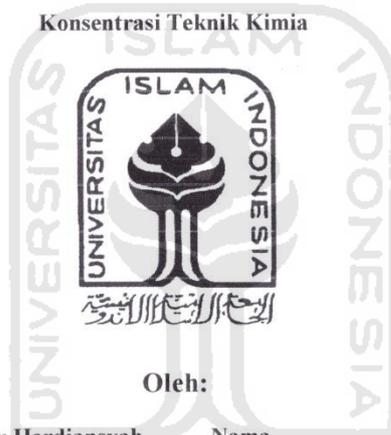


**PERANCANGAN PABRIK BODIESEL
DARI MINYAK BIJI KARET DAN METHANOL
DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

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

Konsentrasi Teknik Kimia



Oleh:

Nama : Robby Herdiansyah Nama : Syelda Pratiwi
No. Mahasiswa : 12521032 No. Mahasiswa : 12521007

**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2016

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL
TUGAS PERANCANGAN PABRIK**

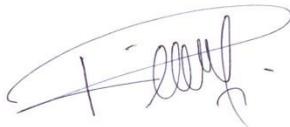
Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Robby Herdiansyah Nama : Syelda Pratiwi
No. Mahasiswa : 12521032 No. Mahasiswa : 12521007

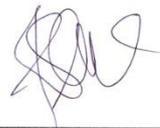
Yogyakarta, 23 Juni 2016

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 kami siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

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



Robby Herdiansyah

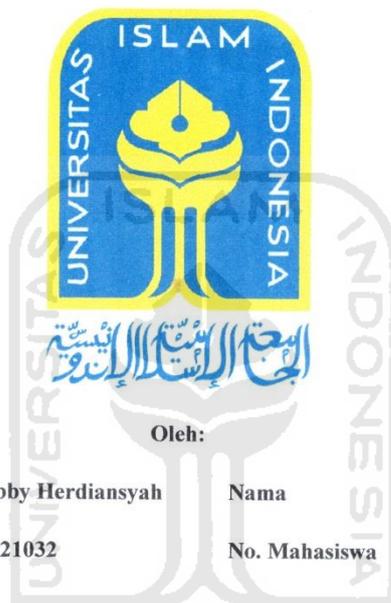


Syelda Pratiwi

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PRARANCANGAN PABRIK BIODIESEL DARI MINYAK BIJI KARET
DAN METHANOL DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK



Oleh:

Nama : Robby Herdiansyah

Nama : Syelda Pratiwi

No. Mahasiswa : 12521032

No. Mahasiswa : 12521007

Yogyakarta, 02 Juni 2016

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Arif Hidayat'. The signature is written in a cursive style and is positioned above the printed name of the supervisor.

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

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRARANCANGAN PABRIK BIODIESEL DARI MINYAK BIJI KARET DAN METHANOL DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Syelda Pratiwi

No. Mahasiswa : 12521007

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

Yogyakarta, 02 Juni 2016

Tim Penguji,

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

Ketua

Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc.

Anggota I

Ariany Zulkania, S.T., M.Eng.

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia


Drs. J. Faisal RM, MSIE, Ph.D

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRARANCANGAN PABRIK BIODIESEL DARI MINYAK BIJI KARET DAN
METHANOL DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Robby Herdiansyah

No. Mahasiswa : 12521032

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

Yogyakarta, 02 Juni 2016

Tim Penguji,

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

Ketua

Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc.

Anggota I

Ariany Zulkania, S.T., M.Eng.

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Drs. H. Faisal RM, MSIE., Ph.D.

8. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia 2012 yang selalu memberikan dukungan, semangat serta doa.
9. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu, dalam membantu penyusunan Tugas Akhir ini dengan tulus dan ikhlas.

Kami menyadari bahwa didalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran untk kesempurnaan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, Amin

Wassalamu 'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, 02 Juni 2016



Penyusun

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pernyataan Keaslian Hasil	ii
Halaman Pengesahan Dosen Pembimbing	iii
Halaman Pengesahan Penguji	iv
Kata Pengantar	vi
Daftar isi	viii
Daftar gambar.....	xii
Daftar tabel.....	xiii
Daftar Lampiran.....	xv
Abstrak	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tinjauan Pustaka.....	4
1.2.1 Biodiesel.....	4
1.2.2 Karet dan Biji Karet.....	6
1.3 Metode Pembuatan Biodiesel	10
1.4 Proses Pembuatan Biodiesel.....	13
1.4.1 Esterifikasi.....	13
1.4.2 Transesterifikasi	14
1.5 Spesifikasi Biodiesel.....	15
1.5.1 Standar Indonesia RSNI EB 020551	15
BAB II PERANCANGAN PRODUK.....	18
2.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	18
2.1.1 Biji Karet.....	18

2.1.2	Minyak Biji Karet	18
2.1.3	Methanol	19
2.1.4	Air (25°C).....	19
2.2	Spesifikasi Bahan Pembantu.....	19
2.2.1	Sodium Hydroxide	19
2.2.2	Asam Phosphate	20
2.2.3	Asam Sulfat	20
2.3	Spesifikasi Produk.....	21
2.3.1	Metil Ester (Biodiesel)	21
2.3.2	Gliserol.....	21
2.4	Pengendalian Kualitas	22
2.4.1	Pengendalian Kualitas Bahan Baku	22
2.4.2	Pengendalian Kualitas Produk	22
2.4.3	Pengendalian Kuantitas	24
2.4.4	Pengendalian Waktu.....	24
2.4.5	Pengendalian Bahan Proses.....	25
BAB III	PERANCANGAN PROSES.....	26
3.1	Uraian Proses	26
3.1.1	Tahap Persiapan Bahan Baku.....	26
3.1.2	Tahap Reaksi / Sintesis	27
3.1.3	Tahap Pemurnian	29
3.2	Metode Penentuan Perancangan	30
3.2.1	Neraca Massa	30
3.2.2	Neraca Panas	36
3.2.3	Spesifikasi Alat	36
3.3	Perencanaan Produksi	80
3.3.1	Kapasitas Perancangan.....	80
3.3.2	Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses	82
BAB IV	PERANCANGAN PABRIK.....	84
4.1	Lokasi Pabrik.....	84
4.1.1	Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik	84
4.1.2	Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik	85

4.2 Tata Letak Pabrik	86
4.3 Tata Letak Alat Proses	89
4.4 Alir Proses dan Material	92
4.4.1 Diagram alir Kualitatif dan Kuantitatif	92
4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas)	95
4.5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (<i>Water Treatment System</i>)	95
4.5.1.1 Unit Penyediaan Air	95
4.5.1.2 Unit Pengolahan Air	97
4.5.1.3 Unit Pembangkit <i>Steam</i>	101
4.5.1.4 Unit Pembangkit Listrik	103
4.5.1.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar	106
4.5.2 Spesifikasi Alat-Alat Utilitas	106
4.5.2.1 Penyediaan Air	106
4.5.2.2 Pengolahan Air Sanitasi	108
4.5.2.3 Pengolahan Air Pendingin	109
4.5.2.4 Pengolahan Air Pemanas	110
4.5.2.5 Pengolahan Boiler	111
4.5.2.6 Pompa Utilitas	112
4.6 Laboratorium	116
4.6.1 Kegunaan Laboratorium	116
4.6.2 Program Kerja Laboratorium	117
4.7 Organisasi Perusahaan	118
4.7.1 Struktur Organisasi	118
4.7.2 Tugas dan Wewenang	119
4.7.2.1 Pemegang Saham	119
4.7.2.2 Dewan Direksi	119
4.7.2.3 Staff Ahli	120
4.7.2.4 Kepala Bagian	121
4.7.2.5 Kepala Seksi	122
4.8 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji	123
4.8.1 Pembagian Jam Kerja Karyawan	123
4.8.1.1 Jadwal Non shift	123
4.8.1.2 Jadwal Shift	123
4.8.2 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji	124

4.8.2.1 Penggolongan Jabatan	124
4.8.2.2 Perincian Jumlah Karyawan dan Gaji.....	125
4.8.2.3 Sistem Gaji Karyawan	125
4.8.3 Kesejahteraan Sosial Karyawan	125
4.8.4 Manajemen Produksi.....	126
4.9 Analisa Ekonomi	127
4.9.1 Penaksiran Harga Peralatan.....	128
4.9.2 Dasar Perhitungan	129
4.9.3 Perhitungan Biaya	129
4.9.3.1 <i>Capital Investment</i>	129
4.9.3.2 Manufacturing Cost	133
4.9.3.3 General Expense	133
4.9.4 Analisa Kelayakan	134
4.9.4.1 <i>Return of investment (ROI)</i>	134
4.9.4.2 <i>Pay Out Time (POT)</i>	135
4.9.4.3 <i>Discounted Cash Flow of Return (DCFR)</i>	135
4.9.4.4 Break Even Point (BEP)	136
4.9.4.5 <i>Shut Down Point (SDP)</i>	137
4.9.5 Hasil Perhitungan	138
4.9.5.1 Penentuan Physical Plant Cost.....	138
4.9.5.2 Analisa Keuntungan.....	142
4.9.5.3 Analisa Kelayakan Ekonomi	142
BAB V PENUTUP.....	145
5.1 Kesimpulan.....	145
DAFTAR PUSTAKA.....	146
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar. 1.1 Kandungan Kernel pada Biji Karet.....	8
Gambar 1.2 Reaksi pada Proses Esterifikasi.....	14
Gambar 1.3 Reaksi pada Proses Transesterifikasi	15
Gambar 1.4. Spesifikasi biodiesel sesuai standar RSNI EB 020551	16
Gambar 1.5. Spesifikasi biodiesel sesuai standar ASTM D 6751	16
Gambar 3.1 Reaksi Transesterifikasi	29
Gambar 3.2 Grafik Konsumsi Solar di Indonesia (kiloliter/tahun).....	82
Gambar 4.1 Tata letak pabrik.....	89
Gambar 4.2 Layout area proses	88
Gambar 4.3 Diagram alir kualitatif.....	93
Gambar 4.4 Diagram alir kuantitatif.....	94
Gambar 4.5 Grafik hubungan % kapasitas vs rupiah.....	144

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Pentahapan Kewajiban Minimal Pemanfaatan Biodiesel (B100).....	4
Tabel 1.2. Sifat Fisik dan Kimia Biodiesel dan Petrodiesel	5
Tabel 1.3 Luas Areal Menurut Status Pengusahaan, 2013 2015**).....	6
Tabel 1.4. Komposisi Asam Lemak Minyak Biji Karet	8
Tabel 1.5. Karakteristik Biodiesel dan Minyak Solar.....	9
Tabel 2.1 Daftar Penggunaan Instrumentasi Prarancangan Pabrik Biodiesel dari Minyak Biji Karet	24
Tabel 3.1 Neraca Massa di <i>Screw Extruder</i>	30
Tabel 3.2 Neraca Massa di Tangki <i>Degummer</i>	31
Tabel 3.3 Neraca Massa di <i>Centrifugal Filter</i>	31
Tabel 3.4 Neraca Massa di <i>Mixer-01</i>	31
Tabel 3.5 Neraca Massa di Reaktor Esterifikasi (R-01).....	32
Tabel 3.6 Neraca Massa di <i>Neutralizer</i> (N-01).....	32
Tabel 3.7 Neraca Massa di <i>Mixer-02</i>	32
Tabel 3.8 Neraca Massa di Reaktor Transesterifikasi (R-02).....	33
Tabel 3.9 Neraca Massa di <i>Neutralizer</i> (N-02).....	33
Tabel 3.10 Neraca Massa di <i>Decanter</i> (D-01).....	34
Tabel 3.11 Neraca Massa di Evaporator (EV-01).....	34
Tabel 3.12 Neraca Massa di <i>Vaporizer</i> (V-01).....	35
Tabel 3.13 Neraca Massa di Menara Distilasi (MD-01).....	35

Tabel 3.14 Neraca Panas Masing-Masing Alat.....	36
Tabel 4.1 Perincian luas tanah bangunan pabrik	88
Tabel 4.2 kebutuhan air pendingin.....	99
Tabel 4.3 Kebutuhan air pembangkit steam	99
Tabel 4.4 Kebutuhan air proses	100
Tabel 4.5 Air untuk keperluan perkantoran dan pabrik	100
Tabel 4.6 Kebutuhan listrik alat proses.....	103
Tabel 4.7 Kebutuhan Listrik untuk Utilitas	105
Tabel 4.8 Penggolongan Jabatan.....	124
Tabel 4.9 Jumlah karyawan dan gaji masing-masing bagian	125
Tabel 4.10 Harga CEP index	129
Tabel 4.11 Harga alat pada tahun 2019	130
Tabel 4.12 Physcalplant cost.....	138
Tabel 4.13 Direct Plant Cost.....	138
Tabel 4.14 Fixed Capital Investment	139
Tabel 4.15 Direct Manufacturing Cost	139
Tabel 4.16 Indirect Manufacturing Cost.....	140
Tabel 4.17 Fixed Manufacturing Cost	140
Tabel 4.18 Total Manufacturing Cost.....	140
Tabel 4.19 Working Capital.....	141
Tabel 4.20 General Expense	141
Tabel 4.21 Total Biaya Produksi	141
Tabel 4.22 Total Capital Investment.....	142

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A REAKTOR ESTERIFIKASI

Lampiran B GAMBAR REAKTOR



ABSTRAK

Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar alternatif, yang diperoleh dari minyak sayur, misalnya minyak biji karet. Permintaan minyak biodiesel meningkat sehingga dapat mengurangi ketergantungan pada energi fosil yang tidak terbarukan. Biodiesel dari minyak biji karet dengan capacity 50.000 ton / tahun direncanakan akan dibangun di Tenggarong, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur di wilayah 2.888,96 m², dengan 396 orang karyawan, akan dioperasikan selama 330 hari / tahun atau 24 jam.

Bahan baku utama yang dibutuhkan adalah 99,5% Methanol dari 227,89 ton / tahun dan 5.747,87 ton / tahun dari biji karet. Adapun bahan pendukung yang diperlukan, yaitu 256 ton / tahun NaOH 48%, 950,31 ton / tahun H₂SO₄ 98%, dan 153,89 ton / tahun H₃PO₄ 99%. Proses produksi untuk esterifikasi akan dioperasikan pada suhu 75,6 ° C dan tekanan 1,5 atm dan untuk transesterifikasi pada suhu 60 ° C dan tekanan 1 atm menggunakan *Continuous Stirred Tank Reactor* (CSTR) dengan reaksi konversi 99%. 65.515,66 ton / tahun dari air pendingin, 6.790,104 ton / tahun make-up air, dan 240,86 Kw pasokan listrik dengan PLN yang diperlukan untuk mengoperasikan pabrik.

Berdasarkan perhitungan evaluasi ekonomi, modal tetap diperlukan adalah Rp 516,021,623,608.63 dan modal kerja sebesar Rp 164 167 567 788. Pada 100% dari kapasitas produksi, laba sebelum pajak sebesar Rp 128.665.666.809,14 sedangkan laba setelah pajak sebesar Rp 102.932.533.447,31. ROI sebelum pajak adalah 32,1%, dan ROI setelah pajak adalah 25,7%. Secara berurutan, POT sebelum pajak dan setelah pajak yang 2,4 tahun dan 2,8 tahun. Sementara BEP yang didapatkan sebesar 43,13%, SDP sebesar 18,30%, dan DCFR sebesar 23,02%. Berdasarkan hasil evaluasi ekonomi, pabrik biodiesel dengan kapasitas 50.000 ton / tahun ini layak untuk di analisa lebih lanjut.

Kata kunci : Biodiesel; Minyak Biji Karet; Esterifikasi; Transesterifikasi

ABSTRACT

Biodiesel is one of known alternative fuels, obtained from vegetable oil, for example rubberseed oil. Biodiesel oil demand increased so as to reduce dependence on non-renewable fossil energy . Preliminary design of Biodiesel from rubber seed oil with capacity 50.000 tons/year was planned to be built in Tenggarong, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur in the area of 2.888,96 m², with 396 people employees,will be operated for 330 days/year or 24 hour

The main raw material required was 99,5% Methanol of 227,89 tons/year and 5.747,87 tons/year of rubber seed. As for supporting materials, 256 tons/year of NaOH 48%, 950,31 tons/year of H₂SO₄ 98%, and 153,89 tons/year of H₃PO₄ 99% are needed. The production process will be operated for esterification and transesterification at temperature 60 °C, at pressure 1 atm using Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR) with conversion reaction of 99%. 65.515,66 tons/year of cooling water, 6.790,104 tons/year of make-up water, and 240,86 Kw of electricity supply by PLN are needed to operate the plant.

Based on the calculation of economic evaluation, the fixed capital needed was Rp 516,021,623,608.63 and working capital of Rp 164 167 567 788 . At 100% of production capacity, the profit before tax was Rp 128.665.666.809,14 while the profit after tax was Rp 102.932.533.447,31. The ROI before tax is 32,1 %, and ROI after tax is 25,7 %. POT before tax and after tax were 2,4 years and 2,8 years, respectively. While a BEP was 43,13 %, SDP was 18,30 %, and 23,02 % of DCFR. Based on the evaluation results, this biodiesel plant with capacity of 50.000 tons / year was worthy for further analysis.

Keywords : Biodiese; rubber seed oil; esterification; transesterification

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi primer dunia diperkirakan akan meningkat cukup tinggi seiring dengan pertumbuhan populasi dan perkembangan ekonomi dunia (*World Energy Outlook*, 2013, IEA). Kebutuhan energi tersebut akan terus meningkat, dan akan mengalami perlambatan pada tahun 2020. Sementara jika diterapkan standar lingkungan yang lebih ketat kebutuhan energi primer hanya tumbuh sebesar 14% selama periode proyeksi. Pada tahun 2011, kebutuhan energi fosil tercatat sebesar 10.668 juta TOE (*Tonnes oil equivalent*) atau 82% dari total kebutuhan, dan meningkat menjadi sebesar 14.898 juta TOE (*Tonnes oil equivalent*) pada tahun 2035 meskipun pangsaanya turun menjadi sebesar 80%.

Sedangkan kebutuhan energi di Indonesia saat ini cukup besar. Berdasarkan data dari Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), pemakaian bahan bakar minyak (bensin, minyak solar, minyak bakar, minyak tanah dan avtur) masih mendominasi kebutuhan energi nasional. Berdasarkan penelitian yang dilakukan BPPT dengan melakukan 2 skenario yaitu Skenario Dasar dan Skenario Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI). diketahui penggunaan bahan bakar minyak pada tahun 2015 sebesar 32%, kemudian di tahun 2030 meningkat menjadi 42% pada skenario Dasar dan menjadi 43% pada skenario Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI). Hal ini terjadi karena penggunaan peralatan berbahan bakar BBM masih lebih efisien dibandingkan peralatan lainnya, terutama teknologi di sektor transportasi. Pada tahun 2030 pemanfaatan listrik juga meningkat pesat hingga hampir 6 kali lipat untuk skenario Dasar dan menjadi lebih dari 8 kali lipat untuk skenario Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) sesuai dengan peningkatan taraf hidup masyarakat yang lebih memilih teknologi yang mudah dalam pengoperasiannya.

Melihat dari perkembangan data akan kebutuhan energi itu sendiri diperlukan sebuah cara agar meminimalisir ketergantungan energi fosil. Seperti yang diketahui cadangan energi fosil semakin lama semakin berkurang baik bagi Indonesia maupun secara global. Setiap hari, jutaan barrel minyak mentah bernilai jutaan dolar dieksploitasi tanpa memikirkan bahwa minyak tersebut merupakan hasil dari evolusi alam yang berlangsung selama ribuan, bahkan jutaan tahun yang mungkin tidak dapat terulang lagi pada masa mendatang.

Majunya penelitian dan penggunaan motor diesel pada industri tidak mungkin berhenti hanya karena menipisnya bahan bakar fosil. Salah satu cara penanganan permasalahan energi adalah dengan mengembangkan sumber energi alternatif. Selain semakin menipisnya jumlah cadangan bahan bakar fosil, alasan penting lain untuk mengurangi penggunaannya adalah masalah kerusakan lingkungan, harga yang terus melambung dan beban subsidi yang semakin membengkak. Penggunaan energi alternatif seperti biodiesel merupakan salah satu solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan ini.

Kontinuitas penggunaan bahan bakar minyak (BBM) berbasis fosil (fossil fuel) memunculkan paling sedikit dua ancaman serius: (1) faktor ekonomi, berupa jaminan ketersediaan bahan bakar fosil untuk beberapa dekade mendatang, masalah suplai, harga dan fluktuasinya (2) polusi akibat emisi pembakaran bahan bakar fosil ke lingkungan. Polusi yang ditimbulkan oleh pembakaran bahan bakar fosil memiliki dampak langsung maupun tidak langsung kepada derajat kesehatan manusia. Polusi langsung bisa berupa gas – gas berbahaya, seperti CO, NO_x, dan UHC (*Unburn Hydrocarbon*), juga unsur metalik seperti Timbal (Pb) sedangkan polusi tidak langsung mayoritas berupa ledakan jumlah molekul CO₂ yang berdampak pada pemanasan global (*Global Warming Potential*).

Kesadaran terhadap ancaman serius tersebut telah mengintensifkan berbagai riset yang bertujuan menghasilkan sumber– sumber energi (*Energy Resources*) ataupun pembawa energi (*Energy Carrier*) yang lebih terjamin keberlanjutannya (*sustainable*) dan lebih ramah lingkungan. Biodiesel dan pemakaian dalam bahan bakar sebagai campuran biodiesel dan bensin (B10) adalah salah satu alternatif yang paling memungkinkan transisi ke arah implementasi energi alternatif.

Dengan tingginya kebutuhan energi fosil sangat memungkinkan untuk mengembangkan bahan bakar nabati yang dimana bahan baku tersedia hampir

diseluruh wilayah indonesia yang nantinya akan mencukupi kebutuhan energi di Indonesia bahkan secara global. Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar nabati yang diperhitungkan akan mengalami kenaikan penggunaannya setiap tahun. Sehingga diperlukan perhatian khusus untuk memaksimalkan potensi dari biodiesel. Dari data yang diperoleh, biodiesel itu sendiri banyak berbahan dasar dari CPO yang dihasilkan oleh kelapa sawit. Padahal potensi yang lain cukup banyak salah satunya adalah biji karet. Biji karet merupakan salah satu komoditi yang biasanya dibiarkan oleh pelaku perkebunan karet atau tidak dimanfaatkan secara maksimal. Potensi yang dihasilkan biji karet tersebut sangat besar karena bisa menghasilkan minyak nabati yang nantinya bisa dikembangkan menjadi Biodiesel.

Pemerintah Indonesia juga sudah mengeluarkan peraturan menteri yang berisi pihak Pertamina selaku penyuplai utama energi di Indonesia untuk melakukan pencampuran bahan bakar solar dengan biodiesel yang akan digunakan diseluruh wilayah Indonesia. Peraturan tersebut dikeluarkan berdasarkan peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral nomor 32 tahun 2008 dan peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral nomor 13 tahun 2015. Pada peraturan tersebut dijelaskan bahwa terdapat berbagai jenis sektor dalam pemanfaatan Biodiesel itu sendiri guna untuk mengatasi ketergantungan energi fosil di Indonesia mengingat bahwa ketersediaan bahan bakar fosil semakin menipis dan semakin besarnya impor bahan bakar fosil yang dilakukan pemerintah. Dari hal tersebut maka sangat diperlukan untuk memanfaatkan energi Biodiesel untuk menunjang kebutuhan energi di Indonesia. Peraturan pentahapan kewajiban minimal pemanfaatan biodiesel (B100) yang dibuat oleh Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral disajikan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Pentahapan Kewajiban Minimal Pemanfaatan Biodiesel (B100)

Jenis Sektor	Oktober 2008 s.d. Desember 2008	Januari 2009	Januari 2010	Januari 2015**	Januari 2020**	Januari 2025**	Keterangan
Rumah Tangga	-	-	-	-	-	-	Saat ini tidak ditentukan
Transportasi PSO	1% (existing)	1%	2,5%	5%	10%	20%	Terhadap kebutuhan total
Transportasi Non PSO	-	1%	3%	7%	10%	20%	
Industri dan Komersial	2,5 %	2,5%	5%	10%	15%	20%	Terhadap kebutuhan total
Pembangkit Listrik	0,1%	0,25%	1%	10%	15%	20%	Terhadap kebutuhan total

** spesifikasi disesuaikan dengan spesifikasi global dan kepentingan domestik

(sumber esdm : 2008)

1.2 Tinjauan Pustaka

1.2.1 Biodiesel

Biodiesel adalah bahan bakar cair yang diformulasikan khusus untuk mesin diesel yang terbuat dari minyak nabati (bio-oil), tanpa perlu memodifikasi mesin dieselnnya. Biodiesel merupakan metil atau etil ester dari minyak nabati atau hewani dengan panjang rantai karbon antara 12-20.

Biodiesel sebagai bahan bakar alternatif untuk mesin diesel yang diproduksi dengan reaksi transesterifikasi dan esterifikasi minyak nabati atau lemak hewani dengan alkohol rantai pendek seperti metanol. Reaksinya membutuhkan katalis yang umumnya merupakan basa kuat, sehingga akan memproduksi senyawa kimia baru yang disebut metil ester (Van Gerpen, 2005).

Kelebihan biodiesel dibandingkan dengan petrodiesel antara lain: (1) Biodiesel berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui; (2) Biodiesel memiliki kandungan aromatik dan sulfur yang rendah (Ma&Hanna, 1999); (3) Biodiesel memiliki bilangan setana (*cetane number*) yang tinggi (Zhang et al., 2003). Bilangan setana adalah suatu indeks yang biasa digunakan bagi bahan bakar motor diesel, untuk menunjukkan tingkat kepekaannya terhadap detonasi (ledakan). Bahan bakar dengan bilangan setana yang tinggi akan mudah berdetonasi pada motor diesel. Bilangan setana bukan untuk menyatakan kualitas dari bahan bakar diesel, tetapi bilangan yang dipakai untuk menyatakan kualitas dari penyalan bahan bakar diesel atau ukuran untuk menyatakan keterlambatan pengapian dari bahan bakar itu sendiri. Beberapa sifat fisik dan kimia biodiesel dan petrodiesel disajikan dalam Tabel 1.2.

Tabel 1.2. Sifat Fisik dan Kimia Biodiesel dan Petrodiesel

Sifat	Metode	ASTM D975 (Petrodiesel)	ASTM D 6751 (Biodiesel)
Titik Nyala	D93	325 K min	403 K
Air dan Sedimen	D2709	0,050 max % vol	0,05 max % vol
Viskositas Kinematik (313 K)	D445	1,3-4,1 mm ² /s	1,9-6,0 mm ² /s
Massa Jenis	D1298	-	0,860 – 0,9
Abu Sulfat	D874	-	0,02 max % vol
Abu	D482	0,01 max % mass	-
Sulfur	D5453 D2622/129	0,05 max % mass -	- 0,05 max % mass
Korosi pada Tembaga	D130	N0,3 max	N0,3 max
Bilangan Cetane	D613	40 min	47 min
Aromatisitas	D1319	35 max % vol	-
Residu Karbon	D4530 D524	- 0,35 max % mass	0,005 max % mass -
Temperatur Distilasi (90 % vol)	D1160	555 K min 611 K max	- -

(Sumber: Demirbas, 2009)

1.2.2 Karet dan Biji Karet

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam nabati yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai aspek kehidupan. Sebagian diantaranya adalah sebagai sumber pangan dan sumber energi yang sangat potensial. Salah satu sumber daya nabati yang melimpah adalah tanaman karet.

Karet memiliki nama latin *Havea Brasiliensis Mucll. Ang.* Tanaman karet termasuk famili *Euphorbiace* atau tanaman getah-getahan. Dinamakan demikian karena golongan famili ini mempunyai jaringan tanaman yang banyak mengandung getah (lateks) dan getah tersebut mengalir keluar apabila jaringan tanaman terlukai. Tanaman karet merupakan tanaman industri (Syamsulbahri, 1985). Tanaman karet pada mulanya berasal dari lembah Sungai Amazon. Karet liar atau semi liar masih banyak ditemukan di bagian utara Amerika Selatan, mulai dari Brazil, Venezuela, Kolombia, dan Peru (Ghani et al., 1989).

Di Indonesia, Malaysia dan Singapura tanaman karet dicoba untuk dibudidayakan pada tahun 1876. Tanaman karet pertama di Indonesia ditanam di Kebun Raya Bogor. Sebagai penghasil lateks tanaman karet dapat dikatakan satu-satunya tanaman yang dikebunkan secara besar-besaran (http://www.wikipedia/biji_karet.com). Indonesia merupakan salah satu penghasil karet terbesar di dunia. Hasil utama perkebunan karet adalah lateks. Pada proses pengembangannya karet mengalami kenaikan setiap tahunnya baik lahan maupun produksi lateks itu sendiri. Dapat dilihat pada Tabel 1.3 luas areal perkebunan laret yang terdapat di wilayah Indonesia,

Tabel 1.3 Luas Areal Menurut Status Pengusahaan, 2013 2015**)

No	Status Pengusahaan	2013	2014*)	2015**)
1	Perkebunan Rakyat	3.026.020	3.062.931	3.098.861
2	Perkebunan Besar Negara	247.068	249.040	251.033
3	Perkebunan Besar Swasta	282.858	294.274	306.163
	Jumlah total	3.555.946	3.606.245	3.656.057

*) Angka Sementara / *Preliminary Figures*

***) *Angka Sangat Sementara*

(sumber data BPS)

Tanaman karet merupakan pohon yang tumbuh tinggi dan berbatang cukup besar, tinggi pohon dewasa mencapai 15-25 meter. Batang tanaman biasanya tumbuh lurus dan memiliki percabangan yang tinggi diatas. Sebagian kebun karet terdapat beberapa kecondongan arah tumbuh tanamannya, yaitu sedikit miring kearah utara. Batang tanaman ini mengandung getah yang dikenal dengan nama lateks. Daun karet terdiri dari tangkai daun utama dan tangkai anak daun. Panjang tangkai daun utama 3-20 cm. Panjang tangkai anak daun sekitar 3-10 cm dan pada ujungnya terdapat kelenjar. Biasanya ada tiga anak daun yang terdapat pada sehelai daun karet.

Anak daun berbentuk eliptis, memanjang dengan ujung meruncing, tepinya rata dan gundul. Biji karet terdapat dalam setiap ruang buah. Jadi, jumlah biji biasanya ada tiga atau enam sesuai dengan jumlah ruang. Ukuran biji besar dengan kulit keras. Warnanya coklat kehitaman dengan bercak-bercak berpola yang khas. Sesuai dengan sifat dikotilnya, akar tanaman karet merupakan akar tunggang. Akar ini mampu menopang batang tanaman yang tumbuh tinggi dan besar (Ardiana Dwi, 2006). Namun di samping itu pohon karet juga menghasilkan biji karet dalam jumlah yang cukup besar. Seiring perkembangan kebutuhan terhadap bahan bakar, pemanfaatan minyak biji karet semakin banyak diteliti.

