensi	Tinggi <i>elevator</i> 7,62 m Ukuran <i>bucket</i> 8 x 5(1/2) x 7(3/4) in <sup>3</sup>
Jarak antar <i>bucket</i>	0,203 m
Kecepatan	225 ft/min
Kecepatan putaran	68,6 rpm
Lebar <i>belt</i>	0,1778 m
Daya motor	0,5 HP
Harga	Rp. 282.092.433

### 3.2.20. *Heater (HE-01)*

Fungsi	Meningkatkan suhu CPO dari 30°C hingga 60°C
Tekanan	1 atm
Jenis	<i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan	<i>Stainless steel SA 209 Grade C</i>

Jumlah	1 Buah
Luas Transfer Panas	12,7062 $ft^2$

Dimensi *pipe*

Nps	1 ¼
Sch No	40
<i>Pressure drop</i>	0,0113 psi

Dimensi *annulus*

Nps	2
Sch No	40
Pressure drop	0,0002 psi

Koef. transfer panas ( $U_c$ )	202,508 btu/jam.ft <sup>2</sup> .F
Koef. transfer panas ( $U_d$ )	40,0993 btu/jam.ft <sup>2</sup> .F
Rd	0,0204
Harga	Rp. 37.024.631
Jumlah Hairpin	2

**3.2.21. Heater (HE-02)**

Fungsi	Meningkatkan suhu H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> dari 30°C hingga 60°C
Tekanan	1 atm
Jenis	<i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan	<i>Stainless steel SA 209 Grade C</i>
Jumlah	1 buah
Luas Transfer Panas	0,0187 $ft^2$
Dimensi <i>pipe</i>	
Nps	1 ¼
Sch No	40
<i>Pressure drop</i>	1,7037 psi

Dimensi *annulus*

Nps	2
Sch No	40
<i>Pressure drop</i>	0,0002 psi

Koef. transfer panas ( $U_c$ )	143,8553 btu/jam.ft <sup>2</sup> .F
Koef. transfer panas ( $U_d$ )	37,1038 btu/jam.ft <sup>2</sup> .F
Rd	0,191
Harga	Rp. 37.024.631
Jumlah Hairpin	1

**3.2.22. Heater (HE-03)**

Fungsi Meningkatkan suhu CPO output *decanter* dari 40°C hingga 60°C

Tekanan 1 atm

Jenis *Double pipe heat exchanger*

Bahan *Stainless steel SA 209 Grade C*

Jumlah 1 buah

Luas Transfer Panas 9,1141 ft<sup>2</sup>

Dimensi *pipe*

Nps	1 1/4
Sch No	40
<i>Pressure drop</i>	1,7037 psi

Dimensi *anulus*

<i>Pressure drop</i>	0,0002 psi
Nps	2
Sch No	40

Koef. transfer panas ( $U_c$ )	144,1694 btu/jam.ft <sup>2</sup> .F
Koef. transfer panas ( $U_d$ )	37,1246 btu/jam.ft <sup>2</sup> .F
Rd	0,191

Harga	Rp. 655.864.907
Jumlah Hairpin	1

### 3.2.23. Heater (H-04)

Fungsi	Meningkatkan suhu CH <sub>3</sub> OH hingga 60°C
Tekanan	1 atm
Jenis	<i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan	<i>Stainless steel SA 209 Grade C</i>
Jumlah	1 buah
Luas Transfer Panas	1,2006 ft <sup>2</sup>
Dimensi <i>pipe</i>	
	Nps 1 ¼
	Sch No 40
	<i>Pressure drop</i> 0,0097 psi

Dimensi <i>anulus</i>	
	Nps 2
	Sch No 40
	<i>Pressure drop</i> 0,0002 psi

Koef. transfer panas (U <sub>c</sub> )	190,4050 btu/jam.ft <sup>2</sup> .F
Koef. transfer panas (U <sub>d</sub> )	39,6009 btu/jam.ft <sup>2</sup> .F
Rd	0,0222
Harga	Rp. 23.801.549
Jumlah Hairpin	2

### 3.2.24. Heater (HE-05)

Fungsi	Meningkatkan suhu HCl hingga 60°C
Tekanan	1 atm
Jenis	<i>Double pipe heat exchanger</i>

Bahan	<i>Stainless steel SA 209 Grade C</i>
Jumlah	1 buah
Luas Transfer Panas	0,0810 $ft^2$
Dimensi <i>pipe</i>	
	Nps 1 1/4
	Sch No 40
	<i>Pressure drop</i> 0,0049 psi
Dimensi <i>anulus</i>	
	Nps 1
	Sch No 40
	<i>Pressure drop</i> 0,0002 psi
Koef. transfer panas ( $U_c$ )	68,9911 btu/jam.ft <sup>2</sup> .F
Koef. transfer panas ( $U_d$ )	28,9900 btu/jam.ft <sup>2</sup> .F
Rd	0,0205
Harga	Rp. 21.156.932
Jumlah Hairpin	1

### 3.2.25. Heater (HE-06)

Fungsi	Meningkatkan suhu dari R-01 ke M-02 hingga 60°C
Tekanan	1 atm
Jenis	<i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan	<i>Stainless steel SA 209 Grade C</i>
Jumlah	1 buah
Luas Transfer Panas	0,5561 $ft^2$
Dimensi <i>pipe</i>	
	Nps 1 1/4
	Sch No 40
	<i>Pressure drop</i> 1,5942 psi
Dimensi <i>anulus</i>	



	Nps	2
	Sch No	40
	<i>Pressure drop</i>	0,05 psi
Koef. transfer panas ( $U_c$ )	205.5454	btu/jam.ft <sup>2</sup> .F
Koef. transfer panas ( $U_d$ )	40,2170	btu/jam.ft <sup>2</sup> .F
Rd	0,0097	
Harga	Rp. 22.920.010	
Jumlah Hairpin	1	

### 3.2.26. Heater (HE-07)

Fungsi	Meningkatkan suhu dari R-01 ke M-02 hingga 60°C	
Tekanan	1 atm	
Jenis	<i>Double pipe heat exchanger</i>	
Bahan	<i>Stainless steel SA 209 Grade C</i>	
Jumlah	1 buah	
Luas Transfer Panas	0,5581 ft <sup>2</sup>	
Dimensi <i>pipe</i>		
	Nps	1 ¼
	No Sch	40
	<i>Pressure drop</i>	1,5942 psi
Dimensi <i>anulus</i>		
	Nps	2
	No Sch	40
	<i>Pressure drop</i>	0,05 psi
Koef. transfer panas ( $U_c$ )	240,9882	btu/jam.ft <sup>2</sup> .
Koef. transfer panas ( $U_d$ )	41,4086	btu/jam.ft <sup>2</sup> .F
Rd	0,0097	
Harga	Rp. 22.920.010	
Jumlah Hairpin	5	

### 3.2.27. Cooler (CO-01)

Fungsi	Menurunkan dari Washing Tower (WT-01) masuk ke dalam Decanter	
Jenis	<i>Double pipe heat exchanger</i>	
Bahan	<i>Stainless steel SA 209 Grade C</i>	
Tekanan	1 atm	
Jumlah	1 buah	
Luas Transfer Panas	62,9395 $ft^2$	
Dimensi <i>pipe</i>		
	Nps	1 1/4
	Sch No	40
	<i>Pressure drop</i>	3,5773 psi
Dimensi <i>anulus</i>		
	Nps	2
	Sch No	40
	<i>Pressure drop</i>	0,0002 psi
Koef. transfer panas ( $U_c$ )	1.722,3915 btu/jam.f	
Koef. transfer panas ( $U_d$ )	48,5895 btu/jam.ft <sup>2</sup> .F	
Rd	0,0204	
Harga	Rp. 26.446.165	
Jumlah Hairpin	5	

**3.2.28. Cooler (CO-02)**

Fungsi	Menurunkan suhu dari Netralizer (NT-02) sebelum masuk kedalam decanter H <sub>2</sub> O.	
Jenis	<i>Double pipe heat exchanger</i>	
Bahan	<i>Stainless steel SA 209 Grade C</i>	
Tekanan	1 atm	
Jumlah	1 buah	
Luas Transfer Panas	30,1059 <i>ft</i> <sup>2</sup>	
Dimensi <i>pipe</i>		
	Nps	1 ¼
	Sch No	40
	<i>Pressure drop</i>	9,425 psi
Dimensi <i>anulus</i>		
	Nps	2
	Sch No	40
	<i>Pressure drop</i>	0,0002 psi
Koef. transfer panas (U <sub>c</sub> )	1.799,7672 btu/jam.ft <sup>2</sup> .F	
Koef. transfer panas (U <sub>d</sub> )	48,6485 btu/jam.ft <sup>2</sup> .F	
Rd	0,0089	
Harga	Rp. 24.683.087	
Jumlah Hairpin	2	

**3.2.29. Pompa (P-01)**

Fungsi	Mengalirkan CPO dari T-01 menuju HE-01
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	49,3053 gallon/min
<i>Head</i>	3,2931 m

Tenaga	0,17 HP
Putaran standar	2.900 rpm
Putaran spesifik	8.330,0255 rpm
Harga	Rp. 102.258.50
Jumlah	2

### 3.2.30. Pompa (P-02)

Fungsi	Mengalirkan H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> dari T-02 menuju HE-02
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	0,0347 gallon/min
<i>Head</i>	3,2895 m
Tenaga	0.05 HP
Putaran standar	2.900 rpm
Putaran spesifik	221,0592 rpm
Harga	Rp. 148.098.526
Jumlah	2

### 3.2.31. Pompa (P-03)

Fungsi	Mengalirkan campuran dari DG-01 menuju WT-01
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	49,3363 gallon/min
<i>Head</i>	3,3186 m
Tenaga	0,17 HP
Putaran standar	2.900 rpm
Putaran spesifik	8.284,5475 rpm
Harga	Rp. 102.258.506
Jumlah	2

**3.2.32. Pompa (P-04)**

Fungsi	Mengalirkan air dari tangki utilitas menuju WT-01
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	2,2549 gallon/min
<i>Head</i>	6,9205 m
Tenaga	0,05 HP
Putaran standar	2.900 rpm
Putaran spesifik	1.020,6104 rpm
Harga	Rp. 63.470.796
Jumlah	2

**3.2.33. Pompa (P-05)**

Fungsi	Mengalirkan campuran dari WT-01 menuju CO-01
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	51,5912 gallon/min
<i>Head</i>	3,3209 m
Tenaga	0,17 HP
Putaran standar	2.900 rpm
Putaran spesifik	8.467,3758 rpm
Harga	Rp. 102.258.506
Jumlah	2

**3.2.34. Pompa (P-06)**

Fungsi	Mengalirkan CPO dari DC-01 menuju HE-03
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	48,8033 gallon/min
<i>Head</i>	3,2625 m

Tenaga	0,17 HP
Putaran standar	2.900 rpm
Putaran spesifik	8.345,6355 rpm
Harga	Rp. 102.258.506
Jumlah	2

### 3.2.35. Pompa (P-07)

Fungsi	Mengalirkan CH <sub>3</sub> OH dari T-03 menuju R-01
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	2,5985 gallon/min
<i>Head</i>	8,5365 m
Tenaga	0,05 HP
Putaran standar	2.900 rpm
Putaran spesifik	939,0619 rpm
Harga	Rp. 63.470.796
Jumlah	2

### 3.2.36. Pompa (P-08)

Fungsi	Mengalirkan HCl dari T-04 menuju R-01
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	2,3674 gallon/min
<i>Head</i>	7,5953 m
Tenaga	0,05 HP
Putaran standar	2.900 rpm
Putaran spesifik	975,2688 rpm
Harga	Rp. 63.470.796
Jumlah	2

**3.2.37. Pompa (P-09)**

Fungsi	Mengalirkan campuran dari R-01 menuju NT-01
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	51,4341 gallon/min
<i>Head</i>	3,2916 m
Tenaga	0,05 HP
Putaran standar	2.900 rpm
Putaran spesifik	8.510,8216 rpm
Harga	Rp. 63.470.796
Jumlah	2

**3.2.38. Pompa (P-10)**

Fungsi	Mengalirkan campuran dari M-01 menuju NT-01
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	1,0673 gallon/min
<i>Head</i>	17,4841 m
Tenaga	0,05 HP
Putaran standar	2.900 rpm
Putaran spesifik	350,3956 rpm
Harga	Rp. 102.258.506
Jumlah	2

**3.2.39. Pompa (P-11)**

Fungsi	Mengalirkan campuran dari N-01 menuju R-02
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	51,5232 gallon/min
<i>Head</i>	3,0588 m

Tenaga	0,05 HP
Putaran standard	2.900 rpm
Putaran spesifik	8.999,8044 rpm
Harga	Rp. 74.049.262
Jumlah	2

#### 3.2.40. Pompa (P-12)

Fungsi	Mengalirkan campuran dari M-01 menuju R-02
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	0,8788 gallon/min
<i>Head</i>	0,001 m
Tenaga	0,25 HP
Putaran standar	2.900 rpm
Putaran spesifik	1.192,3963 rpm
Harga	Rp. 66.996.952
Jumlah	2

#### 3.2.41. Pompa (P-13)

Fungsi	Mengalirkan CH <sub>3</sub> OH dari NT-01 menuju CO-01
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	25,6726 gallon/min
<i>Head</i>	3,1495 m
Tenaga	0,08 HP
Putaran standar	2.900 rpm
Putaran spesifik	6.215,0847 rpm
Harga	Rp. 105.784.662
Jumlah	2



**3.2.42. Pompa (P-14)**

Fungsi	Mengalirkan HCL dari T-03 menuju NT-02
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	0,7599 gallon/min
<i>Head</i>	4,3244 m
Tenaga	0,05 HP
Putaran standar	2.900 rpm
Putaran spesifik	84,9901 rpm
Harga	Rp. 105.784.662
Jumlah	2

**3.2.43. Pompa (P-15)**

Fungsi	Mengalirkan CH <sub>3</sub> OH dari T-03 menuju M-03
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	57,0104 gallon/min
<i>Head</i>	3,2033 m
Tenaga	0,5 HP
Putaran standar	2.900 rpm
Putaran spesifik	9.144,8296 rpm
Harga	Rp. 74.049.262
Jumlah	2

**3.2.44. Pompa (P-16)**

Fungsi	Mengalirkan campuran dari NT-02 menuju CO-02
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	57,6610 gallon/min
<i>Head</i>	3,0004 m

Tenaga	0,25 HP
Putaran standar	2.900 rpm
Putaran spesifik	9.659,3083 rpm
Harga	Rp. 105.784.662
Jumlah	2

### 3.2.45. Pompa (P-17)

Fungsi	Mengalirkan campuran dari DC-02 menuju WT-02
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	52,3608 gallon/min
<i>Head</i>	3,5444 m
Tenaga	0,25 HP
Putaran standar	2.900 rpm
Putaran spesifik	8.123,5993 rpm
Harga	Rp. 105.784.662
Jumlah	2

### 3.2.46. Pompa (P-18)

Fungsi	Mengalirkan campuran dari DC-02 menuju T-06
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	53,2505 gallon/min
<i>Head</i>	3,0113 m
Tenaga	0,17 HP
Putaran standar	2.900 rpm
Putaran spesifik	9.275,4821rpm
Harga	Rp. 105.784.662
Jumlah	2

**3.2.47. Pompa (P-19)**

Fungsi	Mengalirkan campuran dari WT-02 menuju DC-03
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	53,2504 gallon/min
<i>Head</i>	3,008 m
Tenaga	0,17 HP
Putaran standar	2.900 rpm
Putaran spesifik	9.266,0224 rpm
Harga	Rp. 169.255.460
Jumlah	2

**3.2.48. Pompa (P-20)**

Fungsi	Mengalirkan campuran dari DC-03 menuju T-06
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	50,4458 gallon/min
<i>Head</i>	3,4037 m
Tenaga	0,17 HP
Putaran standar	2.900 rpm
Putaran spesifik	8.219,5168 rpm
Harga	Rp. 105.784.662
Jumlah	2

**3.2.1 Analisa Kebutuhan Bahan Baku**

Analisis kebutuhan bahan baku berkaitan dengan ketersediaan bahan baku terhadap kebutuhan kapasitas pabrik. Bahan baku minyak kelapa sawit mentah diperoleh dari salah satu pabrik pengolahan minyak kelapa sawit yang terdapat di provinsi Kalimantan Timur, tepatnya di kabupaten Kutai. Sedangkan methanol diperoleh dari PT. Kaltim Methanol Industry, Bontang,

Kalimantan Timur. Bahan baku pembuatan biodiesel dengan proses esterifikasi dan proses transterifikasi terdiri dari minyak kelapa sawit mentah,  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{NaOH}$  dan  $\text{HCl}$ . Berikut adalah tabel kebutuhan bahan baku.

Table 3.1 Kebutuhan Bahan Baku

<b>Komponen</b>	<b>Kebutuhan (ton/tahun)</b>
Minyak kelapa sawit	81.028,9685
$\text{CH}_3\text{OH}$	39.260,1352
$\text{H}_3\text{PO}_4$	81,02897
$\text{NaOH}$	1.980,3107
$\text{HCl}$	180,4559

### 3.2.2 Analisa Kebutuhan Alat Proses

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

## **BAB IV PERANCANGAN PABRIK**

### **4.1. Lokasi Pabrik**

Ketepatan pemilihan lokasi suatu pabrik harus direncanakan dengan baik dan tepat. Kemudahan dalam pengoperasian pabrik dan perencanaan di masa depan merupakan faktor – faktor yang perlu mendapat perhatian dalam penetapan lokasi suatu pabrik. Faktor-faktor penentuan lokasi pabrik adalah sebagai berikut:

#### **4.1.1. Faktor-Faktor Utama**

##### **1. Letak sumber bahan baku**

Suatu pabrik sebaiknya didirikan didaerah yang dekat dengan sumber bahan baku untuk memudahkan pengadaan dan transportasi bahan baku. Hal-hal yang perlu ditinjau mengenai bahan baku ini adalah sebagai berikut:

- a. Jarak pabrik dengan sumber bahan baku
- b. Kapasitas sumber
- c. Cara penanganan bahan baku tersebut
- d. Kemungkinan mendapatkan sumber bahan baku lain

##### **2. Tenaga listrik dan bahan baku**

Dalam pendirian suatu pabrik, tenaga listrik dan bahan bakar adalah faktor penunjang yang paling penting. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengadaan tenaga listrik dan bahan bakar adalah:

- a. Kemungkinan pengadaan tenaga listrik dan bahan bakar di lokasi pabrik untuk sekarang dan masa yang akan datang
- b. Harga bahan bakar yang digunakan

### 3. Sumber air

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam suatu industri kimia. Air digunakan untuk kebutuhan media pendingin, air umpan boiler, air sanitasi dan kebutuhan lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan pabrik, air dapat diperoleh melalui dua sumber:

- a. Dari sumber langsung (sungai maupun air tanah)
- b. Dari instalasi penyediaan air

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penyediaan air adalah:

- a. Kapasitas sumber air
- b. Kualitas sumber air
- c. Jarak sumber air dari lokasi pabrik
- d. Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air sesuai dengan kebutuhan rutin pabrik
- e. Polusi air tidak melebihi ambang batas yang ditetapkan

### 4. Iklim alam sekitar

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada faktor ini adalah:

- a. Keadaan lingkungan alam yang sulit akan memperbesar biaya konstruksi pembangunan pabrik
- b. Keadaan angin (kecepatan dan arahnya) pada situasi terburuk yang pernah terjadi pada suatu tempat tersebut diperkirakan tidak akan mengganggu jalannya proses produksi
- c. Kemungkinan terjadinya gempa
- d. Pengaruh alam terhadap perluasan di masa mendatang

## **5. Pemasaran**

Sebaiknya lokasi pabrik dekat dengan pemasarannya. Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai pemasaran ini adalah sebagai berikut:

- a. Daerah pemasaran produk
- b. Pengaruh dan jumlah saingan yang ada
- c. Kemampuan daya serap pasar
- d. Jarak pemasaran dari lokasi pabrik dengan daerah yang dituju
- e. Sistem pemasaran yang dipakai

### **4.1.2. Faktor Khusus**

#### **1. Transportasi**

Masalah pengangkutan (transportasi) perlu diperhatikan agar kelancaran suplai bahan baku dan pemasaran produk dapat terjamin dengan biaya operasi serendah mungkin dan dalam waktu singkat. Fasilitas-fasilitas yang perlu diperhatikan:

- a. Jalan raya yang dapat dilalui mobil dan angkutan darat lainnya
- b. Sungai atau laut yang dapat dilalui perahu maupun kapal
- c. Pelabuhan laut dan lapangan udara yang terdekat dengan lokasi pabrik

#### **2. Tenaga kerja**

Kebutuhan tenaga kerja baik secara tenaga kasar maupun tenaga ahli berpengaruh terhadap kinerja dan kelancaran dari perusahaan. Tingkat pendidikan masyarakat dan tenaga kerja juga menjadi pendukung pendirian pabrik ini. Hal-hal yang perlu diperhatikan:

- a. Kemungkinan untuk mendapatkan tenaga kerja yang diinginkan
- b. Pendidikan/keahlian tenaga kerja yang tersedia
- c. Tingkat/penghasilan tenaga kerja disekitar lokasi pabrik
- d. Adanya ikatan perburuhan (peraturan perburuhan)
- e. Terdapatnya lokasi untuk lembaga training tenaga kerja

### **3. Limbah pabrik**

Buangan pabrik harus mendapat perhatian yang cermat, terutamadampaknya terhadap kesehatan masyarakat sekitar lokasi pabrik.

Hal-halyang perlu diperhatikan adalah:

- a. Cara menangani limbah tersebut agar tidak menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan
- b. Biaya yang diperlukan untuk menangani masalah polusi bagi lingkungan

### **4. Undang-undang dan peraturan yang berlaku**

Hal-hal yang perlu diperhatikan:

- a. Ketentuan-ketentuan mengenai daerah industri
- b. Ketentuan-ketentuan jalan umum bagi industri di daerah yang bersangkutan
- c. Perpajakan dan asuransi

### **5. Pengendalian terhadap bahaya banjir dan kebakaran**

Hal-hal yang perlu diperhatikan:

- a. Lokasi pabrik harus jauh dari lokasi perumahan penduduk



- b. Lokasi pabrik diusahakan tidak berada di lokasi rawan banjir

## **6. Masalah lingkungan**

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

- a. Apakah daerah pedesaan atau perkotaan
- b. Fasilitas rumah, sekolah dan ibadah
- c. Tempat rekreasi dan kesehatan

Berdasarkan pertimbangan diatas, maka ditentukan rencana pendirian pabrik biodiesel ini berlokasi di daerah kabupaten Bontang, Kalimantan Timur. Faktor – faktor yang menjadi dasar pertimbangan dalam menentukan lokasi pabrik adalah sebagai berikut:

### **1. Penyediaan bahan baku**

Sumber bahan baku merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi pemilihan lokasi pabrik. Untuk menekan biaya penyediaan bahan baku, maka pabrik biodiesel didirikan di dekat penghasil utama bahan baku biodiesel (minyak kelapa sawit mentah) yaitu PT. Triputro Argo Persada region Kalimantan Timur dengan kapasitas 281,000 ton per tahun.

### **2. Pemasaran produk**

Daerah Kalimantan Timur juga merupakan salah satu area industri perminyakan yang paling berkembang pesat di Indonesia. Hal ini menjadikan daerah kalimantan timur merupakan pasar yang baik untuk produk methyl ester (biodiesel). Untuk pemasaran hasil produk bisa melewati jalur darat maupun jalur darat. Biodiesel yang dihasilkan bisa

dipasarkan ke beberapa PT. Pertamina yang terdapat di kabupaten Bontang sendiri ataupun di sekitaran area Kalimantan Timur. Karena dengan sehubungan PT. Pertamina ingin mensukseskan program biodiesel untuk Indonesia. Karena sifatnya yang ramah lingkungan dan dapat diperbarui.

### **3. Utilitas**

Penyediaan air untuk utilitas mudah dan murah karena kawasan ini dekat dengan sungai dan laut. Sarana yang lain seperti bahan bakar dan listrik dapat diperoleh dengan mudah karena dekat dengan Pertamina dan PLTU.

### **4. Transportasi**

Sarana transportasi untuk keperluan pengangkutan bahan baku dan pemasaran produk dapat ditempuh melalui jalur darat maupun laut. Pelabuhan dapat dijadikan tempat berlabuh untuk kapal yang mengangkut bahan baku maupun produk. Dengan tersedianya sarana baik darat maupun laut maka diharapkan kelancaran kegiatan proses produksi, serta kelancaran pemasaran baik pemasaran di dalam pulau maupun di luar pulau.

### **5. Tenaga kerja**

Tenaga kerja yang dibutuhkan pada pabrik ini meliputi tenaga kerja terdidik, terampil maupun tenaga kasar. Tenaga kerja tersebut dapat diperoleh dari daerah sekitar lokasi pabrik maupun dari luar daerah. Kebutuhan tenaga kerja baik secara tenaga kasar maupun tenaga ahli berpengaruh terhadap kinerja dan kelancaran dari perusahaan. Tingkat pendidikan dan tenaga kerja juga menjadi pendukung pendirian pabrik ini.

## 6. Keadaan iklim

Lokasi yang dipilih merupakan lokasi yang cukup stabil karena memiliki iklim rata-rata yang cukup baik. Seperti daerah lain di Indonesia yang beriklim tropis dengan temperatur udara berkisar 25°C – 30°C. Bencana alam seperti gempa bumi, tanah longsor maupun banjir besar jarang terjadi sehingga operasi pabrik dapat berjalan lancar.

## 7. Faktor penunjang lainnya

Kawasan kabupaten Bontang, Kalimantan Timur dalam kondisi saat ini memang sudah terkenal sebagai kawasan industri perminyakan. Karena terdapat beberapa perusahaan, bahkan perusahaan asing yang bertempat di kawasan tersebut. Sehingga faktor-faktor pendukung di area Bontang pasti sudah diperhitungkan sebelumnya.



Gambar 4.1 Lokasi Pabrik

## 4.2. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, asrama karyawan, tempat peralatan, tempat penyimpanan bahan baku dan produk, dan sarana lain seperti utilitas, taman dan tempat parkir. Secara garis besar *lay-out* pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu:

#### 4.3.1. Daerah Administrasi/Perkantoran dan Laboratorium

Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium sebagai pusat pengendalian kualitas bahan yang akan diproses serta produk yang akan yang dijual.

#### 4.3.2. Daerah Proses dan Ruang Kontrol

Merupakan daerah tempat alat-alat proses diletakkan dan proses berlangsung. Ruang control sebagai pusat pengendalian berlangsungnya proses.

#### 4.3.3. Daerah Pergudangan Umum, Bengkel dan Garasi.

Merupakan daerah tempat berlangsungnya perbaikan alat-alat proses.

#### 4.3.4. Daerah Utilitas dan Power Station

Merupakan daerah dimana kegiatan penyediaan air dan tenaga listrik dipusatkan. Adapun perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.1 Perincian Dimensi Tanah dan Bangunan

No.	Nama Bangunan	Luas (m <sup>2</sup> )
1.	Pos penjagaan	9
2.	Kantor keamanan	24
3.	Kantin	180
4.	Koperasi karyawan dan serikat kerja	100
5.	Poliklinik	120
6.	Kantor Pusat	450
7.	Area parkir	415
8.	Taman	70
9.	Sarana ibadah	192
10.	sarana olahraga	100
11.	Laboratorium dan pengendalian mutu	192

Tabel 4.1 Tabel rincian area bangunan pabrik

<b>No</b>	<b>Nama Bangunan</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>
12	Kantor teknik dan produksi	308
13	Loker room karyawan	168
14	Ruang timbang truck	72
15	Gudang alat	220
16	Pemadam kebakaran	224
17	Area utilitas	340
18	Area pengolahan air	500
19	Area proses	3702,2717
20	Ruang kontrol	160
21	Area penyimpanan bahan	600
22	Bengkel	288
23	Mess	576
24	Area perluasan pabrik	2.200
25	Jalan dalam pabrik	4.050
Total		15.260



Gambar 4.2 area bangunan pabrik (skala 1:1000)

### 4.3. Tata Letak Alat Proses

Dalam perancangan tata letak peralatan proses pada pabrik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

#### 4.6.1. Aliran Bahan Baku Proses

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

#### **4.6.2. Aliran Udara**

Aliran udara di dalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja, selain itu perlu juga memperhatikan arah hembusan angin.

#### **4.6.3. Pencahayaan**

Penerangan seluruh pabrik harus memadai. Pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau berisiko tinggi harus diberi penerangan tambahan.

#### **4.6.4. Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan**

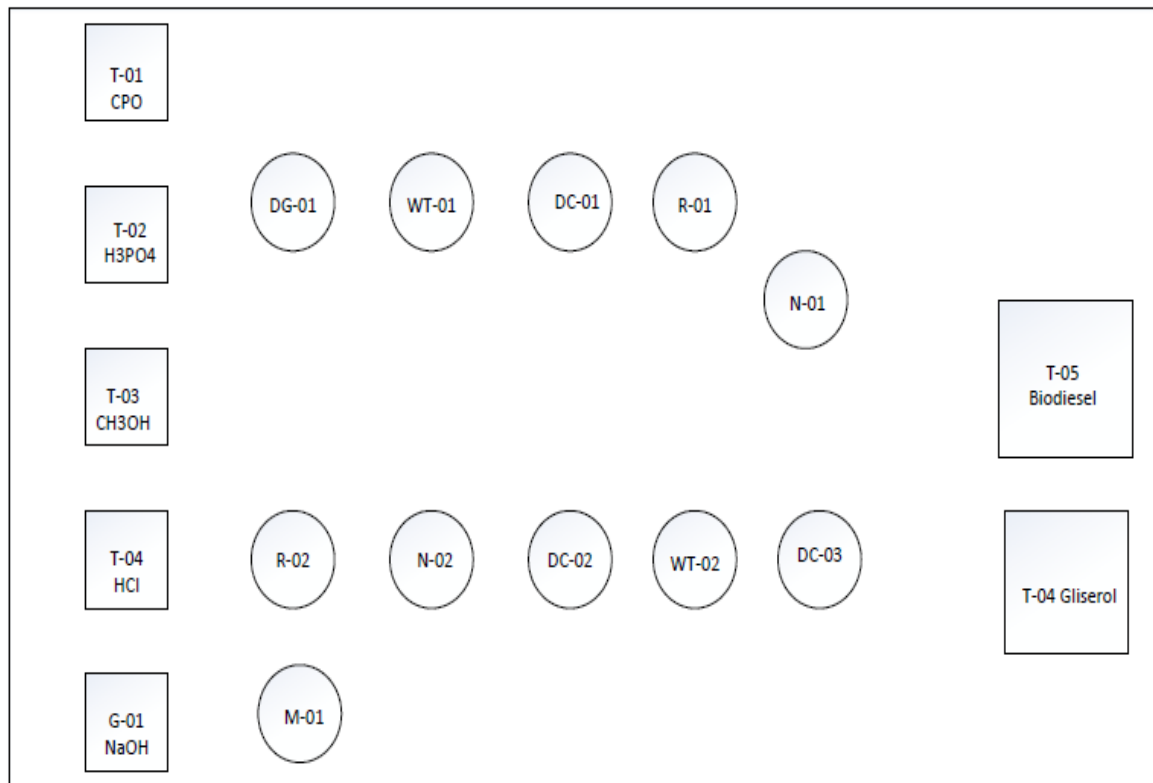
Dalam perancangan lay out peralatan, perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