Buah karet berbentuk kotak tiga atau empat, kulit keras berwarna coklat, kernel berwarna putih kekuningan. Setelah berumur enam bulan buah akan masak dan pecah sehingga biji karet terlepas dari batoknya. Biji karet mempunyai bentuk *ellipsoidal*, dengan panjang 2,5-3 cm, yang mempunyai berat 2-4 gram/biji. Kulit luar biji karet mempunyai berat 1,3-1,5 gram/biji, serta kernel biji karet beratnya dapat mencapai 1,15-1,9 gram/kernel biji karet (Fitri Yuliani, dkk, 2008)

Secara taksonomi biji karet dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- Divisi : *Spermatophyta*
- Subdivisi : *Angiospermae*
- Kelas : *Dicotyledonae*
- Ordo : *Euphorbiales*
- Famili : *Euphorbiaceae*
- Genus : *Hevea*
- Spesies : *Hevea braziliensis G*

Kandungan	% Berat
Minyak	40 -50
Abu	2,71
Air	3,71
Protein	22,17
Karbohidrat	24,21

Sumber: Orchidea Rachmaniah, 2007

Gambar. 1.1 Kandungan Kernel pada Biji Karet

Dapat dilihat pada Gambar. 1.1 bahwa, kandungan air yang cukup besar dalam kernel biji karet dapat memicu hidrolisis *triglyserida* menjadi FFA. Oleh karenanya, diperlukan pengeringan sebelum pengepresan. Biji karet merupakan limbah pertanian yang tidak mempunyai nilai ekonomi, tidak memerlukan lahan subur, pemeliharaan yang intensif dan ketersediaannya melimpah. Komposisi minyak biji karet mengandung asam-asam lemak yang mempunyai manfaat dan bernilai ekonomi tinggi, seperti asam palmitat, stearat,oleat, linoleat, dan linolenat (Ketaren, 1986). Komposisi asam lemak pada minyak biji karet tersebut disajikan pada Tabel 1.4,

Tabel 1.4. Komposisi Asam Lemak Minyak Biji Karet

Asam Lemak	Komposisi %
Asam Lemak Jenuh	
C16 Asam Palmitat	10,2
C18 Asam Stearat	8,2
Asam Lemak Tak Jenuh	
C18 Asam Oleat	23,6
C18 Asam Linoleat	43,3
C18 Asam Linolenat	14,7

(Sumber: Griffiths dan Hilditch,)

Sifat fisis biodiesel minyak karet menyerupai minyak solar sehingga dapat digunakan langsung untuk mesin diesel atau sebagai campuran minyak solar. Perbandingan sifat-sifat fisis biodiesel karet dan minyak solar dapat dilihat pada tabel 1.5.

Tabel 1.5. Karakteristik Biodiesel dan Minyak Solar

Sifat Fisika	Biodiesel Minyak Karet	Minyak Solar
Densitas (gr/ml)	0,862	0,875
Viskositas (cSt)	3,065	4
Titik Nyala (oC)	172	98
<i>Cetane Number</i>	62,4	53
<i>Pour Point</i> (oC)	18,3	23
Kadar Air (%)	0,1	0,3

Mutu minyak yang berasal dari biji karet dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu (Edison *et. al.*, 1982):

1. Kualitas dan kemurnian bahan baku.
Adanya bahan asing atau biji yang berkualitas jelek yang tercampur dalam bahan baku proses, akan menyebabkan minyak cepat rusak dan berbau.
2. Usia biji
Biji karet yang usianya cukup tua akan menghasilkan minyak yang lebih baik kuantitas dan kualitasnya dibandingkan dengan biji karet yang lebih muda.
3. Kadar air yang terkandung dalam biji karet.
Biji karet yang terlalu lama disimpan akan mengandung kadar air yang tinggi, sehingga dapat menghasilkan minyak dengan waktu yang kurang baik.
4. Perlakuan terhadap bahan baku pada saat proses dan pasca-proses.
Misalnya, halusnya hasil pemecahan yang dilakukan, pemilihan jenis pelarut, penyimpanan minyak hasil proses, dan sebagainya.

Pada perancangan pabrik Biodiesel yang akan kami rancang nantinya akan menggunakan kapasitas sebesar 50.000 Ton/Tahun hal tersebut didasarkan pada ketersediaan bahan baku biji karet yang akan kami dapatkan dilokasi pabrik tepatnya wilayah Tenggarong Kalimantan Timur. Kapasitas sebesar 50.000 Ton/Tahun ini akan mencukupi kebutuhan wilayah sekitar pabrik maupun wilayah Kalimantan Timur.

1.3 Metode Pembuatan Biodiesel

Biodiesel dapat dibuat melalui 4 metode, yaitu:

1. Metode *alkalyne – catalyzed transesterification*

Transesterifikasi dengan menggunakan katalis basa merupakan metode yang paling umum digunakan pada skala laboratorium maupun industri (Noureddini dkk., 2005). Hal ini karena proses transesterifikasinya menghasilkan *yield* yang tinggi (97% atau lebih) dalam waktu yang singkat (10 menit sampai 2 jam) dengan temperatur reaksi rendah (25-70oC) (Issariyakul dan Dalai, 2014). Katalis basa homogen yang biasa digunakan dalam produksi biodiesel adalah logam hidroksida seperti natrium hidroksida (NaOH) atau kalium hidroksida (KOH) (Felizardo dkk., 2006; Kulkarni dan Dalai, 2006) dan alkoksida seperti K dan Na metoksida (NaOCH₃, KOCH₃) (Darnoko dan Cheryan, 2000).

Katalis ini biasa digunakan dalam industri biodiesel karena : (i) dapat digunakan pada temperatur reaksi yang rendah, (ii) dapat mencapai konversi yang tinggi dalam waktu yang singkat, (iii) selalu tersedia dan harganya murah (Lam dkk., 2010; Lotero dkk., 2005). Kecepatan reaksi berkatalis basa, 4000 kali lebih cepat dibandingkan dengan katalis asam (Fukuda dkk., 2001; Kulkarni dan Dalai, 2006). Reaksi berkatalis basa ini sangat sensitif dengan kemurnian reaktan. Penggunaan katalis ini terbatas hanya untuk minyak tumbuhan dengan kandungan FFA < 0.5% wt (Wang dkk., 2006) atau angka asam < 1 mg KOH/g (Felizardo dkk., 2006). Jika kandungan FFA > 6% wt, maka katalis basa tidak sesuai untuk digunakan (Lotero dkk., 2005).

Minyak atau lemak yang mengandung FFA tinggi akan terbentuk sabun yang sangat tidak diinginkan karena akan mendeaktifasi katalis (Kulkarni dan Dalai, 2006; Yan dkk., 2009). Sabun yang terbentuk dapat secara drastis mengurangi *yield fatty acid methyl ester (FAME)* dan menghambat proses pemurnian biodiesel. Kandungan air yang tinggi juga mempengaruhi yield metil ester. Pada temperatur yang tinggi, air dapat menghidrolisa trigliserida menjadi digliserida dan membentuk asam lemak bebas (free fatty acid). Untuk mencegah reaksi penyabunan ini maka kandungan FFA dan air di dalam minyak harus < 0,5% wt dan 0,05% wt (Freedman dkk., 1984).

2. Metode *acid – catalyzed transesterification*

Karena proses transesterifikasi dengan katalis basa menimbulkan sedikit masalah khususnya minyak atau lemak dengan konsentrasi FFA yang tinggi, maka digunakanlah katalis asam. Katalis asam ini dapat mencegah terjadinya penyabunan

karena FFA akan secara langsung diubah menjadi ester melalui esterifikasi dan gliserida akan diubah menjadi ester melalui transesterifikasi. Katalis asam dapat digunakan untuk proses esterifikasi dan transesterifikasi, sedangkan katalis basa hanya digunakan untuk proses transesterifikasi saja (Issariyakul dan Dalai, 2014). Katalis yang banyak digunakan untuk proses transesterifikasi ini adalah asam sulfat (H_2SO_4), asam klorida (HCl) (Lam dkk., 2010), asam sulfonat dan asam fosfat (H_3PO_4) (Aransiola dkk., 2014). Diantara katalis ini, yang paling umum digunakan adalah H_2SO_4 karena mempunyai aktifitas katalitik yang bagus dan H_2SO_4 dapat ditambahkan langsung ke dalam metanol.

Keuntungan menggunakan katalis asam ini antara lain katalis asam tidak sensitif dengan adanya FFA di dalam bahan baku (Kulkarni dan Dalai, 2006) dan dapat digunakan sebagai katalis untuk reaksi esterifikasi dan transesterifikasi secara simultan (Jacobson dkk., 2008). Namun transesterifikasi dengan katalis homogen asam ini sensitif dengan adanya air. Adanya air yang terbentuk di dalam esterifikasi FFA harus dihilangkan karena akan menyebabkan penyabunan ester pada kondisi basa. Sistem katalis asam ini juga mempunyai beberapa kekurangan, diantaranya : kecepatan reaksinya rendah sehingga waktu reaksi lama, membutuhkan temperatur reaksi yang tinggi, rasio molar alkohol/minyak tinggi, masalah lingkungan yang serius, masalah korosi (Jacobson dkk., 2008; Wang dkk., 2006), pemisahan katalis dari produk, pengolahan limbah air yang dihasilkan, kandungan FFA dan air yang mengganggu dalam reaksi dan selektifitas yang rendah sehingga menghasilkan produk samping yang tidak diinginkan (Fukuda dkk., 2001; Maçaira dkk., 2011; Nouredini dkk., 2005).

3. Metode *enzyme catalysis*

Katalis enzim biasa disebut biokatalis. Biokatalis ini diperoleh dari enzim yang disebut dengan lipase yang dihasilkan dari mikroorganisme, hewan dan tumbuhan. Transesterifikasi enzimatik mendapat perhatian besar dari para peneliti karena dapat mengatasi masalah-masalah proses yang diakibatkan oleh transesterifikasi kimia. Sejumlah besar air yang timbul dan sulitnya *recovery* gliserol merupakan masalah yang pada akhirnya meningkatkan biaya produksi biodiesel dan masalah lingkungan. Katalis enzim merupakan katalis yang memiliki keunggulan sifat (aktifitas tinggi, selektifitas dan spesifik) sehingga dapat membantu proses-proses kimia kompleks pada kondisi lunak dan ramah lingkungan.

Keuntungan menggunakan katalis enzim pada proses transesterifikasi adalah : katalis enzim tidak menghasilkan produk samping, *recovery* produk mudah, kondisi reaksi yang rendah, tidak sensitif terhadap minyak dengan kandungan FFA tinggi dan katalis dapat digunakan kembali (Kulkarni dan Dalai, 2006). Namun katalis enzim hanya dapat bereaksi pada rentang suhu tertentu dikarenakan apabila terlalu tinggi maka protein dalam enzim akan terdenaturasi dan enzim tidak dapat bekerja secara optimal. Penggunaan katalis enzim masih terbatas karena harganya sangat mahal, kecepatan reaksi lambat, sering tidak stabil, mudah terhambat, dan deaktivasi enzim (Bajaj dkk., 2010).

4. Metode *supercritical methanol treatment*

Proses transesterifikasi konvensional menimbulkan beberapa permasalahan yaitu membutuhkan waktu reaksi yang lama dan kompleksnya pemisahan dan pemurnian produk. Selain itu, proses ini juga membutuhkan biaya produksi dan konsumsi energi yang tinggi. Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan metode alkohol superkritik (Kusdiana dan Saka, 2001). Transesterifikasi dengan metode superkritik ini mempunyai 3 keuntungan (Helwani dkk., 2009) yaitu : (1) ramah lingkungan, karena tidak memerlukan katalis sehingga penanganan setelah proses produksi menjadi lebih sederhana, (2) reaksi superkritik membutuhkan waktu yang lebih pendek daripada reaksi transesterifikasi katalitik konvensional dan kecepatan konversinya sangat tinggi, (3) keasaman dan kandungan air tidak mempengaruhi reaksi. Transesterifikasi dengan metanol superkritik hanya membutuhkan waktu 2-4 menit sedangkan transesterifikasi dengan metode konvensional membutuhkan waktu 1-8 jam (Saka dan Kusdiana, 2001). Metanol pada reaksi superkritik tidak hanya bertindak sebagai solven tetapi juga sebagai katalis asam (Warabi dkk., 2004b). Saka dan Kusdiana (2001) menggunakan metanol superkritik untuk memproduksi biodiesel dengan rapeseed oil. Hasilnya menunjukkan bahwa reaksi pada 350°C selama 240 detik cukup untuk mengubah *rapeseed oil* menjadi metil ester dan yield yang diperoleh lebih tinggi daripada transesterifikasi dengan katalis basa. Sementara itu transesterifikasi superkritik dengan metanol, etanol, 1-propanol, 1-butanol atau 1-oktanol yang dilakukan dengan *rapeseed oil* pada suhu 350°C dengan perbandingan alkohol/minyak 42:1 menghasilkan yield metil ester >90% (Warabi dkk., 2004a, 2004b). Pada temperatur subkritik (<239°C), kecepatan reaksi rendah, tetapi pada kondisi superkritik (pada 350°C) konstanta kecepatan meningkat 85 kali. Kondisi

yang paling baik untuk sintesa metil ester dari *rapeseed oil* adalah pada temperatur 350°C dan rasio molar minyak/metanol 1:42 (Kusdiana dan Saka, 2001).

Sintesa biodiesel dengan metanol superkritik mempunyai kerugian yaitu tingginya biaya peralatan karena tingginya temperatur (250-400°C) dan tekanan proses (40-45Mpa) sehingga jika dijalankan pada skala industri memerlukan evaluasi ekonomi dan proses produksi (Yin dkk., 2008). Selain itu, transesterifikasi superkritik juga membutuhkan perbandingan alkohol/minyak tinggi, biasanya 42:1. Untuk menurunkan kondisi operasi ini maka para peneliti menambahkan *co-solvent* seperti karbon dioksida, heksana, propana, dan kalsium oksida dengan sejumlah kecil katalis ke dalam campuran reaksi (Vyas dkk., 2010). Produksi biodiesel pada kondisi superkritik (160°C) dengan 0,1% wt kalium hidroksida dan rasio metanol/minyak 24:1 selama 20 menit menghasilkan 98% yield metil ester (Yin dkk., 2008).

1.4 Proses Pembuatan Biodiesel

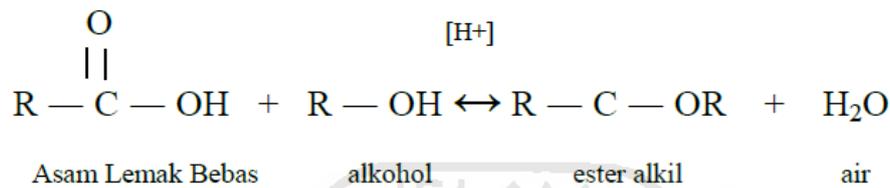
1.4.1 Esterifikasi

Esterifikasi adalah proses untuk mengubah asam lemak bebas hasil dari proses degumming menjadi ester dengan hasil samping air. Esterifikasi mereaksikan minyak lemak dengan alkohol. Alkohol yang digunakan pada proses ini adalah metanol. Metanol (CH₃OH) memiliki berat molekul yang paling ringan dibandingkan etanol (C₂H₅OH) (Ma & Hanna 1999; Susilo 2006; Ramesh *et al.* 2009). Waktu reaksi metanol lebih cepat dibandingkan etanol (Joshi *et al.* 2010). Metanol merupakan jenis alkohol yang biasa digunakan dalam pembuatan biodiesel dibandingkan jenis alkohol lain, karena harganya yang ekonomis (Zhang *et al.* 2003; Vicente *et al.* 2007; Ramesh *et al.* 2009; Joshi *et al.* 2010).

Esterifikasi dapat dilaksanakan dengan menggunakan katalis padat (heterogen) atau katalis cair (homogen). Katalis-katalis yang cocok adalah zat yang berkarakter asam kuat, dan karena ini, asam sulfat, asam sulfonat, organik atau resin penukar kation asam kuat merupakan katalis-katalis yang biasa terpilih dalam praktek industrial (Soerawidjaja, 2006). Proses esterifikasi dengan penambahan asam sebagai katalis akan mengurangi asam lemak bebas di dalam minyak. Katalis asam akan membantu meningkatkan laju reaksi terutama jika kadar air sangat rendah selama reaksi (Allen *et al.* 1982). Katalis yang digunakan adalah asam sulfat. Reaksi esterifikasi dengan katalis asam sulfat lebih efektif dibanding jenis asam lainnya, karena menghasilkan konversi

metil ester yang lebih tinggi (Choo, 2004). Proses esterifikasi bertujuan untuk menurunkan nilai FFA dari minyak biji karet dan campuran minyak biji karet.

Proses esterifikasi dengan katalis asam diperlukan jika minyak nabati mengandung FFA di atas 5%. Esterifikasi digunakan sebagai proses pendahuluan untuk mengkonversikan FFA menjadi metil ester sehingga mengurangi kadar FFA dalam minyak nabati dan selanjutnya di transesterifikasi dengan katalis basa untuk mengkonversikan trigliserida menjadi metil ester (Hasahatan, 2012). Reaksi yang terjadi pada proses esterifikasi dapat dilihat pada Gambar 1.2



Gambar 1.2 Reaksi pada Proses Esterifikasi

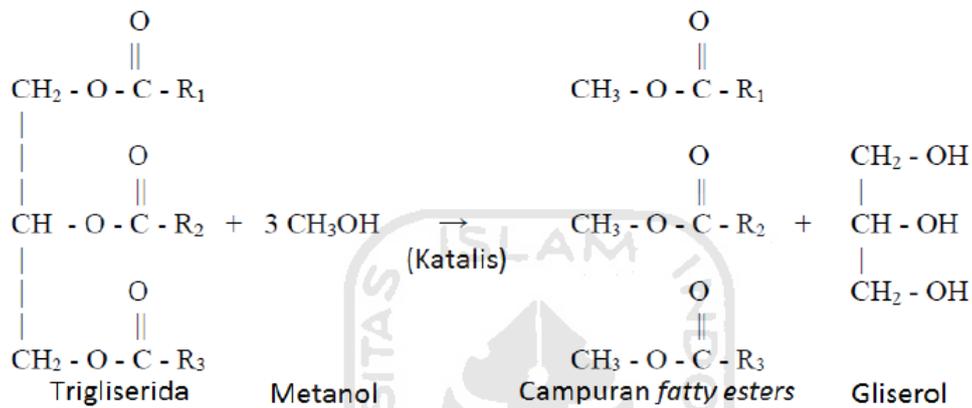
1.4.2 Transesterifikasi

Transesterifikasi merupakan reaksi trigliserida dengan alkohol menjadi gliserol dan alkil ester (biodiesel) dengan alkali sebagai katalis. Katalis digunakan untuk meningkatkan laju reaksi dan rendemen (Ma dan Hanna, 1999). Katalis yang biasa digunakan pada reaksi transesterifikasi adalah katalis basa, karena katalis ini dapat mempercepat reaksi. Katalis alkali yang biasa digunakan adalah sodium hidroksida atau NaOH, sodium metoksida atau CH₃ONa, dan potasium hidroksida atau KOH. Pada proses transesterifikasi, waktu reaksi menggunakan katalis sodium lebih cepat dibandingkan katalis potasium (Vicente et al., 2004). NaOH lebih mudah diperoleh dan lebih ekonomis (Susilo 2006; Wikipedia 2010). Keuntungan menggunakan katalis basa pada proses transesterifikasi dibandingkan katalis asam adalah waktu reaksi yang pendek. Penggunaan katalis basa akan mengurangi pemakaian jumlah alkohol (Mittelbach & Remschmidt, 2006).

Pada proses transesterifikasi, *temperature* pemanasan yang digunakan akan mempengaruhi kecepatan reaksi. Semakin tinggi temperatur maka semakin banyak

jumlah metil ester yang dihasilkan karena frekuensi tumbukan reaktan akan semakin meningkat (Yudono dan Oktaviani, 2007).

Pada proses transesterifikasi, satu mol trigliserida bereaksi dengan tiga mol alkohol menghasilkan satu mol gliserol dan tiga mol alkil ester (biodiesel). Proses ini merupakan tiga reaksi 2 arah, dimana trigliserida bertahap diubah menjadi digliserida, monogliserida, dan gliserol (Mittelbach dan Remschmidt, 2006). Persamaan reaksi pada proses transesterifikasi dapat dilihat pada Gambar 1.3



Gambar 1.3 Reaksi pada Proses Transesterifikasi

1.5 Spesifikasi Biodiesel

1.5.1 Standar Indonesia RSNI EB 020551

Biodiesel merupakan bahan bakar yang berwarna kekuningan yang viskositasnya tidak jauh berbeda dengan minyak solar. Meskipun demikian spesifikasi biodiesel yang akan dicampur atau dimanfaatkan harus sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, karena standar tersebut dapat memastikan bahwa biodiesel yang dihasilkan dari reaksi pemrosesan bahan baku minyak nabati sempurna, artinya bebas gliserol, katalis, alkohol dan asam lemak bebas. Standar internasional untuk biodiesel adalah ISO 14214, ASTM D 6751, dan DIN (standar biodiesel yang digunakan di Jerman). Saat ini di Indonesia telah disusun standar biodiesel Spesifikasi Biodiesel sesuai standar RSNI EB 020551 (Rizki,2009).

Spesifikasi Bio-diesel sesuai Standar Indonesia RSNI EB 02055114 ⁹⁾				
Properti	Satuan	Batas Maksimum/Minimum	Metode	Metode Alternatif
Densitas (40 ⁰ C)	kg/m ³	850 - 890	ASTM D 1298	ISO 3675
Viskositas kinematik (40 ⁰ C)	mm ² /s (cSt)	2,3 - 6,0	ASTM D 445	ISO 3104
Cetane Number		51 min	ASTM D 613	ISO 5165
Flash Point	⁰ C	100 min	ASTM D 93	ISO 2710
Cloud Point	⁰ C	18 maks	ASTM D 2500	-
Copper Strip Corrosion	(3hr, 50 ⁰ C)	No. 3 maks	ASTM D 130	ISO 2160
Residu Karbon	% - b			
- Pada sampel original		0,05 maks	ASTM D 4530	ISO 10370
- Pada residu distilasi 10%		0,3 maks		
Air dan Sedimen	% vol	0,05 maks	ASTM D 2709	-
90% distillation temperature	⁰ C	360 maks	ASTM D 1160	-
Sulfated ash	% w	0,02 maks	ASTM D 874	ISO 3987
Sulfur	ppm-w (mg/kg)	100 maks	ASTM D 5453	prEN ISO 20884
Phosphorous	ppm-w	10 maks	AOCS Ca 12-55	FBI-A05-03
Acid value	mgKOH/grm	0,8 maks	AOCS Cd 3-63	FBI-A01-03
Free glycerol	% w	0,02 maks	AOCS Ca 14-56	FBI-A02-03
Total glycerol	% w	0,24 maks	AOCS Ca 14-56	FBI-A02-03

(sumber : Aziz Masykur Lubad dan Paramita Widiastuti1, 2010)

Gambar 1.4. Spesifikasi biodiesel sesuai standar RSNI EB 020551

Parameter Kualitas	Metode Pengujian	Spesifikasi
Titik nyala	ASTM D93	130°C (266oF), Min
Water and Sediment	ASTM D2709	0.050 Vol. % ,Max
Viskositas Kinematik, 40°C	ASTM D445	1.9-6.0 mm2/s
Sulfated Ash	ASTM D874	0.020 Mass %, Max
Sulfur	ASTM D5453	0.0015 Mass %, Max
Copper Strip Corrosion	ASTM D130	No. 3, Max
Angka Setana	ASTM D613	47, Min
Titik Kabut , °C	ASTM D2500	Report to customer
Residu Karbon	ASTM D4530	0.050 Mass %, Max
Bilangan Asam	ASTM D664	0.80 mg KOH/g, Max
Gliserol Bebas	ASTM D6584	0.020 Mass %, Max
Total Gliserol	ASTM D6584	0.240 Mass %, Max
Kandungan Phosphorous	ASTM 4951	0.001 Mass %, Max
Temperatur Destilasi	ASTM D1160	360°C (680oF), Max

Sumber: Leung, dkk, 2010

Gambar 1.5. Spesifikasi biodiesel sesuai standar ASTM D 6751

Beberapa karakteristik dari biodiesel (B100) adalah sebagai berikut:

- Kandungan sulfur kurang dari 15 ppm
- Bebas aromatik
- Angka setana yang tinggi (lebih dari 50)

- Lubrikasi yang tinggi (lebih dari 6000 gram BOCLE)
- Bisa terdegradasi secara alami
- Tidak bersifat karsinogen
- *Flash point* yang tinggi (lebih dari 127° C)
- Nilai kalor 8% lebih rendah dari solar.
- Pelarut yang baik (melarutkan sedimen)
- Berpengaruh pada selang dan gasket karet mobil yang dibuat sebelum tahun 1993.
- Diperlukan pemanasan pada tangki penyimpanan biodiesel pada musim dingin (Boedoyo, 2006).

Biodiesel yang memenuhi standar akan bersifat sangat tidak beracun dengan tingkat toksisitas (LD50) lebih kecil dari 50 ml/kg. Dari segi lingkungan pemakaian biodiesel mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan pemakaian minyak solar, yaitu:

- Pengurangan emisi CO sebesar 50%, emisi CO₂ sebesar 78,45%;
- Biodiesel mengandung lebih sedikit hidrokarbon aromatik: pengurangan *benzofluoranthene* 56%, *benzopyrenes* 71%;
- Tidak menghasilkan emisi sulfur (SO₂);
- Pengurangan emisi partikular sebesar 65%;
- Pengapian yang lebih sempurna karena angka setana yang tinggi.
- Menghasilkan emisi NO_x lebih kecil dibanding dengan penggunaan minyak diesel biasa disebabkan angka setana yang tinggi. (Boedoyo, 2006)

BAB II

PERANCANGAN RODUK

2.1 SPESIFIKASI BAHAN BAKU

2.1.1 Biji Karet

Bentuk	: Kotak bentuk tiga atau empat
Warna	: coklat dan kernel putih kekuningan
Nilai kalor	: 18850 J/g
Refractive indeks (40°C)	: 1,466-1,469

2.1.2 Minyak Biji Karet

1. Trigliserida

Fase	: cair
Rumus molekul	: $C_{57}H_{110}O_6$
Berat molekul	: 890 Kg/Kmol
Warna	: kuning atau kuning kecoklatan
Kelarutan	: tidak larut dalam air
Titik didih	: 355°C
Densitas	: 0,925 gr/cm ³
Viskositas	: 38,65 cP

2. *Free Fatty Acid*

Fase	: cair
Rumus molekul	: $C_{18}H_{36}O_2$
Berat molekul	: 284 Kg/Kmol
Warna	: kuning atau kuning kecoklatan
Kelarutan	: tidak larut dalam air
Titik didih	: 355°C
Densitas	: 0,902 gr/cm ³
Viskositas	: 38,60 cP

2.1.3 Methanol

Rumus molekul	: CH ₃ OH
Massa molar	: 32 Kg/Kmol
Penampilan	: Cairan tidak berwarna
Densitas	: 0,792kg/liter , Cair
Titik lebur	: -97°C , -142,9 C (176 K)
Titik didih	: 64,7°C , 148,4 F (337,8 K)
Flash point	: 11°C
Kelarutan dalam air	: larut dalam air
Keasaman (pKa)	: ~15,5
Viskositas	: 0,59 mPa-s pada 20°C
Specific gravity	: 0,7915
Sifat	: Mudah terbakar (<i>Flammable</i>), Beracun (<i>Toxic</i>), Polar
Kemurnia	: 99,5 %

2.1.4 Air (25°C)

Rumus Molekul	: H ₂ O
Berat Molekul	: 18 Kg/Kmol
Densitas	: 0,998kg/liter
Viskositas	: 0,89 mPa.s (<i>liquid</i>) : 9,35 Mpa.s (gas)
Heat Capacity	: 75,579 J/mol.K : 17,995 kcal/kmol.K
Freezing point	: 0°C

2.2 SPESIFIKASI BAHAN PEMBANTU

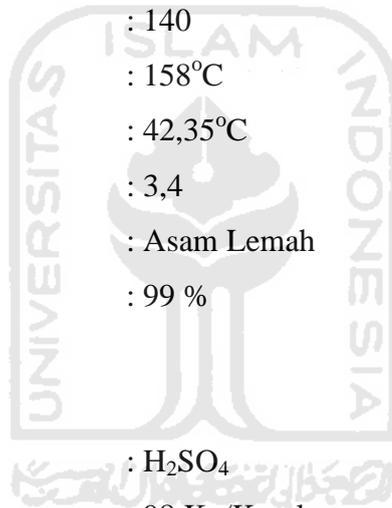
2.2.1 Sodium Hydroxide

Rumus Molekul	: NaOH
Berat Molekul	: 40 Kg/Kmol
Densitas (20°C)	: 1,499kg/liter
Melting point	: 323°C

Boiling point	: 1390°C
Kelarutan	: Sangat larut dalam air
Sifat	: Basa Kuat
Bentuk	: Cairan
Warna	: Tidak berwarna
Bau	: Tidak berbau
Kemurnian	: 48 %

2.2.2 Asam Phosphate

Rumus Molekul	: H ₃ PO ₄
Berat molekul	: 98 Kg/Kmol
Specific gravity (25°C)	: 1,69
Viskositas (20°C)	: 140
Boiling point	: 158°C
Melting point	: 42,35°C
Vapor density (Air=1)	: 3,4
Sifat	: Asam Lemah
Kemurnian	: 99 %



2.2.3 Asam Sulfat

Rumus Molekul	: H ₂ SO ₄
Berat Molekul	: 98 Kg/Kmol
Densitas	: 1,833 g/cm ³ , cair
Titik leleh	: -35°C
Titik didih normal	: 340°C
Specific gravity	: 1,84
Keasaman	: -3 kPa
Viskositas	: 26,7 cP (20°C)
Kelarutan	: larut dalam air dan alkohol
Sifat	: Korosif
Warna	: cairan bening tak berwarna
Bau	: tak berbau
Kemurnian	: 98 %

2.3 SPESIFIKASI PRODUK

2.3.1 Metil Ester (Biodiesel)

Rumus Molekul	: $C_{19}H_{38}O_2$
Berat Molekul	: 298Kg/Kmol
Specific gravity	: 0,87 – 0,89
Kinematika viscosity	: 4,06 – 4,22
Titik lebur	: 313,15 K
Titik didih	: 485,15 K
Titik nyala (Flash Point)	: 118 – 120
Densitas	: 0,889 kg/liter
$\Delta H_f(298)$: -752,77 KJ/mol
T_{kritis}	: 850 K
P_{kritis}	: 65,69 atm
Cetane number	: 46 – 70
Higher heating value	: 16.928 – 17.996 btu/lb
Sulfur	: 0,0 – 0,0024 wt%
Cloud point	: -11 – 16 C
Pour point	: -15 – 13
Iodine number	: 60 – 135
Lower heating value	: 15.700 – 16.735 btu/lb
Wujud	: cair pada suhu kamar
Sifat	: Tidak larut dalam air
Kemurnian	: 99 %

2.3.2 Gliserol

Rumus Molekul	: $C_3H_8O_3$
Berat Molekul	: 92,09 kg/kmol
Boiling point	: 290°C (760 mmHg)
Titik Didih	: 563,15 K
Wujud	: Cair pada suhu kamar
Densitas	: 1,26 kg/liter

$\Delta H_{f(298)}$: -669,6 KJ/mol
T_{kritis}	: 725 K
P_{kritis}	: 65,82778 atm
Specific heat	: 221,9 J/mol.K
Flash point	: 199°C
Fire point	: 204°C
Kelarutan	: larut dalam air, alkohol dan <i>phenol</i> ; tidak larut dalam senyawa hidrokarbon
Sifat	: higroskopis
Kemurnian	: 42 %

2.4 PENGENDALIAN KUALITAS

2.4.1 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 hampir sama dengan standar Amerika yaitu ASTM 1972.

2.4.2 Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas pada proses dalam sistem produksi merupakan pengendalian kualitas terhadap proses produksi untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan, dan dimulai dari bahan baku sampai menjadi produk. Sehingga diperlukan alat kontrol untuk setiap proses yang berlangsung yaitu instrumentasi. Instrumentasi adalah peralatan yang dipakai didalam suatu proses kontrol untuk mengatur jalannya suatu proses agar diperoleh hasil sesuai dengan yang diharapkan. Alat-alat instrumentasi dipasang pada setiap peralatan proses dengan tujuan agar para *engineer* dapat memantau dan mengontrol kondisi di lapangan. Dengan adanya instrumentasi ini pula, para *engineer* dapat segera melakukan tindakan apabila terjadi kesalahan dalam proses. Pada dasarnya, tujuan pengendalian tersebut adalah agar kondisi proses di pabrik mencapai tingkat kesalahan (error) yang paling minimum sehingga produk dapat dihasilkan secara optimal (*considine*, 1985 dalam rizki, 2009)

Beberapa variabel-variabel proses yang biasa digunakan sebagai instrument adalah sebagai berikut :

1. Untuk Variabel Temperatur

- *Temperature Controller* (TC) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati temperatur suatu alat. Dengan menggunakan *Temperature Controller*, para *engineer* juga dapat melakukan pengendalian terhadap peralatan sehingga *temperature* peralatan tetap berada dalam *range* yang diinginkan. *Temperature Controller* kadang-kadang juga dapat mencatat *temperature* dari suatu peralatan secara berkala (*Temperature Recorder*).
- *Temperature Indicator* (TI) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati *temperature* dari suatu alat

2. Untuk variabel tinggi permukaan cairan

- *Level Controller* (LC) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati ketinggian cairan dalam suatu alat dengan menggunakan *Level Controller*, para *engineer* juga dapat melakukan pengendalian ketinggian cairan dalam peralatan tersebut.
- *Level Indicator* (LI) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati ketinggian cairan suatu alat.