#### **4.6.5. Pertimbangan Ekonomi**

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

#### **4.6.6. Jarak Antar Alat Proses**

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



Keterangan:  
T = Tangki  
DG = Degummer  
WT = Washing Tower  
DC = Decanter  
R = Reaktor  
N = Netralizer

Gambar 4.3 tata letak alat proses (skala 1:400)



#### 4.4. Alir Proses Material

##### 4.4.1. Neraca Massa

##### 4.4.6.1. Neraca Massa Total

Tabel 4.2 Neraca Massa Total

<b>Komponen</b>	<b>Masuk (kg/jam)</b>	<b>Keluar (kg/jam)</b>
Trigliserida	9.617,0740	471,1905
FFA	613,8558	30,0760
CH3OH	4.957,0878	
H3PO4	10,2309	
HCl	228,1608	
NaOH	250,0392	
H2O	573,2386	467,2217
RCOOCH3		9.599,7436
Gliserol		1.021,8870
NaCl		365,6824
<b>Total</b>	<b>16.249,6877</b>	<b>16.249,6877</b>

##### 4.4.6.2. Degummer (DG-01)

Tabel 4.3 Neraca Massa Degummer (DG-01)

<b>Senyawa</b>	<b>Input (kg/jam)</b>		<b>Output (kg/jam)</b>
	<b>Arus 3</b>	<b>Arus 6</b>	<b>Arus 7</b>
CPO	10.230,9304	0,0000	10.228,8842
H3PO4	0,0000	10,2309	0,0000
H2O	0,0000	1,8055	1,8055
Gum	0,0000	0,0000	12,2771
<b>Total</b>	<b>10.242,9668</b>		<b>10.242,9668</b>

#### 4.4.6.3. Washing Tower (WT-01)

Tabel 4.4 Neraca Massa Washing Tower (WT-01)

Senyawa	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 8	Arus 9	Arus 10
CPO	10.228,8842	0.0000	10.228,8842
H2O	1,8055	512,1483	513,9538
Gum	12,2771	0,0000	12,2771
<b>Total</b>	<b>10.755,1151</b>		<b>10.755,1151</b>

#### 4.4.6.4. Decanter (DC-01)

Tabel 4.5 Neraca Massa Decanter (DC-01)

Senyawa	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Arus 12	Arus 13	Arus 14
CPO	10.228,8842	102,2888	10.126,5953
H2O	513,9538	513,9538	0,0000
Gum	12,2771	12,2771	0,0000
<b>Total</b>	<b>10.755,1151</b>	<b>10.755,1151</b>	

#### 4.4.6.5. Reaktor Esterifikasi (R-01)

Tabel 4.6 Neraca Massa Reaktor Esterifikasi (R-01)

Senyawa	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 16	Arus 19/22	Arus 23
H2O	0,0000	54,6001	95,1856
CH3OH	0,0000	455,6968	383,5448
HCl	0,0000	22,7848	22,7848
RCOOCH3	0,0000	0,0000	608,7824
Free Fatty Acid	607,5957	0,0000	30,3798
Trigliserida	9.518,9996	0,0000	9518,9996
<b>Total</b>	<b>10.659,6771</b>		<b>10.659,6771</b>

#### 4.4.6.6. Mixer (M-01)

Tabel 4.7 Neraca Massa Mixer (M-02)

Senyawa	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 26	Arus 25	Arus 28/31
NaOH	0,0000	250,0392	250,0392
H <sub>2</sub> O	125,019,6183	0,0000	125,0196
<b>Total</b>	<b>375,0589</b>		<b>375,0589</b>

#### 4.4.6.7. Netralizer (N-01)

Tabel 4.8 Neraca Massa Netralizer (N-01)

Senyawa	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 24	Arus 28	Arus 29
H <sub>2</sub> O	95,1856	125,0196	231,4416
CH <sub>3</sub> OH	383,5448	0,0000	383,5448
HCl	22,7848	0,0000	0,0000
RCOOHCH <sub>3</sub>	608,7824	0,0000	608,7824
Free Fatty Acid	30,3798	0,0000	30,3798
Trigliserida	9.518,9996	0,0000	9.518,9996
NaOH	0,0000	24,9697	0,0000
NaCl	0,0000	0,0000	36,5182
<b>Total</b>	<b>10.809,6664</b>		<b>10.809,6664</b>

#### 4.4.6.8. Reaktor Transesterifikasi (R-03 dan R-04)

Tabel 4.9 Neraca Massa Reaktor Transesterifikasi (R-03 dan R-04)

Senyawa	Input (kg/Jam)		Output (kg/Jam)
	Arus 30	Arus 36/33	Arus 37
H <sub>2</sub> O	231,4416	139,2183	370,6598
RCOOCH <sub>3</sub>	608,7824	0,0000	9.696,7107
Free Fatty Acid	30,3798	0,0000	30,3798
Trigliserida	9.518,9996	0,0000	475,9500
CH <sub>3</sub> OH	383,5448	4.501,3910	244,2468
NaOH	0,0000	225,0695	225,0695
Gliserol	0,0000	0,0000	1.032,2091
NaCl	36,51817	0,0000	36,51817
<b>Total</b>	<b>15.638,8270</b>		<b>15.638,8270</b>

#### 4.4.6.9. Netralizer (N-02)

Tabel 4.10 Neraca Massa Netralizer (N-02)

Senyawa	Input (kg/Jam)		Output (kg/Jam)
	Arus 38	Arus 40	Arus 41
H <sub>2</sub> O	370.6598	0.0000	471.9411
CH <sub>3</sub> OH	3.751,1592	0.0000	3751.1592
RCOOCH <sub>3</sub>	9.696,7107	0.0000	9696.7107
Free Fatty Acid	30,3798	0.0000	30.3798
Trigliserida	475,9500	0.0000	475.9500
NaOH	225,0695	0.0000	0.0000
Gliserol	1.032.2091	0.0000	1.032.2091
HCl	0.0000	205.3760	0.0000
NaCl	36.5182	0.0000	365.6824
<b>Total</b>	<b>15824.0323</b>		<b>15824.0323</b>

#### 4.4.6.10. Decanter (DC-02)

Tabel 4.11 Neraca Massa Decanter (DC-02)

Senyawa	Input (kg/Jam)		Output (kg/Jam)	
	Arus 43	Arus 47	Arus 44	
CH <sub>3</sub> OH	3.751,1592	0,0000	3751,1592	
RCOOCH <sub>3</sub>	9.696,7107	0,0000	9.696,7107	
Free Fatty Acid	30,3798	0,0000	30,3798	
Trigliserida	475,9500	0,0000	475,9500	
NaCl	365,6824	365,6824	0,0000	
Gliserol	1.032,2091	1021,8870	10,3221	
H <sub>2</sub> O	471,9411	4,7194	467,2217	
<b>Total</b>	<b>15.824,0323</b>		<b>15.824,0323</b>	

#### 4.4.6.11. Washing Tower (WT-02)

Tabel 4.12 Neraca Massa Washing Tower (WT-02)

Senyawa	Input (kg/Jam)		Output (kg/Jam)
	Arus 45	Arus 46	Arus 49
CH <sub>3</sub> OH	3.751,1592	0,0000	3.751,1592
RCOOHCH <sub>3</sub>	9.696,7107	0,0000	9.696,7107
Free Fatty Acid	30,3798	0,0000	30,3798
Trigliserida	475,9500	0,0000	475,9500
Gliserol	10,3221	0,0000	10,3221
H <sub>2</sub> O	4,7194	698,4621	703,1815
<b>Total</b>	<b>14.667,7032</b>		<b>14.667,7032</b>

#### 4.4.6.12. Decanter (DC-03)

Tabel 4.13 Neraca Massa Decanter (DC-03)

Senyawa	Input (kg/Jam)		Output (kg/Jam)	
	Arus 50	Arus 52	Arus 51	
CH <sub>3</sub> OH	3.751,1592	3.751,1592		0
RCOOCH <sub>3</sub>	9.696,7107	96,9671		9.599,7436
Free Fatty Acid	30,3798	0,3038		30,0760
Trigliserida	475,9500	4,7595		471,1905
Gliserol	10,3221	10,3221		0,0000
H <sub>2</sub> O	703,1815	703,1815		0,0000
<b>Total</b>	<b>14.667,7032</b>	<b>14.667,7032</b>		

#### 4.4.2. Neraca Panas

##### 4.4.2.1. Degummer (DG-01)

Tabel 4.14 Neraca Panas Degummer (DG-01)

Komponen	Input (kJ/Jam)		Output (kJ/Jam)
	Q1	Q2	
Trigliserida	2.396,1694		2.396,1694
Free fatty acid	265,4622		265,4622
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>		30,4389	30,4389
H <sub>2</sub> O		7,5319	7,5319
<b>Total</b>	<b>2.699,6024</b>		<b>2.699,6024</b>

##### 4.4.2.2. Washing Tower (WT-01)

Tabel 4.15 Neraca Panas Washing Tower (WT-01)

Komponen	Input (kJ/Jam)		Output (kJ/jam)
	Q1	Q2	Q
Trigliserida	2.396,1694	0,0000	2.396,1694
Free Fatty Acid	265,4622	0,0000	265,4622
H <sub>2</sub> O	7,5319	2.136,5613	2.144,0933
Gum	36,5267	0,0000	36,5267
<b>Total</b>	<b>4.842,2515</b>		<b>4.842,2515</b>

#### 4.4.2.3. Decanter (DC-01)

Tabel 4.16 Neraca Panas *Decanter* (DC-01)

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)	
	Q1 (Kj/Jam)	Q (Kj/Jam)	Q (Kj/Jam)
Trigliserida	2.396,1694	0	2.372,2077
FFA	265,4622	0	262,8076
H <sub>2</sub> O	2.144,0933	2.144,0933	0,0000
Gum	36,5267	36,5267	0
<b>Total</b>	<b>4.842,2515</b>	<b>4.842,2515</b>	

#### 4.4.2.4. Reaktor Esterifikasi (R-01)

Tabel 4.17 Neraca Panas Reaktor Esterifikasi (R-01 dan R-02)

	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
$\Delta H_1$	2.635,0152	
$\Delta H_2$	1.261,2641	
$\Delta H_3$		4.051,6079
$\Delta H_R$		9.261,3846
Q	9.416,7132	
<b>Total</b>	<b>13.312,9924</b>	<b>13.312,9924</b>

#### 4.4.2.5. Mixer (M-01)

Tabel 4.18 Neraca Panas *Mixer* (M-01)

Komponen	Input	Output
	Q (Kj/Jam)	Q (Kj/Jam)
NaOH	418,9285	418,9285
H <sub>2</sub> O	521,5522	521,5522
<b>Total</b>	<b>940,4807</b>	<b>940,4807</b>

#### 4.4.2.6. Netralizer (N-01)

Tabel 4.19 Neraca Panas *Netralizer* (N-01)

	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
$\Delta H_1$	3.532,1373	
$\Delta H_2$	563,3877	
$\Delta H_3$		4.657,1898
$\Delta H_R$		38,0195
<b>Total</b>	<b>4.695,2093</b>	<b>4.695,2093</b>

#### 4.4.2.7. Decanter (DC-02)

Tabel 4.20 Neraca Panas *Decanter* (DC-02)

Komponen	Input (kJ/Jam)	Output (kJ/Jam)	
	Q1	Q	Q
CH <sub>3</sub> OH	147,6105	0	147,6105
RCOOCH <sub>3</sub>	4.054,8701	0,0000	4.054,8701
Free Fatty Acid	13,1404	0,0000	13,1404
Trigliserida	118,6104	0,0000	118,6104
NaCl	132,7366	132,7366	0
Gliserol	2.987,9756	2.958,0958	29.8798
H <sub>2</sub> O	682,7179	675,8907	3,1003
<b>Total</b>	<b>8.137,6614</b>	<b>8.137,6614</b>	

#### 4.4.2.8. Reaktor Transesterifikasi (R-03 dan R-04)

Tabel 4.21 Neraca Panas Reaktor Transesterifikasi (R-03 dan R-04)

	Input (kJ/Jam)	Output (kJ/Jam)
$\Delta H_1$	3.071,9693	
$\Delta H_2$	12.098,1439	
$\Delta H_3$		9.204,2642
$\Delta H_R$		169.061,4487
Q	163.095,5998	
<b>Total</b>	<b>178.265,7130</b>	<b>178.265,7130</b>

#### 4.4.2.9. Netralizer (N-02)

Tabel 4.22 Neraca Panas *Netralizer* (N-02)

	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
$\Delta H_1$	26.020,7132	-
$\Delta H_2$	1.271,7253	-
$\Delta H_3$	-	29.887,0856
$\Delta H_R$		-647,3687
<b>Total</b>	<b>27.292,4385</b>	<b>27.292,4385</b>



#### 4.4.2.10. *Washing Tower (WT-02)*

Tabel 4.23 Neraca Panas *Washing Tower (WT-02)*

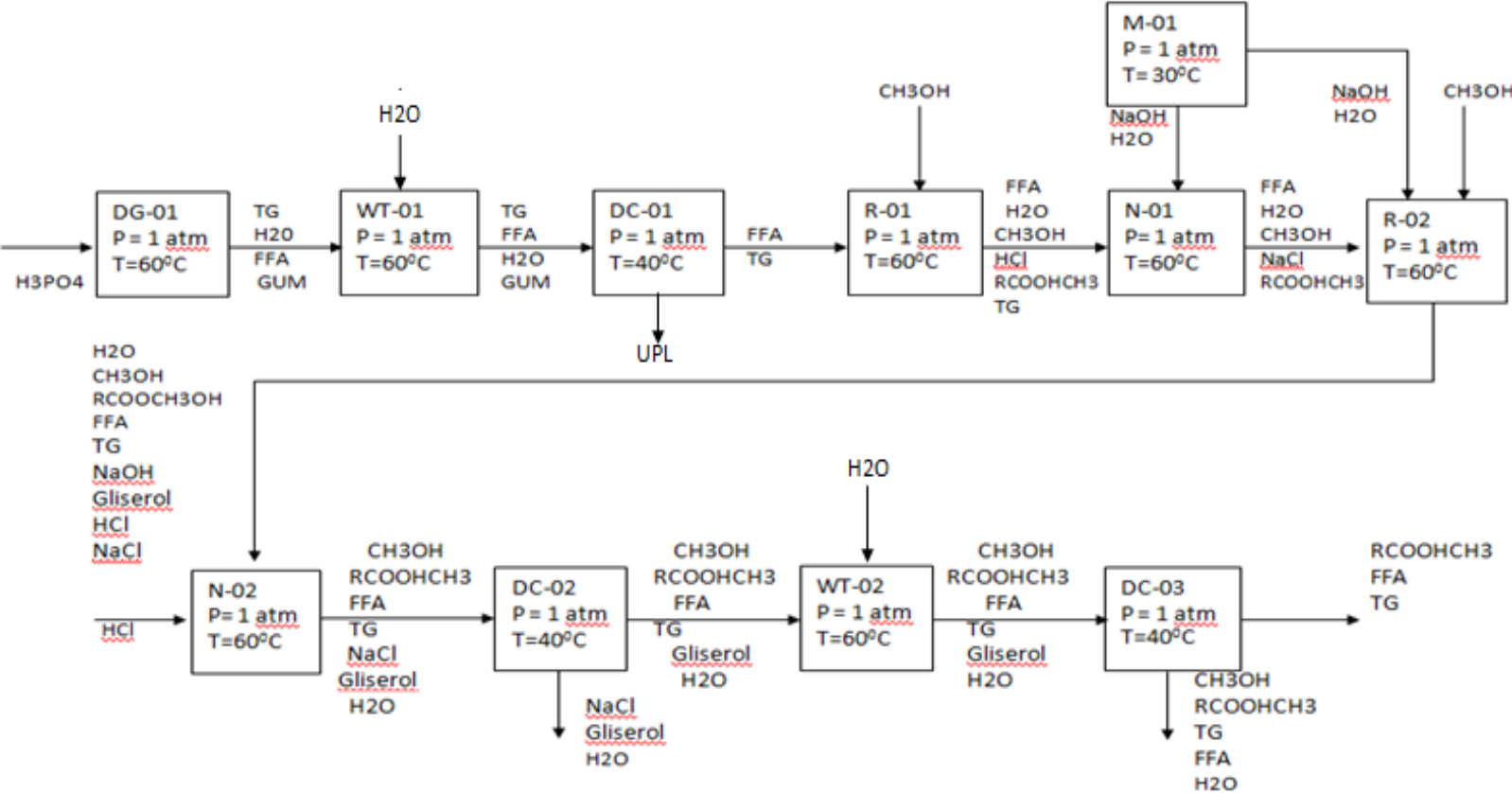
Komponen	Input (kJ/Jam)		Output (kJ/Jam)
	Q1	Q2	Q
CH <sub>3</sub> OH	635,9876	0	635,9876
RCOOHCH <sub>3</sub>	4.054,8701	0	4.054,8701
Free Fatty Acid	13,1404	0	13,1404
Trigliserida	118,6104	0	118,6104
Gliserol	29,8797	0	29,8797
H <sub>2</sub> O	14,3911	2.182,0528	2.196,4439
<b>Total</b>	<b>7.048,9321</b>		<b>7.048,9321</b>