3. Untuk variabel tekanan

- *Pressure Controller* (PC) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati tekanan operasi suatu alat. Para *engineer* juga dapat melakukan perubahan tekanan dari peralatan operasi. *Pressure Controller* dapat juga dilengkapi pencatat tekanan dari suatu peralatan secara berkala (*Pressure Recorder*)
- *Pressure Indicator* (PI) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati tekanan operasi suatu alat.

4. Untuk variabel aliran cairan

- *Flow Controller* (FC) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati laju alir larutan atau cairan yang melalui suatu alat dan bila terjadi perubahan dapat melakukan pengendalian.
- *Flow Indicator* (FI) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati laju aliran atau cairan suatu alat.

Tabel 2.1 Daftar Penggunaan Instrumentasi Prarancangan Pabrik Biodiesel dari Minyak Biji Karet

No	Nama alat	Jenis Instrument
1	Tangki	<i>Level Indikator (LI)</i>
2	<i>Mixer</i>	<i>Level Control (LC)</i>
3	Reaktor	<i>Level Control (LC)</i> <i>Temperature Control (TC)</i>
4	<i>Neutralizer</i>	<i>Level Control (LC)</i> <i>Temperature Control (TC)</i>
5	<i>Decanter</i>	<i>Level Control (LC)</i>
6	Evaporator	<i>Temperature Control (TC)</i>
7	<i>Vaporizer</i>	<i>Level Control (LC)</i>
8	Menara Distilasi	<i>Level Control (LC)</i>
9	<i>Heat Exchanger (Heater dan Cooler)</i>	<i>Temperature Control (TC)</i>
10	Pompa	<i>Flow Control (FC)</i>

2.4.3 Pengendalian Kuantitas

Pengendalian kuantitas sangat penting didalam proses produksi suatu pabrik. Sehingga diperlukan pengawasan yang lebih teliti terhadap potensi penyimpangan kuantitas seperti kesalahan operator, kerusakan mesin, perbaikan alat yang lama, keterlambatan bahan baku, dan lain-lain. Penyimpangan kuantitas tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan dilakukan evaluasi agar perencanaan sesuai dengan kondisi yang ada sehingga tidak memperlambat proses produksi.

2.4.4 Pengendalian Waktu

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

2.4.5 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.



BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Terdapat beberapa proses pengolahan biodiesel (metil ester), diantaranya adalah proses esterifikasi dan transesterifikasi. Namun terdapat beberapa pengolahan biodiesel yang tidak perlu diawali dengan proses pengolahan esterifikasi. Ini didasarkan pada kandungan asam lemak bebas pada minyak tersebut. Dalam hal pengolahan biodiesel dari minyak biji karet ini diawali dengan proses esterifikasi untuk menghilangkan atau mengurangi kandungan asam lemak bebas. Dikarenakan kandungan asam lemak bebas pada minyak biji karet cukup tinggi dapat merusak kualitas biodiesel pada tahap transesterifikasi. Pada proses esterifikasi dan transesterifikasi ini menggunakan bahan baku *methanol* dan minyak biji karet, serta asam sulfat (H_2SO_4) sebagai katalis pada proses esterifikasi dan natrium hidroksida (NaOH) sebagai katalis pada proses transesterifikasi. Reaksi esterifikasi dan transesterifikasi berjalan secara kontinyu dengan kondisi operasi yang berbeda. Secara garis besar proses pengolahan biodiesel ini dibagi menjadi 3 tahap, yaitu :

- Tahap Persiapan Bahan Baku
- Tahap Reaksi/Sintesis
- Tahap Pemurnian

3.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

a. Persiapan Bahan Baku reaksi Esterifikasi

Sebelum melakukan reaksi esterifikasi, pada tahap awal kernel biji karet akan melalui proses pengepressan pada *Screw Extruder* (SE-01) untuk pengambilan minyak dari kernel biji karet. Minyak biji karet kemudian dimasukkan ke dalam Tangki *Degummer* (TD-01) dengan mencampurkan H_3PO_4 dari tangki penyimpanan (TP-01). Kemudian minyak biji karet akan dipisahkan menggunakan *Centrifugal Filter* (CF-01) dan dialirkan menuju tangki penyimpanan minyak biji karet murni (TP-02). Minyak biji karet murni dipanaskan hingga suhu $60^\circ C$ pada *Heater* (HE-01), kemudian dimasukkan pada reaktor esterifikasi pertama (R-01A) untuk dilakukan

tahap sintesis. *Methanol* dari tangki penyimpanan (TP-03) dan H₂SO₄ cair dari tangki penyimpanan (TP-05) yang disimpan pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm dialirkan menuju *mixer* (MIX-01) untuk proses pencampuran agar kedua bahan tersebut homogen. Setelah kedua bahan tersebut homogen, kemudian campuran dialirkan menuju reaktor esterifikasi pertama (R-01A) untuk dilakukan proses sintesis. Dari reaktor esterifikasi pertama (R-01A) kemudian dialirkan ke reaktor esterifikasi kedua (R-01B). Pada reaktor esterifikasi terjadi pada suhu 75,62 °C dan tekanan 1,5 atm.

b. Persiapan Bahan Baku Reaksi Transesterifikasi

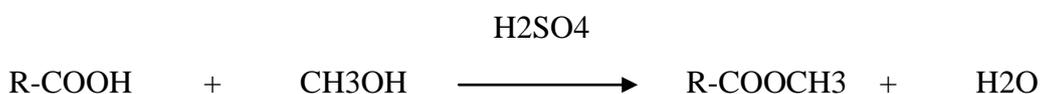
Methanol dari tangki penyimpanan (TP-03) yang disimpan pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm dialirkan menuju reaktor transesterifikasi pertama (R-02A). NaOH yang merupakan katalis pada reaksi transesterifikasi dialirkan dari neutralizer (N-01) yang merupakan sisa dari proses penetralan dengan katalis H₂SO₄. Pada proses netralizer (N-01) NaOH dari tangki penyimpanan (TP-04) dibuat berlebih sehingga tidak perlu penambahan kembali pada reaktor transesterifikasi pertama (R-02).

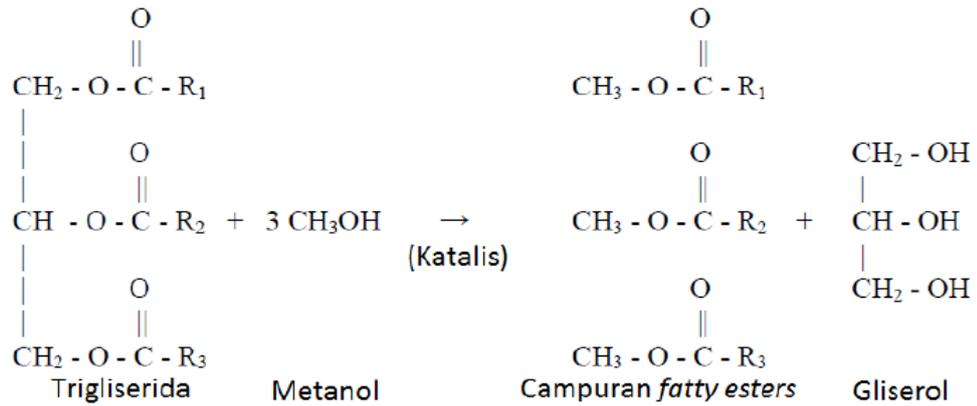
3.1.2 Tahap Reaksi / Sintesis

a. Reaksi Esterifikasi

Minyak biji karet murni dengan *methanol* dan H₂SO₄ direaksikan pada suhu 75,62 °C dan tekanan 1,5 atm didalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) dengan kondisi operasi adiabatik serta sifat reaksi eksotermis. Dalam reaksi ini, asam lemak bebas akan bereaksi dengan methanol membentuk ester. Reaksi ini menggunakan perbandingan rasio molar FFA dan methanol yaitu 1 : 10, dengan jumlah katalis asam sulfat yang digunakan adalah 0,5 % dari FFA. Kadar methanol yang digunakan adalah 99,5 % (% b) sedangkan kadar asam sulfat yaitu 98 %. Reaksi berlangsung selama 1,335 jam dengan konversi 99 %. Kemudian sebelum diumpankan ke reaktor transesterifikasi, hasil reaksi didinginkan dengan cooler (CL-01) sampai suhu 65,21 °C kemudian dialirkan kedalam *neutralizer* (N-01) untuk menetralkan katalis selama 1 jam menggunakan NaOH dari tangki penyimpanan (TP-04) pada suhu 60 °C dan tekanan 1,5 atm.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :





Gambar 3.1 Reaksi Transesterifikasi

Hasil reaksi transesterifikasi di reaktor (R-02A) diumpankan ke reaktor (R-02B). Kemudian hasil reaktor (R-02B) dialirkan ke *neutralizer* (N-02) untuk menetralkan NaOH yang merupakan katalis pada reaksi transesterifikasi. Pada *neutralizer* (N-02) hasil reaksi transesterifikasi dinetralkan menggunakan asam sulfat yang berasal dari tangki penyimpanan (TP-05). Setelah dinetralkan hasil reaksi kemudian diumpankan ke dalam *decanter* (D-01) untuk memisahkan sisa FFA, sisa trigliserida, gliserol, metil ester, air, *methanol*, garam dan *impurities* yang berasal dari *neutralizer* (N-02). Disini terjadi lagi pemisahan antara lapisan atas (fase ringan) berupa metil ester, sisa FFA, sisa trigliserida dan air, dengan lapisan bawah (fase berat) berupa metil ester yang terikut, air, *impurities*, *methanol*, gliserol dan garam. Lapisan atas (fase ringan) diumpankan ke dalam evaporator (EV-01) ini merupakan biodiesel yang diinginkan. Lapisan bawah (fase berat) dialirkan ke *vaporizer* (VP-01) dan kemudian dialirkan ke menara distilasi (MD-01).

3.1.3 Tahap Pemurnian

Hasil fase ringan keluaran *decanter* (D-01) yang merupakan biodiesel dialirkan ke evaporator (EV-01) untuk menguapkan H₂O dari suhu 60°C menjadi 100,15°C yang terkandung pada biodiesel dengan menggunakan *steam* jenuh pada suhu 120°C sehingga terjadi pertukaran panas dan perubahan fase pada *steam* jenuh. Keluaran hasil bawah evaporator (EV-01) didinginkan dengan *cooler* (CL-03) sampai suhu 35°C pada tekanan 1 atm untuk kemudian disimpan ke dalam tangki

penyimpanan biodiesel (TP-06). Hasil bawah (fase berat) *decanter* (D-01) dialirkan ke dalam *vaporizer* (VP-01) untuk penguapan *methanol* pada suhu 98,7°C pada tekanan 1 atm, yang kemudian hasil penguapan *methanol* tersebut dialirkan ke menara distilasi (MD-01) untuk memurnikan *methanol* sehingga dapat di-*recycle* ke dalam tangki penyimpanan *methanol* (TP-03). Proses pada menara distilasi ini dilakukan pada suhu 65,35°C pada tekanan 1 atm yang kemudian hasil keluarannya dialirkan ke dalam *condenser* (CD-01). Hasil keluaran *condenser* (CD-01) dialirkan ke tangki akumulator (ACC-01) yang hasil keluarannya terbagi menjadi dua aliran yang berupa *reflux* kembali ke puncak menara dan hasil yang berupa *methanol* murni akan dikembalikan ke tangki penyimpanan *methanol* (TP-03) sebagai *recycle*. Hasil sisa atau *reflux* yang dikembalikan ke puncak menara akan mengalir ke dalam reboiler (RB-01). Hasil atas yang berupa uap dari reboiler dimasukkan kembali ke dalam menara distilasi dan hasil bawahnya dialirkan menuju unit pengolahan lanjut (UPL).

3.2 Metode Penentuan Perancangan

Penentuan perancangan pabrik biodiesel dari bahan baku minyak biji karet dengan kapasitas 50.000 ton/tahun ini meliputi : neraca massa, neraca panas, dan spesifikasi alat.

3.2.1 Neraca Massa

Tabel 3.1 Neraca Massa di *Screw Extruder*

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus keluar (Kg/jam)	
		Minyak	Limbah
Minyak	8221,1887	8138,9768	82,2119
Impurities (Abu)	472,0216	467,3014	4,7202
H ₂ O	646,1994	639,7374	6,4620
Protein	3861,5202	38,6152	3822,9050
Karbohidrat	4216,8428	42,1684	4174,6743
Jumlah	17417,7726	17417,7726	

Tabel 3.2 Neraca Massa di Tangki *Degummer*

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
Minyak	8138,9768	8138,9768
Impurities (Abu)	467,3014	467,3014
H ₂ O	644,4479	644,4479
Protein	38,6152	38,6152
Karbohidrat	42,1684	42,1684
H ₃ PO ₄	466,3400	466,3400
Jumlah	9797,8479	9797,8479

Tabel 3.3 Neraca Massa di *Centrifugal Filter*

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus keluar (Kg/jam)	
		Minyak	Limbah
Minyak :			
FFA	8138,9768	1149,7025	1876,6306
Trigliserida		5112,6436	
Impurities (Abu)	467,3014	32,1146	435,1868
H ₂ O	644,4479	128,4584	515,9895
Protein	38,6152	-	38,6152
Karbohidrat	42,1684	-	42,1684
H ₃ PO ₄	466,3400	-	466,3400
Jumlah	9797,8479	9797,8479	

Tabel 3.4 Neraca Massa di *Mixer-01*

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)		Arus Keluar (Kg/jam)
	Umpan	Recycle	
CH ₃ OH	687,1329	608,3066	1295,4395
H ₂ SO ₄	32,1146	-	32,1146
H ₂ O	4,1083	3,0568	7,1651
Jumlah	1334,7192		1334,7192

Tabel 3.5 Neraca Massa di Reaktor Esterifikasi (R-01)

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
FFA	1149,7025	11,4970
Trigliserida	5112,6436	5112,6436
Metil Ester	-	1194,3142
H ₂ O	135,6235	207,7633
Impurities	32,1146	32,1146
CH ₃ OH	1295,4395	1167,1910
H ₂ SO ₄	32,1146	32,1146
Jumlah	7757,6383	7757,6383

Tabel 3.6 Neraca Massa di *Neutralizer* (N-01)

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
FFA	11,4970	11,4970
Trigliserida	5112,6436	5112,6436
Metil Ester	1194,3142	1194,3142
H ₂ O	1048,1741	1059,9713
Impurities	32,1146	32,1146
CH ₃ OH	1167,1910	1167,1910
H ₂ SO ₄	32,1146	-
NaOH	775,7638	749,5478
Na ₂ SO ₄	-	46,5334
Jumlah	9373,8130	9373,8130

Tabel 3.7 Neraca Massa di *Mixer-02*

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
H ₂ O	8263,7649	8263,7649
H ₂ SO ₄	918,1961	918,1961
Jumlah	9181,9610	9181,9610

Tabel 3.8 Neraca Massa di Reaktor Transesterifikasi (R-02)

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
FFA	11,4970	11,4970
Trigliserida	5112,6436	51,1264
Metil Ester	1194,3142	6278,5798
H ₂ O	1063,3435	1063,3435
Impurities	32,1146	32,1146
CH ₃ OH (<i>recycle</i>)	1838,2539	1292,2925
Gliserol	-	523,2130
NaOH	749,5478	749,5478
Na ₂ SO ₄	46,5334	46,5334
Jumlah	10048,2481	10048,2481

Tabel 3.9 Neraca Massa di *Neutralizer* (N-02)

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
FFA	11,4970	11,4970
Trigliserida	51,1264	51,1264
Metil Ester	6278,5798	6278,5798
H ₂ O	9327,1084	9664,4049
Impurities	32,1146	32,1146
CH ₃ OH	1292,2925	1292,2925
Gliserol	523,2130	523,2130
NaOH	749,5478	-
H ₂ SO ₄	918,1961	-
Na ₂ SO ₄	46,5334	1376,9808
Jumlah	19230,2091	19230,2091

Tabel 3.10 Neraca Massa di *Decanter*(D-01)

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus keluar (Kg/jam)	
		Fase Ringan	Fase Berat
FFA	11,4970	11,4970	-
Trigliserida	51,1264	51,1264	-
Metil Ester	6278,5798	6247,1869	31,3929
H ₂ O	9664,4049	332,0953	9332,3096
Impurities	32,1146	-	32,1146
CH ₃ OH	1292,2925	-	1292,2925
Gliserol	523,2130	-	523,2130
Na ₂ SO ₄	1376,9808	-	1376,9808
Jumlah	19230,2091	19230,2091	

Tabel 3.11 Neraca Massa di Evaporator(EV-01)

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus keluar (Kg/jam)	
		Fase Uap	Fase Cair
FFA	11,4970	-	11,4970
Trigliserida	51,1264	-	51,1264
Metil Ester	6247,1869	-	6247,1869
H ₂ O	332,0953	328,7743	3,3210
Jumlah	6641,9056	6641,9056	

Tabel 3.12 Neraca Massa di *Vaporizer* (V-01)

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus keluar (Kg/jam)	
		Fase Uap	Fase Cair (ke UPL)
Metil Ester	31,3929	-	31,3929
H ₂ O	9332,3096	726,9146	8605,3951
Impurities	32,1146	-	32,1146
CH ₃ OH	1292,2925	1292,2925	-
Gliserol	523,2130	-	523,2130
Na ₂ SO ₄	1376,9808	-	1376,9808
Jumlah	12588,3034	12588,3034	

Tabel 3.13 Neraca Massa di Menara Distilasi (MD-01)

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus keluar (Kg/jam)	
		Hasil Atas (<i>Recycle</i>)	Hasil Bawah (ke UPL)
CH ₃ OH	1292,2925	1279,3696	12,9229
H ₂ O	726,9145	6,4290	720,4855
Jumlah	2019,2070	2019,2070	

3.2.2 Neraca Panas

Tabel 3.14 Neraca Panas Masing-Masing Alat

Alat	Panas Masuk (Kkal/jam)	Panas Keluar (Kkal/jam)
<i>Mixer</i> (M-01)	2.320,8318	2.320,8318
Reaktor Esterifikasi (R-01a dan R-01b)	608.736,0947	608.736,0947
<i>Mixer</i> (M-02)	29.768,5000	29.768,5000
<i>Neutralizer</i> (N-01) adiabatik	133.702,0200	133.702,0200
Reaktor Transesterifikasi (R-02a dan R-02b)	606.619,7313	606.619,7313
<i>Neutralizer</i> (N-02) non adiabatik	1.535.900,0826	1.535.900,0826
<i>Vaporizer</i> (VAP-01)	1.424.494,7910	1.424.494,7910
Evaporator (EV-01)	350.729,4559	350.729,4559
Menara Distilasi (MD-01)	386.683,1791	386.683,1791
Total	5.078.954,6864	5.078.954,6864

3.2.3 Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat pada pabrik Biodiesel dirancang dengan pertimbangan efisiensi dan optimasi proses. Adapun spesifikasi masing-masing alat yang digunakan pada pabrik Biodiesel dari Minyak Biji Karet meliputi:

a. Spesifikasi Alat Proses

1. *Mixer* (M-01)

Fungsi : Untuk mencampur *Methanol* dengan Katalis Asam Sulfat dengan kecepatan umpan 1334,7192 Kg/jam

Jenis : Tangki berpengaduk

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi :

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 30 °C

Bahan konstruksi : Baja *stainless steel*

Dimensi *mixer* :

Diameter *mixer* = 1,64 m

Tinggi *mixer* = 2,46 m

Tebal *Shell* = 3/16 in

Tebal *Head* = 3/16 in

Pengaduk *mixer* :

Jenis = *Blade Marine*

Jumlah *baffle* = 4 buah

Diameter pengaduk = 54,69 cm

Tinggi pengaduk = 54,69 cm

Jumlah pengaduk = 1 buah

Lebar *baffle* = 5,47 cm

Efisiensi/putaran = 80 % / 2,5 rps

Daya motor = 1,5 Hp

Harga : \$ 41.207

2. *Mixer* (M-02)

Fungsi : Untuk mencampur H_2SO_4 dengan H_2O dengan kecepatan umpan 9181,9610 Kg/jam

Jenis : Tangki berpengaduk

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi :

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 60 °C

Bahan konstruksi : Baja *stainless steel*

Dimensi *mixer* :

Diameter *mixer* = 1,57 m

Tinggi *mixer* = 2,36 m

Tebal *Shell* = 3/16 in

Tebal *Head* = 3/16 in

Pengaduk *mixer*

Jenis = *Blade Marine*

Jumlah *baffle* = 4 buah

Diameter pengaduk = 52,44 cm

Tinggi pengaduk = 52,44 cm

Jumlah pengaduk = 1 buah

Lebar *baffle* = 5,24 cm

Efisiensi/putaran = 80 % / 2,5 rps

Daya motor = 1 Hp

Harga : \$ 38.037

3. Reaktor Esterifikasi (R-01A dan R-01B)

Fungsi : Mereaksikan asam lemak bebas dengan *methanol* katalis asam sulfat dengan kecepatan umpan minyak

biji karet = 6422,9191 kg/j dan kecepatan umpan
methanol dan asam sulfat = 1334,7192kg/j

Jenis : Reaktor alir tangki berpengaduk

Jumlah : 2 buah

Kondisi operasi :

- Tekanan = 1,5 atm
- Suhu = 75,62 °C

Bahan konstruksi : Baja *stainless steel*

Dimensi reaktor :

Diameter reaktor = 0,97 m

Tinggi reaktor = 1,45 m

Volume reaktor = 1,31 m³

Tebal *Shell* = 3/16 in

Tebal *Head* = 3/16 in

Jenis *Head* = Baja *stainless steel type SA 176 grade C*

Pengaduk reaktor :

Jumlah *Baffle* = 4 buah

Jumlah *Blade* = 3 buah

Lebar *Baffle* = 3,23 cm

Jenis pengaduk = *Blade Marine*

Jumlah pengaduk = 1 buah

Tinggi pengaduk = 32,31 cm

Diameter pengaduk = 32,31 cm

Tenaga pengaduk = 0,5 Hp

Jumlah putaran = 1,5 rps

Harga : \$ 34.867

4. *Neutralizer* (N-01)

Fungsi : Menetralkan H_2SO_4 yang keluar dari Reaktor-01 dengan NaOH 48 %

Jenis : Reaktor alir tangki berpengaduk

Jumlah : 1

Kondisi operasi :

- Tekanan = 1,5 atm

- Suhu = 60 °C

Bahan konstruksi : Baja *stainless steel*

Dimensi *Neutralizer* :

Diameter *Neutralizer* = 2,07 m

Tinggi *Neutralizer* = 3,10 m

Volume *Neutralizer* = 11,89 m³

Tebal *Shell* = 4/16 in

Tebal *Head* = 4/16 in

Jenis *Head* = Baja *stainless steel type SA 176 grade C*

Pengaduk reaktor :

Jumlah *Baffle* = 4 buah

Jumlah *Blade* = 3 buah

Lebar *Baffle* = 6,89 cm

Jenis pengaduk = *Type marine*

Jumlah pengaduk = 1
Tinggi pengaduk = 68,89 cm
Diameter pengaduk = 68,89 cm
Tenaga pengaduk = 5 Hp
Jumlah putaran = 2,5 rps
Waktu tinggal = 1 jam

Harga : \$ 120.451

5. Reaktor Transesterifikasi (R-02A dan R-02B)

Fungsi : Mereaksikan Trigliserida dalam minyak biji karet dengan *Methanol* menjadi Metil Ester dengan kecepatan umpan minyak = 9373,8130 kg/jam, dan kecepatan umpan methanol = 674,4351 kg/jam

Jenis : Reaktor alir tangki berpengaduk

Jumlah : 2

Kondisi operasi :

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 60°C

Bahan konstuksi : Baja *stainless steel*

Dimensi reaktor :

Diameter reaktor = 1,30 m
Tinggi reaktor = 1,95 m
Volume reaktor = 3,18 m³
Tebal *Shell* = 3/16 in
Tebal *Head* = 3/16 in

Jenis <i>Head</i>	= Baja <i>stainless steel type SA 176 grade C</i>
Coil pendingin	:
Diameter coil	= 0,75 in, 40 NPS
Tinggi coil	= 1,377 m
OD	= 1,05 in
ID	= 0,824 in
Diameter lilitan	= 2,707 ft
Panjang lilitan	= 156,7019 ft
Jumlah lilitan	= 18 lilitan
Tebal isolasi	= 3 in
Pengaduk reaktor	:
Jumlah <i>Baffle</i>	= 4 buah
Jumlah <i>Blade</i>	= 3 buah
Lebar <i>Baffle</i>	= 4,34 cm
Jenis pengaduk	= <i>Blade marine</i>
Jumlah pengaduk	= 1 buah
Tinggi pengaduk	= 43,42 cm
Diameter pengaduk	= 43,42 cm
Tenaga pengaduk	= 0,5 Hp
Jumlah putaran	= 1,5 rps
Harga	: \$ 57.056

6. *Neutralizer* (N-02)

Fungsi : Menetralkan NaOH yang keluar dari Reaktor dengan H₂SO₄
10%

Jenis : Reaktor alir tangki berpengaduk

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi :

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 60°C

Bahan konstruksi : Baja *stainless steel*

Dimensi *Neutralizer* :

Diameter *Neutralizer* = 2,67 m

Tinggi *Neutralizer* = 4,01 m

Volume *Neutralizer* = 25,75 m³

Tebal *Shell* = 3/16 in

Tebal *Head* = 3/16 in

Jenis *Head* = Baja *stainless steel* type SA 176 grade C

Coil pemanas :

Diameter coil = 0,5 in , 40 NPS

Tinggi coil = 3,008 m

OD = 3,25 in

ID = 3,067 in

Diameter lilitan = 5,556 ft

Panjang lilitan = 553,2945 ft

Jumlah lilitan = 32 lilitan

Tebal isolasi = 3 in

Pengaduk reaktor :

Jumlah *Baffle* = 4 buah
Jumlah *Blade* = 3 buah
Lebar *Baffle* = 8,91 cm
Jenis pengaduk = *Blade marine*
Jumlah pengaduk = 1
Tinggi pengaduk = 89,12 cm
Diameter pengaduk = 89,12 cm
Tenaga pengaduk = 3 Hp
Jumlah putaran = 1,5 rps

Harga : \$ 183.846

7. *Decanter* (D-01)

Fungsi : Memisahkan fase ringan yang berupa minyak dan fase berat yang berupa larutan dengan kecepatan umpan 19230,2091 kg/j

Jenis : *Horizontal drum decanter*

Jumlah : 1

Kondisi operasi :

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 60°C

Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 167 grade C*

Dimensi *Decanter* :

Diameter = 1,304 m

Panjang = 4,602 m

L/D = 3,530 m
Tebal *Shell* = 3/16 in
Tebal *Head* = 3/16 in
Waktu tinggal = 0,664 jam

Harga : \$ 20.920

8. Evaporator (EV-01)

Fungsi : Menguapkan H₂O dari suhu 60 °C menjadi suhu 100,15 °C dengan *steam* pada suhu 120°C dengan kecepatan umpan = 6641,9056 kg/jam

Jenis : *Long tube evaporator*

Jumlah : 1

Kondisi operasi :

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 100,15°C

Bahan konstruksi : Baja *stainless steel type SA 176 grade C*

Dimensi evaporator :

Shell side

Diameter = 12 ft

Baffle spacing = 6 in

Pass = 1

Tube side

Diameter luar = 0,75 in

Diameter dalam = 0,62 in

Jumlah *tube* = 72 *tube*

Panjang = 16 ft

Pitch = 1 *square pitch*

Passes = 1

Harga : \$ 31.698

9. Vaporizer (VP-01)

Fungsi : Menguapkan fase berat dari *decanter* dari suhu 60 °C menjadi 90,49 °C dengan *steam* jenuh pada suhu 120 °C dengan kecepatan umpan = 12588,3034 kg/jam

Jenis : *Shell & Tube Evaporator*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi :

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 90,49 °C

Bahan konstuksi : *Carbon Steel SA 167 grade C*

Dimensi vaporizer :

Diameter = 19,25 in

Panjang = 16 ft

Harga : \$ 27.323

10. Menara distilasi (MD-01)

Fungsi : Memisahkan *Methanol* dan H₂O sebagai produk atas (*recycle*) dengan kecepatan umpan = 2019,2070 kg/jam

Jenis : *Sieve Plate Distillation Tower*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi :

Puncak menara

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 65,35 °C

Dasar menara

- Tekanan = 1,2 atm
- Suhu = 104,65 °C

Umpan menara

- Tekanan = 1,1 atm
- Suhu = 90,49 °C

Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 grade C*

Dimensi menara distilasi :

Tinggi	= 6,85 m
Diameter puncak	= 1,298 m
Diameter dasar	= 1,011 m
Tebal <i>shell</i>	= 3/16 in
Tebal <i>head</i>	= 3/16 in
Jumlah <i>plate rectifying</i>	= 8 <i>plate</i>
Jumlah <i>plate stripping</i>	= 9 <i>plate</i>

Harga : \$ 7.607

11. Gudang Penyimpanan Biji Karet

Fungsi : Tempat menyimpan biji karet selama 1 minggu

Jenis : *Dry storage*

Jumlah : 1 gudang

Dimensi gudang :

Lebar : 32,756 m

Panjang : 65,511 m

Tinggi : 3 m

Luas : 2145,870 m²

Harga : \$ 39.460

12. Hopper (H-01)

Fungsi : Tempat menyimpan biji karet dengan waktu tinggal 4 jam sebelum dibawa menuju *roll crusher*

Jenis : Tangki silinder vertikal dengan bottom head

Jumlah : 1 buah

Dimensi alat :

Diameter : 3,83 m

Kedalaman : 15,33 m

Tinggi *cone* : 3,83 m

Tebal *shell* : 3/16 in

Tebal *head* : 3/16 in

Harga : \$ 150

13. Tangki penyimpanan (T-01)

Fungsi : Menyimpan H₃PO₄ pada suhu 30 °C dengan tekanan 1 atm dengan waktu tinggal 4 minggu

Jenis : Tangki silinder *vertical*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi :

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 30 °C

Bahan konstruksi : Baja *stainless steel SA 167 grade 3*

Dimensi Tangki :

Diameter = 8,639 m
 Tinggi = 8,639 m
 Volume = 506,285 m³

Harga : \$ 380.372

14. Tangki penyimpanan (T-02)

Fungsi : Menyimpan minyak biji karet mentah pada suhu 30°C dengan tekanan 1 atm dengan waktu tinggal 1 minggu.