#### 4.4.2.11. *Decanter (DC-03)*

Tabel 4.24 Neraca Panas *Decanter (DC-03)*

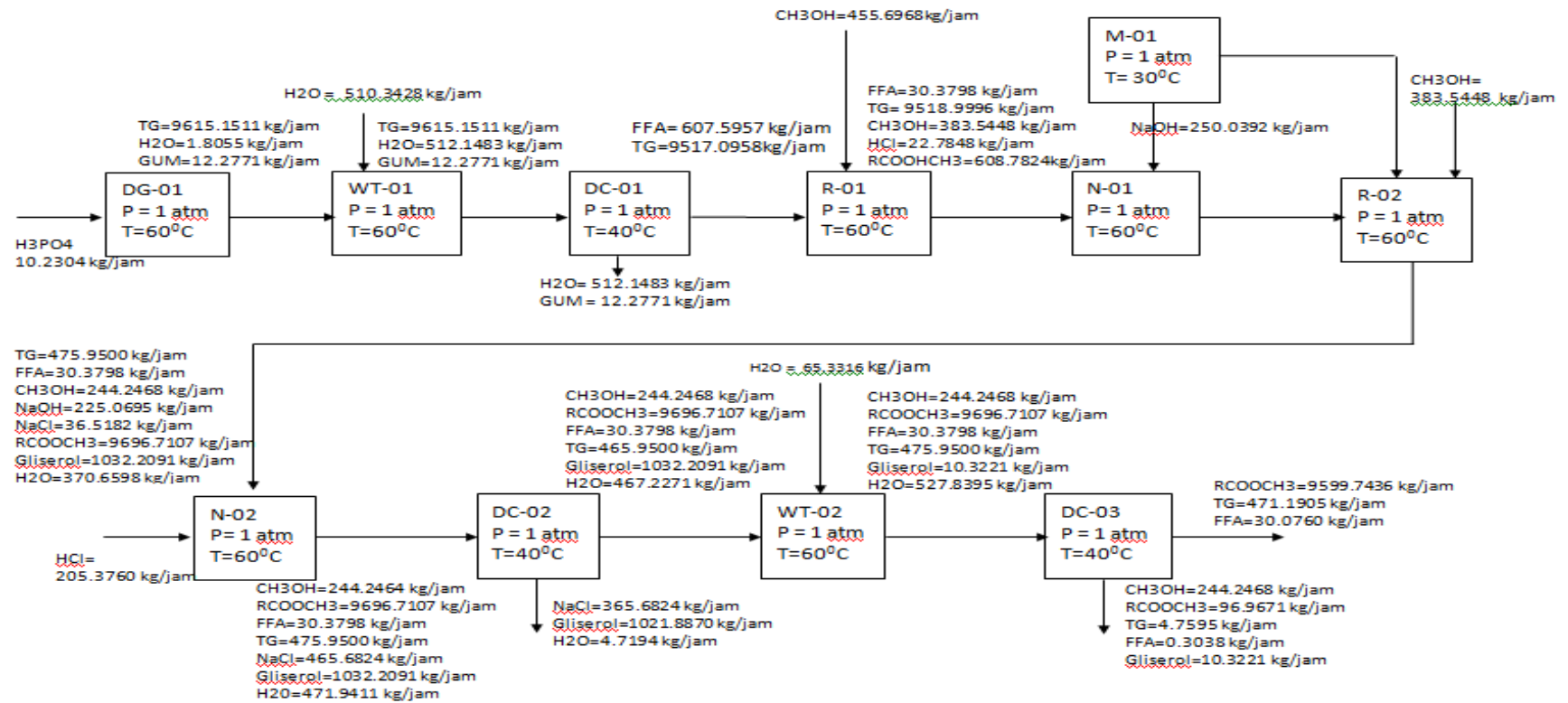
Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)	
	Q1	Q2	Q3
RCOOCH <sub>3</sub>	3.041,1526	-	-
FFA	9,8553	-	9,7567
Trigliserida	88,9578	-	88,0682
Gliserol	22,4098	22,4098	-
H <sub>2</sub> O	453,9615	453,9311	-
<b>Total</b>	<b>3.616,3369</b>	<b>3.616,3369</b>	

Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4.2 Diagram Alir Kualitatif

## Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 4.3 Diagram Alir Kuantitatif

#### 4.5. Perawatan (*Maintenance*)

*Maintenance* berguna untuk menjaga saran atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktifitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi produk 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. Alat-alat berproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

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

##### 1. *Overhead 1 x 1 tahun*

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

##### 2. *Repairing*

Merupakan kegiatan maintenance yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan. Faktor-faktor yang mempengaruhi maintenance:

###### a. Umur alat

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

###### b. Bahan baku

Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan meyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

###### c. Tenaga manusia

Pemanfaatan tenaga kerja terdidik, terlatih dan berpengalaman akan menghasilkan pekerjaan yang baik pula.

#### **4.6. Pelayanan Teknik (Utilitas)**

Untuk mendukung proses dalam suatu pabrik diperlukan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan.

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik yaitu penyediaan utilitas. Penyediaan utilitas ini meliputi:

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air
2. Unit Pembangkit Steam
3. Unit Pembangkit Listrik
4. Unit Penyedia Udara Instrumen
5. Unit Penyediaan Bahan Bakar
6. Unit Pengolahan Limbah

##### **4.8.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air**

###### **4.6.1.1. Unit Penyediaan Air**

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

1. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.
2. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
3. Jumlah air sungai lebih banyak dibanding dari air sumur.
4. Letak sungai berada tidak jauh dari lokasi pabrik.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk:

### 1. Air pendingin

Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin karena faktor-faktor berikut:

- a. Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- b. Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
- c. Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
- d. Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.
- e. Tidak terdekomposisi.

### 2. Air umpan boiler (*boiler feed water*)

Uap digunakan dalam pabrik sebagai media pemanas dan disediakan dengan excess 20%. Excess merupakan pengganti steam yang hilang diperkirakan karena kebocoran transmisi 10% dan faktor keamanan sebesar 20%. Air untuk keperluan ini harus memenuhi syarat-syarat agar air tidak merusak boiler. Dari Perry's edisi 6, hal 976 didapatkan air umpan boiler harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

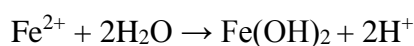
Tabel 4.25 Persyaratan Air Umpan Boiler

Parameter	Total (ppm)
Total padatan (total dissolved solid)	3500
Alkalinitas	700
Padatan terlarut	300
Silika	60-100
Besi	0,1
Tembaga	0,5
Oksigen	0,007
Kesadahan	0
Kekeruhan	175
Minyak	7
Minyak residu fosfat	140

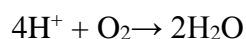
Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut:

- a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$  dan  $NH_3$ .  $O_2$  masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu:

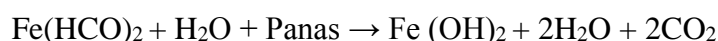
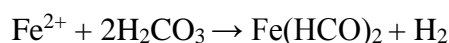


Tetapi, jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hydrogen yang membentuk akan bereaksi dengan oksigen membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut terjadilah korosi menurut reaksi :



Adanya bikarbonat dalam air akan menyebabkan terbentuknya  $CO_2$  karena pemanasan dan adanya tekanan  $CO_2$  yang terjadi bereaksi dengan air menjadi asam karbonat. Asam karbonat akan bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Dengan adanya pemanasan (kalor), garam bikarbonat ini membentuk  $CO_2$  lagi.

Reaksi yang terjadi:



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

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

- c. Zat yang menyebabkan *foaming*.

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

### 3. Air sanitasi

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

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

#### 4.6.1.2. Unit Pengolahan Air

Tahapan - tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut:

##### 1. Saringan Kasar (*Screen*)

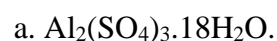
Saringan kasar berfungsi untuk menyaring kotoran/batuan yang berukuran besar. Hal ini bertujuan untuk memudahkan proses pengolahan air.

##### 2. Bak Pengendap

Bak pengendap digunakan untuk mengendapkan kotoran yang tidak tersaring di *screen*.

##### 3. *Clarifier*

Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diambil dari sumber air yang ada di sekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisika dan kimia, penambahan desinfektan maupun dengan penggunaan *ion exchanger*. Set Selanjutnya *raw water* diumpankan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu:



Air baku dimasukkan ke dalam clarifier untuk mengendapkan lumpur dan partikel padat lainnya, dengan menginjeksikan alum



( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ), koagulan acid sebagai pembantu pembentukan flok dan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku ini dimasukkan melalui bagian tengah clarifier dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir clarifier secara *overflow*, sedangkan sludge (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di blowdown secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang mempunyai *turbidity* sekitar 42 ppm diharapkan setelah keluar clarifier turbiditasnya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

#### 4. Penyaringan

Air dari clarifier dimasukkan ke dalam sand filter untuk menahan/ menyaring partikel - partikel solid yang lolos atau yang terbawa bersama air dari clarifier. Air keluar dari sand filter dengan *turbidity* kira - kira 2 ppm, dialirkan ke dalam suatu tangki penampung (filter water reservoir). Air bersih ini kemudian didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi. Sand filter akan berkurang kemampuannya. Oleh karena itu perlu diregenerasi secara periodik dengan back washing.

#### 5. Demineralisasi

Untuk umpan ketel (boiler) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam - garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion - ion yang terkandung pada filtered water sehingga konduktivitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan silica lebih kecil dari 0,02 ppm.

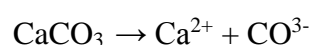
Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut:

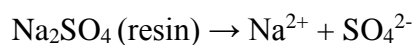
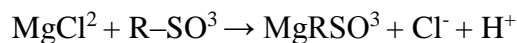
##### a. *Cation exchanger*

*Cation exchanger* ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion  $\text{H}^+$  sehingga air yang akan keluar dari cation exchanger adalah air yang mengandung anion dan ion  $\text{H}^+$ .

Sehingga air yang keluar dari cation tower adalah air yang mengandung anion dan ion  $\text{H}^+$ .

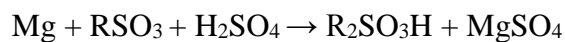
Reaksi:





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

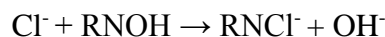
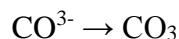
Reaksi:



### ***b. Anion exchanger***

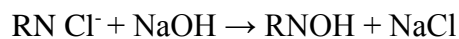
*Anion exchanger* berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  dan  $\text{SO}_4^{2-}$  akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi:



Dalam waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh, sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH.

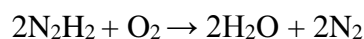
Reaksi:



### ***c. Deaerasi***

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen ( $\text{O}_2$ ). Air yang telah mengalami demineralisasi dipompakan ke dalam deaerator dan diinjeksikan hidrazin ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (scale) pada tube boiler.

Reaksi:



Air yang keluar dari deaerator ini dialirkan dengan pompa sebagai air umpan boiler (boiler feed water).

### 4.6.1.3. Kebutuhan Air

#### 1. Kebutuhan air pembangkit steam

Tabel 4.26 Kebutuhan Air Pembangkit Steam

Nama Alat	Kebutuhan (kg/Jam)
Heater (HE-01)	34,3887
Heater (HE-02)	0,42155
Heater (HE-03)	22,6966
Heater (HE-04)	37,9091
Heater (HE-05)	1,8277
Heater (HE-06)	12,5412
Heater (HE-07)	158,7369
<b>Total</b>	<b>268,5219</b>

Air pembangkit steam sebanyak 80% dapat dimanfaatkan kembali, maka make up yang diperlukan adalah 20%. Sehingga *make up steam*:

$$= 20\% \times 268,5219 \text{ kg/Jam}$$

$$= 5.3704 \text{ kg/Jam}$$

*Blowdown 20%*

$$= 20\% \times 268,5219 \text{ kg/Jam}$$

$$= 5.3704 \text{ kg/Jam}$$

#### 2. Air Proses

Tabel 4.27 Kebutuhan Air Proses

Nama Alat	Kebutuhan (kg/jam)
<i>Washing Tower 1</i>	512,1483
<i>Washing Tower 2</i>	698,4621
<i>Mixer 1</i>	125,0196
<b>Total</b>	<b>1.335,6300</b>

### Air Pendingin

Tabel 4.28 Kebutuhan Air Proses

Nama Alat	Kebutuhan (kg/jam)
<i>cooler</i> – 01	493,6949
<i>cooler</i> – 02	3.710,7841
reaktor ester – 01	116.089,434
reaktor ester – 02	116.089,434
reaktor trans – 01	16.904,2237
reaktor trans – 02	16.904,2237
netralizer - 01	1.435,2925
netralizer – 02	1.435,2925
Total	273.062,3793

### 3. Air untuk perkantoran dan rumah tangga

Dianggap 1 orang membutuhkan air = 100 kg/hari (Sularso, 2000)

Jumlah karyawan = 150 orang

Tabel 4.29 Kebutuhan Air untuk Perkantoran dan Rumah Tangga

Penggunaan	Kebutuhan (kg/hari)
Karyawan	15.000
Perumahan	24.000
Laboratorium	500
Bengkel	200
Poliklinik	300
Kantin	1.500
Kebersihan, pertamanan, dll.	1.000
<b>Total</b>	<b>42.000</b>

Kebutuhan air total

$$= (268,5219 + 5,3704 + 5,3704 + 1.335,6300 + 273.062,3793 + 42000)$$

kg/jam

$$= 316.677,2720 \text{ kg/jam}$$

Diambil angka keamanan 20%

$$= 1,2 \times 316.677,2720$$

$$= 380.012,726 \text{ kg/jam}$$

#### 4.8.2. Unit Pembangkit *Steam (Steam Generation System)*

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan steam pada proses produksi, yaitu dengan menyediakan ketel uap (boiler) dengan spesifikasi:

Kapasitas : 69,0082 kg/jam

Tekanan : 1 atm

Jenis : *Water Tube Boiler*

Jumlah : 1 buah

*Boiler* tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve* system dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis.

Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan boiler terlebih dahulu diatur kadar silika, O<sub>2</sub>, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan - bahan kimia ke dalam boiler feed watertank. Selain itu juga perlu diatur pHnya yaitu sekitar 10.5 – 11.5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosivitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 100°C, kemudian diumpankan ke boiler.

Di dalam *boiler*, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa - pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air didalam *boiler* menyerap panas dari dinding - dinding dan pipa - pipa api maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 1 atm, baru kemudian dialirkan ke steam header untuk didistribusikan ke area-area proses.

#### 4.8.3. Unit Pembangkit Listrik (*Power plant system*)

Kebutuhan listrik pada pabrik ini dipenuhi oleh dua sumber, yaitu PLN dan generator diesel. Selain sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gangguan, diesel juga dimanfaatkan untuk menggerakkan power- power yang dinilai penting antara lain *boiler*, menggerakkan pengaduk di reaktor dan beberapa pompa.

Prinsip kerja dari generator diesel adalah solar dan udara yang terbakar dan secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang mampu menghasilkan tenaga listrik. Listrik ini didistribusikan ke panel yang selanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai. Pada operasi sehari-hari digunakan tenaga listrik untuk penerangan dan diesel untuk penggerak alat proses. Tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari diesel 100%.

Kebutuhan listrik dapat dibagi menjadi:

### 1. Listrik untuk keperluan proses

Tabel.4.2 Kebutuhan Listrik Proses

<b>Nama Alat</b>	<b>Power (HP)</b>	<b>Nama Alat</b>	<b>Power (HP)</b>
<i>Degummer</i> (DG-01)	10	Pompa (P-05)	0.17
<i>Washing Tower</i> (WT-01)	10	Pompa (P-06)	0.17
<i>Washing Tower</i> (WT-02)	10	Pompa (P-07)	0.05
Reaktor (R-01)	15	Pompa (P-08)	0.05
Reaktor (R-02)	15	Pompa (P-09)	0.25
Reaktor (R-03)	20	Pompa (P-10)	0.05
Reaktor(R-04)	20	Pompa (P-11)	0.17
Netralizer (N-01)	75	Pompa (P-12)	0.05
Netralizer (N-02)	75	Pompa (P-13)	0.08
<i>Mixer</i> (M-01)	1	Pompa (P-14)	0.05
<i>Bucket Elevator</i> (BE-01)	0.5	Pompa (P-15)	0.5
Pompa (P-01)	0.17	Pompa (P-16)	1.5
Pompa (P-02)	0.05	Pompa (P-17)	0.25
Pompa (P-03)	0.17	Pompa (P-18)	0.17
Pompa (P-04)	0.05	Pompa (P-19)	0.17
		Pompa (P-20)	0.17
<b>Total</b>	<b>243,3257</b>	<b>Total</b>	<b>7,6250</b>

Kebutuhan listrik untuk utilitas = 163.58 HP

Total kebutuhan listrik untuk keperluan proses = 243,3527 HP + 7,6250HP  
= 250,9507

2 HP

Diambil angka keamanan 10% = 276,0458 HP

## 2. Listrik untuk keperluan alat kontrol dan penerangan

Alat kontrol diperkirakan sebesar 5% dari kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas, yaitu = 20,7265 HP

Untuk penerangan, kebutuhan rumah tangga dan alat kantor sebesar 25% dari kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas, yaitu = 103,6327 HP

Listrik untuk keperluan proses dan alat kontrol akan dipenuhi oleh generator sehingga total beban listrik generator sebesar 271,6772 HP, atau 208,9825 kW. Sehingga generator diesel yang akan digunakan adalah yang mempunyai daya 300 kW.

### 4.8.4. Unit Penyedia Udara Instrument

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian *alat pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 63,84 m<sup>3</sup>/jam.

### 4.8.5. Unit Penyedia Bahan Bakar

Bahan bakar berupa *fuel oil* digunakan untuk keperluan pembakaran pada boiler dan diesel untuk generator pembangkit listrik.

Unit Pengolahan Limbah

Limbah dihasilkan dari pabrik biodiesel dengan proses esterifikasi dan transesterifikasi ini adalah:

#### 1. Limbah padat

Limbah padat yang dihasilkan adalah NaCl dan gum. Limbah ini dapat dihilangkan dengan cara pengendapan dengan gravitasi dalam bak pengendapan.

#### 2. Limbah cair

Limbah cair yang dihasilkan berupa cairan yang mengandung sedikit minyak, metil ester, gliserin, dan zat-zat lainnya seperti NaOH, HCl, dan methanol. Untuk penanganannya menggunakan beberapa tahap:

##### a. *Pre treatment*

Hal ini dilakukan untuk menghilangkan solid yang berat dengan cara pengendapan dengan gravitasi dalam bak pengendapan.

b. *Treatment* pertama

Yaitu dengan menggunakan proses aerasi dengan menggunakan aerator untuk meningkatkan kandungan oksigen dalam limbah cair tersebut serta dengan menggunakan lumpur aktif. Lumpur aktif ini bertujuan untuk memperbanyak bakteri pengurai limbah organik pada lumpur aktif. Proses aerasi ini dilakukan selama beberapa jam sampai didapatkan nilai BOD, COD dan DO yang memenuhi standar yang telah ditetapkan pemerintah.

c. *Treatment* kedua

Pengolahan ini dilakukan apabila pH limbah cair tersebut terlalu asam akibat HCl ataupun terlalu basa akibat NaOH, sehingga perlu ditambahkan bahan kimia yang menetralkan limbah cair tersebut sampai pH mendekati 7 (netral), ataupun dapat dilakukan dengan menambahkan air agar menurunkan konsentrasi asam/basa pada cairan.

d. *Treatment* ketiga

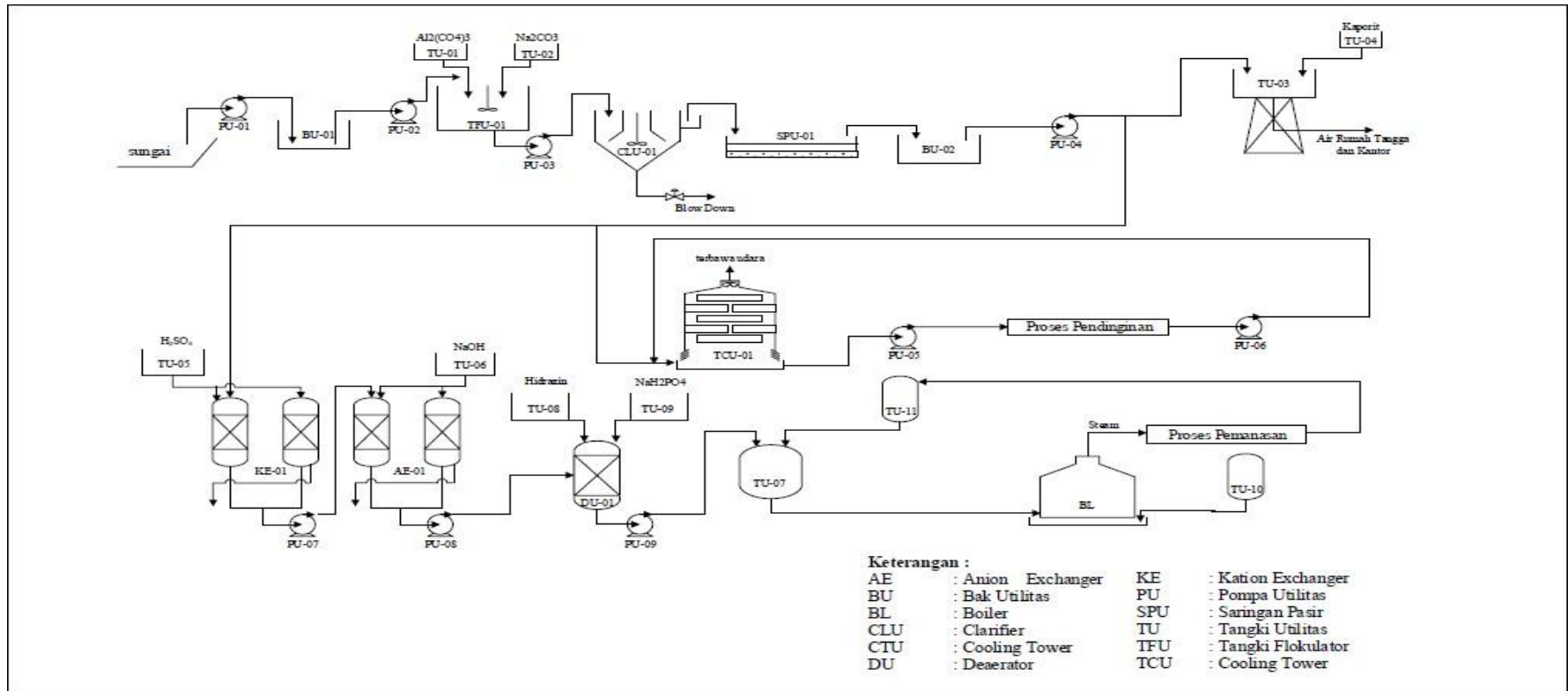
Pengolahan ini dilakukan dengan menambahkan desinfektan berupa gas  $\text{Cl}_2$  pada limbah cair tersebut untuk membunuh mikro organisme yang dapat menyebabkan penyakit. Pada tiap treatment perlu dilakukan pengawasan secara ketat untuk dianalisa di laboratorium terutama pada treatment pertama, kedua, dan ketiga agar nantinya limbah cair yang dibuang ke sungai tidak akan mengganggu lingkungan di sekitar pabrik.

### 3. Limbah gas

Gas-gas yang tidak berbahaya yaitu uap air pada reaktor tidak perlu ditangani secara khusus. Sedangkan untuk gas yang berbahaya seperti metanol perlu diawasi secara ketat agar mengalami kondensasi sempurna menjadi limbah cair sehingga tidak langsung dibuang ke udara.



#### 4.7. Spesifikasi Alat Utilitas



Gambar 4.4 Diagram Alir Utilitas

#### 4.7.1. Penyediaan Air

##### 4.9.7.1 Bak Pengendap Awal

Fungsi	Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa air sungai
Jenis	Bak persegi yang diperkuat beton bertulang
Kapasitas	394,0163 m <sup>3</sup> /jam
Dimensi	
	Tinggi 8,3963 m
	Lebar 16,7925 m
	Panjang 33,5851 m
Harga	Rp. 106.837.930

##### 4.9.7.2 Tangki Kesadahan

Fungsi	Mencampurkan air dengan alum 5% dan CaOH 5%
Jenis	Tangki silinder berpengaduk
Kapasitas	328.562.6988 kg/jam
Dimensi	
	Tinggi 3,4748 m
	Lebar 3,4748 m
Harga	Rp. 106.837.930

##### 4.9.7.3 Clarifier (CL)

Fungsi	Menggumpalkan dan mengendapkan kotoran pada air
Jenis	Bak silinder tegak dengan bottom kerucut
Kapasitas	329,3640 m <sup>3</sup> /jam

Waktu pengendapan	4 jam	
Dimensi		
	Tinggi	12,6284 m
	Diameter	12,6284 m
Harga	Rp. 66.144.841	

#### 4.9.7.4 Bak Saringan Pasir

Fungsi	Menyaring koloid yang lolos dari clarifier	
Jenis	Bak persegi panjang	
Kapasitas	328.562,6988 kg/jam	
Dimensi		
	Tinggi	3,6667 m
	Tinggi pasir	0,6350 m
Harga	Rp. 106.783.479	

#### 4.9.7.5 Bak Penampung Air Bersih

Fungsi	Menampung air bersih yang keluar dari bak saringan pasir	
Jenis	Bak persegi panjang dengan beton bertulang	
Dimensi		
	Tinggi	4,6193 m
	Lebar	4,6193 m
	Panjang	9,2387 m
Harga	Rp. 117.761.269	

## 4.7.2. Pengolahan Air Sanitasi

### 4.9.7.6 Tangki Klorinator

Fungsi	Mencampurkan klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan air minum dan air rumah tangga	
Jenis	Tangki silinder berpengaduk	
Dimensi	Tinggi	1,108 m
	Diameter	1,108 m
Harga	Rp. 50.462.139	

## 4.7.3. Pengolahan Air Pemanas

### 4.9.7.1 Tangki Umpan *Boiler*

Fungsi	Menampung umpan boiler	
Jenis	Tangki silinder tegak	
Dimensi	Tinggi	5,5820 m
	Lebar	2,7910 m
Harga	Rp. 352.098.756	

### 4.9.7.2 *Kation Exchanger*

Fungsi	Menurunkan kesadahan air umpan boiler akibat kation	
Jenis	Silinder tegak	
Kapasitas	394,2752 m <sup>3</sup>	
Dimensi	Tinggi	53,7643 m
	Diameter	8,2758 m
Harga	Rp. 68.265.312	

#### 4.9.7.3 *Anion Exchanger*

Fungsi	Menurunkan kesadahan air umpan boiler akibat anion	
Jenis	Silinder tegak	
Kapasitas	394,2752 m <sup>3</sup>	
Dimensi	Tinggi	1,2010 m
	Diameter	6,4104 m
Harga	Rp. 103.470.864	

#### 4.9.7.4 *Tangki Deaerator*

Fungsi	Membebaskan gas CO <sub>2</sub> dan O <sub>2</sub> dari air yang telah melewati kation dan anion exchanger dengan larutan Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> dan larutan NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	
Jenis	Bak silinder tegak	
Dimensi	Tinggi	1.7223 m
	Diameter	14.3341 m
Harga	Rp. 67.125.797	

#### 4.7.4. *Pengolahan Boiler*

##### 4.9.7.1 *Tangki Bahan Bakar Generator*

Fungsi	Menyimpan bahan bakar generator selama 7 hari	
Jenis	Tangki silinder tegak	
Dimensi	Tinggi	1,5218 m
	Lebar	1,5218 m
	Panjang	3,221 m
Harga	Rp. 62.404.870	

#### 4.9.7.2 Boiler

Fungsi	Memproduksi <i>low pressure steam</i>
Jenis	<i>Fire tube boiler</i>
Kebutuhan bahan bakar	13,3111 kg/jam
Luas transfer panas	1,4651 ft <sup>2</sup>
Jumlah tube	2 buah
Jumlah	1 unit
Harga	Rp. 908.567

#### 4.7.5. Pompa Utilitas

##### 4.9.7.1 Pompa Utilitas (PU-01)

Fungsi	Mengalirkan air dari sungai ke bak pengendapan
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Tipe	<i>Mixed flow impeller</i>
Bahan	<i>Commercial steel</i>
Kapasitas	1.735,883 gallon/min
Head	22,9758 ft
Tenaga motor	25 HP
Putaran standar	1750 rpm
Putaran spesifik	6.947.5814 rpm
Harga	Rp. 57.652.949

##### 4.9.7.2 Pompa Utilitas (PU-02)

Fungsi	Mengalirkan air dari BPA ke TK
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Tipe	<i>Mixed flow impeller</i>
Bahan	<i>Commercial steel</i>
Kapasitas	2.082,9460 gallon/min
Head	2,4371 ft
Tenaga motor	7.5 HP

Putaran standar	1.750 rpm
Putaran spesifik	40.946,590 rpm
Harga	Rp. 64.317.665

#### 4.9.7.3 Pompa Utiitas (PU-03)

Fungsi	Mengalirkan air dari TK ke CLU
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Tipe	<i>Mixed flow impeller</i>
Bahan	<i>Commercial steel</i>
Kapasitas	2.082,9460 gallon/min
Head	13,7135 ft
Tenaga motor	40 HP
Putaran standar	1750 rpm
Putaran spesifik	11.207.6898 rpm
Harga	Rp. 64.317.665

#### 4.9.7.4 Pompa Utilitas (PU-04)

Fungsi	Mengalirkan air dari CLU ke SFU
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Tipe	<i>Mixed flow impeller</i>
Bahan	<i>Commercial steel</i>
Kapasitas	2.082,460 gallon/min
Head	0,5371 ft
Tenaga motor	3 HP
Putaran standar	1750 rpm
Putaran spesifik	127,3015 rpm
Harga	Rp. 64.317.665

#### 4.9.7.5 Pompa Utilitas (PU-05)

Fungsi	Mengalirkan air dari SFU ke BPS
Jenis	Centrifugal pump

Tipe	<i>Mixed flow impeller</i>
Bahan	<i>Commercial steel</i>
Kapasitas	2.082,9460 gallon/min
Head	5,5049 ft
Tenaga motor	20 HP
Putaran standar	1750 rpm
Putaran spesifik	22.223,6896 rpm
Harga	Rp. 64,317,665

#### 4.9.7.6 Pompa Utilitas (PU-06)

Fungsi	Mengalirkan air dari BPS
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Tipe	<i>Radial flow impeller</i>
Bahan	<i>Commercial steel</i>
Kapasitas	2.082,9460 gallon/min
Head	3.8981 ft
Tenaga motor	15 HP
Putaran standar	1750 rpm
Putaran spesifik	28.789,8149 rpm
Harga	Rp. 64.317.665

#### 4.9.7.7 Pompa Utilitas (PU-07)

Fungsi	Mengalirkan air dari TC untuk keperluan domestik
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Tipe	<i>Mixed flow impeller</i>
Bahan	<i>Commercial steel</i>
Kapasitas	9,2452 gallon/min
Head	15,1431 ft
Tenaga motor	0,33 HP
Putaran standar	1,750 rpm
Putaran spesifik	693,1634 rpm



Harga	Rp. 64.317.665
-------	----------------

#### 4.9.7.8 Pompa Utilitas (PU-08)

Fungsi	Mengalirkan air dari KEU ke AEU
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Tipe	<i>Radial flow impeller</i>
Bahan	<i>Commercial steel</i>
Kapasitas	1.735,7883 gallon/min
Head	3,8811 ft
Tenaga motor	15 HP
Putaran standar	1750 rpm
Putaran spesifik	26.367,3518 rpm
Harga	Rp. 57.652.949

#### 4.9.7.9 Pompa Utilitas (PU-09)

Fungsi	Mengalirkan air dari AEU ke DAU
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Tipe	<i>Mixed flow impeller</i>
Bahan	<i>Commercial steel</i>
Kapasitas	1.735,7883 gallon/min
Head	5,5579 ft
Tenaga motor	25 HP
Putaran standar	1.750 rpm
Putaran spesifik	20.142.0759 rpm
Harga	Rp. 57.652.949

#### 4.9.7.10 Pompa Utilitas (PU-10)

Fungsi	Mengalirkan air dari KEU ke AEU
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Tipe	<i>Mixed flow impeller</i>
Bahan	<i>Commercial steel</i>
Kapasitas	1.735,7883 gallon/min

Head	3,8811 ft
Tenaga motor	20 HP
Putaran standar	1750 rpm
Putaran spesifik	2.637,3518 rpm
Harga	Rp. 57.652.949

#### 4.9.7.11 Pompa Utilitas (PU-11)

Fungsi	Mengalirkan air dari AEU ke DAU
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Tipe	<i>Radial flow impeller</i>
Bahan	<i>Commercial steel</i>
Kapasitas	1,735.7883 gallon/min
Head	5,5579 ft
Tenaga motor	25 HP
Putaran standar	1.750 rpm
Putaran spesifik	20.142,0729 rpm
Harga	Rp. 57.652.949

#### 4.9.7.12 Pompa Utilitas (PU-12)

Fungsi	Mengalirkan air dari TUB ke BLU
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Tipe	<i>Mixed flow impeller</i>
Bahan	<i>Commercial steel</i>
Kapasitas	286,9172 gallon/min
Head	3,6068 ft
Tenaga motor	3 HP
Putaran standar	1.750 rpm
Putaran spesifik	11.325,9963 rpm
Harga	Rp. 19.578.411

## **4.8. Organisasi Perusahaan**

### **4.8.1. Bentuk Perusahaan**

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada perancangan pabrik biodiesel ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham, dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan. Orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam perseroan terbatas pemegang saham hanya bertanggungjawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap-tiap saham.

### **4.8.2. Struktur Organisasi**

Dalam rangka menjalankan suatu proses pabrik dengan baik dalam hal ini di suatu perusahaan, diperlukan suatu manajemen atau organisasi yang memiliki pembagian tugas dan wewenang yang baik. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat bermacam-macam sesuai dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini adalah sebagai berikut:

1. Pemegang saham
2. Dewan komisaris
3. Direktur Utama
4. *General Manager*
5. Kepala Bagian
6. Kepala Seksi
7. Karyawan dan Operator

Tanggungjawab, tugas dan wewenang dari masing-masing jenjang kepemimpinan tentu saja berbeda-beda. Tanggungjawab, tugas, serta wewenang tertinggi terletak pada puncak pimpinan, yaitu dewan komisaris. Sedangkan kekuasaan tertinggi berada pada rapat umum pemegang saham.

### **4.8.3. Tugas dan Wewenang**

#### **4.8.3.1 Pemegang Saham**

Pemegang saham (pemilik perusahaan) adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah rapat umum pemegang saham. Pada rapat umum tersebut para pemegang saham:

1. Mengangkat dan memberhentikan dewan komisaris
2. Mengangkat dan memberhentikan direktur
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan

#### **4.8.3.2 Dewan Komisaris**

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

- 4.8.3.2.1 Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya
- 4.8.3.2.2 Mengawasi tugas-tugas direktur utama
- 4.8.3.2.3 Membantu direktur utama dalam hal-hal penting

#### **4.8.3.3 Direktur Utama**

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggungjawab sepenuhnya dalam hal maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggungjawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur utama membawahi:

##### **4.8.3.3.1 Direktur Teknik dan Produksi**

Tugas Direktur Teknik dan Produksi adalah memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan

operasi teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, dan laboratorium.

#### **4.8.3.3.2 Direktur Keuangan dan Umum**

Tugas Direktur Keuangan dan Umum adalah bertanggungjawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, personalia, keuangan, pemasaran, humas, dan keamanan.

#### **4.8.3.4 Kepala Bagian**

Secara umum tugas Kepala Bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staff direktur. Kepala bagian ini bertanggung jawab kepada direktur masing-masing. Kepala bagian terdiri dari:

##### **4.8.3.4.1 Kepala Bagian Proses dan Utilitas**

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

##### **4.8.3.4.2 Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi**

Tugas: Bertanggungjawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.

**4.8.3.4.3 Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan, dan Pengendalian Mutu** Tugas: Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu.

##### **4.8.3.4.4 Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran**

Tugas: Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.

##### **4.8.3.4.5 Kepala Bagian Administrasi**

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

##### **4.8.3.4.6 Kepala Bagian Hubungan Masyarakat dan Keamanan**

Tugas: Bertanggungjawab terhadap kegiatan yang berhubungan antara perusahaan dan masyarakat serta menjaga keamanan perusahaan.

**4.8.3.4.7 Kepala Bagian Kesehatan, Keselamatan Kerja, dan Lingkungan** Tugas: Bertanggungjawab terhadap keamanan pabrik dan kesehatan dan keselamatan kerja karyawan.

#### **4.8.3.5 Kepala Seksi**

Kepala Seksi melaksanakan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para Kepala Bagian masing-masing. Setiap kepala seksi bertanggungjawab terhadap kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

##### **4.8.3.5.1 Kepala Seksi Proses**

Tugas: Memimpin langsung serta memantau kelancaran proses produksi.

##### **4.8.3.5.2 Kepala Seksi Bahan Baku dan Produk**

Tugas: Bertanggungjawab terhadap penyediaan bahan baku dan menjaga kemurnian bahan baku, serta mengendalikan produk yang dihasilkan.

##### **4.8.3.5.3 Kepala Seksi Utilitas**

Tugas: Bertanggungjawab terhadap penyediaan air, steam, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.

##### **4.8.3.5.4 Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel**

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

##### **4.8.3.5.5 Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi**

Tugas: Bertanggungjawab terhadap penyediaan listrik serta kelancaran alat-alat instrumentasi.

##### **4.8.3.5.6 Kepala Seksi Bagian Penelitian dan Pengembangan**

Tugas: Mengkoordinasi kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan peningkatan produksi dan efisiensi proses secara keseluruhan.

##### **4.8.3.5.7 Kepala Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu**

Tugas: Menyelenggarakan pengendalian mutu untuk bahan baku, produk dan limbah.

**4.8.3.5.8 Kepala Seksi Keuangan**

Tugas: Bertanggungjawab terhadap pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.

**4.8.3.5.9 Kepala Seksi Pemasaran**

Tugas: Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik.

**4.8.3.5.10 Kepala Seksi Tata Usaha**

Tugas: Bertanggungjawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan serta tata usaha kantor.

**4.8.3.5.11 Kepala Seksi Personalia**

Tugas: Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.

**4.8.3.5.12 Kepala Seksi Hubungan Masyarakat**

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

**4.8.3.5.13 Kepala Seksi Keamanan**

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

**4.8.3.5.14 Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja**

Tugas: Mengurus masalah kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

**4.8.3.5.15 Kepala Seksi Unit Pengolahan Limbah**

Tugas: Bertanggungjawab terhadap limbah pabrik agar sesuai dengan baku mutu limbah.

**4.8.4. Catatan****4.9.7.1 Cuti Tahunan**

Karyawan mempunyai hak cuti tahunan selama 12 hari setiap tahun. Bila dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang untuk tahun itu.

#### 4.9.7.2 Hari Libur Nasional

Bagi karyawan harian (non-shift), hari libur nasional tidak masuk kerja. Sedangkan bagi karyawan shift, hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari itu diperhitungkan sebagai kerja lembur (overtime).

#### 4.9.7.3 Kerja Lembur (Overtime)

Kerja lembur dapat dilakukan apabila ada keperluan yang mendesak dan atas persetujuan kepala bagian.

#### 4.9.7.4 Sistem Gaji Karyawan

Gaji karyawan dibayarkan setiap bulan pada tanggal 1. Bila tanggal tersebut merupakan hari libur, maka pembayaran gaji dilakukan sehari sebelumnya.

Tabel 4.31 Daftar Gaji Karyawan

<b>Jabatan</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Gaji per Bulan (Rp)</b>	<b>Total Gaji (Rp)</b>
Ka. Sek. Penelitian	1	6.500.000	6.500.000
Ka. Sek. Kas/Anggaran	1	6.500.000	6.500.000
Ka. Sek. Proses	1	6.500.000	6.500.000
Ka. Sek. Pengendalian	1	6.500.000	6.500.000
Ka. Sek. Laboratorium	1	6.500.000	6.500.000
Ka. Sek. Utilitas	1	6.500.000	6.500.000
Ka. Sek. Pengembangan	1	6.500.000	6.500.000
Karyawan Personalia	3	4.250.000	12.750.000
Karyawan Humas	3	4.250.000	12.750.000
Karyawan Keamanan	6	4.250.000	25.500.000
Karyawan Pembelian	4	4.250.000	17.000.000
Karyawan Pemasaran	4	4.250.000	17000.000
Karyawan Administrasi	3	4.250.000	12.750.000
Karyawan Kas/Anggaran	3	4.250.000	12.750.000
Karyawan Proses	43	5.700.000	245.100.000
Karyawan Pengendalian	4	4.250.000	17.000.000



Tabel 4.31 Daftar Gaji Karyawan (Lanjutan)

<b>Jabatan</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Gaji per Bulan (Rp)</b>	<b>Total Gaji (Rp)</b>
Karyawan Laboratorium	4	4.250.000	17.000.000
Karyawan Pemeliharaan	8	4.250.000	34.000.000
Karyawan Utilitas	12	4.250.000	51.000.000
Karyawan KKK	6	4.250.000	25.500.000
Karyawan Litbang	3	4.250.000	12.750.000
Sekretaris	5	4.250.000	21.250.000
Medis	2	4.250.000	8.500.000
Paramedis	3	3.100.000	9.300.000
Sopir	6	3.100.000	18.600.000
Cleaning Service	5	3,100,000	15.500.000
<b>Total</b>	<b>150</b>	<b>220.000.000</b>	<b>539.700.000</b>

#### 4.9.7.5 Jam Kerja Karyawan

Berdasarkan jam kerjanya, karyawan perusahaan dapat digolongkan menjadi 2 golongan karyawan non-shift (harian) dan karyawan shift.

##### 1. Jam kerja karyawan non-shift

a. Senin – Kamis:

Jam Kerja : 07:00 – 12:00 dan 13:00 – 16:00

Istirahat : 12:00 – 13:00

b. Jumat:

Jam Kerja : 07:00 – 11:30 dan 13:30 – 17:00

Istirahat : 11:30 – 13:30

c. Hari Sabtu dan Minggu libur

##### 2. Jam kerja karyawan shift

Karyawan shift adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai

hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Karyawan shift antara lain adalah operator produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gudang, bagian keamanan, dan bagian-bagian yang harus siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik. Para karyawan shift akan bekerja secara bergantian sehari semalam. Karyawan shift dibagi 3 (tiga shift) dengan pengaturan sebagai berikut:

Shift Pagi : 07.00 – 15.00

Shift Sore : 15.00 – 23.00

Shift Malam : 23.00 – 07.00

Karyawan shift ini dibagi menjadi 4 regu, yaitu 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat yang dilakukan secara bergantian. Setiap regu mendapatkan giliran 6 hari kerja dan satu hari libur untuk setiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan oleh pemerintah, regu yang bertugas tetap masuk. Jadwal kerja masing-masing regu ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.32 Jadwal Kerja Regu

Hari/Regu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S
2	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M
3	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L
4	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P

Keterangan:

P = Pagi    S = Siang    M = Malam    L = Libur

#### 4.8.5. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji

##### 4.9.7.1 Penggolongan Jabatan

Tabel 4.33 Penggolongan Jabatan

<b>Jabatan</b>	<b>Pendidikan Minimal</b>
Direktur Utama	S.2 Teknik Kimia
Direktur Produksi dan Teknik	S.1 Teknik Kimia
Direktur Keuangan dan Umum	S.1 Ekonomi
Kepala Bagian Penelitian, Mutu, dan Pengembangan	S.1 Ilmu Kimia
Kepala Bagian Proses dan Utilitas	S.1 Teknik Kimia
Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi	S.1 Teknik Mesin/Elektro
Kepala Departemen Keuangan dan Pemasaran	S.1 Ekonomi
Kepala Departemen Administrasi	S.1 Ekonomi
Kepala Departemen Umum dan Keamanan	S.1 Hukum
Kepala Departemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja	S.1 Teknik Kimia
Kepala Divisi	S.1 Berbagai Jurusan
Operator	SMK/Sederajat
Sekretaris	D.3 Kesekretariatan
Staff	D.3 Berbagai Jurusan
Medis	S.1 Pendidikan Dokter
Paramedis	D.3 Keperawatan
Lain-lain	SMP/Sederajat

#### 4.9.7.2 Perincian Jumlah Karyawan

Tabel 4.34 Jumlah Karyawan Tiap Bagian

<b>Jabatan</b>	<b>Jumlah Personel</b>
Direktur Utama	1
<i>General Manager</i>	2
Kepala Bagian	7
Kepala Seksi	15
Kepala Shift	20
Peg. Staff I	10
Peg. Staff II	8
Operator	36
Kepala Security	1
Security	8
Pegawai	8
<b>Jumlah</b>	<b>120</b>