Jenis : Tangki silinder *vertical*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi :

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 30 °C

Bahan konstruksi : Baja *stainless steel SA 167 grade 3*

Dimensi Tangki :

Diameter = 15,218 m
 Tinggi = 7,609 m
 Volume = 1384,452 m³

Harga : \$ 570.558

15. Tangki penyimpanan (T-03)

Fungsi : Menyimpan CH₃OH pada suhu 30 °C dengan tekanan 1 atm dengan waktu tinggal 4 minggu

Jenis : Tangki silinder *vertical*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi :

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 30 °C

Bahan konstruksi : *Baja stainless steel SA 167 grade 3*

Dimensi Tangki :

Diameter = 20,753 m
Tinggi = 10,376 m
Volume = 3511,277 m³

Harga : \$ 950.930

16. Tangki penyimpanan (T-04)

Fungsi : Menyimpan NaOH pada suhu 30 °C dengan tekanan 1 atm dengan waktu tinggal 4 minggu

Jenis : Tangki silinder *vertical*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi :

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 30 °C

Bahan konstruksi : *Baja stainless steel SA 167 grade 3*

Dimensi Tangki :

Diameter = 13,778 m
Tinggi = 10,333 m
Volume = 1540,938 m³

Harga : \$ 633.953

17. Tangki penyimpanan (T-05)

Fungsi : Menyimpan H₂SO₄ pada suhu 30 °C dengan tekanan 1 atm dengan waktu tinggal 4 minggu

Jenis : Tangki silinder *vertical*
 Jumlah : 1 buah
 Kondisi operasi :

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 30 °C

Bahan konstruksi : Baja *stainless steel SA 167 grade 3*
 Dimensi Tangki :

Diameter = 8,351 m
 Tinggi = 8,351 m
 Volume = 457,423 m³

Harga : \$ 348.674

18. Tangki penyimpanan (T-06)

Fungsi : Menyimpan Biodiesel pada suhu 30 °C dengan tekanan 1 atm dengan waktu tinggal 4 minggu
 Jenis : Tangki silinder *vertical*
 Jumlah : 1 buah
 Kondisi operasi :

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 30 °C

Bahan konstruksi : Baja *stainless steel SA 167 grade 3*
 Dimensi Tangki :

Diameter = 24,016 m
 Tinggi = 12,008 m
 Volume = 5442,222 m³

Harga : \$ 1.584.883

19. *Heater* (HE-01)

Fungsi : Memanaskan umpan minyak biji karet mentah masuk Reaktor-01a (R-01a) dari suhu 30°C menjadi suhu 60°C dengan pemanas steam jenuh pada suhu 100,15°C

Jenis : *Double pipe Heat Exchanger*

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Dimensi *heater* :

Inner

Diameter luar = 1,320 in

Diameter dalam = 1,049 in

Pressure drop = 0,0026 psi

Annulus

Diameter luar = 2,38 in

Diameter dalam = 2,067 in

Pressure drop = 1,3941 psi

Luas transfer panas : 25,9399 sqft

Koefisien transfer panas bersih (U_c) : 934,8253 Btu/j sqft °F

Koefisien transfer panas kotor (U_d) : 143,9434 Btu/j sqft °F

Faktor kotor total (R_d) : 0,0059

Harga : \$ 4.438

20. Cooler (CL-01)

Fungsi : Mendinginkan hasil dari Reaktor-01b (R-01b) dari suhu 75,62 °C menjadi suhu 65,21 °C dengan pendingin masuk pada suhu 30 °C keluar pada suhu 40 °C

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Dimensi *cooler* :

Inner

Diameter luar = 1,32 in

Diameter dalam = 1,049 in

Pressure drop = 0,1774 psi

Annulus

Diameter luar = 2,38 in

Diameter dalam = 2,067 in

Pressure drop = 2,1856 psi

Luas transfer panas : 23,2243 sqft

Koefisien transfer panas bersih (U_c) : 7583,1180 Btu/j sqft °F

Koefisien transfer panas kotor (U_d) : 100,8585 Btu/j sqft °F

Faktor kotor total (R_d) : 0,0098

Harga : \$ 6.340

21. Cooler (CL-02)

Fungsi : Mendinginkan hasil bawah evaporator dari suhu 100,15 °C menjadi suhu 35 °C dengan pendingin masuk pada suhu 30 °C keluar pada suhu 40 °C

Jenis : *Shell & Tube Heat Exchanger*

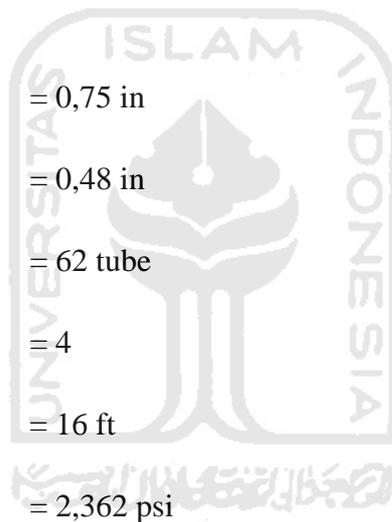
Jumlah : 1 buah
 Bahan konstruksi : *Stainless steel*
 Dimensi cooler :

Shell

Diameter dalam = 12 in
Pass = 2
Baffle spacing = 3 in
Pressure drop = 0,0280 psi

Tube

Diameter luar = 0,75 in
 Diameter dalam = 0,48 in
 Jumlah tube = 62 tube
Pass = 4
 Panjang tube = 16 ft
Pressure drop = 2,362 psi



Luas transfer panas : 195,896 sqft
 Koefisien transfer panas bersih (U_c) : 222,341 Btu/j sqft °F
 Koefisien transfer panas kotor (U_d) : 79,25 Btu/j sqft °F
 Faktor kotor total (R_d) : 0,008
 Harga : \$ 25.358

22. Cooler (CL-03)

Fungsi : Mendinginkan hasil atas menara distilasi dari suhu 65,35 °C menjadi suhu 35 °C dengan pendingin masuk pada suhu 30 °C keluar pada suhu 40 °C

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Dimensi *cooler* :

Inner

Diameter luar = 3,50 in

Diameter dalam = 3,068 in

Pressure drop = 0,0007 psi

Annulus

Diameter luar = 4,50 in

Diameter dalam = 4,026 in

Pressure drop = 0,0879 psi

Luas transfer panas : 45,2611 sqft

Koefisien transfer panas bersih (U_c) : 1801,4976 Btu/j sqft °F

Koefisien transfer panas kotor (U_d) : 111,1965 Btu/j sqft °F

Faktor kotor total (R_d) : 0,0084

Harga : \$ 4.438

23. Cooler (CL-04)

Fungsi : Mendinginkan hasil bawah vaporizer dari suhu 98,7 °C menjadi suhu 35 °C dengan pendingin masuk pada suhu 30 °C keluar pada suhu 50 °C

Jenis : *Shell & Tube Heat Exchanger*

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Dimensi cooler :

Shell

Diameter dalam = 21,25 ft

Pass = 2

Baffle spacing = 5,31 in

Pressure drop = 0,131 psi

Tube

Diameter luar = 0,75 in

Diameter dalam = 0,48 in

Jumlah *tube* = 245 tube

Pass = 4

Panjang *tube* = 16 ft

Pressure drop = 0,524 psi

Luas transfer panas : 770,988 sqft

Koefisien transfer panas bersih (U_c) : 143,031 Btu/j sqft °F

Koefisien transfer panas kotor (U_d) : 86,22 Btu/j sqft °F

Faktor kotor total (R_d) : 0,005

Harga : \$ 57.056

24. Cooler (CL-05)

Fungsi : Mendinginkan hasil bawah menara distilasi dari suhu 104,65 °C menjadi suhu 35 °C dengan pendingin masuk pada suhu 30 °C keluar pada suhu 40 °C

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Dimensi cooler :

Inner

Diameter luar = 3,50 in

Diameter dalam = 3,068 in

Pressure drop = 0,0027 psi

Annulus

Diameter luar = 4,50 in

Diameter dalam = 4,026 in

Pressure drop = 0,0879 psi

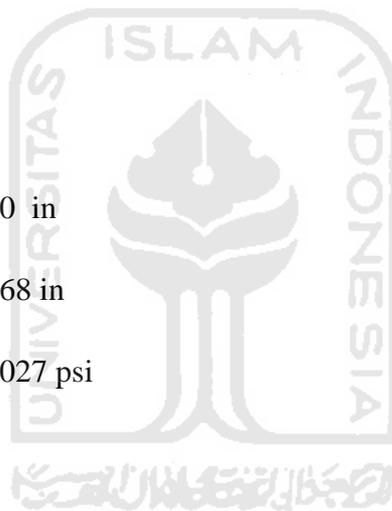
Luas transfer panas : 53,2903 sqft

Koefisien transfer panas bersih (Uc) : 1801,4976 Btu/j sqft °F

Koefisien transfer panas kotor (Ud) : 130,9225 Btu/j sqft °F

Faktor kotor total (Rd) : 0,0071

Harga : \$ 6.340



25. Condenser (CD-01)

Fungsi : Mengembunkan uap yang keluar dari puncak menara distilasi (MD-01) pada suhu 65,35 °C dengan pendingin air pada suhu 30 °C keluar suhu 50 °C

Jenis : *Shell & Tube Condenser*

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Dimensi *condenser* :

Shell

Diameter dalam = 21,25 ft

Pass = 1

Pressure drop = 0,0006 psi

Tube

Diameter luar = 0,75 in

Diameter dalam = 0,62 in

Jumlah *tube* = 286 *tube*

Pass = 2

Panjang *tube* = 16 ft

Pressure drop = 0,017 psi

Luas transfer panas : 898,46 sqft

Koefisien transfer panas bersih (U_c) : 145,11 Btu/j sqft °F

Koefisien transfer panas kotor (U_d) : 105,95 Btu/j sqft °F

Faktor kotor total (Rd) : 0,003

Harga : \$ 60.226

26. *Accumulator* (ACC-01)

Fungsi : Menampung sementara hasil atas menara distilasi (MD-01) dengan waktu tinggal 20 menit

Jenis : Tangki silinder *horizontal*

Bentuk *Head* : *Elliptical Dished Head*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi :

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 65,35 °C

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA 178 grade C*

Dimensi *accumulator* :

Diameter = 1,01 m

Panjang = 2,02 m

Volume = 1,882 m³

Tebal *Shell* = 3/16 in

Tebal *Head* = 3/16 in

Harga : \$ 13.313

27. *Reboiler* (RB-01)

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah menara distilasi (MD-01) pada suhu 104,65 oC dengan pemanas steam jenuh pada suhu 120 oC

Jenis : *Shell & Tube Kettle Reboiler*

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Dimensi *reboiler* :

Shell

Diameter dalam = 21,25 ft

Pass = 1

Tube

Diameter luar = 0,75 in

Diameter dalam = 0,62 in

Pass = 2

Panjang *tube* = 16 ft

Pressure drop = 0,0004 psi

Luas transfer panas : 817,89 sqft

Koefisien transfer panas bersih (U_c) : 250 Btu/j sqft °F

Koefisien transfer panas kotor (U_d) : 154,32 Btu/j sqft °F

Faktor kotor total (R_d) : 0,003

Harga : \$ 31.698

28. Pompa (P-01)

Fungsi : Mengalirkan H_3PO_4 dari mobil tangki menuju Tangki penyimpanan (T-01) dengan kecepatan 468,8752 kg/j

Jenis : *Centrifugal Pump*

Jumlah : 2 buah
 Kapasitas : 105,775 gpm
Head : 42,705 ft
 Tenaga pompa : 2,853 Hp
 Tenaga motor : 5 Hp
 Putaran standar : 1750 rpm
 Putaran spesifik : 1077,381 rpm
 Harga : \$ 8.863

29. Pompa (P-02)

Fungsi : Mengalirkan CH₃OH dari mobil tangki menuju tangki penyimpanan (T-03)
 Jenis : *Centrifugal Pump*
 Jumlah : 2 buah
 Kapasitas : 423,098 gpm
Head : 45 ft
 Tenaga pompa : 5,080 Hp
 Tenaga motor : 7,5 Hp
 Putaran standar : 1750 rpm
 Putaran spesifik : 2073,052 rpm
 Harga : \$ 16.483

30. Pompa (P-03)

Fungsi : Mengalirkan NaOH dari mobil tangki menuju tangki penyimpanan (T-04)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 423,098 gpm

Head : 44,2 ft

Tenaga pompa : 7,791 Hp

Tenaga motor : 10 Hp

Putaran standar : 1750 rpm

Putaran spesifik : 2101,345 rpm

Harga : \$ 16.483

31. Pompa (P-04)

Fungsi : Mengalirkan H₂SO₄ dari mobil tangki menuju tangki penyimpanan (T-05)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 105,775 gpm

Head : 47,041 ft

Tenaga pompa : 3,043 Hp

Tenaga motor : 5 Hp

Putaran standar : 1750 rpm

Putaran spesifik : 1002,016 rpm

Harga : \$ 7,607

32. Pompa (P-05)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran tangki penyimpanan H_3PO_4 (T-01) menuju tangki *degummer* (DG-01)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 1,100 gpm

Head : 2,977 ft

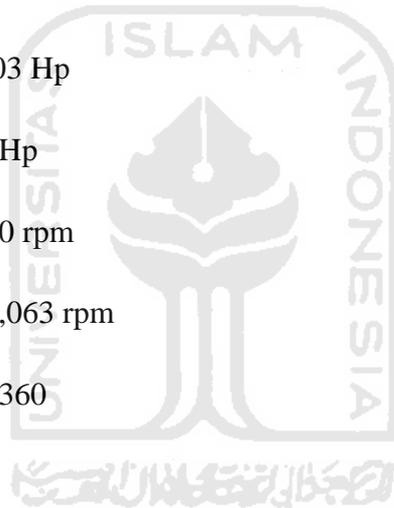
Tenaga pompa : 0,003 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp

Putaran standar : 1750 rpm

Putaran spesifik : 810,063 rpm

Harga : \$ 3.360



33. Pompa (P-06)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran *screw extruder* menuju tangki *degummer* (DG-01)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 39,927 gpm

Head : 115,129 ft

Tenaga pompa : 1,981 Hp

Tenaga motor : 3 Hp
Putaran standar : 1750 rpm
Putaran spesifik : 314,616 rpm
Harga : \$ 5,198

34. Pompa (P-07)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran tangki *degummer* (DG-01) menuju *centrifugal filter* (CF-01)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 40,329 gpm

Head : 116,746 ft

Tenaga pompa : 2,110 Hp

Tenaga motor : 3 Hp

Putaran standar : 1750 rpm

Putaran spesifik : 312,908 rpm

Harga : \$ 5.262

35. Pompa (P-08)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran *centrifugal filter* (CF-01) menuju tangki penyimpanan minyak biji karet mentah (T-02)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Jumlah : 2 buah

Kapasitas	: 30,236 gpm
<i>Head</i>	: 69,642 ft
Tenaga pompa	: 0,825 Hp
Tenaga motor	: 1 Hp
Putaran standar	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 399,158 rpm
Harga	: \$ 5.046

36. Pompa (P-09)

Fungsi	: Mengalirkan keluaran dari tangki penyimpanan minyak biji karet mentah (T-02) menuju reaktor esterifikasi (R-01a)
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Kapasitas	: 30,236 gpm
<i>Head</i>	: 69,642 ft
Tenaga pompa	: 0,825 Hp
Tenaga motor	: 1 Hp
Putaran standar	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 399,158 rpm
Harga	: \$ 5.046

37. Pompa (P-10)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran tangki penyimpanan *methanol* (T-03) menuju *mixer* (M-01)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 7,195 gpm

Head : 56,778 ft

Tenaga pompa : 0,136 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp

Putaran standar : 1750 rpm

Putaran spesifik : 226,9443 rpm

Harga : \$ 3.614

38. Pompa (P-11)

Fungsi : Mengalirkan keluaran tangki penyimpanan H_2SO_4 (T-05) menuju *mixer* (M-01)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 2,340 gpm

Head : 14,259 ft

Tenaga pompa : 0,026 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp

Putaran standar : 1750 rpm

Putaran spesifik : 364,812 rpm

Harga : \$ 3.170

39. Pompa (P-12)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran *mixer* (M-01) menuju reaktor esterifikasi (R-01a)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 7,150 gpm

Head : 57,373 ft

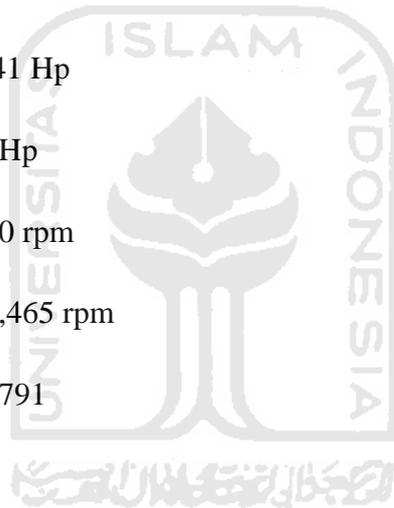
Tenaga pompa : 0,141 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp

Putaran standar : 1750 rpm

Putaran spesifik : 224,465 rpm

Harga : \$ 3.791



40. Pompa (P-13)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran reaktor esterifikasi (R-01a) menuju reaktor esterifikasi (R-01b)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 37,268 gpm

Head : 106,648 ft

Tenaga pompa : 1,526 Hp

Tenaga motor : 2 Hp
Putaran standar : 1750 rpm
Putaran spesifik : 321,913 rpm
Harga : \$ 5.262

41. Pompa (P-14)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran reaktor esterifikasi (R-01b) menuju *neutralizer* (N-01)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 37,268 gpm

Head : 106,648 ft

Tenaga pompa : 1,526 Hp

Tenaga motor : 2 Hp

Putaran standar : 1750 rpm

Putaran spesifik : 321,913 rpm

Harga : \$ 5.262

42. Pompa (P-15)

Fungsi : Mengalirkan keluaran tangki penyimpanan NaOH (T-04) menuju *neutralizer* (N-01)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Jumlah : 2 buah

Kapasitas	: 5,719 gpm
<i>Head</i>	: 36,429 ft
Tenaga pompa	: 0,109 Hp
Tenaga motor	: 0,5 Hp
Putaran standar	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 282,237 rpm
Harga	: \$ 3.423

43. Pompa (P-16)

Fungsi	: Mengalirkan hasil keluaran <i>neutralizer</i> (N-01) menuju reaktor transesterifikasi (R-02a)
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Kapasitas	: 42,243 gpm
<i>Head</i>	: 128,783 ft
Tenaga pompa	: 2,227 Hp
Tenaga motor	: 3 Hp
Putaran standar	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 297,523 rpm
Harga	: \$ 5.452

44. Pompa (P-17)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran reaktor transesterifikasi (R-02a) menuju reaktor transesterifikasi (R-02b)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 45,544 gpm

Head : 153,288 ft

Tenaga pompa : 2,841 Hp

Tenaga motor : 5 Hp

Putaran standar : 1750 rpm

Putaran spesifik : 271,096 rpm

Harga : \$ 5.706

45. Pompa (P-18)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran reaktor transesterifikasi (R-02b) menuju *neutralizer* (N-02)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 45,544 gpm

Head : 153,288 ft

Tenaga pompa : 2,841 Hp

Tenaga motor : 5 Hp

Putaran standar : 1750 rpm

Putaran spesifik : 271,096 rpm

Harga : \$ 5.731

46. Pompa (P-19)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran *mixer* (M-02) menuju *neutralizer* (N-02)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 37,208 gpm

Head : 100,363 ft

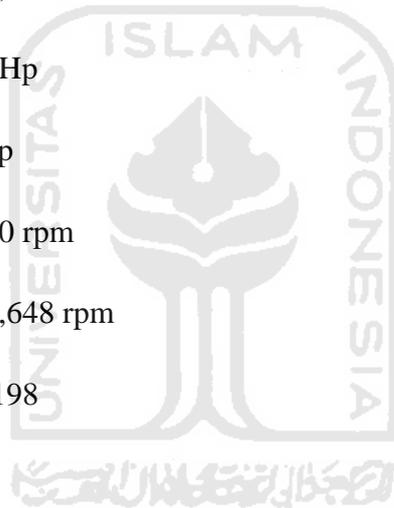
Tenaga pompa : 1,7 Hp

Tenaga motor : 2 Hp

Putaran standar : 1750 rpm

Putaran spesifik : 336,648 rpm

Harga : \$ 5.198



47. Pompa (P-20)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran *neutralizer* (N-02) menuju *decanter* (D-01)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 78,236 gpm

Head : 46,956 ft

Tenaga pompa : 1,666 Hp

Tenaga motor : 2 Hp
Putaran standar : 1750 rpm
Putaran spesifik : 862,925 rpm
Harga : \$ 6.720

48. Pompa (P-21)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran *decanter* (D-01) menuju *vaporizer* (VAP-01)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 47,013 gpm

Head : 154,278 ft

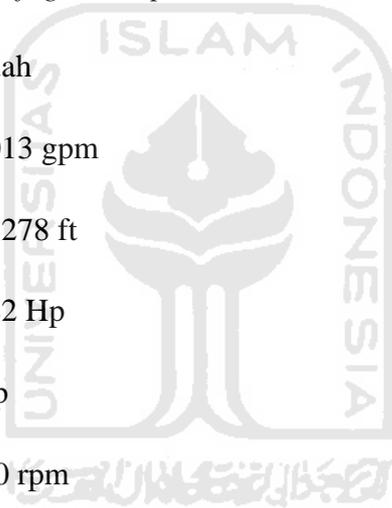
Tenaga pompa : 3,582 Hp

Tenaga motor : 5 Hp

Putaran standar : 1750 rpm

Putaran spesifik : 274,106 rpm

Harga : \$ 5.959



49. Pompa (P-22)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran *decanter* (D-01) menuju evaporator (EV-01)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Jumlah : 2 buah

Kapasitas	: 32,532 gpm
<i>Head</i>	: 73,215 ft
Tenaga pompa	: 0,897 Hp
Tenaga motor	: 1 Hp
Putaran standar	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 398,790 rpm
Harga	: \$ 5.072

50. Pompa (P-23)

Fungsi	: Mengalirkan hasil keluaran evaporator (EV-01) menuju tangki penyimpanan biodiesel (T-06)
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Kapasitas	: 31,109 gpm
<i>Head</i>	: 66,928 ft
Tenaga pompa	: 0,779 Hp
Tenaga motor	: 1 Hp
Putaran standar	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 417,134 rpm
Harga	: \$ 5.059

51. Pompa (P-24)

Fungsi	: Mengalirkan hasil bawah <i>vaporizer</i> (VAP-01) menuju UPL
--------	--

Jenis : *Centrifugal Pump*
Jumlah : 2 buah
Kapasitas : 37,591 gpm
Head : 101,524 ft
Tenaga pompa : 1,979 Hp
Tenaga motor : 3 Hp
Putaran standar : 1750 rpm
Putaran spesifik : 335,470 rpm
Harga : \$ 5.287

52. Pompa (P-25)

Fungsi : Mengalirkan hasil atas menara distilasi (MD-01) menuju tangki penyimpanan *methanol* (T-03)
Jenis : *Centrifugal Pump*
Jumlah : 2 buah
Kapasitas : 7,106 gpm
Head : 56,938 ft
Tenaga pompa : 0,135 Hp
Tenaga motor : 0,5 Hp
Putaran standar : 1750 rpm
Putaran spesifik : 225,058 rpm
Harga : \$ 3.550

53. Pompa (P-26)

Fungsi	: Mengalirkan hasil bawah menara distilasi (MD-01) menuju UPL
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Kapasitas	: 3,232 gpm
<i>Head</i>	: 13,754 ft
Tenaga pompa	: 0,019 Hp
Tenaga motor	: 0,5 Hp
Putaran standar	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 440,532 rpm
Harga	: \$ 3.360

54. Pompa (P-27)

Fungsi	: Mengalirkan biodiesel dari tangki penyimpanan (T-06) menuju mobil pengangkut
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Kapasitas	: 423,098 gpm
<i>Head</i>	: 44,753 ft
Tenaga pompa	: 5,670 Hp
Tenaga motor	: 7,5 Hp
Putaran standar	: 1750 rpm

Putaran spesifik : 2080,338 rpm

Harga : \$ 15.215

55. *Screw Conveyor (SC-01)*

Fungsi : Mengangkut kernel biji karet dari gudang penyimpanan bahan baku menuju *bucket elevator*

Jenis : *Helicoid screw conveyor*

Bahan : *Stainless steel*

Jumlah : 1 buah

Kecepatan maximum screw : 40 rpm

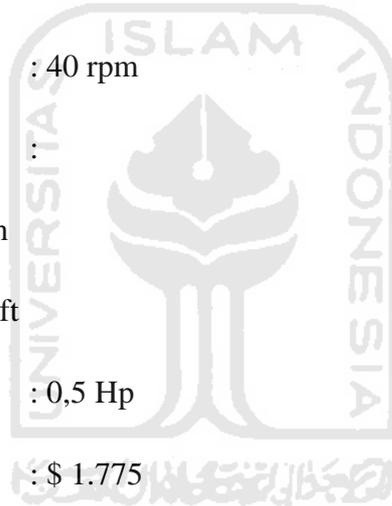
Dimensi alat

Diameter = 6 in

Panjang = 15 ft

Daya : 0,5 Hp

Harga : \$ 1.775



56. *Screw Conveyor (SC-02)*

Fungsi : Mengangkut kernel biji karet dari *bucket elevator* menuju *roll crusher*

Jenis : *Helicoid screw conveyor*

Bahan : *Stainless steel*

Jumlah : 1 buah

Kecepatan maximum screw : 40 rpm

Dimensi alat :

Diameter = 6 in
Panjang = 15 ft
Daya : 0,5 Hp
Harga : \$ 1.680

57. *Screw Extruder* (SE-01)

Fungsi : Untuk proses pengepressan kernel biji karet
Jenis : Single screw extruder
Jumlah : 1 buah
Kondisi operasi :

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 30 °C

Dimensi alat :
Diameter = 85 mm
Putaran : 50 rpm
Daya : 5 Hp
Harga : \$ 43.597

58. *Roll Crusher* (RC-01)

Fungsi : Untuk proses penghancuran kernel biji karet
Jenis : *Double roll crusher*
Jumlah : 1 buah
Kondisi operasi :

- Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30 °C

Dimensi alat :

Lebar = 1850 mm

Panjang = 1400 mm

Tinggi = 1310 mm

Daya : 5 Hp

Harga : \$ 1.680

59. *Bucket Elevator* (BE-01)

Fungsi : Mengangkut kernel biji karet dari *screw conveyor* (SC-01) menuju *screw conveyor* (SC-02)

Jenis : *Vertical bucket elevator*

Jumlah : 1 buah

Dimensi alat :

Tinggi = 25 ft

Lebar belt = 4 in

Kecepatan : 225 ft/menit

Daya : 2 Hp

Harga : \$ 7.607

60. *Degummer Tank* (TD-01)

Fungsi : Untuk mencampur Minyak biji karet dengan H_3PO_4

Jenis : Tangki berpengaduk

Jumlah	: 1 buah
Kondisi operasi	:
• Tekanan	= 1 atm
• Suhu	= 30 °C
Bahan konstruksi	: Baja <i>stainless steel</i>
Dimensi <i>mixer</i>	:
Diameter <i>mixer</i>	= 1,64 m
Tinggi <i>mixer</i>	= 2,46 m
Tebal <i>Shell</i>	= 3/16 in
Tebal <i>Head</i>	= 3/16 in
Pengaduk <i>mixer</i>	:
Jenis	= <i>Blade Marine</i>
Jumlah <i>baffle</i>	= 4 buah
Diameter pengaduk	= 54,69 cm
Tinggi pengaduk	= 54,69 cm
Jumlah pengaduk	= 1 buah
Lebar <i>baffle</i>	= 5,47 cm
Efisiensi/putaran	= 80 % / 2,5 rps
Daya motor	= 1,5 Hp
Harga	: \$ 41.207

61. *Centrifuge Filter* (CF-01)

Fungsi : Menyaring minyak biji karet dari gum untuk mendapatkan minyak biji karet murni

Jenis : *centrifugal separators*

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi : Baja *stainless steel*

Kondisi operasi :

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 30 °C

Dimensi alat :

Diameter = 70 in

Daya : 15 Hp

Harga : \$ 87.194

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan ditentukan berdasarkan kebutuhan biodiesel nasional. Kebutuhan biodiesel secara nasional dari tahun ke tahun mengalami peningkatan dikarenakan pemerintah Indonesia saat ini mulai memproduksi biodiesel sebagai substitusi BBM. Disebutkan dalam blueprint pengelolaan energi nasional (BP-PEN) 2005-2015 bahwa pemerintah telah menetapkan pemakaian biodiesel sebanyak 2% konsumsi solar pada tahun 2010, 5% pada 2015, dan 20% pada 2025.

Selain itu, pemerintah juga menetapkan kebutuhan biodiesel mencapai 720.000 kiloliter pada tahun 2010 dan akan ditingkatkan menjadi 1,5 juta kiloliter pada tahun 2015, dan 4,7 juta kiloliter pada tahun 2025. Hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri biodiesel di Indonesia, kenaikan kebutuhan penggunaan biodiesel untuk industri maupun transportasi. Keberadaan pabrik biodiesel di Indonesia mulai bertambah dengan bertambahnya kebutuhan biodiesel di Indonesia, untuk mengantisipasi hal ini, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 50.000 ton/tahun.

Untuk menentukan kapasitas produksi terdapat beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu :

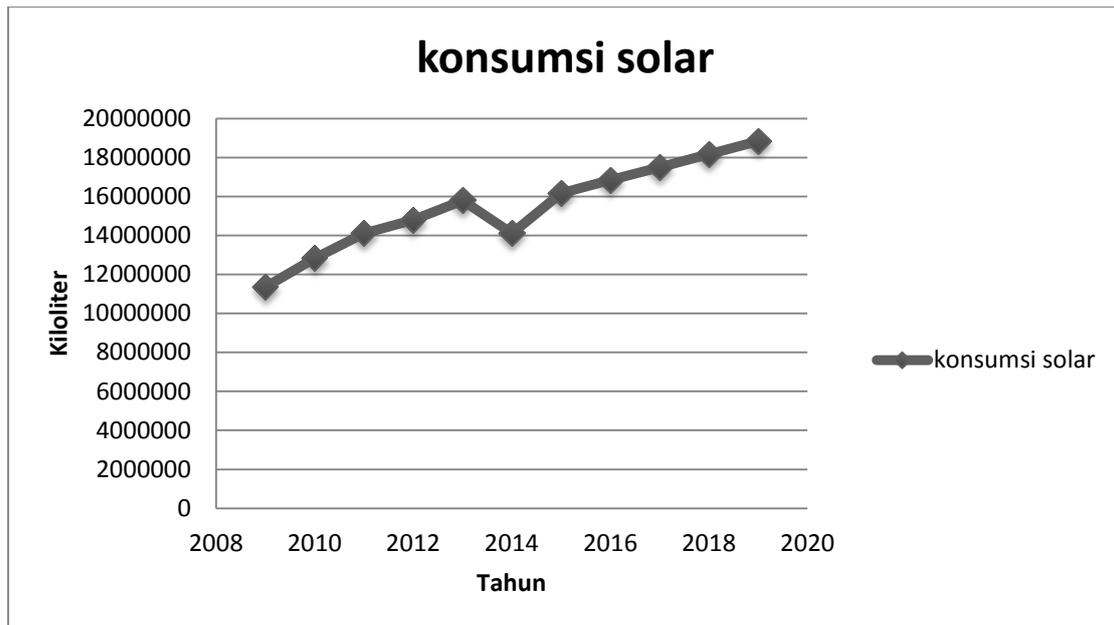
a. Ketersediaan bahan baku

Ketersediaan bahan baku merupakan faktor utama dalam pendirian pabrik. Penyediaan bahan baku yang akan digunakan yaitu biji karet dan methanol yang diperoleh dari dalam negeri. Biji karet yang merupakan bahan baku utama pada pembuatan biodiesel ini diperoleh dari perkebunan rakyat maupun swasta di Tenggarong, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur dan didukung dari perkebunan karet di wilayah Provinsi Kalimantan lainnya.