#### 4.9.7.3 Sistem Gaji Pegawai

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi 3 golongan yaitu:

##### 1. Gaji bulanan

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

##### 2. Gaji harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

##### 3. Gaji lembur

Gaji ini diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja yang telah ditetapkan dan besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

Tabel 4.35 Penggolongan Gaji Per Jabatan

<b>Jabatan</b>	<b>Gaji Bulanan (Rp)</b>
Direktur Utama	35.000.000
Direktur	30.000.000
Kepala Bagian	10.000.000
Kepala Seksi	6.500.000
Kepala Shift	6.000.000
Peg. Staff I	4.500.000
Peg. Staff II	4.250.000
Operator	4.000.000
Kepala Security	4.000.000
Security	3.500.000
Pegawai	3.100.000

#### 4.9.7.4 Kesejahteraan Karyawan

Salah satu faktor dalam meningkatkan efektifitas kerja pada perusahaan ini adalah kesejahteraan dari karyawan. Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan kepada karyawan berupa:

##### 1. Tunjangan

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

##### 2. Cuti

- a. Cuti tahunan diberikan kepada karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun
- b. Cuti sakit diberikan kepada setiap karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter

### **3. Pakaian kerja**

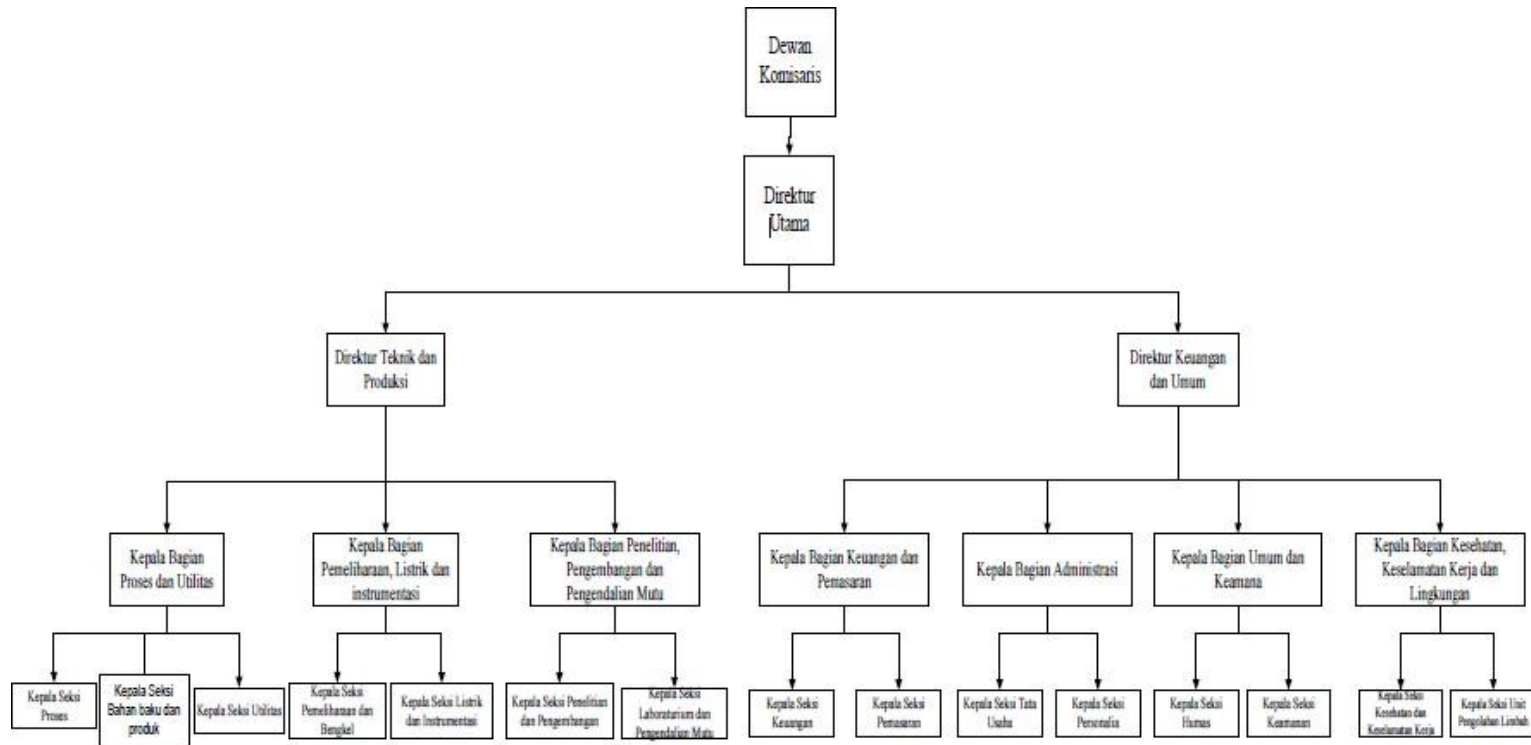
Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya.

### **4. Pengobatan**

- a. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan kecelakaan kerja ditanggung perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku
- b. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak diakibatkan kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan

### **5. Asuransi**

Bagi karyawan yang bekerja di perusahaan ini didaftarkan sebagai peserta asuransi wajib seperti JAMSOSTEK.



Gambar 4.5 Struktur Organisasi Perusahaan

#### 4.9. Evaluasi Ekonomi

Perencanaan suatu pabrik perlu ditinjau dari faktor- faktor ekonomi yang menentukan apakah pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Dalam evaluasi ekonomi ini faktor - faktor yang ditinjau adalah:

1. Return on Investment
2. Pay Out Time
3. Discounted Cash Flow
4. Break Even Point
5. Shut Down Point

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

##### 1. Penentuan modal industri (*total capital investment*)

Meliputi:

- a. Modal tetap (*fixed capital investment*)
- b. Modal kerja (*working capital investment*)

##### 2. Penentuan biaya produksi total (*total production cost*)

Meliputi:

- a. Biaya pembuatan (*manufacturing cost*)
- b. Biaya pengeluaran umum (*general expenses*)

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

1. Biaya tetap (*fixed cost*)
2. Biaya variabel (*variable cost*)
3. Biaya mengambang (*regulated cost*)

##### 4.9.1. Penaksiran Harga Alat

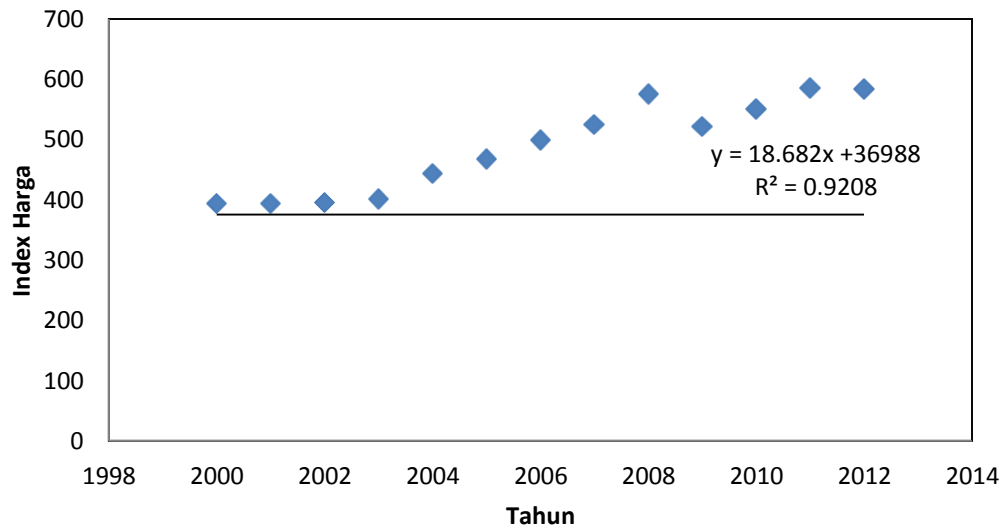
Harga alat setiap saat akan berubah tergantung pada perekonomian pada saat itu. Untuk itu digunakan beberapa macam konversi harga alat terhadap harga alat pada beberapa tahun yang lalu sehingga akan diperoleh harga yang ekuivalen dengan harga sekarang.



Tabel 4.36 Indeks Harga Tiap Tahun

<i>Actual Price Index</i>		<i>Predicted Price Index</i>	
<b>Tahun (x)</b>	<b>Index (y)</b>	<b>Tahun (x)</b>	<b>Index (y)</b>
2000	394,1	2013	567,3
2001	394,3	2014	576,1
2002	395,6	2015	556,8
2003	402	2016	541,7
2004	444,2	2017	620,365
2005	468,2	2018	633,21
2006	499,6	2019	646,055
2007	525,4	2020	658,9
2008	575,4	2021	671,745
2009	521,9	2022	684,59
2010	550,8	2023	697,435
2011	585,7		

Berdasarkan data di atas, persamaan yang diperoleh adalah:  $y = 18.682x + 36988$  Pabrik Biodiesel dengan kapasitas produksi 80.000 ton/tahun rencananya akan didirikan pada tahun 2023, maka dengan menggunakan persamaan trendline didapatkan index harga pada tahun 2023 sebesar 697,435



Gambar 4.6 Grafik Tahun vs. Index Harga

Harga – harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan juga dengan referensi Peters & Timmerhaus, pada tahun 1990 dan Aries & Newton, pada tahun 1955 dan situs [www.matche.com](http://www.matche.com). Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan metode *six tenth factor*.

$$E_b = E_a \cdot (C_b/C_a)^{0.6}$$

Dalam hubungan ini:

$E_b$  = Harga alat b

$E_a$  = Harga alat a

$C_b$  = Kapasitas alat b

$C_a$  = Kapasitas alat a

Tabel 4.37 Daftar Prediksi Harga Alat

Nama Alat	Jumlah	Harga	
		Basis harga	Tahun 2020
Tangki CPO	1	\$ 477,400	\$ 567,303
Tangki H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1	\$ 410,000	\$ 497,000
Tangki CH <sub>3</sub> OH	1	\$ 142,700	\$ 169,573
Tangki HCl	1	\$ 11,600	\$ 13,784
Tangki Methyl Ester	1	\$ 377,100	\$ 448,115
Tangki Gliserol	1	\$ 169,700	\$ 201,658
Reaktor Esterifikasi	2	\$ 219,200	\$ 520,959
Reaktor Transesterifikasi	2	\$ 195,200	\$ 463,919
Gudang NaOH	1	\$ 170,000	\$ 202,014
Mixer 01	1	\$ 51,000	\$ 60,604
Decanter 01	1	\$ 72,937	\$ 86,673
Decanter 02	1	\$ 19,691	\$ 23,399
Decanter 03	1	\$ 44,441	\$ 52,810
Netralizer 01	1	\$ 108,300	\$ 128,695
Netralizer 02	1	\$ 122,071	\$ 145,059
Washing Tower 01	1	\$ 122,071	\$ 145,059
Washing Tower 02	1	\$ 9,600	\$ 11,408
Degummer 01	1	\$ 2,100	\$ 2,495
Heater 01	1	\$ 2,100	\$ 2,495
Heater 02	1	\$ 37,200	\$ 44,205
Heater 03	1	\$ 1,350	\$ 1,604
Heater 04	1	\$ 1,200	\$ 1,426
Heater 05	1	\$ 1,300	\$ 1,545
Heater 06	1	\$ 1,300	\$ 1,545
Heater 07	1	\$ 1,300	\$ 1,545

Lanjutan Tabel 4.37

Nama Alat	Jumlah	Harga	
		Basis harga	Tahun 2020
Cooler 01	1	\$ 1.500	\$ 1.782
Cooler 02	1	\$ 1.400	\$ 1.664
Pompa 01	2	\$ 5.800	\$ 6.892
Pompa 02	2	\$ 8.400	\$ 9.982
Pompa 03	2	\$ 5.800	\$ 6.892
Pompa 04	2	\$ 3.600	\$ 4.278
Pompa 05	2	\$ 5.800	\$ 6.892
Pompa 06	2	\$ 5.800	\$ 6.892
Pompa 07	2	\$ 3.600	\$ 4.278
Pompa 08	2	\$ 3.600	\$ 4.278
Pompa 09	2	\$ 3.600	\$ 4.278
Pompa 10	2	\$ 5.800	\$ 6.892
Pompa 11	2	\$ 4.200	\$ 4.991
Pompa 12	2	\$ 3.800	\$ 4.516
Pompa 13	2	\$ 6.000	\$ 7.130
Pompa 14	2	\$ 6.000	\$ 7.130
Pompa 15	2	\$ 4.200	\$ 4.991
Pompa 16	2	\$ 6.000	\$ 7.130
Pompa 17	2	\$ 6.000	\$ 7.130
Pompa 18	2	\$ 6.000	\$ 7.130
Pompa 19	2	\$ 9.600	\$ 11.408
Pompa 20	2	\$ 6.000	\$ 7.130
Bucket Elevator 01	1	\$ 16,000	\$ 19,013
<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>\$ 7,557,557</b>	<b>\$ 9,653,220</b>

#### 4.9.2. Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi	= 80.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	= 330 hari
Tahun pendirian pabrik	= 2023
Kurs mata uang	= 1 US\$ = Rp 14.837

(diakses pada 17 September 2018)

#### 4.9.3. Perhitungan Biaya

##### 4.9.7.1 *Capital Investment*

*Capital investment* adalah total biaya pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas – fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya. *Capital investment* terdiri dari:

##### 1. *Fixed capital investment*

*Fixed capital investment* adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas– fasilitas pabrik.

##### 2. *Working capital investment*

*Working capital investment* adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

##### 4.9.7.2 *Manufacturing Cost*

*Manufacturing cost* merupakan jumlah dari *direct*, *indirect* dan *fixed manufacturing cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

Menurut Aries & Newton, *manufacturing cost* meliputi:

##### 1. *Direct cost*

*Direct cost* adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

##### 2. *Indirect cost*

*Indirect cost* adalah pengeluaran–pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.

##### 3. *Fixed cost*

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

#### **4.9.7.3 General Expense**

*General expense* atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran – pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

#### **4.9.4. 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:

##### **4.9.7.1 Percent Return on Investment**

*Return on investment* adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari investasi yang dikeluarkan.