Luas areal perkebunan karet di Pulau Kalimantan pada tahun 2015 sebanyak 902.555 Ha/tahun yang dimana luas areal perkebunan karet di Kalimantan Timur pada tahun 2015 sebanyak 65.328 Ha/tahun (sumber: Badan Pusat Statistik, 2014-2015). Dalam satu hektar perkebunan karet terdiri dari 1.200.000 biji/Ha. Diketahui bahwa 50 kg biji menghasilkan 10 liter minyak mentah biji karet. Sehingga dari luas perkebunan di Pulau Kalimantan terdapat 1.083.066.000.000 biji/Ha, sedangkan luas areal perkebunan karet di Kalimantan Timur terdapat 78.393.600.000 biji/Ha. Untuk luas areal perkebunan karet di Kalimantan Timur menghasilkan 313.574.400 kg biji/tahun yang dimana akan menghasilkan minyak mentah biji karet sebanyak 62.714.880 liter minyak/tahun. Dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun, maka membutuhkan biji karet sebanyak 151.875.067 kg biji/tahun. Sedangkan bahan baku *methanol* yang dibutuhkan diperoleh dari PT. Kaltim *Methanol* Industri yang terdapat di Bontang, Kalimantan Timur.

b. Proyeksi kebutuhan minyak solar

Semakin bertambahnya produksi kendaraan yang menggunakan minyak solar sebagai bahan bakar, maka dapat dipastikan bahwa kebutuhan minyak solar akan meningkat. Dengan meningkatnya konsumsi minyak solar tersebut, pemerintah membuat keputusan untuk melakukan *mix energy* dimana biodiesel sebagai bahan pencampur minyak solar. Pencampuran minyak solar dengan biodiesel ini dilakukan pihak Pertamina selaku pemasok utama kebutuhan energi di Indonesia. Dengan adanya keputusan dari Pemerintah ini meningkatkan kebutuhan biodiesel di Indonesia. Berikut ini, data statistik yang disajikan dalam grafik tentang konsumsi minyak solar di Indonesia. (Sumber: ESDM SDE).



Gambar 3.2 Grafik Konsumsi Solar di Indonesia (kiloliter/tahun)

Dapat dilihat dari grafik, konsumsi solar di Indonesia pada Tahun 2014 mengalami penurunan, tetapi pada tahun selanjutnya konsumsi solar mengalami peningkatan. Dari peningkatan konsumsi solar tersebut dapat dikatakan bahwa semakin lama minyak bumi juga akan semakin menipis. Untuk menutupi kekurangan minyak bumi tersebut maka kapasitas perancangan pabrik yang dibuat adalah sebanyak 50.000 ton/tahun dengan pertimbangan bahwa dengan kapasitas ini dapat memenuhi kebutuhan biodiesel secara lokal, terdapat banyak pabrik biodiesel yang telah beroperasi di Indonesia, ketersediaan bahan baku, keputusan pemerintah tentang *mix energy* pada tahun 2025 sebanyak 20%. Dari pertimbangan-pertimbangan ini, maka dengan kapasitas 50.000 ton/tahun dapat mencukupi kebutuhan tersebut.

3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

Perencanaan produksi adalah suatu kegiatan pendahuluan atas proses produksi yang akan dilaksanakan dalam usaha mencapai tujuan yang diinginkan perusahaan. Perencanaan produksi ini merupakan alat komunikasi antara manajemen teras (*top management*) dan manufaktur. Di samping itu juga, perencanaan produksi merupakan pegangan untuk merancang jadwal induk produksi. Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu faktor eksternal dan faktor

internal. Faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

a. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan, yaitu :

1. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
2. Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya :
 - Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
 - Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan pada tahun berikutnya.

b. Kemampuan Pabrik

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

1. Material (Bahan Baku)

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

2. Manusia (Tenaga Kerja)

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

3. Mesin (Peralatan)

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

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Tata letak peralatan dan fasilitas dalam rancangan proses merupakan syarat penting dalam meperkirakan biaya sebelum mendirikan pabrik atau untuk disain yang meliputi disain pemipaan, fasilitas bangunan fisik, peralatan, dan kelistrikan. Hal ini akan memberikan informasi terhadap biaya bangunan dan tempat sehingga diperoleh perhitungan biaya yang terperinci sebelum pendirian pabrik. Oleh karena itu pemilihan lokasi bagi berdirinya suatu pabrik harus memperhatikan beberapa faktor yang berperan.

Sedangkan untuk penentuan lokasi pabrik sangat menentukan kemajuan dan kelangsungan dari industri, baik pada masa sekarang maupun pada masa yang akan datang, karena hal ini berpengaruh terhadap faktor produksi dan distribusi dari pabrik yang didirikan. Pemilihan yang tepat mengenai lokasi pabrik harus memberikan suatu perhitungan biaya produksi dan distribusi yang minimal serta pertimbangan sosiologi, yaitu pertimbangan dalam mempelajari sikap dan sifat masyarakat di sekitar lokasi pabrik (Peters et.al, 2004)

Pada pabrik Biodiesel dari biji karet dengan kapasitas 50.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di daerah Tenggarong, Provinsi Kalimantan Timur, dengan pertimbangan lokasi pabrik sebagai berikut:

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor-faktor primer yang berpengaruh secara langsung dalam pemilihan lokasi pabrik yaitu:

a. **Ketersediaan bahan baku**

Bahan baku yang digunakan pada pabrik Biodiesel ini adalah biji karet yang dimana disekitaran wilayah Tenggarong merupakan perkebunan karet terutama di wilayah Kutai Barat dan Samarinda. Tenggarong memiliki wilayah topografi ditengah wilayah Provinsi Kalimantan Timur, sehingga bahan baku biji karet bisa disuplai dari wilayah wilayah lainnya di daerah provinsi tersebut. Selain itu Methanol sebagai pelarut utama

dari pabrik ini nantinya akan disuplai oleh PT.KMI yang terletak di Bontang yang mudah diakses dari Tenggarong menuju Bontang maupun sebaliknya menggunakan transportasi darat.

b. Sumber air

Sumber air yang akan digunakan oleh pabrik ini adalah dari sungai Mahakan yang melintasi wilayah Tenggarong, sehingga ketersediaan air cukup memadai untuk melakukan proses produksi Biodiesel ini.

c. Transportasi

Didalam penyuplaian bahan baku maupun minyak Biodiesel nantinya akan digunakan transportasi Darat, dengan jalan yang sudah memadai untuk dilalui oleh truk maupun truk tangki bahan baku.

d. Pemasaran

Sesuai dengan peraturan yang ditetapkan Pemerintah Indonesia bahwa harus dilakukan *mix* energi sebesar 20 %. Tentu saja dengan hal ini kebutuhan Biodiesel akan terus meningkat seiring dengan konsumsi kendaraan yang ada. Biodiesel ini sendiri nantinya akan disuplai menuju PT.Pertamina *refinery* unit yang berada di Balikpapan sehingga pemasaran akan mudah disalurkan. Selain itu wilayah Kalimantan Timur memiliki pabrik-pabrik lainnya baik yang ada di Tenggarong Bontang, Balikpapan dan sebagainya maka penyuplain Biodiesel bisa dilakukan ke pabrik-pabrik sekitar yang membutuhkan.

e. Kondisi Iklim dan Cuaca

Kondisi iklim dan cuaca di wilayah ini relatif stabil. Dengan setengah bulan pertama kemarau dan setengah bulan kedua hujan. Namun perbedaan suhu yang terjadi tidak terlalu jauh atau relatif kecil, sehingga layak untuk didirikan.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder juga harus mendapat perhatian di dalam pemilihan lokasi pabrik karena faktor-faktor yang ada di dalamnya selalu menjadipertimbangan agar pemilihan pabrik dan proses produksi dapat berjalan lancar.

a. Perluasan Area Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik harus berada di kawasan yang jauh dari kepadatan penduduk, sehingga mempermudah adanya perluasan areal pabrik dengan

tidak mengganggu pemukiman dan aktivitas penduduk di sekitar pabrik yang akan didirikan.

b. Undang-undang dan Peraturan-peraturan

Undang-undang dan peraturan-peraturan perlu diperhatikan dalam pemilihan lokasi pabrik, karena jika dalam pendirian suatu pabrik ada hal yang bertentangan dengan undang-undang dan peraturan-peraturan maka kelangsungan suatu pabrik terancam. Oleh karena itu lokasi yang telah dipilih merupakan di daerah untuk kawasan industri sehingga akan memudahkan perjanjian dalam perijinan pabrik maupun peraturan peraturan yang akan diberlakukan oleh pihak setempat.

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat penyimpanan bahan baku, dan produk yang saling berhubungan. Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga pembangunan area pabrik efisien dan proses produksi serta distribusi dapat berjalan dengan lancar, sehingga keamanan, keselamatan, dan kenyamanan bagi karyawan dapat dipenuhi. Selain peralatan proses, beberapa bangunan fisik seperti kantor, bengkel, klinik, laboratorium, kantin, pemadam kebakaran, tempat parkir, pos keamanan, dan sebagainya ditempatkan pada bagian yang tidak mengganggu lalu lintas barang dan proses.

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan tata letak suatu pabrik antara lain:

- a. Letak peralatan produksi ditata dengan baik, sehingga memberikan kelancaran dan keamanan bagi tenaga kerja. Selain itu, penempatan alat-alat produksi diatur secara berurutan sesuai dengan urutan proses kerja, berdasarkan pertimbangan teknik, sehingga dapat diperoleh efisiensi teknis dan ekonomis.
- b. Letak peralatan harus mempertimbangkan faktor *maintenance* (perawatan dan pemeliharaan) yang memberikan area yang cukup dalam pembongkaran dan penambahan alat bantu.
- c. Alat-alat yang berisiko tinggi harus diberi ruang yang cukup sehingga aman dan mudah melakukan penyelamatan jika terjadi kecelakaan, kebakaran, dan sebagainya.

- d. Jalan di dalam pabrik harus cukup lebar dan memperhatikan faktor keselamatan manusia, sehingga lalu lintas dalam pabrik dapat berjalan dengan baik. Perlu dipertimbangkan juga adanya jalan pintas jika terjadi keadaan darurat.
- e. Letak alat-alat ukur dan alat kontrol harus mudah dijangkau oleh operator.
- f. Letak kantor dan gudang sebaiknya tidak jauh dari jalan utama.
- g. Instalasi dan Utilitas

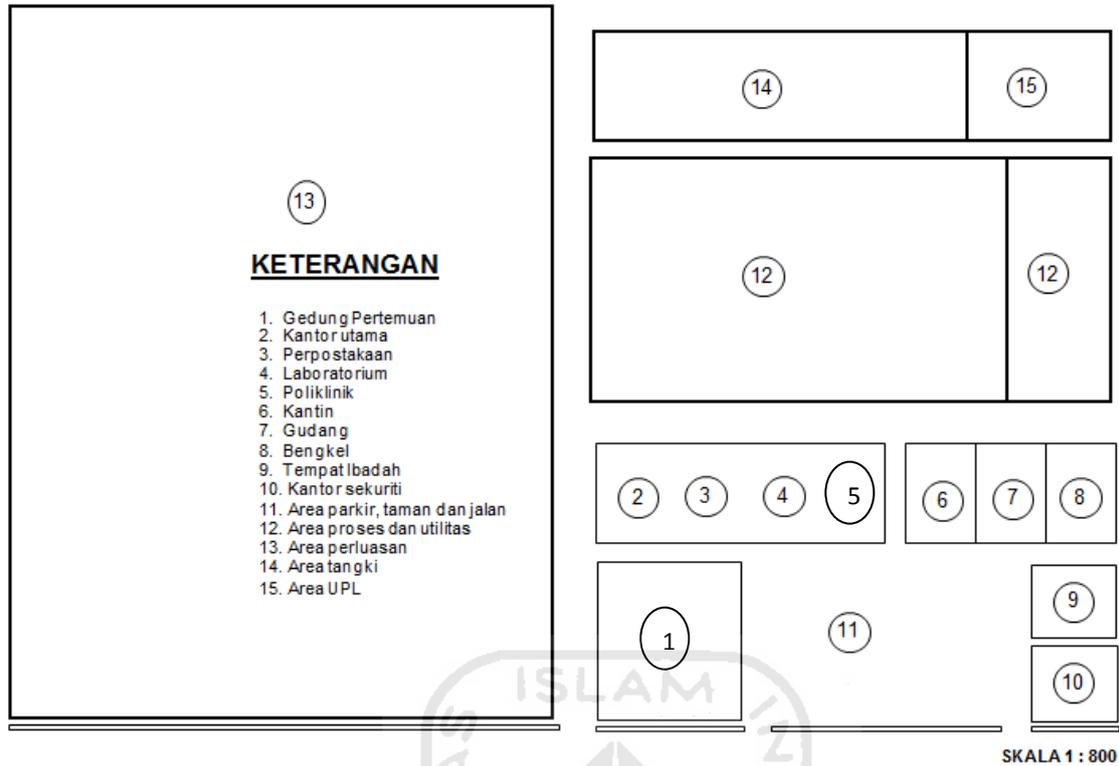
Pemasangan dan distribusi yang baik gas, udara, steam, dan listrik akan membantu atau mempermudah kerja dan perawatan. Penempatan peralatan proses ditat sesuai standar-standar sehingga petugas dapat dengan mudah memantau dan melakukan perawatan agarselama proses produksi berjalan dengan lancar.

Dalam uraian diatas maka dapat disimpulkan bahwa tujuan dari pembuatan tata letak pabrik adalah sebagai berikut:

1. Mengadakan integrasi terhadap semua faktor yang mempengaruhi produk
2. Mengalirkan kerja dalam pabrik sesuai dengan jalannya diagram, alir proses
3. Mengerjakan perpindahan bahan sedikit mungkin
4. Menggunakan seluruh area secara efektif
5. Menjamin keselamatan dan kenyamanan karyawan
6. Mengadakan pengaturan alat-alat produksi yang fleksibel

Tabel 4.1 Perincian luas tanah bangunan pabrik

No	Bangunan	Luas (m ²)
1	Gedung Pertemuan	81,92
2	Gedung kantor utama	51,2
3	Perpustakaan	51,2
4	Laboratorium	51,2
5	Poliklinik	51,2
6	Kantin	24
7	Gudang	24
8	Bengkel	24
9	Tempat ibadah	22,8
10	Kantor security	24,32
11	Area parkir,taman dan jalan	475,12
12	Area proses dan utilitas	456
13	Area Perluasan	1.420,8
14	Area tangki	131,2
15	Area UPL	51,2
Jumlah		2.888,96



Gambar 4.1 Tata letak pabrik

4.3 Tata Letak Alat Proses

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

1. Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu juga diperhatikan penempatan pipa, dimana untuk pipa diatas tanah perlu dipasang pada ketinggian tiga meter atau lebih, sedangkan untuk pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas kerja.

2. Aliran udara

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

3. **Pencahayaan**

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

4. **Lalu lintas manusia**

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

5. **Tata letak alat proses**

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

6. **Jarak antar alat proses**

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

7. **Maintenance**

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

Perawatan *preventif* dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut disebut 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 dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada tiap-tiap alat. Perawatan tiap alat meliputi:

a. *Over head* 1 x 1 tahun

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

b. *Repairing*

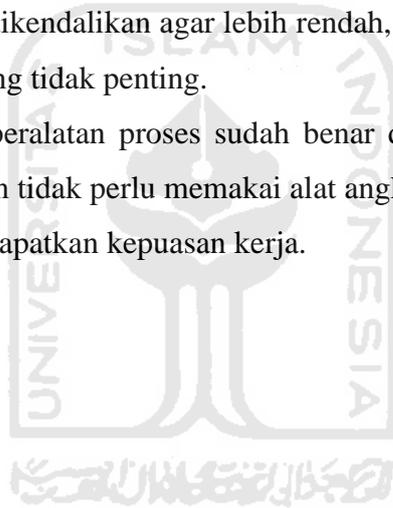
Merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat yang rusak. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan.

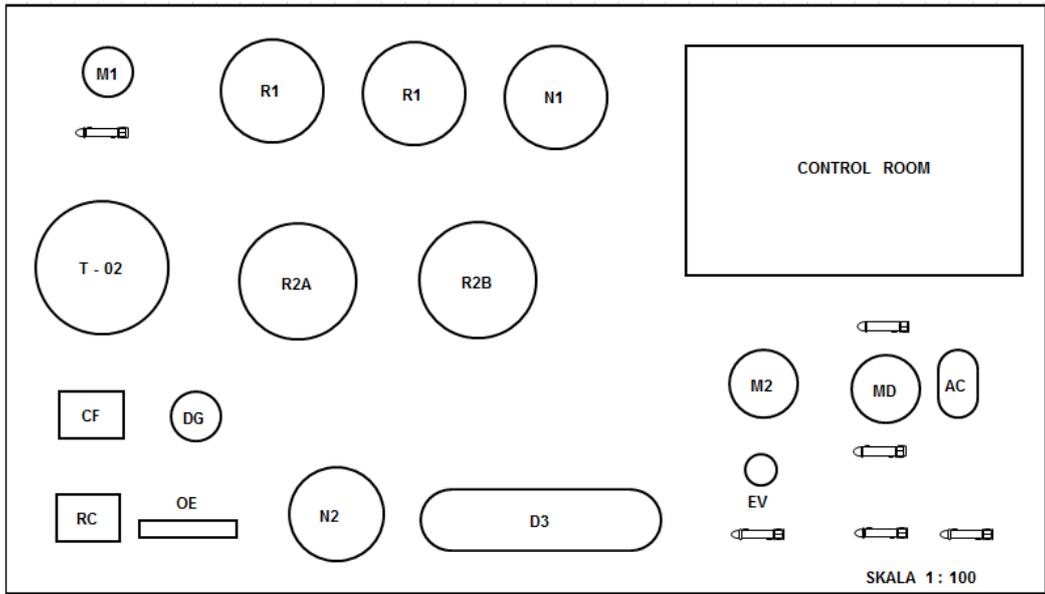
Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance* adalah:

- Umur alat
Semakin tua umur alat semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan
- Bahan baku
Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan menyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan

Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga:

1. Kelancaran proses produksi dapat terjamin
2. Dapat mengefektifkan penggunaan ruangan
3. Biaya material dikendalikan agar lebih rendah, sehingga dapat mengurangi biaya kapital yang tidak penting.
4. Jika tata letak peralatan proses sudah benar dan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu memakai alat angkut dengan biaya mahal
5. Karyawan mendapatkan kepuasan kerja.



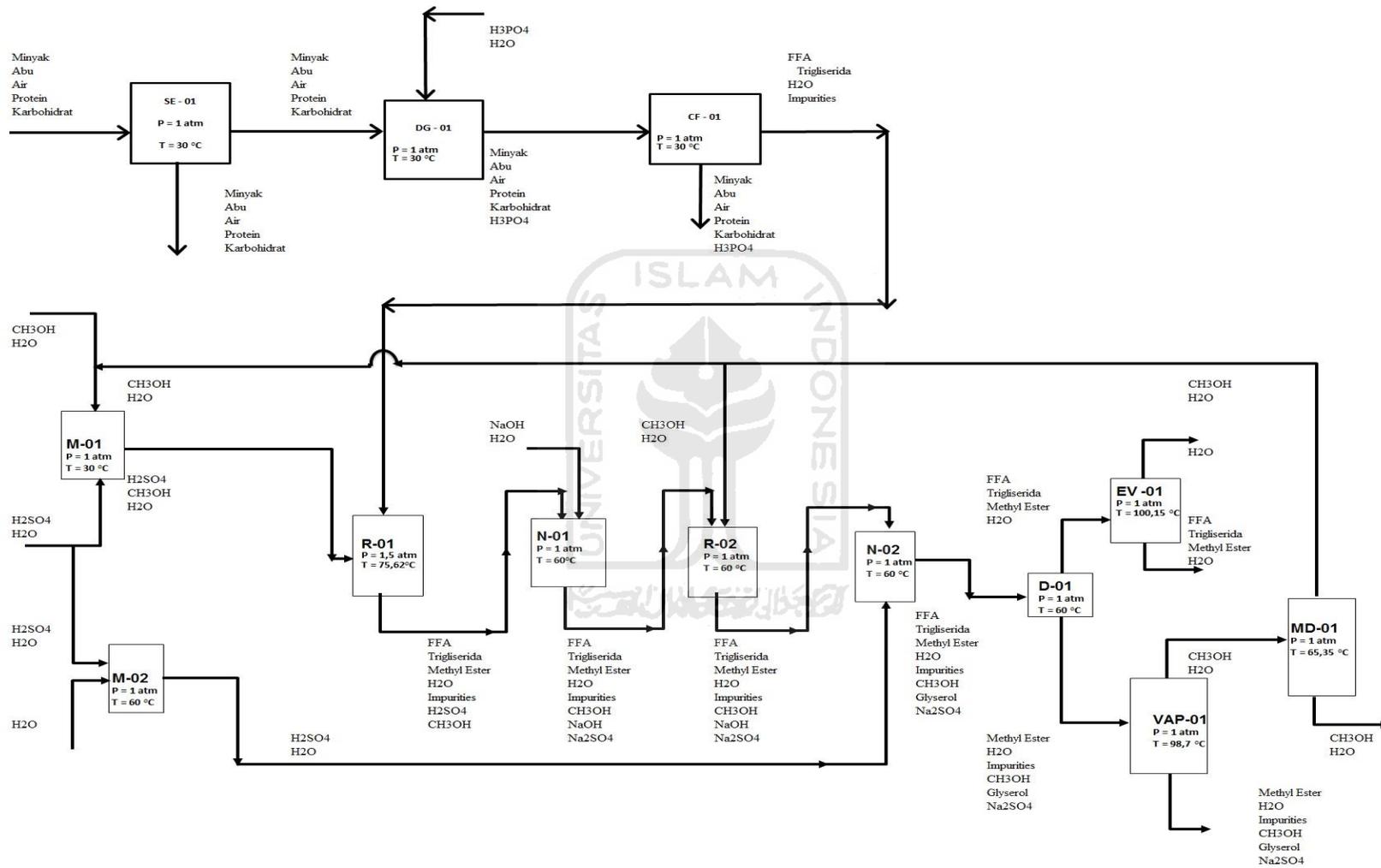


Gambar 4.2 *Layout* area proses

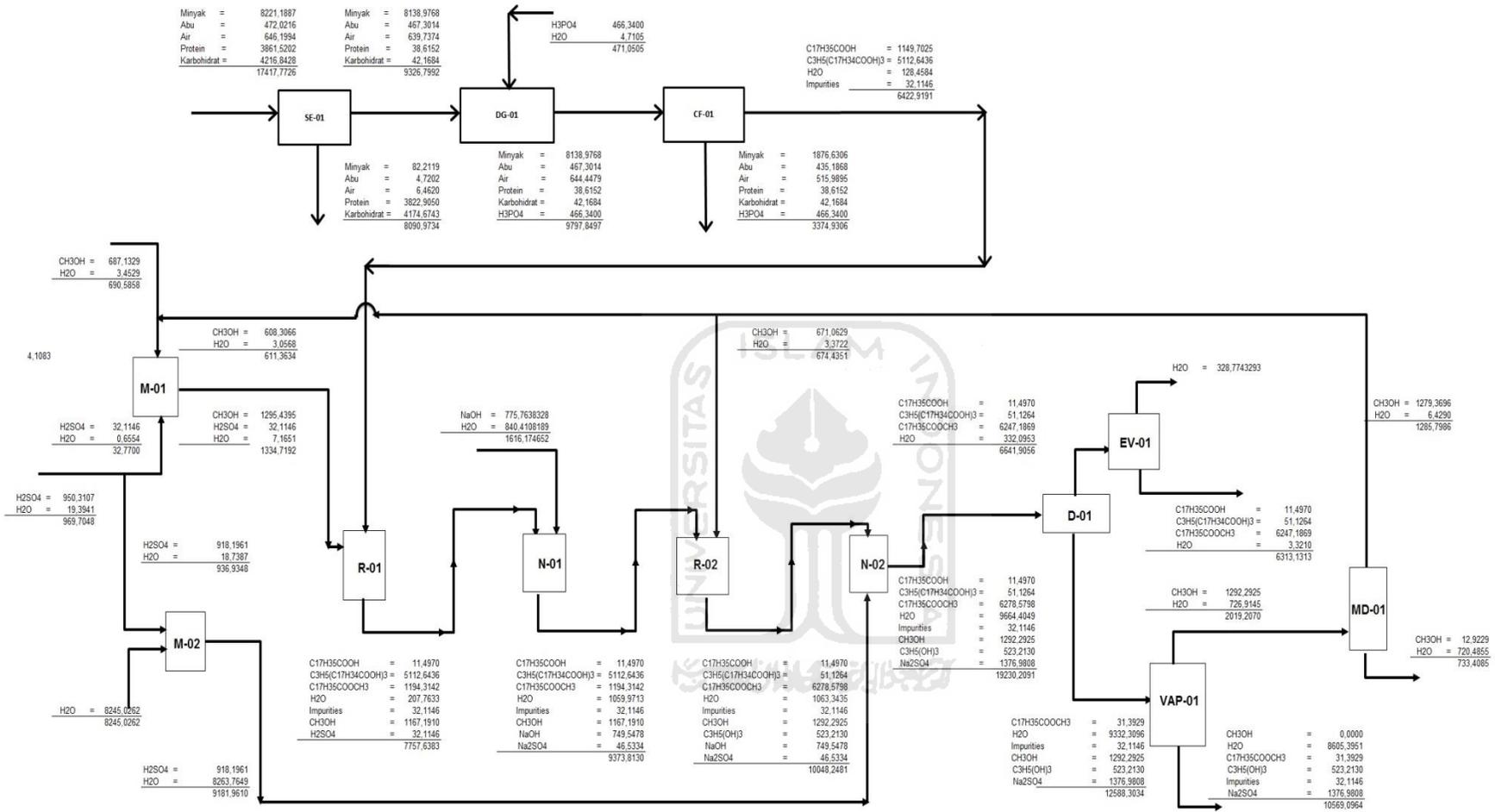
4.4 Alir Proses dan Material

4.4.1 Diagram alir Kualitatif dan Kuantitatif





Gambar 4.3 Diagram alir kualitatif



Gambar 4.4 Diagram alir kuantitatif

4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Faktor penunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik yaitu penyediaan utilitas dalam pabrik. Unit utilitas merupakan salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang jalannya proses produksi Biodiesel agar tidak terjadi kendala didalam pengoperasian. Seperti yang diketahui apabila suatu proses produksi dalam suatu pabrik tanpa memiliki utilitas yang baik atau bahkan tidak memiliki utilitas maka sudah dipastikan pabrik tidak akan berjalan dengan lancar. Oleh karena itu diperlukannya sarana dan prasarana yang akan dirancang sedemikian rupa sesuai kebutuhan untuk menunjang segala proses produksi Biodiesel ini menjadi lancar seperti yang diharapkan.

Untuk menjamin kelancaran suatu proses produksi suatu pabrik Biodiesel dari Minyak Biji Karet terdapat faktor-faktor penunjang yang berhubungan dengan penyediaan utilitas. Penyediaan utilitas tersebut meliputi:

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
2. Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)
3. Unit Pembangkit Listrik (*Power plant System*)
4. Unit Penyediaan Bahan Bakar
5. Unit Pengadaan Bahan Bakar

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

4.5.1.1 Unit Penyediaan Air

Air merupakan salah satu bahan baku maupun bahan penunjang yang sangat dibutuhkan oleh Pabrik Biodiesel dari Minyak Biji Karet, hal itu dikarenakan air memiliki peran yang sangat besar sebagai pendingin sebuah proses produksi bahkan sebagai penunjang kebutuhan konsumsi dan sebagainya.. Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya digunakan air sumur, air danau, air sungai maupun air laut. Dalam perancangan pabrik Biodiesel ini air yang digunakan bersumber dari air sungai. Dipilih menggunakan air sungai sebagai sumber air berdasarkan pertimbangan bahwa:

1. Air sungai merupakan sumber yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kekurangan air dapat dihindari

2. Pengolahan air relatif mudah dan sederhana serta biaya pengolahannya relatif murah.

Air sungai sebagai *raw water* ini nantinya akan dipergunakan di lingkungan pabrik sebagai:

1. Air Pendingin

Digunakannya air sebagai media pendingin karena beberapa faktor. Faktor tersebut antara lain:

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

2. *Steam*

Terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penggunaan air sebagai steam. Sehingga diperlukan penanganan yang sesuai dengan kriteria bahan baku mutu yang baik. Hal –hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air untuk steam adalah sebagai berikut:

- a. Zat yang menyebabkan kerak (*Scale Forming*)

Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silica. Akibat yang ditimbulkan kerak itu sendiri salah satunya adalah menimbulkan isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat dan ketika terbentuknya kerak sewaktu-waktu bisa menimbulkan kebocoran terhadap alat serta mengganggu proses produksi.

- b. Zat-zat yang menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi disebabkan air yang mengandung lartan asam, gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3O_2 masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar

- c. Zat yang menyebabkan *foaming*

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* atau penyabunan. Hal tersebut terjadi karena terdapat zat-zat organik yang tidak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terjadi terutama pada alkalitas tinggi.

3. Air Sanitasi

Air Sanitasi adalah air yang digunakan untuk keperluan kantor, rumah tangga dan kebutuhan lainnya. Air yang digunakan untuk sanitasi harus memenuhi syarat kualitas tertentu sehingga tidak membahayakan apabila digunakan.. syarat-syarat yang harus dipenuhi untuk digunakan sebagai air sanitasi adalah:

a. Syarat fisika, meliputi:

1. Suhu : dibawah suhu udara
2. Rasa : tidak berasa
3. Warna : jernih
4. Bau : tidak berbau

b. Syarat kimia, meliputi:

1. Tidak mengandung bakteri terutama pathogen yang dapat merubah sifat fisik air
2. Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air
3. Tidak beracun

4.5.1.2 Unit Pengolahan Air

Kebutuhan air pabrik diperoleh dari air sungai dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan dapat meliputi secara fisik dan kimia. Unit penyediaan dan pengolahan air meliputi:

a. Pengendapan

Air sungai setelah melalui filter dialirkan ke bak pengendap awal. Untuk mengendapkan lumpur dan kotoran air sungai yang tidak lolos dari penyaring awal (*screen*). Kemudian dialirkan ke bak pengendap yang dilengkapi dengan pengaduk.

b. Penggumpalan

Air setelah melalui bak pengendap awal kemudian dialirkan ke bak penggumpal untuk menggumpalkan koloid-koloid tersuspensi dalam cairan (larutan) yang tidak mengendap di bak pengendap dengan cara menambahkan senyawa kimia. Umumnya *flokulan* yang biasa digunakan adalah Tawas atau alum ($Al_2(SO_4)_3$) dan Na_2CO_3

c. *Clarifier*

Air setelah melewati bak penggumpal air dialirkan ke *Clarifier* untuk memisahkan dan mengendapkan gumpalan-gumpalan dari bakpenggumpal. Air baku yang telah dialirkan kedalam *clarifier* yangalirannya telah diatur ini akan diaduk dengan agitator. Air keluar *clarifier* dari bagian pinggir secara *overflow* sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di *blow down* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan.

d. Penyaringan

Air setelah keluar dari *clarifier* dialirkan ke bak saringan pasir, dengan tujuan untuk menyaring partikel-partikel halus yang masih lolos atau yang masih terdapat dalam air dan belum terendapkan. Dengan menggunakan *sand filter* yang terdiri dari antrasit, pasir, dan kerikil sebagai media penyaring

e. *Demineralisasi*

Untuk memenuhi umpan boiler atau steam dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas garam. Tujuan dari proses demineralisasi yaitu untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung dalam *filteredwaer* sehingga konduktifitasnya dibawah 0,3 ohm dan kandungan asilica lebih kecil dari 0,02 ppm. Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti Ca^{++} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- dan lain-lain menggunakan resin.

Demineralisasi ini diperlukan karena air umpan steam harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- Tidak menimbulkan kerak pada head exchanger jika steam digunakan sebagai pemanas, karena hal ini akan mengakibatkan turunnya efisiensi operasi *boiler* atau *heat exchanger* bahkan bisa mengakibatkan tidak beroperasi sama sekali.
- Bebas dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas O_2 dan CO_2

f. *Deaerasi*

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan boiler dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi pada *boiler* seperti oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2).

Air yang telah mengalami demineralisasi (*kation exchanger* dan *anion exchanger*) dipompakan menuju deaerator. Pada pengolahan air untuk (terutama) *boiler* tidak boleh mengandung gas terlarut dan padatan terlarut, terutama yang dapat korosi. Unit deaerator ini berfungsi menghilangkan gas O₂ dan CO₂ yang dapat korosi. Di dalam deaerator diinjeksikan bahan kimia berupa *hidrazin* (N₂H₂) yang berfungsi untuk mengikat oksigen berdasarkan reaksi :



sehingga dapat mencegah terjadinya korosi pada *tube boiler*. Air yang keluar dari deaerator dialirkan dengan pompa sebagai air umpan *boiler* (*boiler feed water*).

1. Kebutuhan air pendingin

Tabel 4.2 kebutuhan air pendingin

No.	Alat yang memerlukan	Kode	Jumlah Kebutuhan (Kg/jam)
1	<i>Cooler 1</i>	CL-01	7.989,594
2	<i>Cooler 2</i>	CL-03	17.022,049
3	<i>Cooler 3</i>	CL-04	1.402,839
4	<i>Cooler 4</i>	CL-05	29.004,635
5	<i>Cooler 5</i>	CL-06	4.840,520
6	<i>Condensor 1</i>	CD-01	48.855,020
7	<i>Neutralizer 2</i>	NET-02	82.593,633
8	Reaktor 2	RATB-02	5.841,118
Σ			197.549,401

2. Kebutuhan air pembangkit steam

Tabel 4.3 Kebutuhan air pembangkit steam

No.	Alat yang memerlukan	Kode	Jumlah Kebutuhan (Kg/jam)
1	Evaporator	EVA-01	1.710,010
2	Vaporizer	VAP-01	3.546,610
3	Heat Exchanger	HE-01	157,095
4	Reboiler	RB-01	2.007,268
Σ			7.420,983

3. Kebutuhan air proses

Tabel 4.4 Kebutuhan air proses

No.	Alat yang memerlukan	Kode	Jumlah Kebutuhan (Kg/jam)
1	Mixer 2	MIX-02	8.206,950
Σ			8.206,950

4. Air untuk keperluan perkantoran dan pabrik

Tabel 4.5 Air untuk keperluan perkantoran dan pabrik

No.	Alat yang memerlukan	Jumlah Kebutuhan (Kg/jam)
1	Konsumsi	3.676,80
2	Laboratorium	368
3	Bengkel	368
Σ		4.412,16

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air Total keseluruhan} &= 198.532,31 \text{ kg/j} + 7.420,98 \text{ kg/j} + 4.412,16 + 8.206,95 \text{ kg/j} \\ &= 218.572,41 \text{ kg/j} \end{aligned}$$

5. Air yang hilang

- Jumlah air yang hilang di *Cooling Tower*:

Umpan Air pendingin	= 198.532,313 Kg/j
Umpan Udara pendingin	= 132.354,875 Kg/j
Panas Penguapan air pada suhu 50 °C	= 560 Kcal / kg
kelembaban relatif	= 70 % dari fig. 499 Brown
kelembaban mutlak	= 0,0190 kg H ₂ O/ kg udara
suhu udara keluar dari <i>Cooling tower</i>	= 47,5 C pada keadaan
dengan kelembaban mutlak	= 0,0641 kg H ₂ O/ kg udara.

Neraca panas :

$$Q1 = 4.963.308,00 \text{ Kcal/j}$$

$$Q2 = 1.579.357,50 \text{ Kcal/j}$$

$$Q3 = 962.825.94 \text{ Kcal/j}$$

$$Q4 = 5.579.838,00 \text{ Kcal/j}$$

$$\begin{aligned} (Q1 + Q2) &= (Q3 + Q4) \\ (4.963.308,00 + 1.579.357,50) &= (962.825,94 + 5.579.838,00) \\ 6.542.665,50 &= 6.542.664,00 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah air menguap (Mv)} = 5.967,120 \text{ kg/j}$$

$$\text{Suhu udara} = 47,490 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{Kelembaban udara} = 0,0641 \text{ kg H}_2\text{O / kg udara kering}$$

- Air yang hilang pada saat *blow down Cooling Tower* :

$$\begin{aligned} \text{Air yang hilang} &= 0,125 \times 5.967,120 \text{ Kg/j (12,5 \%)} \\ &= 745,89 \text{ Kg/j} \end{aligned}$$

- Air yang hilang pada saat *blow down Boiler* :

$$\begin{aligned} \text{Air yang hilang} &= 0,1 \times 7.420,983 \text{ Kg/j (10\% Steam)} \\ &= 742,10 \text{ Kg/j} \end{aligned}$$

Air make up sebelum *blowdown Clarifier*

$$\begin{aligned} &= 5.967,12 + 742,10 + 745,89 + 4.412,16 + 8.206,95 \text{ kg/j} \\ &= 20.074,22 \text{ kg/j} \end{aligned}$$

- Air yang hilang pada saat *blow down Clarifier* :

$$\begin{aligned} \text{Air yang hilang} &= 0,025 \times 20.074,219 \text{ Kg/j (2,5 \%)} \\ &= 501,86 \text{ Kg/j} \end{aligned}$$

- Air yang hilang karena digunakan :

$$\begin{aligned} \text{Air yang hilang} &= \text{air rumah tangga} \\ &= 4.412,16 \text{ kg/j} \end{aligned}$$

Air yang tidak dapat direcycle (air make up):

$$\begin{aligned} &= (5.967,120 + 4.412 + 501.86 + 742.10 + 745.89 + 8.206,95) \text{ Kg/j} \\ &= 20.576,074 \text{ Kg/j} \\ &= 20,576 \text{ m}^3/\text{j} \end{aligned}$$

4.5.1.3 Unit Pembangkit *Steam*

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

Kapasitas : 7.420,983 kg/jam

Jenis : *Water Tube boiler*

Jumlah : 1 buah

Kebutuhan steam pada pabrik biodiesel digunakan untuk alat-alat penukar panas. Untuk memenuhi kebutuhan ini digunakan boiler dengan jenis *Water Tube boiler* dengan bahan bakar *fuel oil* dilengkapi dengan drum separator dengan 25 % kondensat direcycle.

Tipe *water tube boiler* memiliki karakteristik untuk menghasilkan kapasitas dan tekanan steam yang tinggi. Dengan melalui proses pengapian terjadi diluar pipa, kemudian panas yang dihasilkan memanaskan pipa yang berisi air dan sebelumnya air tersebut dikondisikan terlebih dahulu melalui *economizer*, kemudian steam yang dihasilkan terlebih dahulu dikumpulkan di dalam sebuah *steam-drum*. Sampai tekanan dan *temperature* sesuai, melalui tahap *secondary superheater* dan *primary superheater* baru steam dilepaskan ke pipa utama distribusi. Didalam pipa air, air yang mengalir harus dikondisikan terhadap mineral atau kandungan lainnya yang larut di dalam air tersebut.

Untuk menjalankan operasi boiler ini dibutuhkan bahan bakar, dengan panas yang harus diberikan sebesar 29.690.294 Btu/jam sehingga digunakan bahan bakar berjenis *fuel oil* dengan *heating value* 131.000 Btu/gal. untuk kebutuhan bahan bakar yang akan digunakan yaitu sebesar 814,95 kg/jam dan kebutuhan udara sebesar 14.180 kg/jam. Cara kerja pada bahan bakar *fuel oil* ini adalah pemanasan yang terjadi akibat pembakaran antara percampuran bahan bakar cair (*solar*, *IDO*, residu, kerosin) dengan oksigen dan sumber panas.

4.5.1.4 Unit Pembangkit Listrik

- Peralatan proses

Tabel 4.6 Kebutuhan listrik alat proses

No.	Nama Alat	Kode Alat	Power, Hp	Jumlah	Total Power, Hp
1	Pompa	P-01	5	2	5
2	Pompa	P-02	7,5	2	7,5
3	Pompa	P-03	10	2	10
4	Pompa	P-04	5	2	5
5	Pompa	P-05	0,5	2	0,5
6	Pompa	P-06	3	2	3
7	Pompa	P-07	3	2	3
8	Pompa	P-08	1	2	1
9	Pompa	P-09	1	2	1
10	Pompa	P-10	0,5	2	0,5
11	Pompa	P-11	0,5	2	0,5
12	Pompa	P-12	0,5	2	0,5
13	Pompa	P-13	2	2	2
14	Pompa	P-14	2	2	2
15	Pompa	P-15	0,5	2	0,5
16	Pompa	P-16	3	2	3
17	Pompa	P-17	5	2	5
18	Pompa	P-18	5	2	5
19	Pompa	P-19	2	2	2
20	Pompa	P-20	2	2	2
21	Pompa	P-21	5	2	5

Lanjutan dari Tabel 4.6 Kebutuhan listrik alat proses

22	Pompa	P-22	1	2	1
23	Pompa	P-23	1	2	1
24	Pompa	P-24	3	2	3
25	Pompa	P-25	0,5	2	0,5
26	Pompa	P-26	0,5	2	0,5
27	Pompa	P-27	7,5	2	7,5
28	<i>Neutralizer 1</i>	NT-01	5	1	5
29	<i>Neutralizer 2</i>	NT-02	3	1	3
30	Reaktor 1 A	R-01A	0,5	1	0,5
31	Reaktor 1 B	R-01B	0,5	1	0,5
32	Reaktor 2A	R-02A	0,5	1	0,5
33	Reaktor 2B	R-02B	0,5	1	0,5
34	<i>Mixer 1</i>	M-01	1,5	1	1,5
35	<i>Mixer2</i>	M-02	1	1	1
36	<i>Screw Conveyor 1</i>	SC-01	0,5	1	0,5
37	<i>Screw Conveyor 2</i>	SC-02	0,5	1	0,5
38	<i>Screw Extruder</i>	SE-01	5	1	5
39	<i>Roll Crusher</i>	RC-01	5	1	5
40	<i>Bucket Elevator</i>	BE-01	2	1	2
41	Tangki <i>Degummer</i>	TD-01	0,5	1	0,5
42	<i>Centrifuge Filter</i>	CF-01	15	1	15

- Peralatan Utilitas

Tabel 4.7 Kebutuhan Listrik untuk Utilitas

No.	Nama Alat	Kode Alat	Power, Hp	Jumlah	Total Power, Hp
1	Pompa	PU-01	5	2	5
2	Pompa	PU-02	7,5	2	7,5
3	Pompa	PU-03	2	2	2
4	Pompa	PU-04	2	2	2
5	Pompa	PU-05	30	2	30
6	Pompa	PU-06	30	2	30
7	Pompa	PU-07	0,5	2	0,5
8	Pompa	PU-08	0,5	2	0,5
9	Pompa	PU-09	7,5	2	7,5
10	<i>Fan Cooling Tower</i>	CT-01	5	1	5

Kebutuhan listrik utilitas dan keperluan lain = 100 Hp

Total kebutuhan listrik untuk keperluan proses

$$= 223 + 100 \text{ Hp}$$

$$= 323 \text{ Hp}$$

$$= 323 \text{ Hp} \times 0.7457 \text{ Kwatt/Hp}$$

$$= 240,86 \text{ Kwatt}$$

Dengan kebutuhan listrik sebesar ini dipenuhi dari PLN sebesar 250 Kwatt, apabila terjadi pemadaman digunakan generator cadangan berkekuatan 250 Hp dengan bahan bakar diesel oil. Digunakan 1 buah generator. Dianggap listrik padam 1 kali dalam satu bulan selama 3 jam, sehingga:

$$\text{Efisiensi motor diesel} = 80 \%$$

$$\text{Efisiensi bahan bakar} = 70 \%$$

$$\text{Tenaga yang disediakan diesel} = 250 \text{ Hp} / 0,8$$

$$= 312,5 \text{ Hp}$$

4.5.1.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Tenaga yang disediakan bahan bakar :

$$\begin{aligned} &= (312,50 \text{ Hp} / 0,7) \times (0,7457 \text{ Kwatt/ Hp}) \times (0,9478 \text{ Btu/dt} / \text{kVA}) \\ &= 315,524 \text{ Btu/dt} \end{aligned}$$

Spesifikasi Minyak Diesel Oil:

$$\text{Heating Value} = 144 \text{ Btu/gal}$$

$$^{\circ} \text{API} = 22 - 28 ^{\circ} \text{API}$$

$$\text{Densitas} = 0,9 \text{ kg} / \text{lt}$$

$$\mu = 1,2 \text{ cp}$$

$$\text{Kebutuhan minyak diesel} = 0,002192 \text{ gal/dt}$$

Kebutuhan minyak diesel selama 1 tahun untuk generator:

$$\begin{aligned} &= 0,002191 \text{ gal/dt} \times 3600 \text{ dt/jam} \times 3 \text{ jam} \times 12 \text{ bulan} \\ &= 283,97 \text{ gallon/tahun} \end{aligned}$$

4.5.2 Spesifikasi Alat-Alat Utilitas

4.5.2.1 Penyediaan Air

1. Bak Pengendap Awal (BU-01)

Tugas : Mengendapkan kotoran kasar dalam air. Pengendapan terjadi karena gravitasi dengan waktu tinggal = 24 jam

Jenis : Bak persegi panjang

Kapasitas : 529,591 m³

Dimensi :

Panjang : 20 m

Lebar : 10 m

Dalam : 3 m

Harga : Rp 76.000.000

2. Bak Penampung awal (BU - 02) :

Tugas : Menampung air yang berasal dari Bak Pengendap awal (BU-01) sekaligus mengendapkan kotoran lembut secara gravitasi

dengan waktu tinggal = 24 jam

Jenis : Bak persegi panjang

Kapasitas : 529,591 m³

Dimensi :

Panjang : 20 m

Lebar : 10 m

Dalam : 3 m

Harga : Rp 76.000.000

3. Tangki Flokulator (TF-01)

Tugas : Melarutkan dan membuat campuran yang akan diumpankan
kedalam Clarifier (CL - 01) dengan kecepatan total 80,6 kg/j

Jenis : Tangki silinder vertikal

Kapasitas : 10288,04 Kg

Dimensi :

Tinggi : 3,3 m

Diameter : 2,2 m

Harga : \$ 82.293

4. Clarifier (CL - 01)

Tugas : Menggumpalkan dan mengendapkan kotoran yang bersifat
koloid yang berasal dari Bak Penampung awal (BU-02)
dengan waktutinggal = 24 jam

Jenis : Tangki silinder vertikal

Kapasitas : 592,591 m³

Dimensi :

Tinggi : 3 m

Diameter : 11 m

Kedalaman : 5 m

Harga : \$443.767

5. Saringan Pasir (SPU – 01)

Tugas : Menyaring kotoran - kotoran yang telah menggumpal yang

ada dalam air

Jenis	: Bak empat persegi panjang
Kapasitas	: 4,115 m ³
Diameter	: 1,011 m
Tinggi	: 5,133 m
Pencucian	:
Kecepatan	: 10 gpm/ft ²
Luas Saringan	: 8,629 ft ²
Kecepatan massa air pencuci	: 86,289 gpm
Kebutuhan air pencuci	: 431,446 gall
Harga	: \$ 253.581

4.5.2.2 Pengolahan Air Sanitasi

1. Tangki Tawas (TU - 01)

Tugas	: Melarutkan dan membuat larutan Tawas 5 % yang akan diumpankan kedalam Clarifier (CL - 01) dengan kecepatan total 1,77 Kg/j
Jenis	: Tangki Silinder Vertikal
Kapasitas	: 0,005436 x 10 ⁶ gall/jam
Kebutuhan tawas	: 13992,82 Kg/tahun
Kadar chlorine dalam tawas	: 5%
Kebutuhan air	: 33,57 Kg/jam
Diameter	: 3,3 m
Tinggi	: 3,3 m
Harga	: \$38.037

2. Tangki Air Kapur (TU - 02)

Tugas	: Melarutkan dan membuat larutan Kapur 5 % yang akan diumpankan kedalam Clarifier (CL - 01) dengan kecepatan total 3,05 kg/j
Jenis	: Tangki Silinder Vertikal
Kebutuhan kapur	: 24118,4512Kg/tahun
Kadar <i>chlorine</i> dalam tawas	: 5%
Kebutuhan air	: 57,86 Kg/jam

Diameter	: 3,5 m
Tinggi	: 5,2 m
Harga	: \$50.716

3. Tangki *Poly elektrolit* (TU - 03)

Tugas	: Melarutkan dan membuat larutan <i>Poly elektrolit</i> 5 % sebagaiumpun Clarifier (CL - 01) dengan kecepatan total 0,010 kg/j
Jenis	: Tangki Silinder Vertikal
Kebutuhan polyelektroit	: 81,481Kg/tahun
Kadar <i>chlorine</i> dalam tawas	: 5%
Kebutuhan air	: 0,206 Kg/jam
Diameter	: 0,9 m
Tinggi	: 0,9 m
Harga	: \$ 6.973

4. Tangki Air Rumah Tangga dan Kantor (TU - 04)

Tugas	: Menampung air kebutuhan rumah tangga dan kantor dari bakair bersih (BU - 03) dengan waktu tinggal 24 jam
Jenis	: Tangki Silinder Vertikal
Diameter	: 5,4 m
Tinggi	: 5,4 m
Harga	: \$ 76.074

4.5.2.3 Pengolahan Air Pendingin

1. Bak Penampung Air bersih (BU - 03)

Tugas	: Menampung air bersih berasal dari Saringan pasir (SPU -01)dengan waktu tinggal = 12 jam
Jenis	: Bak persegi panjang
Kapasitas	: 296,296 m ³
Dimensi	:
Panjang	: 14 m

Lebar : 7 m
Dalam : 3 m
Harga : Rp 44.800.000

2. *Cooling Tower* (CT - 01)

Tugas : Mendinginkan kembali air pendingin yang telah dipergunakan untuk disirkulasi kembali
Jenis : *Deck tower*
Air yang menguap : 5967,120 kg/jam
Air yang disirkulasi : 874,207 gpm
Kapasitas : 2,429 gpm/ft²
Luas area : 359,967 ft²
Harga : \$95.093

4.5.2.4 Pengolahan Air Pemanas

1. Tangki Air Umpan *Boiler* (TU - 05)

Tugas : Menampung air Umpan Boiler sebagai air pembuat steam didalam Boiler dengan waktu tinggal 24 jam
Jenis : Tangki Silinder Vertikal
Volume : 177.748,109 liter
Dimensi :
Tinggi : 6,5 m
Diameter : 6,5 m
Harga : \$95.093

2. *Kation Exchanger* (KE - 01)

Tugas : Mengikat ion - ion positif yang ada dalam air lunak
Jenis : Silinder Tegak
Volume : 42,757 cuft
Dimensi :
Tinggi : 1,992 m
Diameter : 1,247 m
Harga : \$ 108.989

3. *Anion Exchanger* (AE - 01)

Tugas	: Mengikat ion - ion negatif yang ada dalam air lunak
Jenis	: Silinder Tegak
Volume	: 42,757 cuft
Dimensi	:
Tinggi	: 1,992 m
Diameter	: 1,247 m
Harga	: \$130.791

4. *Deaerator* (D - 01)

Tugas	: Melepaskan gas-gas yang terlarut dalam air seperti O ₂ , CO ₂ dan lain – lain
Jenis	: Silinder Tegak
Volume	: 376,832 ft ³
Dimensi	:
Tinggi	: 6,667 m
Diameter	: 1,428 m
Harga	: \$126.791

4.5.2.5 Pengolahan Boiler

1. *Boiler* (BLU - 01)

Tugas	: Membangkitkan steam jenuh tekanan 343 psia padasuhu 428 °Fsebanyak 7420,983 kg/j
Jenis	: <i>Water Tube Boiler</i>
Kebutuhan Bahan Bakar	: 814,95 kg/jam
kebutuhan udara	: 14180 kg/jam
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 443.767

2. *Tangki Bahan Bakar* (TU - 06)

Tugas	: Menyimpan bahan bakar untuk persediaan 1 minggu sebagai bahan bakar Boiler
Jenis	: Tangki Silinder Vertikal

Volume	: 172,942 cub.m
Dimensi	:
Tinggi	: 5 m
Diameter	: 6,6 m
Harga	: \$82.414

4.5.2.6 Pompa Utilitas

1. Pompa Utilitas (PU - 01)

Tugas	: Mengalirkan air dari sungai menuju Bak Pengendap awal (BU - 01) dengan kecepatan = 20.576,074 Kg/j
Jenis	: <i>Centrifugal pump single stage</i>
Tipe	: <i>Mixed flow impeller</i>
Bahan	: <i>Commercial steel</i>
Kapasitas pompa	: 90,594 gpm
Head pompa	: 79,57 ft
Tenaga pompa	: 2,8 Hp
Tenaga motor	: 5 Hp
Putaran standar	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 625,20 rpm
Jumlah	: 2
Harga	: \$ 7.595

2. Pompa Utilitas (PU - 02)

Tugas	: Mengalirkan air dari Bak Penampung awal (BU - 02) menuju Tangki Flokulasi (TF-01) dengan kecepatan = 20.576,074 Kg/j
Jenis	: <i>Centrifugal pump single stage</i>
Tipe	: <i>Mixed flow impeller</i>
Bahan	: <i>Commercial steel</i>
Kapasitas pompa	: 90,594 gpm
Head pompa	: 157,80 ft
Tenaga pompa	: 5,55 Hp
Tenaga motor	: 7,5 Hp
Putaran standar	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 374,12 rpm

Jumlah :2
Harga : \$ 7.595

3. Pompa Utilitas (PU - 03)

Tugas : Mengalirkan air dari Tangki Flokulator (TF-01) menuju Clarifier (CL - 01) dengan kecepatan = 20.576,074 Kg/j

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Tipe : *Mixed flow impeller*

Bahan : *Commercial steel*

Kapasitas pompa: 90,594 gpm

Head pompa : 40,59 ft

Tenaga pompa : 1,43 Hp

Tenaga motor : 2 Hp

Putaran standar : 2900 rpm

Putaran spesifik : 1716,33 rpm

Jumlah :2

Harga : \$ 7.595

4. Pompa Utilitas (PU - 04)

Tugas : Mengalirkan air dari Bak Penampung Air bersih (BU - 03) menuju Proses Demineralisasi dan kebutuhan Kantor dan Rumah Tangga dan air pendingin dengan kecepatan = 20.074,219 Kg/j

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Tipe : *Mixed flow impeller*

Bahan : *Commercial steel*

Kapasitas pompa: 88,384 gpm

Head pompa : 40,22 ft

Tenaga pompa : 1,38 Hp

Tenaga motor : 2 Hp

Putaran standar : 2900 rpm

Putaran spesifik : 1707,11 rpm

Jumlah :2

Harga : \$3.791

5. Pompa Utilitas (PU - 05)

Tugas : Mengalirkan air dari Bak *Cooling tower* (CT) menuju system pendinginan proses dengan kecepatan = 99.266,156 Kg/j

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Tipe : *Mixed flow impeller*

Baham : *Commercial steel*

Kapasitas pompa: 437,056 gpm

Head pompa : 48,61 ft

Tenaga pompa : 8,25 Hp

Tenaga motor : 15 Hp

Putaran standar : 1450 rpm

Putaran spesifik : 1646,66 rpm

Jumlah :2

Harga : \$ 17.117

6. Pompa Utilitas (PU - 06)

Tugas : Mengalirkan air dari alat proses menuju *Cooling Tower* (CT) dengan kecepatan = 99.266,156 Kg/j

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Tipe : *Mixed flow impeller*

Baham : *Commercial steel*

Kapasitas pompa: 437,056 gpm

Head pompa : 48,61 ft

Tenaga pompa : 8,25 Hp

Tenaga motor : 15 Hp

Putaran standar : 1450 rpm

Putaran spesifik : 1646,66 rpm

Jumlah :2

Harga : \$ 17.117

7. Pompa Utilitas (PU - 07)

Tugas : Mengalirkan air dari Kation Exchanger (KE - 01) menuju Anion Exchanger (AE - 01) dengan kecepatan = 8.949,049 Kg/j

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Tipe : *Mixed flow impeller*

Baham : *Commercial steel*

Kapasitas pompa: 39,401 gpm

Head pompa : 22,29 ft

Tenaga pompa : 0,34 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp

Putaran standar : 2900 rpm

Putaran spesifik : 1774,27 rpm

Jumlah :2

Harga : \$ 5.211

8. Pompa Utilitas (PU - 08)

Tugas : Mengalirkan air dari Anion Exchanger (KE - 01) menuju Deaerator (D - 01) dengan kecepatan = 8.949,049 Kg/j

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Tipe : *Mixed flow impeller*

Baham : *Commercial steel*

Kapasitas pompa: 39,401 gpm

Head pompa : 22,29 ft

Tenaga pompa : 0,34 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp

Putaran standar : 2900 rpm

Putaran spesifik : 1774,27 rpm

Jumlah :2

Harga : \$ 5.211

9. Pompa Utilitas (PU - 09)

Tugas : Mengalirkan air dari Deaerator (D - 01) menuju Boiler (BLU - 06) dengan kecepatan = 7.420,983 Kg/j

Jenis	: <i>Centrifugal pump single stage</i>
Tipe	: <i>Mixed flow impeller</i>
Bahan	: <i>Commercial steel</i>
Kapasitas pompa	: 32,674 gpm
Head pompa	: 332,66 ft
Tenaga pompa	: 4,22 Hp
Tenaga motor	: 7,5 Hp
Putaran standar	: 2900 rpm
Putaran spesifik	: 212,81 rpm
Jumlah	: 2
Harga	: \$ 5.072

4.6 Laboratorium

4.6.1 Kegunaan Laboratorium

Laboratorium kimia merupakan sebuah sarana yang perlu diperhitungkan dikarenakan memiliki peran penting dalam pengembangan sebuah proses produksi baik itu mengenai bahan baku, bahan penunjang serta produksi yang bertujuan untuk menjaga mutu ataupun kualitas dari produk yang akan dihasilkan nantinya. Dari hal tersebut diketahui bahwa Laboratorium memiliki tugas sebagai:

1. Memeriksa dan memperbaiki bahan baku serta bahan pembantu yang akan digunakan.
2. Menganalisa dan meneliti kandungan mutu produk yang sudah dihasilkan untuk dipasarkan.
3. Memeriksa zat-zat yang terkandung pada buangan pabrik

Dalam prosesnya para pekerja di Laboratorium akan melaksanakan pekerjaan selama 24 jam sehari yang dimana diberlakukan dua jenis pekerjaan, yaitu kelompok kerja shift dan non shift.

1. Kelompok shift

Didalam kelompok shift ini memiliki tugas untuk memantau dan menganalisa secara rutin terhadap proses produksi yang berlangsung.

Didalam kelompok ini menggunakan sistem shift bergilir yang dilakukan selama 24 jam. Shift yang dilakukan yaitu sebanyak 4 shift selama 24 jam.

2. Kelompok non shift

Pada kelompok non shift dilaboratorium memiliki tugas untk:

- a. Menyiapkan reagen untk analisa laboratorium unit.
- b. Melakukan penelitian
- c. Melakukan penganalisaan bahan buangan.

4.6.2 Program Kerja Laboratorium

Untuk program kerja di Laboratorium pada pabrik Biodiesel dari minyak biji karet dengan mengoptimalkan peran sebagai aktivitas laboran untuk pengujian mutu diberlakukan beberapa tahap, tahap tersebut antara lain;

1. Bahan baku minyak biji karet, yang dianalisa adalah kemurnian, densitas, kadar pengotor, warna, *viscositas*, kadar gum, kelarutan dalam methanol, *spesifik gravity* serta indeks bias. Untuk mengalisa bahan baku ini dilakukan setelah biji karet atau kernel melewati proses pengepresan yang dimana hasilnya sudah menjadi minyak
2. Bahan baku CH_3OH , H_2SO_4 , H_3PO_4 , NaOH yang dianalisa adalah kemurnian, kadar air, densitas, *viscositas*, kelarutan serta *spesifik gravity*
3. Penguian hasil Biodiesel yang dihasilkan sesuai dengan standar ASTM

Dalam proses analisa sangat perlu diperhatikan bagaimana sample akan diambil hal tersbut dilihat dari sisi keamanan agar terhindar dari bahaya bahaya yang tidak diinginkan. Untuk pengambilan sample tersebut terdapat 3 cara sesuai dengan kondisi sample yang akan diambil, antara lain:

a. Gas

Didalam pengambilan sampel dengan sifat gas harus memperhatikan dari segi keamanan, seperti alat pelindung diri yang sesuai dengan berdasarkan ciri ciri sampel yang akan diambil, serta arah angin ketika ingin melakukan proses pengambilan sample. Ketika ingin mengambil sampel arah angin harus membelakangi laboran yang bekerja.

b. Cair

Didalam pengambilan sampel dengan sifat cair harus menggunakan pipet misalnya atau alat lainnyadan diharuskan cairan tidak tertelan atau masuk kedalam mulut.

c. Padatan

Didalam pengambilan sampel dengan sifat padat harus dilakukan secara acak dan disimpan didalam botol atau tempat yang tertutup.

4.7 Organisasi Perusahaan

Pada perancangan pabrik Biodiesel dari minyak biji karet dengan Methanol ini direncanakan dalam bentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan badan usaha dan besarnya modal perseroan tercantum dalam anggaran dasar. Kekayaan perusahaan terpisah dari kekayaan pribadi pemilik perusahaan sehingga memiliki harta kekayaan sendiri. Setiap orang dapat memiliki lebih dari satu saham yang menjadi bukti pemilikan perusahaan. Pemilik saham mempunyai tanggung jawab yang terbatas, yaitu sebanyak saham yang dimiliki. Apabila utang perusahaan melebihi kekayaan perusahaan, maka kelebihan utang tersebut tidak menjadi tanggung jawab para pemegang saham. Apabila perusahaan mendapat keuntungan maka keuntungan tersebut dibagikan sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan. Pemilik saham akan memperoleh bagian keuntungan yang disebut dividen yang besarnya tergantung pada besar-kecilnya keuntungan yang diperoleh perseroan terbatas.

4.7.1 Struktur Organisasi

Berdirinya sebuah perusahaan tentu saja memiliki struktur atau organisasi perusahaan yang baik dan sesuai dengan mekanisme manajemen yang berlaku agar memiliki sebuah pembagian tugas maupun wewenang yang baik didalam menjalankan sebuah perusahaan. Dari hal tersebut maka dibutuhkan struktur organisasi yang baik didalam perusahaan. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dengan perusahaan lainnya bermacam macam atau tidak sama karena harus berdasarkan dengan bentuk maupun kebutuhan dari masing masing perusahaan itu sendiri.jenjang kepemimpinan dari erusahaan Biodiesel ini adalah sebagai berikut:

- a. Direktur Utama
- b. Direktur

- c. Kepala Bagian
- d. Kepala Seksi
- e. Karyawan dan Operator

4.7.2 Tugas dan Wewenang

Seperti yang kita ketahui di dalam suatu Perseroan Terbatas terdapat organ-organ di dalamnya yang memegang wewenang dan tanggung jawab serta tugasnya masing-masing. Organ-organ tersebut terdiri dari Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS), Direksi dan Dewan Komisaris. Pasal 1 angka 4, angka 5 dan angka 6 Undang-undang Nomor 40 Tahun 2007 tentang Perseroan Terbatas (UUPT) mengatur definisi yang dimaksud dengan ketiga organ tersebut. RUPS memegang segala wewenang yang tidak diserahkan kepada Direksi dan Dewan Komisaris. Sedangkan Direksi adalah organ Perseroan yang bertanggung jawab penuh atas pengurusan Perseroan untuk kepentingan dan tujuan Perseroan, serta mewakili Perseroan, baik di dalam maupun di luar pengadilan, sesuai dengan ketentuan anggaran dasar. Kemudian, yang dimaksud dengan Dewan Komisaris adalah organ Perseroan yang bertugas melakukan pengawasan secara umum dan/atau khusus sesuai dengan anggaran dasar serta memberi nasehat kepada Direksi. Berikut tugas dan wewenang didalam struktur organisasi perseroan terbatas yang akan didirikan.

4.7.2.1 Pemegang Saham

Pemegang saham melalui rapat umum pemegang saham (selanjutnya disingkat RUPS) adalah alat perlengkapan perseroan yang memiliki kekuasaan tinggi didalam perusahaan itu sendiri. Pemegang saham bertugas untuk:

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
2. Mengangkat dan memberhentikan Direktur
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta untung rugi tahunan

4.7.2.2 Dewan Direksi

Direktur adalah seseorang yang ditunjuk untuk memimpin Perseroan terbatas (PT). Direktur dapat seseorang yang memiliki perusahaan tersebut

atau orang profesional yang ditunjuk oleh pemilik usaha untuk menjalankan dan memimpin perseroan terbatas. Penyebutan direktur dapat bermacam-macam, yaitu dewan manajer, dewan gubernur, atau dewan eksekutif.