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

##### **4.9.7.2 Pay Out Time (POT)**

*Pay out time* (POT) adalah:

1. Waktu (biasanya dalam satuan tahun) yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Capital Investment* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.
2. Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.
3. Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

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

#### 4.9.7.3 Break Even Point (BEP)

*Break even point* (BEP) adalah:

1. Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).
2. Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.

$$BEP = \frac{(Fa + 0.3Ra)}{(Sa - Va - 0.7Ra)} \times 100\%$$

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

#### 4.9.7.4 Shut Down Point (SDP)

*Shut down point* (SDP) adalah:

1. 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).
2. Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.
3. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

$$SDP = \frac{(0.3Ra)}{(Sa - Va - 0.7Ra)} \times 100\%$$

#### 4.9.7.5 *Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)*

*Discounted cash flow rate of return (DCFR)* adalah:

1. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
2. Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik
3. 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



#### 4.9.5. Hasil Perhitungan

##### 4.9.7.1 Penentuan Fixed Capital Investment

Tabel 4.38 Physical Plant Cost (PPC)

<b>Pengeluaran</b>	<b>Biaya</b>	
<i>Purchased Equipment</i>	\$	9,952,323
<i>Delivered Equipment</i>	\$	2,488,081
<i>Installation</i>	\$	4,438,736
Pemipaan	\$	3,582,836
Instrumentasi	\$	2,985,696.94
Insulasi	\$	796,186
Listrik	\$	1,492,848
Bangunan	\$	1,762,478
<i>Land &amp; Yard Improvement</i>	\$	1,985,867
<b>Total</b>	<b>\$</b>	<b>29,485,053</b>

Tabel 4.39 Fixed Capital Investment (FCI)

<b>Fixed Capital</b>	<b>Biaya</b>	
<i>Direct Plant Cost</i>	\$	36,856,317
<i>Contractor's Fee</i>	\$	2,948,505
<i>Contigency</i>	\$	3,685,632
<b>Total</b>	<b>\$</b>	<b>43,490,454</b>

##### 4.9.7.2 Penentuan Total Production Cost (TPC)

Tabel 4.40 Direct Manufacturing Cost (DMC)

<b>Pengeluaran</b>	<b>Biaya</b>	
<i>Raw materials</i>	\$	60,696,613
Tenaga kerja (labor)	\$	218,478
Supervisor (10-25% labor)	\$	54,619
Maintenance	\$	1,739,618
Plant supplies (15% maintenance)	\$	260,943,
Royalties and patents	\$	6,564,660
Utilitas	\$	3,521,551
<b>Total</b>	<b>\$</b>	<b>73,056,482</b>

Tabel 4.41 Indirect Manufacturing Cost (IMC)

<b>Pengeluaran</b>	<b>Biaya</b>	
<i>Payroll overhead</i>	\$	8,193
<i>Laboratory</i>	\$	21,848
<i>Plant overhead</i>	\$	27,310
<i>Packaging and shipping</i>	\$	13,129,320
<b>Total</b>	<b>\$</b>	<b>13,186,671</b>

Table 4.42 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

<b>Pengeluaran</b>	<b>Biaya</b>	
<i>Depreciation</i>	\$	4,349,045
<i>Property taxes</i>	\$	869,809
<i>Insurance</i>	\$	434,905
<b>Total</b>	<b>\$</b>	<b>5,653,758.96</b>

Tabel 4.43 Total Manufacturing Cost (MC)

<b>Pengeluaran</b>	<b>Biaya</b>	
<i>Direct manufacturing cost</i>	\$	73,056,482
<i>Indirect manufacturing cost</i>	\$	13,186,671
<i>Fixed manufacturing cost</i>	\$	5,563,758,96
<b>Total</b>	<b>\$</b>	<b>91,896,911.78</b>

Tabel 4.44 Total Working Capital (WC)

<b>Pengeluaran</b>	<b>Biaya</b>	
<i>Raw material inventory</i>	\$	1,287,504
<i>Inproses inventory</i>	\$	139,238
<i>Product inventory</i>	\$	1,949,328
<i>Extended credit</i>	\$	2,785,007
<i>Available cash</i>	\$	8,354,265
<b>Total</b>	<b>\$</b>	<b>14,515,342</b>

Tabel 4.45 General Expense (GE)

<b>Pengeluaran</b>	<b>Biaya</b>	
<i>Administration</i>	\$	5,513,815
<i>Sales expenses</i>	\$	13,784,537
<i>Research</i>	\$	3,216,392
<i>Finance</i>	\$	1,160,116
<b>Total</b>	<b>\$</b>	<b>23,674,859</b>

Tabel 4.46 Total Production Cost (PC)

<b>Pengeluaran</b>	<b>Biaya</b>	
<i>Manufacturing cost</i>	\$	91,896,911,78
<i>General expenses</i>	\$	23,674,859
<b>Total</b>	<b>\$</b>	<b>115,571,771</b>

#### 4.9.7.3 Penentuan Variabel Cost (Va)

Tabel 4.47 Variable Cost (Va)

<b>Pengeluaran</b>	<b>Biaya</b>	
<i>Raw materials</i>	\$	65,327,064
<i>Packaging &amp; shipping</i>	\$	14,131,044
<i>Utilities</i>	\$	3,790,234
<i>Royalties and patents</i>	\$	7,065,522
<b>Total</b>	<b>\$</b>	<b>90,314,364</b>

#### 4.9.7.4 Penentuan Regulated Cost (Ra)

Tabel 4.48 Regulated Cost (Ra)

<b>Pengeluaran</b>	<b>Biaya</b>	
Gaji karyawan	\$	235,147
<i>Payroll overhead</i>	\$	8,818
<i>Supervision</i>	\$	58,787
<i>Plant overhead</i>	\$	29,393
<i>Laboratorium</i>	\$	23,515
<i>General expenses</i>	\$	25,841,173
<i>Maintenance</i>	\$	1,872,345
<i>Plant supplies</i>	\$	280,852
<b>Total</b>	<b>\$</b>	<b>27,990,030</b>

#### 4.9.6. Analisa Keuntungan

Harga jual produk biodiesel	= Rp 27.324 /l
Harga jual produk gliserol	= Rp 1.207 /l
<i>Annual sales (Sa)</i>	= Rp 1.534.711.135.211
<i>Total cost</i>	= Rp 1.714.709.474.530
Keuntungan sebelum pajak	= Rp 233.254.931.338
Pajak pendapatan	= 20%

(Sumber : Kementerian Perpajakan tahun 2018)

Keuntungan setelah pajak = Rp 186.603.945.070

#### 4.9.7. Hasil Kelayakan Ekonomi

##### 4.9.7.1 *Percent Return on Investment (ROI)*

ROI sebelum pajak	36%
ROI setelah pajak	29%

##### 4.9.7.2 *Pay out Time (POT)*

POT sebelum pajak	2,77 tahun
POT setelah pajak	3,46 tahun

##### 4.9.7.3 *Break Even Point (BEP)*

BEP	46,12%
-----	--------

##### 4.9.7.4 *Shut Down Point (SDP)*

SDP	26,74%
-----	--------

##### 4.9.7.5 *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*

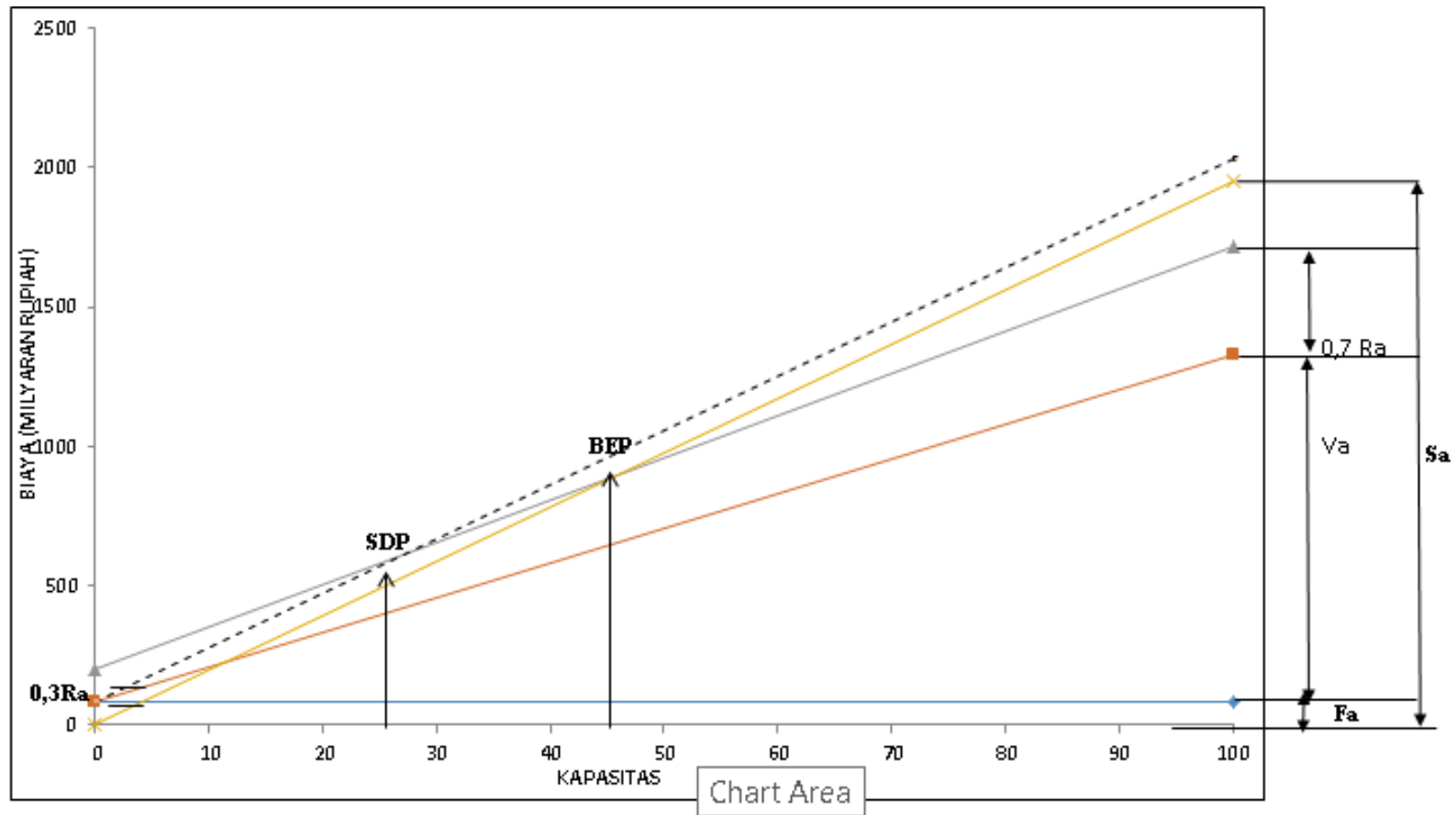
Umur pabrik	10 tahun
<i>Fixed capital investment</i>	Rp 645.256.986.509
<i>Working capital</i>	Rp 215.360.501.993
<i>Salvage value</i>	Rp 64.525.698.651
<i>Cash flow</i>	Rp 268.341.993.490

Discounted cash flow dihitung dan diperoleh nilai  $i = 31,28\%$ . *Discounted Cash Flow* adalah perbandingan besarnya presentase keuntungan yang diperoleh terhadap *capital investment* dibanding dengan tingkat bunga deposito yang berlaku di bank. Nilai dari DCF harus lebih dari 1,5 kali bunga deposito bank Mandiri atau DCF bernilai minimum 7,125 %. Pada perhitungan ini diperoleh nilai DCF sebesar 31,28 %. Bunga bank mandiri 4,75% ( Bank Mandiri, diakses 2 september 2018 )

Tabel. 4.49 Analisa Kelayakan

No	Kriteria	Terhitung	Syarat
1	<i>Return on Investment</i> - ROI sebelum pajak - ROI setelah pajak	36% 29%	Minimal 11% untuk pabrik beresiko rendah
2	<i>Pay Out Time</i> - POT sebelum pajak - POT setelah pajak	2,77 tahun 3,46 tahun	Maksimal 5 tahun untuk pabrik beresiko rendah
3	<i>Break Event Point</i>	46,12%	40 – 60%
4	<i>Shut Down Point</i>	26,74%	
5	<i>Discounted Cash Flow</i>	31,28%	Minimal 7,125%

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



Gambar. 4.6 Grafik Hubungan Kapasitas Produksi terhadap BEP dan SDP

## BAB V PENUTUP

### 5.2. Kesimpulan

Pabrik biodiesel dengan bahan baku minyak kelapa sawit dengan kapasitas 80.000 ton/tahun, dapat digolongkan sebagai pabrik beresiko rendah karena:

1. Berdasarkan tinjauan proses, kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk, serta lokasi pabrik, maka pabrik ini tergolong pabrik beresiko rendah.
2. Berdasarkan hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut:
  - a. Keuntungan sebelum pajak Rp 233.254.931.338 per tahun, dan keuntungan setelah pajak (20%) sebesar Rp 186.603.945.070 per tahun.
  - b. Presentase *return on investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 36%, dan ROI setelah pajak sebesar 29%. Syarat ROI sebelum pajak minimum untuk pabrik kimia beresiko rendah adalah 11% (Aries & Newton, 1955).
  - c. *Pay out time* (POT) sebelum pajak adalah selama 2,77 tahun dan setelah pajak selama 3,46 tahun. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun (Aries & Newton, 1955).
  - d. *Break even point* (BEP) pada 46,12%, dan *shut down point* (SDP) pada 26,74%. *Discounted cash flow rate* (DCFR) sebesar 31,28%. Suku bunga pinjaman di bank (Bank Mandiri) saat ini adalah 4,75% (September Agustus 2018). Syarat minimum DCFR adalah di atas suku bunga deposito bank yaitu sekitar 1,5 x suku bunga deposito bank ( $1.5 \times 4,75\% = 7,25\%$ ).

Dari hasil analisis ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik biodiesel dari minyak kelapa sawit dengan kapasitas 80.000 ton/tahun ini layak dan menarik untuk dikaji lebih lanjut.

### 5.3. 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 atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Inflasi market sangat berpengaruh terhadap modal awal yang dibutuhkan dalam pendirian pabrik. Sehingga penting untuk merencanakan kapan sekiranya waktu yang tepat untuk mendirikan pabrik.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D., 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*.  
Mc Graw Hill Handbook Co., Inc. New York
- Austin, G.T., 1984. *Shreve's Chemical Process Industries, 5th ed.* Mc Graw  
Hill Book Co., Inc. New York
- Badan Pusat Statistik., 2018. Statistik Indonesia. [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id). Diakses pada  
tanggal 20 Maret 2018 pukul 15.48 WIB
- Badger ,W.L. and Banchero, J.T., 1955. *Introduction to Chemical  
Engineering*,
- Brown, G.G., 1978. *Unit Operations*. John Wiley and Sons Inc. New York
- Brownell, L.E., and Young. E.H., 1979. *Process Equipment Design*. John Wiley  
and Sons Inc. New York.
- Coulson, J. M. and Richardson, J. F., 1983. *Chemical Engineering, 1st edition*,  
*Volume 6*. Pergason Press. Oxford.
- Faith, Keyes & Clark., 1957. *Industrial Chemicals*, John Wiley & Sons, Inc.,  
London
- Kern, D.Q., 1950. *Process Heat Transfer*. Mc. Graw-Hill International Book  
Company Inc. New York.
- Kirk, R. E, and Othmer D. F., 1998. *Encyclopedia of Chemical Technology, 4th ed.*  
The Interscience Encyclopedia Inc. New York.

Matche. 2018. *equipment cost*. <http://www.matche.com/>. Diakses pada tanggal 23

September 2018 pukul 09.30 WIB

Perry, R. H., and Green, D. W., 2008. *Perry's Chemical Engineers, 7th ed.*

McGraw Hill Companies Inc. USA.

Peters, M.S., Timmerhaus, K.D., West, R.E., 2003. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 5<sup>th</sup> ed.*, Mc-Graw Hill, New York.

Powell, S.P., 1954. *Water Conditioning for Industry*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

R.K.Sinnot., 1983. *An Introduction to Chemical Engineering Design*. Pergamon Press. Oxford.

Smith, J.M., and Van Ness, H.H., 1975. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, 3<sup>rd</sup> editon*, McGraw Hill International Book Co., Tokyo

Stocchi, E., 1990. "*Industrial Chemistery : Vol 1, Volume 1*". Ellis HOrdwood

Treyball, R..E., 1980. "Mass Transfer Operations", 3<sup>rd</sup> ed., McGraw Hill Book Company Inc., New York.

Ulrich, G.D., 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*, John Wiley and Sons, New York

Wallas, S.M., 1988. *Chemical Process Equipment, 3<sup>rd</sup> ed.*, Butterworths series in Chemical engineering, USA

Yaws, C.L. dkk., 1999. *Chemical Properties Handbook*, McGraw Hill Companies Inc., USA