Di Indonesia pengaturan terhadap direktur terdapat dalam UU No. 40 Tahun 2007 Tentang Perseroan Terbatas dijabarkan fungsi, wewenang, dan tanggung jawab direksi.

Seorang direktur atau dewan direksi dalam jumlah direktur dalam suatu perusahaan (minimal satu), yang dapat dicalonkan sebagai direktur, dan cara pemilihan direktur ditetapkan dalam anggaran dasar perusahaan. Pada umumnya direktur memiliki tugas antara lain:

1. memimpin perusahaan dengan menerbitkan kebijakan-kebijakan perusahaan
2. memilih, menetapkan, mengawasi tugas dari karyawan dan kepala bagian (manajer)
3. menyetujui anggaran tahunan perusahaan
4. menyampaikan laporan kepada pemegang saham atas kinerja perusahaan

Tanggung jawab dari Direktur

Direktur bertanggung jawab atas kerugian PT yang disebabkan direktur tidak menjalankan kepengurusan PT sesuai dengan maksud dan tujuan PT anggaran dasar, kebijakan yang tepat dalam menjalankan PT serta UU No. 40 Tahun 2007 Tentang Perseroan Terbatas. Atas kerugian PT, direktur akan dimintakan pertanggungjawabannya baik secara perdata maupun pidana.

Apabila kerugian PT disebabkan kerugian bisnis dan direktur telah menjalankan kepengurusan PT sesuai dengan maksud dan tujuan PT anggaran dasar, kebijakan yang tepat dalam menjalankan PT serta UU No. 40 Tahun 2007 Tentang Perseroan Terbatas, maka direktur tidak dapat dipersalahkan atas kerugian PT.

4.7.2.3 Staff Ahli

Tugas dan wewenang staff ahli antara lain:

1. Memberikan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan

2. Mengadakan evaluasi teknik dan ekonomi perusahaan
3. Memberikan saran dalam bidang hukum

4.7.2.4 Kepala Bagian

Didalam kepala bagian terdapat berbagai tugas berdasarkan bagiannya masing-masing, tugas dan wewenangnya dibagi enam sub bagian antara lain yaitu:

1. Kepala Bagian Produksi

Kepala Bagian Produksi memiliki tanggung jawab terhadap kegiatan produksi berlangsung secara lancar dan efisien dalam memenuhi target produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

Adapun tugas Kepala Bagian Produksi adalah sebagai berikut :

- a. Mengawasi semua kegiatan proses produksi yang berlangsung di lantai pabrik seperti pemotongan, pengeleman, perakitan, dan proses lainnya.
- b. Mengkoordinir dan mengarahkan setiap bawahannya serta menentukan pembagian tugas bagi setiap bawahannya.
- c. Mengawasi dan mengevaluasi seluruh kegiatan produksi agar dapat mengetahui kekurangan dan penyimpangan/kesalahan sehingga dapat dilakukan perbaikan untuk kegiatan berikutnya

2. Kepala Bagian Teknik

Adapun tugas Kepala Bagian Teknik adalah sebagai berikut :

- a. Bertanggung jawab atas tersedianya mesin, peralatan dan kebutuhan listrik demi kelancaran produksi
- b. Mendelegasikan dan mengkoordinir tugas - tugas di bagian perawatan mesin dan listrik

3. Kepala Bagian Pemasaran

Kepala Bagian Pemasaran bertanggung jawab atas segala yang berhubungan dengan pemasaran produk dalam perusahaan sampai ke konsumen.

Adapun tugas Kepala Bagian Pemasaran adalah sebagai berikut :

- a. Bertugas untuk melakukan analisis pasar, meneliti persaingan dan kemungkinan perubahan permintaan serta mengatur distribusi produksi.

- b. Menentukan kebijaksanaan dan strategi pemasaran perusahaan yang mencakup jenis produk yang akan dipasarkan, harga pendistribusian dan promosi.

Mengidentifikasi kebutuhan konsumen dan tingkat persaingan sehingga dapat ditentukan rencana volume (jumlah) penjualan.

4.7.2.5 Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para kepala Bagian masing-masing. Tugas dan wewenang dari kepala seksi tercantum sebagai berikut:

1. Kepala Seksi Pembelian Bahan Baku

Kepala Bagian Pembelian Bahan Baku bertanggung jawab atas persediaan bahan baku di gudang. Adapun tugas Kepala Bagian Pembelian Bahan Baku adalah menyediakan bahan baku yang diminta oleh bagian perencanaan sesuai dengan kebutuhan order.

2. Kepala Seksi Proses

Bertanggung Jawab Memimpin langsung serta memantau proses produksi

3. Kepala Seksi Utilitas

Bertanggung jawab terhadap penyiapan air , steam, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.

4. Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

Bertanggung jawab atas kegiatan perawatan dan penggantian alat-alat serta fasilitas pendukungnya.

5. Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi

Bertanggung jawab terhadap penyediaan Listrik serta kelancaran alat-alat instrumentasi.

6. Kepala Seksi Keuangan

Bertanggung jawab terhadap pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.

7. Kepala Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu

Bertanggung jawab menyelenggarakan pengendalian mutu untuk bahan baku, bahan pembantu, produk dan limbah

8. Kepala Seksi Humas

Bertanggung jawab menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan , pemerintah dan masyarakat.

9. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Bertanggung jawab mengurus masalah kesehatan karyawan dan keluarga, saerta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

4.8 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

Sistem kepegawaian pada pabrik Biodiesel dari m inyak biji karet ini terdapat dua bagian yaitu jadwal kerja kantor (jadwal non-shift) dan jadwal kerja pabrik (jadwal shift). Sedangkan gaji karyawan berdasarkan pada jabatan, tingkat pendidikan, pengalaman kerja, dan resiko kerja.

4.8.1 Pembagian Jam Kerja Karyawan

4.8.1.1 Jadwal Non shift

Karyawan non shift merupakan karyawan yang tidak berhubungan langsung dengan proses produksi, seperti bagian administrasi, bagian gudang, dan lain-lain. Dalam satu minggu jam kantor adalah 40 jam. Dengan perincian jam kerja non sift sebagai berikut:

- Senin- Jumat : 08.00 - 16.30 WITA
- Istirahat : 12.00 - 13.00 WITA
- Coffe Break I : 09.45 - 10.00 WITA
- Coffe Break II : 14.45 - 15.00 WITA
- Sabtu : 08.00 - 13.30 WITA
- Istirahat Sabtu : 12.00 - 12.30 WITA

4.8.1.2 Jadwal Shift

Karyawan shift merupakan karyawan yang berhubungsn langsung dengan proses produksi, seperti bagian produksi, mekanik, laboratorium, genset, elektrik, dan instrumentasi. Jadwal kerja karyawan shift ini dibagi menjadi 3 bagian yaitu:

- Shift I : 24.00 – 08.00 WITA
- Shift II : 08.00 – 16.00 WITA

- Shift III : 16.00 – 24.00 WITA

Setelah dua hari Masuk shift II, dua hari shift III, dan dua hari shift I, maka karyawan shift ini mendapat libur selama dua hari. Setiap masuk kerja shift, karyawan diberikan waktu istirahat selama 1 jam secara bergantian. Diluar jam kerja kantor maupun pabrik tersebut, apabila karyawan masih dibutuhkan untuk bekerja diluar jam kerja yang telah ditentukan maka kelebihan jam kerja tersebut diperhitungkan sebagai kerja lembur (overtime) dengan perhitungan gaji yang berbeda. Serta untuk hari besar (hari libur nasional , karyawan kantor diliburkan. Sedangkan karyawan pabrik tetap masuk kerja sesuai jadwal yang sudah ada dengan perhitungan lembur.

4.8.2 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

4.8.2.1 Penggolongan Jabatan

Tabel 4.8 Penggolongan Jabatan

No	Jabatan	Pendidikan
1	Direktur Utama	Sarjana Teknik Kimia
2	Kepala Bagian Produksi	Sarjana Teknik Kimia
3	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Mesin/Teknik Elektro
4	Kepala Bagian Pemasaran	Sarjana Ekonomi
5	Kepala Seksi	Sarjana Muda Teknik Kimia
6	Kepala Seksi Keuangan	Sarjana Ekonomi
7	Operator	STM/SMU sederajat
8	Sekretaris	Akademi Sekretaris
9	Staff	Sarjana Muda/DIII
10	Medis	Dokter
11	Paramedis	Perawat
12	Lain-lain	SD/SMP/Sederajat

4.8.2.2 Perincian Jumlah Karyawan dan Gaji

Tabel 4.9 Jumlah karyawan dan gaji masing-masing bagian

No	Jabatan	Jumlah	Gaji Per orang	Gaji per Bulan
1	Direktur	1	Rp50.000.000	Rp 50.000.000
2	Kepala Bagian	3	Rp 35.000.000	Rp 105.000.000
3	Kepala Seksi	9	Rp 20.000.000	Rp180.000.000
4	Staff	50	Rp 10.000.000	Rp 500.000.000
5	Operator lapangan	274	Rp 9.000.000	Rp 2.466.000.000
6	Security	40	Rp 5.000.000	Rp 200.000.000
7	Perawat	4	Rp 7.000.000	Rp 28.000.000
8	Dokter	2	Rp15.000.000	Rp 30.000.000
9	Driver	13	Rp 5.000.000	Rp 65.000.000
	Jumlah	396		Rp 3.624.000.000

4.8.2.3 Sistem Gaji Karyawan

Sistem gaji perusahaan dibagi menjadi 3 golongan yaitu:

1. Gaji Bulanan

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

2. Gaji Harian

Gaji harian diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

3. Gaji Lembur

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

4.8.3 Kesejahteraan Sosial Karyawan

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

a. Tunjangan

- Tunjangan berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan

- Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan
 - Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jamkerja berdasarkan jumlah jam kerja
- b. Cuti
- Cuti tahunan diberikan kepada karyawan selama 12 hari jam kerja dalam 1 tahun
 - Cuti sakit diberikan kepada setiap karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter
- c. Pakaian Kerja
- Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya
- d. Pengobatan
- Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan kecelakaan kerja ditanggung perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku
 - Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak diakibatkan kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan
- e. Asuransi
- Bagi karyawan yang bekerja di perusahaan ini didaftarkan sebagai salah satu peserta asuransi seperti BPJS

4.8.4 Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari bidang manajemen yang mempunyai peran dalam mengkoordinasi kan berbagai kegiatan untuk mencapai tujuan. Untuk mengatur kegiatan ini, perlu dibuat keputusan-keputusan yang berhubungan dengan usaha-usaha untuk mencapai tujuan agar barang dan jasa yang dihasilkan sesuai dengan apa yang direncanakan. Dengan demikian, manajemen produksi menyangkut pengambilan keputusan yang berhubungan dengan proses produksi untuk mencapai tujuan organisasi atau perusahaan.

Aspek-aspek manajemen produksi meliputi ;

- **Perencanaan produksi**
Bertujuan agar dilakukannya persiapan yang sistematis bagi produksi yang akan dijalankan. Keputusan yang harus dihadapi dalam perencanaan produksi:
 1. Jenis barang yang diproduksi
 2. Kualitas barang
 3. Jumlah barang
 4. Bahan baku
 5. Pengendalian produksi
- **Pengendalian produksi**
Bertujuan agar mencapai hasil yang maksimal demi biaya seoptimal mungkin. Adapun kegiatan yang dilakukan antara lain :
 1. Menyusun perencanaan
 2. Membuat penjadwalan kerja
 3. Menentukan kepada siapa barang akan dipasarkan.
- **Pengawasan produksi**
Bertujuan agar pelaksanaan kegiatan dapat berjalan sesuai dengan rencana. Kegiatannya meliputi :
 1. Menetapkan kualitas
 2. Menetapkan standar barang
 3. Pelaksanaan produksi yang tepat waktu

4.9 Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi berfungsi untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak dan layak atau tidak layak jika didirikan.

Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi:

1. Modal (*Capital Investment*)
 - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
2. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)
 - a. Biaya produksi langsung (*Direct manufacturing Cost*)
 - b. Biaya produksi tak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
 - c. Biaya tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)

3. Pengeluaran Umum (*General Cost*)
4. Analisa Kelayakan Ekonomi
 - a. *Percent Return on invesment (ROI)*
 - b. *Pay out time (POT)*
 - c. *Break event point (BEP)*
 - d. *Shut down point (SDP)*
 - e. *Discounted cash flow (DCF)*

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial didirikan atau tidak maka dilakukan analisis kelayakan.

Beberapa analisis untuk menyatakan kelayakan:

- a. *Percent Return on Investment (ROI)*

Percent Return on Investment merupakan perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasi.

- b. *Pay Out Time (POT)*

Pay Out Time adalah jumlah tahun yang telah berselang sebelum didapatkan sesuatu penerimaan melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya capital investment dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.

- c. *Break Even Point (BEP)*

Break Even Point adalah titik impas dimana tidak mempunyai suatu keuntungan.

- e. *Discounted Cash Flow*

Analisis kelayakan ekonomi dengan menggunakan “*Discounted Cash Flow*” merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun didasarkan pada jumlah investasi yang tidak kembali pada setiap tahun selama umur ekonomi. Rate of return based on discounted cash flow adalah laju bunga maksimal di mana suatu pabrik atau proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik

4.9.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan

yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun lalu berdasarkan indeks harga. Persamaan pendekatan yang digunakan untuk memperkirakan harga peralatan pada saat sekarang adalah:

$$Ex = Ey \cdot \frac{Nx}{Ny} \quad (\text{Aries \& Newton P. 16,1955})$$

Dalam hubungan ini:

Ex : Harga pembelian pada tahun 2019

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi

Nx : Indeks harga pada tahun 2019

Ny : Indeks harga pada tahun referensi

Untuk menentukan nilai indeks CEP berdasarkan dari harga yang sudah ada seperti yang dikemukakan oleh Aries & Newton serta data data yang diperoleh dari www.chemengonline.com/pci sehingga dinyatakan dalam bentuk tabel:

Tabel 4.10 Harga CEP index

Tahun	CEP
1954	86,1
1987	324
1993	359,2
2000	394,1
2006	456,2
2016	525,1
2019	545,8

Berdasarkan nilai CEP yang sudah diperoleh maka harga alat yang akan digunakan nantinya pada tahun 2019 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.11 Harga alat pada tahun 2019

No.	Nama Alat	Jumlah	Harga Satuan th 1954	Harga Satuan th 2019	Harga
1	Reaktor-01	2	\$ 5.500	\$ 34.867	\$ 69.735
2	Reaktor-02	2	\$9.000	\$ 57.056	\$ 114.112
3	Netralizer-01	1	\$ 19.000	\$ 120.451	\$ 120.451
4	Netralizer-02	1	\$ 29.000	\$ 183.846	\$ 183.846
5	MD-01	1	\$ 1.200	\$7.607	\$ 7.607
6	Decanter	1	\$ 3.300	\$ 20.920	\$ 20.920
7	Evaporator	1	\$ 5.000	\$ 31.698	\$ 31.698
8	Mixer-01	1	\$ 6.500	\$ 41.207	\$ 41.207
9	Mixer-02	1	\$ 6.000	\$ 38.037	\$ 38.037
10	Vaporizer	1	\$ 4.310	\$ 27.323	\$ 27.323
11	Screw Extruder	1	\$ 6.877	\$ 43.597	\$ 43.597
12	Tangki Degummer	1	\$ 6.500	\$ 41.207	\$ 41.207
13	Centrifuge Filter	1	\$13.754	\$ 87.194	\$ 87.194
14	Heater-01	1	\$700	\$ 4.438	\$ 4.438
15	Cooler-01	1	\$1.000	\$ 6.340	\$ 6.340
16	Cooler-02	1	\$4.000	\$ 25.358	\$ 25.358
17	Cooler-03	1	\$700	\$ 4.438	\$ 4.438
18	Cooler-04	1	\$ 9.000	\$57.056	\$ 57.056
19	Cooler-05	1	\$ 1.000	\$ 6.340	\$ 6.340
20	ACC-01	1	\$2.100	\$13.313	\$ 13.313
21	Condenser-01	1	\$ 9.500	\$ 60.226	\$ 60.226
22	Reboiler-01	1	\$5.000	\$31.698	\$ 31.698

Lanjutan dari Tabel 4.11 Harga alat pada tahun 2019

23	Tangki-01	1	\$ 60.000	\$380.372	\$ 380.372
24	Tangki-02	1	\$ 90.000	\$570.558	\$ 570.558
25	Tangki-03	1	\$150.000	\$ 950.930	\$ 950.930
26	Tangki-04	1	\$100.000	\$633.953	\$ 633.953
27	Tangki-05	1	\$55.000	\$348.674	\$ 348.674
28	Tangki-06	1	\$ 250.000	\$ 1.584.883	\$ 1.584.883
34	Pompa-06	2	\$ 410	\$ 2.599	\$ 5.198
35	Pompa-07	2	\$ 415	\$ 2.631	\$ 5.262
36	Pompa-08	2	\$ 398	\$ 2.523	\$5.046
37	Pompa-09	2	\$ 398	\$ 2.523	\$ 5.046
38	Pompa-10	2	\$ 285	\$ 1.807	\$ 3.614
39	Pompa-11	2	\$ 250	\$ 1.585	\$ 3.170
40	Pompa-12	2	\$ 299	\$ 1.896	\$ 3.791
41	Pompa-13	2	\$ 415	\$ 2.631	\$ 5.262
42	Pompa-14	2	\$ 415	\$ 2.631	\$ 5.262
43	Pompa-15	2	\$ 270	\$ 1.712	\$ 3.423
44	Pompa-16	2	\$ 430	\$ 2.726	\$ 5.452
45	Pompa-17	2	\$ 450	\$ 2.853	\$ 5.706
46	Pompa-18	2	\$ 452	\$ 2.865	\$ 5.731
47	Pompa-19	2	\$ 410	\$ 2.599	\$ 5.198
48	Pompa-20	2	\$ 530	\$ 3.360	\$ 6.720
49	Pompa-21	2	\$ 470	\$ 2.980	\$ 5.959
50	Pompa-22	2	\$ 400	\$ 2.536	\$ 5.072

Lanjutan dari Tabel 4.11 Harga alat pada tahun 2019

51	Pompa-23	2	\$ 399	\$ 2.529	\$ 5.059
52	Pompa-24	2	\$ 417	\$ 2.644	\$ 5.287
53	Pompa-25	2	\$ 280	\$ 1.775	\$ 3.550
54	Pompa-26	2	\$ 265	\$ 1.680	\$ 3.360
55	Pompa-27	2	\$ 1.200	\$ 7.607	\$ 15.215
56	Screw Conveyor (SC-01)	1	\$ 280	\$ 1.775	\$ 1.775
57	Screw Conveyor (SC-02)	1	\$ 265	\$ 1.680	\$ 1.680
58	Roll Crusher	1	\$ 265	\$ 1.680	\$ 1.680
59	Bucket Elevator	1	\$ 1.200	\$ 7.607	\$ 7.607
Total					\$5.688.431

2.2.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi	= 50.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	= 330 hari
Pabrik didirikan	= 2020
Kurs mata uang	= 1 US\$ = Rp 13.671

2.2.3 Perhitungan Biaya

2.2.3.1 Capital Investment

Modal atau capital investment adalah sejumlah uang yang harus disediakan untuk mendirikan dan menjalankan suatu pabrik. Ada 2 macam capital investment, yaitu:

- a. Fixed Capital Investment, yaitu uang yang dikeluarkan untuk mendirikan pabrik yang terdiri dari: manufacturing dan non manufacturing
- b. Working Capital adalah uang yang dikeluarkan untuk menjalankan kegiatan operasi pabrik agar menghasilkan suatu produk

Modal biasanya didapatkan dari uang sendiri dan bisa juga berasal dari pinjaman dari bank. Perbandingan jumlah uang sendiri atau equity dengan jumlah pinjaman dari bank tergantung dari perbandingan antara pinjaman dan

uangsendiri adalah 30:70 atau 40:60 atau kebijaksanaan lain tentang ratio modaltersebut. Karena penanaman modal dengan harapan mendapatkan keuntungan darimodal yang ditanamkan maka cirri-ciri investasi yang baik antara lain:

- a. Investasi cepat kembali
- b. Menghasilkan keuntungan yang besar (maksimum)
- c. Aman baik secara hukum teknologi dan lain sebagainya

4.9.3.2 Manufacturing Cost

Manufacturing cost adalah biaya yang diperlukan untuk pembuatan produk dari bahan dasar yang merupakan jumlah dari *direct*, *indirect* dan *fixed manufacturing cost*.

a. *Direct cost*

Yaitu pengeluaran yang bersangkutan khusus dalam pembuatan produk antara lain *raw material*, *labor* (buruh), *supervisi*, *maintenance*, *plant supplies*, *royalties and patent*, *utilitas*.

b. *Indirect cost*

Yaitu pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik. Yang termasuk dalam *indirect cost* adalah *payroll overhead*, *laboratory*, *plant overhead*, *packaging*, *shipping*.

c. *Fixed manufacturing cost*

Yaitu harga yang berkaitan dengan *fixed capital cost* dan pengeluaran yang bersangkutan dimana harganya tetap, tidak tergantung dari waktu dan tingkat produksi. Yang termasuk *fixed manufacturing cost* yaitu *depreciation* (penyusutan), *property taxes* (pajak) dan *insurance*.

4.9.3.3 General Expense

General expense meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*. *General expense* terdiri dari :

- a. Administrasi

Yang termasuk dalam biaya administrasi adalah management salaries, legal fees and auditing, biaya peralatan kantor. Besarnya biaya administrasi diperkirakan 2-3% hasil penjualan atau 3-6% dari *manufacturing cost*.

b. *Sales*

Pengeluaran yang dilakukan berkaitan dengan penjualan produk, misalnya biaya distribusi dan iklan. Besarnya biaya sales diperkirakan 3 - 12% harga jual atau 5 - 22% dari *manufacturing cost*. Untuk produk standar kebutuhan *sales expense* kecil dan untuk produk baru yang perlu diperkenalkan *sales expense* besar.

c. *Riset* (penelitian)

Penelitian diperlukan untuk menjaga mutu dan inovasi ke depan. Untuk industri kimia dana *riset* sebesar 2,8% dari hasil penjualan.

4.9.4 Analisa Kelayakan

Untuk mendapatkan keuntungan yang diperoleh cukup besar atau tidak sehingga dapat dikategorikan apabila pabrik tersebut potensial didirikan atau tidak, maka dilakukan analisa atau evaluasi kelayakan.

Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan yaitu :

4.9.4.1 *Return of investment (ROI)*

Return on investment adalah rasio uang yang diperoleh atau hilang pada suatu investasi, relatif terhadap jumlah uang yang diinvestasikan. Jumlah uang yang diperoleh atau hilang tersebut dapat disebut bunga atau laba/rugi. Investasi uang dapat dirujuk sebagai aset, modal, pokok, basis biaya investasi. ROI biasanya dinyatakan dalam bentuk persentase dan bukan dalam nilai desimal.

ROI tidak memberikan indikasi berapa lamanya suatu investasi. Namun, ROI sering dinyatakan dalam satuan tahunan atau disetahunkan dan sering juga dinyatakan untuk suatu tahun kalendar atau fiskal.

ROI digunakan untuk membandingkan laba atas investasi antara investasi-investasi yang sulit dibandingkan dengan menggunakan nilai moneter.

$$ROI = \frac{Profit}{FCI} \times 100 \%$$

FCI= Fixed Capital Investment

4.9.4.2 Pay Out Time (POT)

Pay Out Time adalah jumlah tahun yang telah berselang sebelum didapatkan sesuatu penerimaan melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya capital investment dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.

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

4.9.4.3 Discounted Cash Flow of Return (DCFR)

Discounted Cash Flow atau biasa disingkat *DCF* adalah salah satu metode untuk menghitung prospek pertumbuhan suatu instrumen investasi dalam beberapa waktu ke depan. Konsep *DCF* ini didasarkan pada pemikiran bahwa jika anda menginvestasikan sejumlah dana, maka dana tersebut akan tumbuh sebesar sekian persen atau mungkin sekian kali lipat setelah beberapa waktu tertentu. Disebut '*discounted cash flow*' atau ' arus kas yang terdiskon', karena cara menghitungnya adalah dengan meng-estimasi arus dana dimasa mendatang untuk kemudian di-cut dan menghasilkan nilai dana tersebut pada masa kini.

Biasanya, seorang investor ingin mengetahui bahwa jika dia menginvestasikan sejumlah dana pada satu instrumen investasi tertentu, maka setelah kurun waktu tertentu (misalnya setahun), dana tersebut akan tumbuh menjadi berapa. Untuk menghitungnya, maka digunakanlah *DCF*.

Persamaan untk 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

n : Umur Pabrik = 10 tahun

i : Nilai DCFR

4.9.4.4 Break Even Point (BEP)

Break Even Point adalah kondisi dimana perusahaan tidak mengalami untung dan tidak mengalami kerugian. Jadi dapat dikatakan bahwa perusahaan yang mencapai titik break event point ialah perusahaan yang telah memiliki kesetaraan antara modal yang dikeluarkan untuk proses produksi dengan pendapatan produk yang dihasilkan.

Semakin banyak barang yang diproduksi, semakin rendah nilai harga jual, dan semakin lama proses mencapai BEP, namun semakin mudah untuk mengikat konsumen. Begitu pula sebaliknya, semakin sedikit barang yang diproduksi, semakin tinggi nilai jual barang, dan semakin cepat untuk mencapai BEP.

Tujuan utama dari suatu perusahaan salah satunya adalah mendapatkan keuntungan atau laba, untuk memperoleh keuntungan/laba secara maksimal bisa dilakukan dengan beberapa langkah berikut

- Menekan sebisa mungkin biaya produksi atau biaya operasional sekecil kecilnya, serendah rendahnya tetapi tingkat harga, kualitas maupun kuantitasnya tetap dipertahankan sebisanya.
- Penentuan harga jual sedekikan rupa menyesuaikan tingkat keuntungan yang diinginkan/dikehendaki
- Volume kegiatan ditingkatkan dengan semaksimal mungkin

Untuk menentukan nilai BEP dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut

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

Dimana,

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

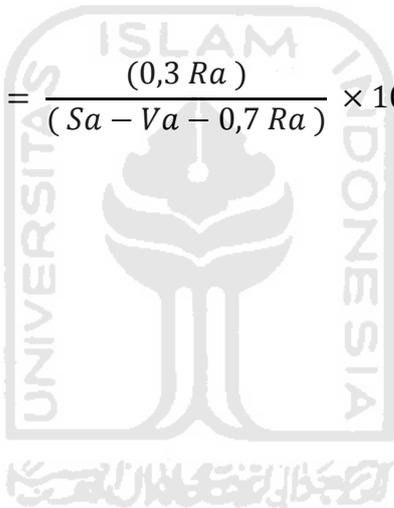
Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

4.9.4.5 Shut Down Point (SDP)

Analisis Shut Down Point merupakan titik pada tingkat penjualan berapa usaha perusahaan secara ekonomis tidak pantas untuk dilanjutkan. Manajemen memerlukan informasi pada pendapatan penjualan berapausaha perusahaan secara ekonomis tidak pantas untuk dilanjutkan jika pendapatan penjualannya tidak mencukupi untuk menutupi biaya tetap tunai. Untuk menjawab pertanyaan ini, manajemen memerlukan informasi titik penutupan usaha (Shut Down Point). (Mulyadi,2001 : 229)

“Biaya tetap tunai adalah biaya-biaya yang memerlukan pembayaran segera dengan uang kas, seperti sewa gedung, gaji pegawai tetap dan sebagainya”. (Mulyadi,2001 : 256)

Untuk menghitung nilai SDP dapat diperoleh menggunakan persamaan berikut,

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


4.9.5 Hasil Perhitungan

4.9.5.1 Penentuan *Physical Plant Cost*

Tabel 4.12 *Physcalplant cost*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga(Rp)
1	Harga alat sampai ditempat	7.110.539,19	
2	Instalasi	716.742,35	1.729.283.132
3	Pemipaan	2.892.567,34	1.999.483.621
4	Instrumentasi	1.382.288,82	324.240.587
5	Insulasi	184.874,02	270.200.489
6	Listrik	691.144,41	162.120.294
7	Bangunan		3.466.752.000
8	Tanah		32.000.000.000
9	Utilitas	5.839.107,28	1.639.233.586
<i>Physical Plant Cost</i>		18.817.263,42	41.591.313.709

Tabel 4.13 *Direct Plant Cost*

No.	Komponen	Harga(\$)	Harga(Rp)
1	<i>Physical plant cost</i>	18.817.263,42	41.591.313.708,66
2	<i>Engineering & Construction (25%)</i>	4.704.315,85	10.397.828.427,17
<i>Direct Plant Cost (DPC)</i>		23.521.579,27	51.989.142.135,83

Tabel 4.14 *Fixed Capital Investment*

No.	Komponen	Harga(\$)	Harga(Rp)
1	<i>Direct Plant Cost</i>	23.521.579,27	51.989.142.135,83
2	<i>Contractor fee (5 %)</i>		18.711.738.908,91
3	<i>Contingency (15 %)</i>	3.528.236,89	7.798.371.320,37
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>		27.049.816,16	78.499.252.365,11

Tabel 4.15 *Direct Manufacturing Cost*

No	Komponen	Harga (Rp)
1	Raw Material	121.806.027.976,81
2	Gaji Karyawan	43.488.000.000
3	Supervisi (10% karyawan)	4.348.800.000
4	<i>Maintenance (2% FCI)</i>	8.981.634.676
5	Plant Supplies (15 % Maint.)	1.347.245.201
6	Royal. dan Patt. (1 % Sales)	5.000.000.000
7	Utilitas	9.208.234.061,10
Total		194.179.941.915,63

Tabel 4.16 *Indirect Manufacturing Cost*

No	Komponen	Harga (Rp)
1	<i>Payroll Overhead (15 % Kary.)</i>	6.523.200.000
2	Laboratorium (10 % Kary.)	4.348.800.000
3	<i>Packeging dan Shipping (.5 % Sales)</i>	2.500.000.000
4	<i>Plant Overhead (50 % Kary.)</i>	21.744.000.000
Total		35.116.000.000

Tabel 4.17 *Fixed Manufacturing Cost*

No	Komponen	Harga (Rp)
1	Depresiasi (10% FCI)	44.908.173.381
2	<i>Property tax (2% FCI)</i>	8.981.634.676
3	Asuransi (2% FCI)	8.981.634.676
Total		62.871.442.734

Tabel 4.18 *Total Manufacturing Cost*

No	Komponen	Harga (Rp)
1	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	194.179.941.915,63
2	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	35.116.000.000
3	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	62.871.442.734
Total		292.167.384.650

Tabel 4.19 Working Capital

No	Komponen	Harga (Rp)
1	<i>Raw material inventory</i>	24.347.282.054
2	<i>In proses inventory</i>	36.520.923.081
3	<i>Product inventory</i>	24.347.282.054
4	<i>Available cash</i>	24.347.282.054
5	<i>Extended credit</i>	48.694.564.108
Total		158.257.333.352

Tabel 4.20 General Expense

No	Komponen	Harga (Rp)
1	<i>Administrasi (3% Manu. Cost)</i>	8.765.021.539,49
2	<i>Sales (5 % Manu. Cost)</i>	14.608.369.232,48
3	<i>Finance (5 % WC+FCI)</i>	30.366.953.358,28
4	<i>Riset (2% sales)</i>	10.000.000.000,00
Total		63.740.344.130,25

Tabel 4.21 Total Biaya Produksi

No	Komponen	Harga (Rp)
1	<i>Manufacturing cost</i>	292.167.384.649,56
2	<i>General expense</i>	63.740.344.130,25
Total		355.907.728.779,81

Tabel 4.22 Total *Capital Investment*

No	Komponen	Harga (Rp)
1	<i>Fixed Capital Investment</i>	449.081.733.813,80
2	<i>Working Capital</i>	158.257.333.351,85
Total		607.339.067.165,64

Harga jual produk:

$$\begin{aligned} \text{Harga dasar} &= \frac{\text{Total biaya produksi}}{\text{Volume produksi}} \\ &= \frac{\text{Rp } 355.907.728.779,81/\text{tahun}}{50.000.000 \text{ kg}/\text{tahun}} = \text{Rp } 7.118,15/\text{kg} \end{aligned}$$

Total sales:

- a. Biodiesel = Rp 10.000 / kg
- Produksi tiap tahun = 50.000.000 kg
- Annual sales = Rp 500.000.000.000
- Total annual sales = Rp 500.000.000.000

4.9.5.2 Analisa Keuntungan

Keuntungan = Total penjualan produksi – Total biaya produksi

a. Keuntungan Sebelum Pajak

- Total sales = Rp 500.000.000.000
- Total biaya produksi = Rp 355.907.728.779,81
- Keuntungan = Rp 144.092.271.220,19

b. Keuntungan Sesudah Pajak

- Pajak = 20 %
- Keuntungan = Rp 115.273.816.976,15

4.9.5.3 Analisa Kelayakan Ekonomi

1. Return On Investment

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

ROI Sebelum pajak = 32,1 %

ROI Sesudah pajak = 25,7 %

2. Pay Out Time

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

POT sebelum pajak = 2,3761 tahun

POT sesudah pajak = 2,8036 tahun

3. Break Even Point

Fixed Manufacturing Cost (Fa) = Rp 62.884.241.225

Variable Cost (Va) = Rp 138.514.262.038

Regulated Cost (Ra) = Rp 154.530.293.167

Penjualan Produk (Sa) = Rp 500.000.000.000

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

BEP = 43,12 %

4. Shut Down Point

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

SDP = 18,30 %

5. Discounted cash flow rate

Umur pabrik = 10 tahun

Salvage value (SV) = Rp 44.917.315.160

Working Capital = Rp 158.265.404.781,32

Fixed Capital = Rp 449.173.151.608,64

Cash flow (CF) = Annual Profit + Finance + Depresiasi

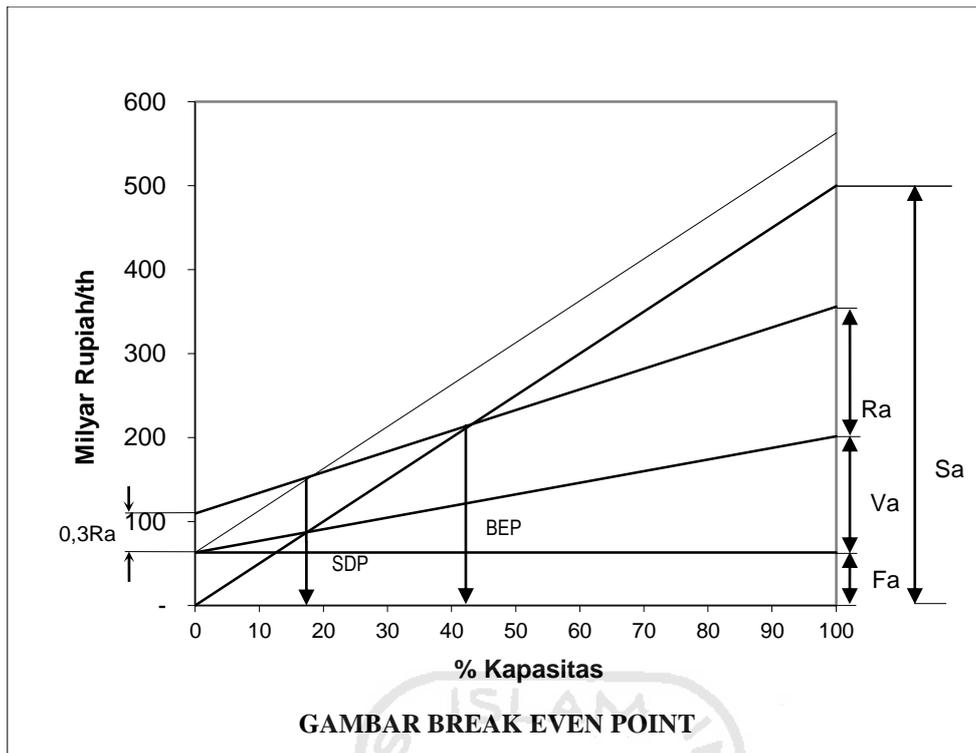
= Rp 190.546.205.836,66

Discounted cash flow dihitung secara trial & error

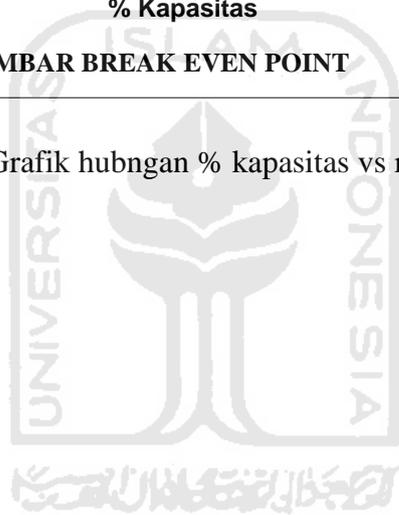
$$(FC + WC)(1 + i)^N = C \sum_{n=0}^{n=N-1} (1 + i)^N + WC + SV$$

$$R = S$$

Dengan cara trial & error diperoleh nilai $i = 23,02\%$



Gambar 4.5 Grafik hubungan % kapasitas vs rupiah



BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Pabrik biodiesel dari minyak biji karet dan methanol ini termasuk golongan pabrik beresiko rendah (low risk), karena selain bahan baku dan produknya tidak beracun dan tidak berbahaya serta dijalankan pada variabel suhu dan tekanan operasi rendah (kondisi atmosfer).

Berdasarkan hasil perhitungan analisis ekonomi dan beberapa persyaratan kelayakan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Percent return investment (ROI) sebelum pajak 32,1 % dan setelah pajak 25,7 % dinilai cukup baik, karena memenuhi batas minimum ROI > 11 % untuk pabrik low risk.
2. *Pay Out Time*(POT) sebelum pajak 2,3761 tahun dan setelah pajak 2,8036 tahun dinilai cukup baik, karena memenuhi batas maksimum POT < 5 tahun
3. *Break Even Point* (BEP) sebesar 43,12 % memenuhi syarat peminjaman modal pada bank untuk pendirian pabrik karena syarat BEP adalah 40%-60%
4. *Discounted cash flow rate* (DCFR) sebesar 23,02 %. Suku bunga perbankan sebesar 8-10% sehingga investor lebih memilih untuk menanamkan modal daripada menyimpannya di bank.
5. *Shut Down Point* (SDP) sebesar 18,30 %

Berdasarkan evaluasi ekonomi yang telah dilakukan, maka pabrik biodiesel dari minyak biji karet dan *methanol* dengan kapasitas 50.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R. D., “*Chemical Engineering Cost Estimation*”, Mc. Graw Hill Book Co.Inc., New York, 1955.
- Biro Pusat Statistik, “Statistik Karet Indonesia”, Indonesia foreign, Trade Statistic Rubber, Yogyakarta, 2009-2014.
- Brown, G.G., “*Unit Operation*”, Modern Asia Edition, John Willey and Sons. Inc., New York, 1978.
- Brownell, L.E., and Young, E.H., “*Process Equipment Design*”, 2nd Ed., John Willey and Sons. Inc., New York, 1959.
- Considine, Douglas M., 1985, “*Instruments and Controls Handbook*”, Edisi-3, Mc. Graw-Hill, Inc., USA.
- Crities, R and George T., 1998, “*Small and Decentralized Wastemanagement Systems*”, Mc. Graw-Hill, Inc., Singapore.
- Coulson, J. M., and Richardson, J. F., “*Chemical Engineering Design*”, 6nd Ed., vol 6, Pergamon Pess, Oxford, 1983.
- Degrensont, 1991., “*Water Treatment Handbook*”, 5th Edition, New York: John Willey & Sons.
- Dwi Ardiana S., et. al., “Pembuatan Biodiesel dari Asam Lemak Jenuh Minyak Biji Karet” Seminar Rekayasa dan Kimia Proses, ISSN 1411-4216, 2010.
- Foust, A.S., 1980, “*Principles of Unit Operation*”, John Willey and Sons, London.
- Fogler, Scott H., “*Elements of Chemical Reaction Engineering*”, 3rd ed, Prentice Hall International, 1978.
- John Van Garpen and Gerhard Knothe, 2005. “*The Biodiesel Handbook*”, USA: AOCS Press.
- Junaid Ahmad et. al., “*Study of Fuel Properties of Rubber Seed Oil Based Biodiesel*”, Energy Conversion and Management, Elsevier Ltd., 2013.

- Kern, D.Q., "*Process Heat Transfer*", International Student Edition, Mc. Graw Hill Book Co. Inc., New York, 19983.
- Ketta, K.E., and Ortmer, D.F., "*Encyclopedia of Chemical Technology*", John Willey and Sons. Inc., New York.
- Levenspiel, O., "*Chemical Reaction Engineering*", 3rd ed, John Willey and Sons, New York, 1999.
- Lorch, Walter. 1981., "*Handbook of Water Purification*", Britain: McGraw-Hill Book Company, Inc.
- Metcalf & Eddy, 1991, "*Wastewater Engineering, Treatment & Reuse*", Edisi-4 McGraw-Hill Book Company, New Delhi.
- McCabe, Warren L., Julian C. Smith and Peter Harriot, 1999, "Operasi Teknik Kimia", Jilid 1, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Mittlebach, M, Remschmidt, Claudia., 2004., "*Biodiesel the Comprehensive Handbook*", Viena: Boersedruck Ges. M.bH.
- Nalco, 1998., "*The Nalco Water Handbook*", 2nd Edition, Mc. Graw-Hill Book Company, New York.
- Perry, J.H., and Chilton, C.G., "*Chemical Engineering Handbook*", 6th Ed., Mc. Graw-Hill Book Co. Inc., New York, 1984.
- Peters, M.S., and Timmerhause, K.D., "*Plant Design and Economic for Chemical Engineer's*", 3rd ed., Mc. Graw-Hill Book Co. Inc, New York, 1968.
- Powell, S., "*Water Condition for Industry*", Mc. Graw-Hill Book Co. Inc., New York, 1954.
- Rase, H.F., "*Chemical Reactor Design for Process Plant vol. I and II, Principles and Techniques*", Willey and Sons, Inc., New York, 1977.
- Rase, H.F., and Barrow M.H., "*Project Engineering of Plants*", Willey and Sons, Inc., New York, 1957.
- Reid, Robert C., John M. Prausnitz and Bruce E. Poling, 1987., "*The Propeties of Fases and Liquids*", 4th Edition, R.R. Domeley & Sons Company, New York.

Samuel E. Onoji et. al., “*Rubber Seed Oil: A Potential Renewable Source of Biodiesel for Sustainable Development in Sub-Saharan Africa*”, Energy Conversion and Management, Elsevier Ltd., 2015.

Simnott, R.K., “*An Introduction to Chemical Engineering Design vol. VI*”, Pergamon Press., New York, 1989.

Smith, J.M., and Van Ness, H.C., “*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamic*”, 3rd edition, Mc. Graw-Hill Book, Kogokusha Ltd, Tokyo, 1975.

Soerawidjaja, T.H., “Membangun Industri Biodiesel di Indonesia”, Makalah disampaikan pada seminar Forum Biodiesel Indonesia, Bandung, 16 Desember 2005.

Treyball, E., “*Mass Transfer Operation*”, International Student Edition, Koagakusha Company, Tokyo.

Wallas, S.M., “*Chemical Process Equipment*”, Mc. Graw-Hill Book, Koagakusha Company, Tokyo, 1959.



LAMPIRAN A

REAKSI ESTERIFIKASI

Fungsi : Tempat bereaksinya *Free Fatic Acid (FFA)* dan methanol dengankatalis Larutan H_2SO_4

Jenis : Reaktor Tangki Alir Berpengaduk (RATB)

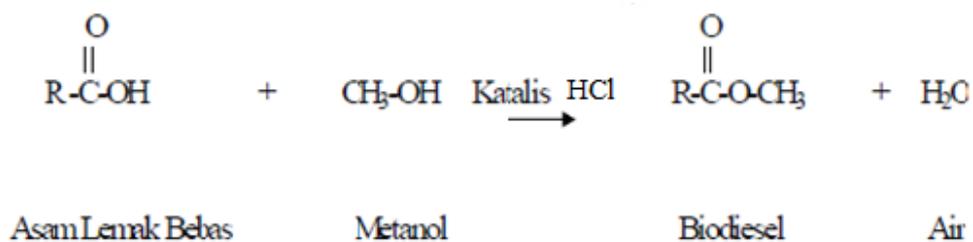
Kondisi Operasi : adiabatis

$$T = 75,62 \text{ oC}$$

$$P = 1,5 \text{ atm}$$

A. Menghitung Kecepatan Volumetris Umpan

Persamaan reaksi :



Diketahui :

Komponen	C, kmol/jam	m, kg/jam	ρ (kg/L)	Fv (L/Jam)
Trigliserida	5,7445	5112,6436	0,9250	5527,1823
FFA	4,0482	1149,7025	0,9020	1274,6148
CH ₃ OH	40,4825	1295,4395	0,7920	1635,6559
H ₂ SO ₄	0,3277	32,1146	1,8330	17,5202
H ₂ O	7,5346	135,6235	0,9980	135,8953
Impurities	0,5352	32,1146	2,6500	12,1187
TOTAL	58,6729	7757,6383	8,1000	8602,9872

1. Menghitung Konsentrasi Umpan

Reaktan pembatas pada reaksi esterifikasi ini adalah R-COOH (FFA), maka R-COOH adalah senyawa A dan CH₃OH adalah senyawa B.

$$CAo = \frac{\text{mol A}}{\Sigma Fv} = 0,0005 \text{ kmol/L}$$

2. Menghitung Harga Konstanta Kecepatan Reaksi

Asumsi :

- Reaksi Orde I,
- Reaksi *irreversible*,
- Pengadukan sempurna sehingga konsentrasi keluar reaktor samadengan konsentrasi didalam reaktor,

$$R_{in} - R_{out} - R_{reaksi} = R_{acc}$$

$$X_1 = X_2 = X_3$$

$$-r_{A1} = -r_{A2} = -r_{A3}$$

dimana : n = jumlah reaktor

$$F_{A0i} = \frac{F_{AO}}{n}$$

$$V = F_{AO} \left(\frac{X}{(-r_A)} \right)$$

Volume untuk reaktor paralel dengan rumus :

$$V = F_{AO} \left(\frac{X}{(-r_a)} \right)$$



Dengan cara Trial konversi masing-masing reaktor untuk mendapatkan volume reaktor seri diperoleh dengan menggunakan excel :

- Untuk 1 buah reaktor

$$V = 3061,9967 \text{ gallons}$$

$$\tau = 1,3547 \text{ jam}$$

$$x_A = 0,99$$

- Untuk 2 buah reaktor

$$V = 276,9898 \text{ gallons}$$

$$\tau = 1,3547 \text{ jam}$$

$$x_A = 0,99$$

- Untuk 3 buah reaktor

$$V = 111,6475 \text{ gallons}$$

$$\tau = 1,3547 \text{ jam}$$

$$x_A = 0,99$$

- Untuk 4 buah reaktor

$$V = 66,1264 \text{ gallons}$$

$$\tau = 1,3547 \text{ jam}$$

$$x_A = 0,99$$

- Untuk 5 buah reaktor

$$V = 46,1563 \text{ gallons}$$

$$\tau = 1,3547 \text{ jam}$$

$$x_A = 0,99$$

- Untuk 6 buah reaktor

$$V = 35,1997 \text{ gallons}$$

$$\tau = 1,3547 \text{ jam}$$

$$x_A = 0,99$$



2. Menghitung Harga Reaktor

Kondisi Operasi : $T = 75,62 \text{ oC}$

$P = 1,5 \text{ atm}$

Bahan konstruksi reaktor dipilih "*Stainless Steel SA-176 Grade C*", maka basis harga reaktor pada volume 3000 gallon = \$70.000 (*Timmerhaus, Fig. 16-35, P.731*).

$$E_b = E_a x \left(\frac{C_b}{C_a} \right)^{0.6}$$

Dimana : E_a : Harga reaktor basis

E_b : Harga reaktor perancangan

C_a : Kapasitas reaktor basis

C_b : Kapasitas reaktor perancangan

- Untuk 1 buah reaktor

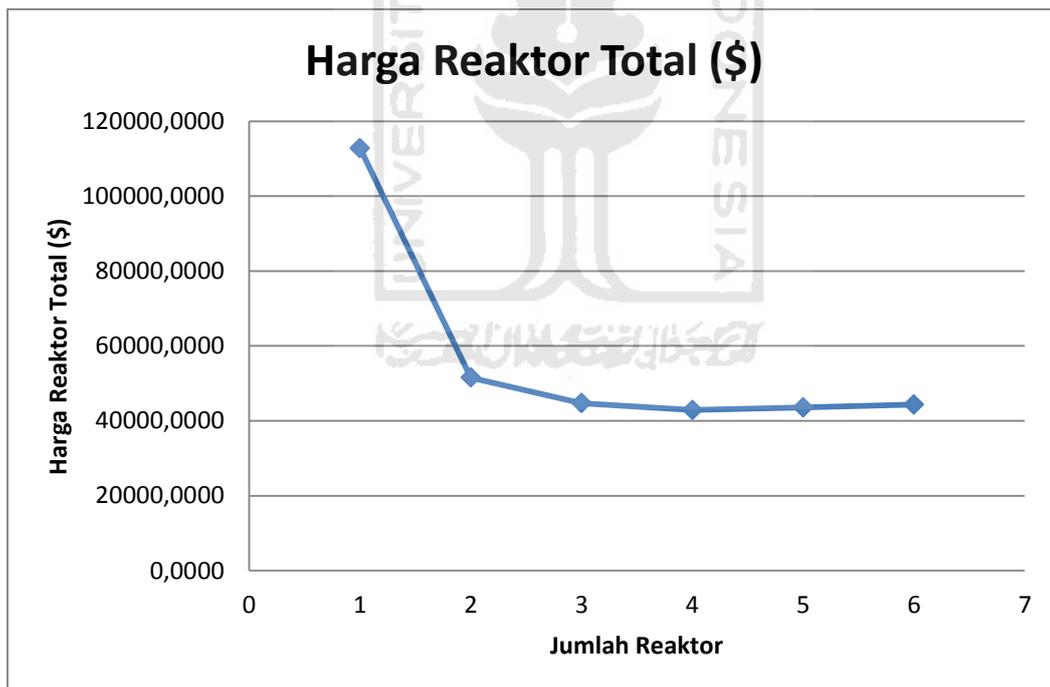
$$E_b = \$70.000x \left(\frac{3061,9967 \text{ gallons}}{3.000 \text{ gallons}} \right)^{0.6}$$

$$E_b = \$70864,4006$$

Jumlah Reaktor	Volume (Liter)	Volume (Gallon)	Cost/Unit (\$)	Cost (\$)
1	11590,9182	3061,9967	112770,2	112770,2188
2	1048,5205	276,9898	25771,26	51542,5178
3	422,6319	111,6475	14898,59	44695,7737
4	250,3156	66,1264	10721,18	42884,7189
5	174,7208	46,1563	8715,633	43578,1660
6	133,2455	35,1997	7387,084	43578,1660

3. Penentuan Jumlah Reaktor yang Optimum

Jumlah Reaktor	Volume (Liter)	Volume (Gallon)	Cost/Unit (\$)	Cost (\$)
1	11590,9182	3061,9967	112770,2	112770,2188
2	1048,5205	276,9898	25771,26	51542,5178
3	422,6319	111,6475	14898,59	44695,7737
4	250,3156	66,1264	10721,18	42884,7189
5	174,7208	46,1563	8715,633	43578,1660
6	133,2455	35,1997	7387,084	43578,1660



Pertimbangan volume : $V_1 > V_2 > V_3 > V_4 > V_5 > V_6$

Pertimbangan harga reaktor : $R_1 > R_2 > R_3 > R_4 < R_5 < V_6$

Maka jumlah reaktor yang optimum sebanyak **2 buah** untuk mendapatkan harga perancangan reaktor yang minimum.

C. PERANCANGAN REAKTOR

Volume cairan dalam reaktor

$$\begin{aligned}V \text{ cairan} &= 205,4811 \text{ gallons} \\&= 934,1364 \text{ liter} \\&= 0,9341 \text{ m}^3 \\&= 32,9888 \text{ ft}^3\end{aligned}$$

Volume reaktor, *overdesign* 20%

$$\begin{aligned}V \text{ reaktor} &= 276,7704 \text{ gallons} \\&= 1258,2246 \text{ liter} \\&= 1,2582 \text{ m}^3 \\&= 44,4338 \text{ ft}^3\end{aligned}$$

1. Menentukan Diameter dan Tinggi Tangki Reaktor

Dipilih RATB berbentuk silinder tegak dengan perbandingan H : D = 1,5 : 1 (*Brownell & Young, table 3.3, P.43*)

$$V_{reaktor} = V_{shell} + 2V_{head}$$

$$V_{shell} = \frac{\pi}{4} x D^2 x H$$

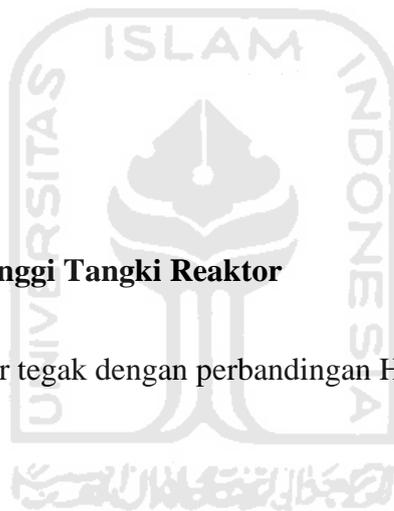
$$V_{head} = 0,0847 D^3$$

(Brownell & Young, Page 88)

$$V_{reaktor} = \left(\frac{\pi}{4} x D^2 x H \right) + (2 x 0.0847 x D^3)$$

$$V_{reaktor} = \left(\frac{\pi}{4} x \left(\frac{3}{2} x D^3 \right) \right) + (0,1694 x D^3)$$

$$V_{reaktor} = 44,4338 \text{ ft}^3$$



Maka,

$$D = 3,1371\text{ft}$$

$$= 0,9562\text{m} \quad = 37,6457\text{in}$$

$$H = 4,7057\text{ft}$$

$$= 1,4343\text{ m} \quad = 56,4686\text{in}$$

2. Menentukan Tebal Dinding (*Shell*) Reaktor

Digunakan persamaan:

$$t_s = \frac{P \cdot r_i}{f \cdot E \cdot (0.6)P} + C$$

Dimana :

t_s = tebal dinding *shell*, in

P = tekanan design ($P_{\text{operasi}} \times 1,2$) = 26,4600psi

r_i = jari-jari reaktor = 18,8229in

E = efisiensi sambungan las = 0,8500

f = tekanan maksimal yang diizinkan = 12650 psi

C = korosi yang diizinkan = 0,1250 in

Maka, $t_s = 0,1511$ in

Digunakan tebal shell standart = 3/16 in (Brownell&Young, table 5.7)

= 0,1875 in

3. Menentukan Tebal Head

Tebal *head* dihitung dengan persamaan berikut :

$$t = \frac{0,885 \cdot P \cdot d}{f \cdot E - 0,1P} + C \quad (\text{Eq.13-12 , P.25Brownell\&Young})$$

Dimana : d = diameter reaktor

Maka : t head = 0,1481 in

t head standar = 3/16 in

= 0,1875 in

Volume Reaktor

$$V_R = V_{SHELL} + 2 * V_{HEAD}$$

$$V_R = \left[\frac{\pi * D^2}{4} * \left(\frac{3}{2} * D \right) \right] + 2 * \left[\frac{\pi * D^2}{4} * \left(\frac{D}{6} \right) \right]$$

Volume Cairan dalam Head = 0,1144 m³

$$TinggiCairanDalamTangki = H_1 + H_h$$

$$H_1 = \left[\frac{VolumeCairan - V_{bottom}}{VolumeTangki - 2 * V_{bottom}} \right] * H_s$$

Sehingga didapat, volume cairan di dalam Tangki = 0,9341 m³

Tinggi cairan di dalam Tangki = 1,3015 m

4. Perancang Pengaduk Reaktor

Komponen	$\mu(C_p)$	Reaktor		
		jumlah, kg/jam	Fraksi massa, x_i	$x \cdot \ln \mu$

Trigliserida	6,64	5112,6436	0,6590	1,2476
FFA	6,64	1149,7025	0,1482	0,2806
CH ₃ OH	0,7131	1295,4395	0,1670	-0,0565
H ₂ SO ₄	26,7	32,1146	0,0041	0,0135
H ₂ O	0,47	135,6235	0,0175	-0,0132
Impurities	0	32,1146	0,0041	0
TOTAL	41,1631	7757,6383	1,0000	1,4719

Tugas pengaduk : untuk mencampur.

Tipe Pengaduk : *marine propeller*, 3 buah *blade* dengan 4 buah *baffle* (Fig. 8.4, P-341, HF. Rase)

Diketahui :



$$D_t = 0,9562m$$

$$D_t/D_i = 3$$

$$D_i = D_t/3 = 0,3187 m$$

$$Z_i/D_i = 1 \rightarrow Z_i = 1 \times 0,3187 m = 0,3187 m$$

$$W/D_i = 0,1 \rightarrow W = 0,1 \times 0,3187 m = 0,03187 m$$

$$L/D_i = 0,25 \rightarrow L = 0,25 \times 0,3187 m = 0,0797 m$$

Ringkasan Ukuran Reaktor

- Diameter dalam reaktor (Dt) = 0,9562 m
- Tinggi reaktor (ZR) = 1,4343 m
- Jarak pengaduk dari dasar (Zi) = 0,3187m
- Diameter pengaduk (Di) = 0,3187 m
- Lebar pengaduk (L) = 0,0797 m
- Lebar *buffle* (W) = 0,0319 m
- Tinggi cairan dalam silinder (ZL) = 1,3015 m

5. Menghitung Kecepatan Pengaduk Dalam Reaktor

$$\frac{WELH}{2d_I} = \left[\frac{H D_i N}{600} \right]^2 \quad (\text{Eq. 8-8, P-345, HF. Rase})$$

Dimana :

WELH : *Water Equipment Liquid Height*

Di : Diameter pengaduk (ft)

N : Kecepatan putaran pengaduk (rpm)

H : Tinggi pengaduk (ft)

$$WELH = ZL \times \left(\frac{\rho_{\text{cairan}}}{\rho_{\text{air}}} \right)$$

$$= 1,3015 \text{ m} \times \left(\frac{0,89}{1} \right) = 1,1583 \text{ m}$$

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

$$= \frac{600}{\pi \times 1,0457 \text{ ft}} \sqrt{\frac{3,8003 \text{ ft}}{2 \times 1,0457 \text{ ft}}} \quad 12$$

$$= 246,3185 \text{ rpm}$$

Kecepatan pengaduk (N) standar yang digunakan adalah 100 rpm (P-288, Wallas)

6. Menghitung Bilangan Reynold

$$N_{re} = \frac{N \times D_i^2 \times \rho}{\mu} = 257327,2588$$

karena $N_{re} > 2100$ maka alirannya *turbulen*

Dengan mempergunakan kurva 1 fig 477 Brown 1950 diperoleh $N_p = 2,5$

7. Menghitung Power

$$P_a = 0,0551 \text{ HP}$$

Jika Effisiensi Pengaduk 80%

Maka :

$$Power = \frac{P_a}{Eff} = \frac{0,0551}{80\%} = 0,0689$$

Digunakan Hp standar = 0,5 HP (standar NEMA)

D. Menghitung Neraca Panas Reaktor

$$\Delta H_R^0 = (\sum n_i \cdot \Delta H_f^0)_{Produk} - (\sum n_i \cdot \Delta H_f^0)_{Reaktan}$$

Komponen	ΔH_f (kJ/mol)
FFA	-182,1714
Methyl Ester	-179,2310
CH ₃ OH	-51,4762
H ₂ O	-68,3150

$$\Delta H_R^0 = -13,8983 \text{ Kcal/jam}$$

Panas umpan masuk reaktor

Komponen	m	$\int cp dT$	$H = m \int cp dT$
TG	5,7445	11316,5266	65008,2781
FFA	4,0482	3598,3778	14567,1269
H ₂ O	7,1366	629,8250	4494,7945
Imp	0,5352	2232,7442	1195,0613
Jumlah	17,4646	17777,4736	85265,2608

Komponen	m	$\int cp dT$	$H = m \int cp dT$
CH ₃ OH	40,4825	49,6562	2010,2051
H ₂ SO ₄	0,3277	166,0000	54,3982
H ₂ O	0,3981	89,9750	35,8158
Jumlah	41,2082	305,6312	2100,4191

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 = 85265,2608 + 2100,4191 = 87365,6799 \text{ kcal/jam}$$

Panas produk hasil reactor

<i>Komponen</i>	<i>m</i>	<i>f cp dT</i>	<i>H = m f cp dT</i>
C17H35COOH	0,04048	5204,483672	210,6904229
C3H5(C17H34COOH)3	5,74454	16367,56364	94024,17963
C17H35COOCH3	4,00777	4606,496414	18461,75896
H2O	11,54241	910,9421238	10514,46411
Impurities	0,53524	3229,310861	1728,466874
CH3OH	36,47472	502,7385157	18337,24527
H2SO4	0,32770	1680,648986	550,7485977
Jumlah	58,67286		143827,5539

$$\Delta H_3 = 143827,5539 \text{ kJ/jam}$$

$$Q = \Delta H_R + \Delta H_3 - (\Delta H_1 + \Delta H_2)$$

$$Q = -56461,8740 \text{ Kcal/jam}$$





UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

JURUSAN: TEKNIK KIMIA, TEKNIK INDUSTRI, TEKNIK INFORMATIKA, TEKNIK ELEKTRO DAN TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kaliurang Km. 14.5 Telp. (0274) 895287 / Facs. (0274) 895007 Sleman Yogyakarta 55584
http://www.uui.ac.id atau http://www.fit.uui.ac.id e-mail: fit@uui.ac.id

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN TUGAS PRA RANCANGAN PABRIK

Nama Mahasiswa : Robby Herdiansyah
No. MHS : 12521032
Nama Mahasiswa : Syelda Pratiwi
No. MHS : 12521007

Judul Pra Rancangan Pabrik)* : PRA RANCANGAN PABRIK BIODIESEL DARI MINYAK
BUNYI KARET DAN METHANOL DENGAN KAPASITAS
PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 18 Februari 2016
Selesai Masa Bimbingan : 16 Agustus 2016

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	18-2-2016	Konsultasi Judul	<i>[Signature]</i>
2.	25-2-2016	Proses Reaksi, Diagram Blok & Bahan Baku	<i>[Signature]</i>
3.	03-3-2016	Konsultasi Kapasitas	<i>[Signature]</i>
4.	07-3-2016	Neraca Massa	<i>[Signature]</i>
5.	21-3-2016	Reaktor	<i>[Signature]</i>
6.	23-3-2016	Optimasi Reaktor	<i>[Signature]</i>
7.	12-4-2016	Konsultasi Alat Besar	<i>[Signature]</i>
8.	21-4-2016	Konsultasi Alat Besar	<i>[Signature]</i>
9.	24-4-2016	Konsultasi Alat Kecil	<i>[Signature]</i>
10.	13-5-2016	Konsultasi Alat Kecil	<i>[Signature]</i>
11.	20-5-2016	Konsultasi Utilities & Ekonomi	<i>[Signature]</i>
12.	31-5-2016	PEFD & Naskah	<i>[Signature]</i>

Disetujui Draft Penulisan:
Yogyakarta, 02 Juni 2016.

Pembimbing,

[Signature]
Dr. Arif Hidayat, ST., MT

-)* Judul Tugas Pra Rancangan Pabrik Ditulis dengan Huruf Balok
- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan Tugas Pra Rancangan Pabrik
 - Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy