

PRA RANCANGAN
PABRIK BIODIESEL DARI CPO WASTE DAN METANOL
DENGAN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN
TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Konsentrasi Teknik Kimia Jurusan Teknik Kimia



Disusun oleh:

Nama : Yurisch Subyanita

No. Mhs : 03521026

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

2012

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

TUGAS AKHIR PRA RANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Viniasa Kurnia Wijaya Nama : Yurisch Subyanita

No. Mahasiswa : 04 521 046 No. Mahasiswa : 03 521 026

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

Demikianlah pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, Februari 2012

Viniasa Kurnia Wijaya

Yurisch Subyanita

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PRA RANCANGAN PABRIK BODIESEL DARI CPO *WASTE* DAN
METANOL KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**



Menyetujui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Farham H.M. Saleh, Ir., MSIE., Dr.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK BIODIESEL DARI CPO *WASTE*
DAN METANOL KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk
memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, Maret 2012

Tim Penguji,

Farham H.M. Saleh, Ir., MSIE., Dr.

Ketua

Asmanto Subgyo, M.Sc.

Anggota I

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

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Dra. Kamariah Anwar, MS.

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Teriring sholawat serta salam semoga tercurah kepada suri teladan kita Nabi Muhammad SAW.

Sesuai dengan kurikulum pada program studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Industri Universitas Islam Indonesia, maka salah satu kewajiban bagi setiap mahasiswa adalah menempuh Tugas Akhir yang merupakan syarat yang harus ditempuh untuk menuju kelulusan. Untuk memenuhi kewajiban tersebut, maka penyusun telah melaksanakan Tugas Akhir dengan mengambil judul *Pra rancangan Pabrik Biodiesel dari CPO Waste dan Metanol Kapasitas 40.000 ton/tahun.*

Terlaksananya Tugas Akhir ini tentu saja tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

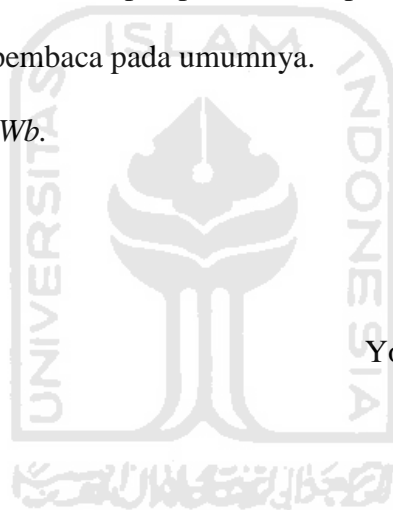
1. Bapak Gumbolo HS, M. Sc., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Ibu Dra. Hj. Kamariah Anwar, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Farham H.M. Saleh, Ir., MSIE., Dr., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.

4. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
5. Semua pihak yang telah membantu penyusun hingga terselesaikannya laporan ini.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih banyak kesalahan dan kekurangannya. Oleh sebab itu, penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan penulisan yang akan datang.

Akhirnya penyusun berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Wassalammualaikum. Wr.Wb.



Yogyakarta, Maret 2012

Penyusun

Dedicated for :

My beloved parents (Cherman AN, SH and Nurhasanah A.Ma.Pd), brothers (Eko and Filscha), and sister (Rizqy).

Thank you very much for all of the love. May Allah SWT. gathers us inside of

His jannah as well as He gathers us in this world.

“ Dan kepunyaan-Nya-lah kerajaan langit dan bumi. Dan kepada Allah-lah dikembalikan segala urusan ”.

(QS. Al-Hadid [57]: 5)

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pernyataan	ii
Halaman Pengesahan Pembimbing	iii
Halaman Pengesahan Penguji	iv
Kata Pengantar	v
Halaman Persembahan	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar	xv
Abstraksi	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tinjauan Pustaka	4
BAB II PERANCANGAN PRODUK	
2.1 Spesifikasi Produk	10
2.2 Spesifikasi BahanBaku	12
2.2.1 Spesifikasi Bahan Utama	12
2.2.2 Spesifikasi Bahan Pembantu	13
2.3 Pengendalian Kualitas	15
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku	15
2.3.2 Pengendalian Kualitas Produk	16

2.3.3 Pengendalian Kuantitas.....	18
2.3.4 Pengendalian Waktu	19
2.3.5 Pengendalian Bahan Proses	19

BAB III PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses.....	20
3.1.1 Tahap Penyiapan Bahan Baku	20
3.1.2 Tahap Reaksi.....	21
3.1.3 Tahap Pemurnian Produk.....	23
3.2 Metode Penentuan Perancangan.....	25
3.2.1 Neraca Massa	25
3.2.2 Neraca Panas.....	31
3.2.3 Spesifikasi Alat	31
3.3 Perencanaan Produksi.....	72
3.3.1 Kapasitas Perencanaan.....	72
3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses.....	74

BAB IV PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik.....	76
4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik	76
4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik	77
4.2 Tata Letak Pabrik	78
4.3 Tata Letak Alat Proses.....	83
4.4 Alir Proses dan Material.....	88
4.4.1 Perhitungan Neraca Massa.....	88

4.4.2	Perhitungan Neraca Panas.....	94
4.5	Pelayanan Teknik (Utilitas).....	100
4.5.1	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air	100
4.5.2	Unit Pembangkit Steam	108
4.5.3	Unit Pembangkit Listrik.....	110
4.5.4	Unit Penyediaan Bahan Bakar	113
4.5.5	Unit Penyediaan Udara Tekan	113
4.5.6	Unit Pengolahan Limbah	113
4.5.7	Spesifikasi Alat-alat Utilitas	114
4.6	Laboratorium.....	134
4.6.1	Kegunaan Laboratorium	134
4.6.2	Program Kerja Laboratorium.....	135
4.6.3	Alat Analisa Penting	138
4.7	Organisasi Perusahaan.....	139
4.7.1	Bentuk Perusahaan.....	139
4.7.2	Struktur Organisasi Perusahaan	140
4.7.3	Tugas dan Wewenang	142
4.7.4	Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji	152
4.7.5	Pembagian Jam Kerja Karyawan	152
4.7.6	Penggolongan Jabatan, Jumlah karyawan dan gaji.....	153
4.7.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	156
4.7.8	Manajemen Produksi.....	158

4.8 Analisa Ekonomi	158
4.8.1 Penaksiran Harga Peralatan	159
4.8.2 Dasar Perhitungan	161
4.8.3 Perhitungan Biaya	162
4.8.4 Analisa kelayakan	163
4.8.5 Hasil Perhitungan	164
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	171
DAFTAR PUSTAKA	173
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Kebutuhan Minyak Solar Menurut Sektor Tahun 1994-2004.....	5
Tabel 1.2	Perkembangan Produksi dan Impor Minyak Solar dari 1994-2004.....	6
Tabel 1.3	Standar biodiesel ASTM 6751-02.....	6
Tabel 1.4	Komposisi asam lemak bebas CPO <i>waste</i>	7
Tabel 1.5	Ketersediaan CPO <i>waste</i> untuk bahan baku biodiesel menurut wilayah	7
Tabel 3.1	Neraca massa total.....	25
Tabel 3.2	Neraca massa di mixer-01	25
Tabel 3.3	Neraca massa di reaktor-01	26
Tabel 3.4	Neraca massa di reaktor-02.....	26
Tabel 3.5	Neraca massa di reaktor-03.....	26
Tabel 3.6	Neraca massa reaktor-04.....	26
Tabel 3.7	Neraca massa di decanter-01	27
Tabel 3.8	Neraca massa di evaporator-01	27
Tabel 3.9	Neraca massa di mixer-02.....	27
Tabel 3.10	Neraca massa di reaktor-05.....	28
Tabel 3.11	Neraca massa di reaktor-06.....	28
Tabel 3.12	Neraca massa di reaktor-07.....	28
Tabel 3.13	Neraca massa di netralizer-01	29
Tabel 3.14	Neraca massa di decanter-02.....	29

Tabel 3.15 Neraca massa di mixer-03	29
Tabel 3.16 Neraca massa di decanter-03	30
Tabel 3.17 Neraca massa di evaporator-02	30
Tabel 3.18 Neraca panas masing-masing alat	31
Tabel 4.1 Perincian luas tanah bangunan pabrik	82
Tabel 4.2 Neraca massa total	88
Tabel 4.3 Neraca massa di mixer-01	88
Tabel 4.4 Neraca massa di reaktor-01	89
Tabel 4.5 Neraca massa di reaktor-02	89
Tabel 4.6 Neraca massa di reaktor-03	89
Tabel 4.7 Neraca massa reaktor-04	90
Tabel 4.8 Neraca massa di decanter-01	90
Tabel 4.9 Neraca massa di evaporator-01	90
Tabel 4.10 Neraca massa di mixer-02	91
Tabel 4.11 Neraca massa di reaktor-05	91
Tabel 4.12 Neraca massa di reaktor-06	91
Tabel 4.13 Neraca massa di reaktor-07	92
Tabel 4.14 Neraca massa di netralizer-01	92
Tabel 4.15 Neraca massa di decanter-02	93
Tabel 4.16 Neraca massa di mixer-03	93
Tabel 4.17 Neraca massa di decanter-03	93
Tabel 4.18 Neraca massa di evaporator-02	94
Tabel 4.19 Neraca panas di mixer-01	94

Tabel 4.20 Neraca panas di reaktor-01.....	94
Tabel 4.21 Neraca panas di reaktor-02.....	95
Tabel 4.22 Neraca panas di reaktor-03.....	95
Tabel 4.23 Neraca panas di reaktor-04.....	95
Tabel 4.24 Neraca panas di decanter-01	96
Tabel 4.25 Neraca panas di evaporator-01	96
Tabel 4.26 Neraca panas di mixer-02.....	96
Tabel 4.27 Neraca panas di reaktor-05.....	97
Tabel 4.28 Neraca panas di reaktor-06.....	97
Tabel 4.29 Neraca panas di reaktor-07.....	98
Tabel 4.30 Neraca panas di netralizer-01	98
Tabel 4.31 Neraca panas di decanter-02	99
Tabel 4.32 Neraca panas di mixer-03.....	99
Tabel 4.33 Neraca panas di decanter-03	99
Tabel 4.34 Neraca panas di evaporator-02.....	100
Tabel 4.37 Kebutuhan air pendingin	106
Tabel 4.38 Kebutuhan air pembangkit steam.....	107
Tabel 4.39 Kebutuhan air untuk perkantoran dan pabrik.....	108
Tabel 4.40 Kebutuhan listrik alat proses	111
Tabel 4.41 Kebutuhan listrik untuk utilitas	112
Tabel 4.42 Penggolongan jabatan	153
Tabel 4.43 Jumlah karyawan pada masing-masing bagian	154
Tabel 4.44 Perincian golongan dan gaji	156

Tabel 4.45 Indeks harga alat pada berbagai tahun	160
Tabel 4.46 <i>Fixed Capital Investment</i>	165
Table 4.47 <i>Working Capital</i>	165
Tabel 4.48 <i>Manufacturing Cost</i>	166
Tabel 4.49 <i>General Expense</i>	166

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Tata letak pabrik	83
Gambar 4.2 Tata letak alat proses.....	87
Gambar 4.3 Grafik index harga	160
Gambar 4.4 Grafik hubungan kapasitas produksi dan biaya.....	170

ABSTRACT

The preliminary design of Fatty Acid Methyl Ester with capacity 40.000 ton/year is plant to be built in Dumai, Riau in the area of land 27.475 m². This chemical plant will be operated for 330 day/year or 24 hours a day with 156 employees.

The raw material needed is CPO waste 5.803,1284 kg/hour, metanol 659,8634 kg/hour, Sulfuric Acid 161,3981 kg/hour and Kalium Hidroxide 12,53 kg/hour. The production process will be operated for esterification at temperature 70°C, at pressure about 1 atm by using Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR) with conversion of reaction 98,99 % and for transesterification at temperature 70°C, at pressure about 1 atm by using Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR) with conversion of reaction 93 %. The utilities consist of 902.307,9357 kg/hour of cooling water; 762,5034 kg/hour of steam; 8,5071 lt/hour of Industrial Diesel Oil (IDO); 63,0272 lt/hour of fuel oil while the power of electricity of about 23,5231 Kwh provided by PLN. This chemical plant is also using generator set as reserve.

The economic analysis shows that this chemical plant needs to be covered by fixed capital of about Rp 91.478.033.725,82; working capital of about Rp 69.848.072.761,29. The profit before tax is Rp 25.750.145.747,70 while the profit after tax is Rp 15.450.087.448,62. The percentage of return on investement (ROI) before tax is 28,1% while after tax is 16,9%. The pay out time (POT) before tax is 2,6 years while after tax is 3,7 years. The value of break even point (BEP) is 49,35% and the shut down point (SDP) is 25,96% and the Discounted Cash Flow Rate (DCFR) is 36,79%. Based on the economic analysis, it is concluded that the plant design of Fatty Acid Methyl Ester with capacity 40.000 ton/years is visible to be built.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG PENDIRIAN PABRIK

Kebutuhan energi dunia semakin meningkat dari waktu ke waktu. Sumber energi yang paling populer digunakan saat ini adalah bahan bakar fosil yang tidak dapat terbaharukan, salah satunya yaitu minyak bumi. Ketergantungan kita terhadap minyak bumi merupakan sebuah peninggalan sejarah pada masa revolusi [Walisiewicz, M., 2006]. Pada masa revolusi abad ke-18 penemuan mesin pembakaran internal, memicu permintaan bahan bakar cair dengan kandungan energi yang tinggi yaitu minyak [Walisiewicz, M., 2006]. Sejak itu, seluruh prasarana ekonomi dibangun berdasar pada sumber bahan bakar fosil yang murah, berlimpah dan berguna untuk pembangkit tenaga listrik [Walisiewicz, M., 2006].

Di Indonesia, pemanfaatan minyak bumi dari tahun ke tahun semakin meningkat. Ketergantungan ini harus dikurangi mengingat minyak bumi merupakan bahan bakar yang tak terbaharui, ketersediaannya terbatas serta emisi pembakarannya menyebabkan terjadinya polusi [Haryanto, B., 2002]. Pada tahun 2007 dan paling lambat tahun 2015, Indonesia akan menjadi pengimpor penuh minyak bumi (*net-importer*) [PPE-ITB, 2002]. Oleh karena BBM merupakan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui, maka upaya untuk mengembangkan bahan bakar dari potensi sumber daya alam hayati harus dilakukan. Salah satu upaya yaitu dengan mengembangkan bahan bakar dari minyak nabati. Ide penggunaan minyak nabati sebagai pengganti bahan bakar diesel

didemonstrasikan pertama kalinya oleh Rudolph Diesel pada tahun 1900-an [Haryanto, B., 2002]. Penelitian di bidang ini terus berkembang dengan memanfaatkan beragam lemak nabati dan hewani untuk mendapatkan bahan bakar hayati (*biofuel*) dan dapat diperbaharui [Haryanto, B., 2002]. Perkembangan ini mencapai puncaknya di pertengahan tahun 80-an dengan ditemukannya alkil ester asam lemak yang memiliki karakteristik hampir sama dengan minyak diesel fosil yang dikenal dengan biodiesel [Haryanto, B., 2002].

Penggunaan *biodiesel* sebagai bahan bakar memiliki beberapa kelebihan dibanding minyak solar, yakni tidak beracun (*nontoxic*), dapat terurai secara alami (*biodegradable*), dapat diperbaharui (*renewable*), emisi gas yang dihasilkan rendah, mengurangi efek rumah kaca, dapat teroksidasi relative sempurna atau terbakar habis dan energi yang dihasilkan sama dengan minyak solar [Darnoko, 2002]. Selain itu, biodiesel dapat digunakan langsung sebagai bahan bakar pada mesin diesel tanpa modifikasi mesin atau dalam bentuk campuran (*blending*) dengan minyak solar pada berbagai konsentrasi [Darnoko, 2002].

Biodiesel atau fatty acid etilester juga dapat diolah lebih lanjut menjadi produk-produk oleokimia yang biasanya dibuat dari asam lemak nabati (*fatty acid*). Proses produksi oleokimia dari fatty acid etilester lebih menguntungkan karena tidak korosif, lebih tahan terhadap oksidasi dan tidak mudah berubah warna. (Darnoko, 2002)

Salah satu minyak nabati yang dapat dimanfaatkan untuk memproduksi biodiesel yaitu minyak kelapa sawit atau *Crude Palm Oil* (CPO). Sebagai salah satu negara penghasil CPO terbesar di dunia, Indonesia juga telah

mengembangkan produk biodiesel dari CPO, meskipun belum dilakukan secara komersial. Produksi CPO untuk bahan baku pembuatan biodiesel sebagai sumber energi terbarukan adalah suatu pemanfaatan yang relatif baru. Pemanfaatan CPO ini bila tidak dipertimbangkan dengan baik dapat menyebabkan adanya pengalihan peruntukkan CPO yang dikhawatirkan akan berdampak terhadap terganggunya penyediaan CPO dalam negeri maupun ekspor. Sementara itu, pengembangan perkebunan kelapa sawit yang produksinya khusus diperuntukkan untuk bahan baku biodiesel masih memerlukan waktu dan biaya investasi yang tidak sedikit. Selain itu harga CPO standar yang diperuntukkan bagi bahan baku non energi relatif mahal, yaitu mencapai harga Rp.2.600/kilogram (PTPN VIII, 2004), sehingga bila dipergunakan sebagai bahan baku biodiesel maka harga biodiesel yang dihasilkan diperkirakan kurang dapat bersaing dengan minyak solar. Oleh karena itu agar tidak mengganggu pasokan CPO untuk kebutuhan non energi maka penggunaan CPO *waste* untuk memenuhi kebutuhan bahan baku biodiesel perlu dipertimbangkan. CPO *waste* merupakan limbah proses penjernihan CPO, tetapi masih memiliki kandungan minyak yang dianggap kurang ekonomis untuk diproses lebih lanjut sebagai minyak sawit, tetapi untuk proses pembuatan biodiesel lebih ekonomis karena harga CPO *waste* cukup rendah. Potensi CPO *waste* yang dapat diperoleh untuk pemanfaatan biodiesel. Biasanya mencapai satu atau dua persen saja dari total produksi CPO. Potensi ekstraksi bahan baku biodiesel dari CPO *waste* diperkirakan mencapai dua persen dari total produksi CPO. Secara ekonomi pengembangan biodiesel berbahan baku

CPO *waste* cukup kompetitif karena harga CPO *waste* tersebut hanya Rp.400 per kilogram (Wirawan, 2004).

Selain CPO masih ada lebih dari 40 jenis minyak nabati yang potensial sebagai bahan baku *biodiesel* di Indonesia, misalnya minyak jarak pagar, minyak kelapa, minyak kedelai, dan minyak kapok. Meskipun tidak menghasilkan minyak sebesar kelapa sawit, pengembangan *biodiesel* dapat menyesuaikan potensi alam setempat.

Di samping sumber bahan bakunya melimpah dan terbarukan, biaya produksi lebih murah. Sebagai pionir *biodiesel* di Indonesia, BPPT telah mengembangkan teknik produksi *biodiesel* termasuk rancang bangun pabriknya. Upaya tersebut telah menghasilkan empat buah paten dan pabrik pengolahan berskala kecil 1,5 ton *biodiesel* per hari di Puspiptek Serpong dan skala menengah 8 ton per hari di Riau.

Pendirian pabrik *biodiesel*, selain untuk memenuhi konsumsi bahan bakar yang ramah lingkungan, juga untuk menciptakan dan menyerap lapangan kerja yang cukup besar. Pabrik ini dirancang sedapat mungkin menggunakan bahan baku dan komponen buatan dalam negeri, namun tidak menutupi kemungkinan untuk mengimpor.

1.2. TINJAUAN PUSTAKA

Minyak solar sebenarnya adalah BBM yang diperuntukkan untuk sektor transportasi. Namun dalam kenyataannya bahan bakar tersebut banyak pula yang dipergunakan untuk sektor-sektor lainnya seperti sektor industri dan pembangkit

listrik. Sesuai dengan perkembangan penduduk, kebutuhan minyak solar untuk sektor transportasi, industri, dan pembangkit listrik dari tahun ke tahun semakin meningkat seperti diperlihatkan pada Tabel 1.1 [Sugiyono A.,2004]

Tabel 1.1 Kebutuhan Minyak Solar Menurut Sektor Tahun 1994-2004

TAHUN	Transportasi		Industri		Listrik	
	(000 kL)	(%)	(000 kL)	(%)	(000 kL)	(%)
1994	8.443,64	52,71	5.664,89	35,37	1.908,81	11,92
1995	9.150,97	53,91	5.993,30	35,31	1.830,73	10,78
1996	10.326,97	54,85	6.264,81	33,27	2.235,72	11,87
1997	11.436,52	52,33	6.384,02	29,21	4.032,16	18,45
1998	10.818,50	54,88	5.877,91	29,82	3.017,71	15,31
1999	11.076,53	54,57	6.162,78	30,36	3.058,21	15,07
2000	12.152,82	55,06	6.674,51	30,24	3.244,92	14,70
2001	12.946,41	55,40	7.047,81	30,16	3.373,57	14,44
2002	12.650,85	52,25	7.015,91	28,98	4.546,07	18,78
2003	12.108,93	50,32	6.833,49	28,40	5.122,02	21,28
2004	12.816,78	48,39	8.956,06	33,81	4.714,89	17,80

Sumber: Diadaptasi dan diolah dari Ditjen. Migas, 1994-2004

Selama sepuluh tahun terakhir, yaitu dari tahun 1994 sampai dengan tahun 2004 total kebutuhan minyak solar untuk semua sektor meningkat dengan pertumbuhan rata-rata sekitar lima persen per tahun [Sugiyono A. 2006]. Sesuai dengan peruntukannya, sebagian besar dari minyak solar dipergunakan untuk sektor transportasi, kemudian sektor industri dan pembangkit listrik. Meskipun pangsa penggunaan minyak solar untuk sektor pembangkit listrik paling kecil, namun kebutuhan minyak solar pada sektor tersebut yang paling pesat pertumbuhannya, yaitu meningkat lebih dari sembilan persen per tahun, sedangkan kebutuhan minyak solar pada sektor transportasi dan industri, masing-masing hanya meningkat 4,26 persen dan 4,69 persen per tahun [Sugiyono A. 2006]. Rendahnya pertumbuhan kebutuhan minyak solar pada sektor transportasi, menyebabkan pangsa penggunaannya cenderung menurun, sedangkan pangsa

penggunaan minyak solar pada sektor-sektor lainnya cenderung meningkat [Sugiyono A. 2006].

Sedangkan ketersediaan minyak solar untuk memenuhi kebutuhan minyak dalam negeri diperoleh selain dari hasil pengilangan minyak dalam negeri juga dari impor.

Tabel 1.2 Perkembangan Produksi dan Impor Minyak Solar dari 1994-2004

TAHUN	Produksi		Impor		Total Suplai (000 kL)
	(000 kL)	(%)	(000 kL)	(%)	
1994	11.682	76,50	3.588	23,50	15.270
1995	13.209	78,87	3.538	21,13	16.747
1996	14.212	74,86	4.773	25,14	18.986
1997	13.759	62,81	8.148	37,19	21.906
1998	14.553	74,25	5.048	25,75	19.601
1999	14.751	71,88	5.770	28,12	20.521
2000	15.249	67,94	7.194	32,06	22.444
2001	15.253	65,94	7.879	34,06	23.132
2002	14.944	60,79	9.637	39,21	24.581
2003	15.035	60,16	9.955	39,84	24.990
2004	15.685	55,97	12.339	44,03	28.024

Sumber: Diadaptasi dan diolah dari Ditjen. Migas, 1994-2004.

Biodiesel merupakan bioenergi atau bahan bakar nabati yang dibuat dari minyak nabati, baik minyak baru maupun minyak limbah dan melalui proses *transesterifikasi*, *esterifikasi*, atau proses *esterifikasi-transesterifikasi*. Bahan bakar yang berbentuk cair ini bersifat menyerupai solar, sehingga sangat prospektif untuk dikembangkan.

Tabel 1.3 Standar biodiesel ASTM 6751-02

Standar / spesifikasi	ASTM 6751-02
Aplikasi	<i>Fatty acid metil ester</i>
Densitas pada 15 °C , gr/cm ³	0,87 - 0,89
Viskositas pada 40 °C, mm ² /sekon	1,9 - 6,0
Kadar air, mg/kg	<500
Angka cetan	>45
Metanol, %massa	<0,3
Gliserol, %massa	<0,24

Sumber:authorstream.com

CPO *waste* merupakan limbah dari proses pengolahan kelapa sawit, tepatnya pada tahap penjernihan CPO kotor menjadi CPO jernih. CPO kotor yang tidak dapat memenuhi syarat untuk dilanjutkan ke proses penyulingan dibuang menjadi CPO *waste*.

Perbandingan Trigliserida dengan Asam Lemak Bebas (free fatty acid) pada CPO *waste* yakni sekitar 1:1 [BPPT, 2004]. Komposisi asam lemak CPO *waste* masih sama dengan CPO kotor seperti yang diperlihatkan pada tabel 1.4.

Tabel 1.4 Komposisi asam lemak bebas CPO *waste*

Komponen	Fraksi Berat (%)	Berat Molekul (Kg/Kmol)
asam laurat	0 -0,1	200
asam miristat	0,15 -0,52	228
asam palmitat	0,418 - 0,468	256
asam stearat	0,03 - 0,05	284
asam oleat	0,37 - 0,41	282
asam linoleat	0,08 - 0,11	280
asam linolenat	0,02 - 0,04	278

Sumber: Hui, 1996

Untuk ketersediaan CPO *waste* di Indonesia menurut wilayahnya dapat dilihat pada tabel 1.5.

Tabel 1.5 Ketersediaan CPO *waste* untuk bahan baku biodiesel menurut wilayah

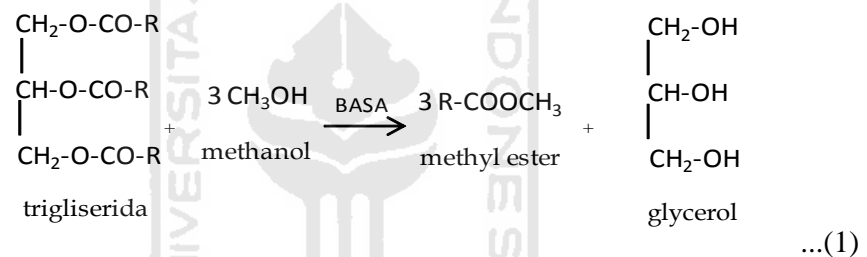
WILAYAH	CPO Waste (Ribu ton)				
	2000	2001	2002	2003	2004
1. Sumatera	118,7	123,3	147,4	143,1	178,0
2. Jawa	0,6	0,6	0,6	0,6	0,9
3. Kalimantan	13,3	15,0	19,1	8,8	27,1
4. Sulawesi	2,1	2,6	4,7	4,8	4,7
5. Papua	1,6	1,7	1,3	1,3	1,2
INDONESIA	136,4	143,4	173,2	158,8	212,0

Sumber: Direktorat Jenderal Perkebunan

Beberapa proses pembuatan biodiesel yang telah dikembangkan adalah sebagai berikut:

a. Proses Transesterifikasi

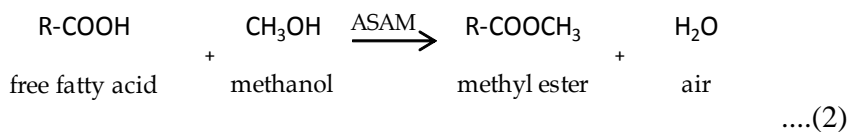
Proses transesterifikasi adalah mengkonversi trigliserida menjadi metil ester. Proses ini dapat digunakan pada minyak nabati yang mengandung FFA $\leq 1\%$, karena FFA $> 1\%$ dapat mengakibatkan penyabunan pada proses. Proses transesterifikasi mereaksikan trigliserida dengan metil alkohol menghasilkan metil ester (biodiesel) dan gliserol, menggunakan katalis basa misalnya NaOH dan KOH. Reaksinya mengikuti persamaan reaksi berikut:



Produk yang dihasilkan selanjutnya dicuci dengan air untuk menghilangkan sisa katalis dan metanol. Proses transesterifikasi dapat dilakukan secara batch atau kontinyu pada tekanan 1 atm dan suhu 50-70°C [Darnoko dan Cheryan, 2000].

b. Proses Esterifikasi

Proses esterifikasi adalah mengkonversi asam lemak menjadi metil ester. Proses ini dapat digunakan pada minyak nabati yang mengandung FFA $\geq 60\%$. Proses esterifikasi mereaksikan asam lemak dengan alkohol menghasilkan metil ester dan air, menggunakan katalis asam kuat, misalnya H₂SO₄, HCl, dll. Reaksinya mengikuti persamaan reaksi berikut:



c. Proses Esterifikasi – Transesterifikasi

Proses ini digunakan pada minyak nabati yang mengandung 1% FFA 60%. Hal ini dilakukan bertujuan untuk mereaksikan FFA menjadi metil ester dengan proses esterifikasi yang mengikuti persamaan (2), kemudian setelah FFA berkurang hingga 1% dilanjutkan proses transesterifikasi yang mengikuti persamaan (1).

Dalam perancangan pabrik biodiesel dari CPO *waste* dan metanol ini digunakan proses 2 tahap esterifikasi-transesterifikasi. Karena FFA yang terkandung pada CPO *waste* sebesar 50% (BPPT). FFA pada CPO *waste* dan metanol direaksikan terlebih dahulu dengan reaksi esterifikasi menggunakan katalis asam hingga menghasilkan metil ester, air dan FFA sisa sebesar 1%. Batas FFA 1% tersebut dengan tujuan agar tidak terjadi penyabunan pada proses transesterifikasi. Karena apabila dalam reaksi transesterifikasi masih terdapat FFA <math><1\%</math>, FFA akan bereaksi dengan katalis basa transesterifikasi dan dapat berakibat meningkatnya perolehan sabun di reaksi transesterifikasi. Sabun yang diperoleh tersebut akan menyebabkan emulsi yang dapat menambah panjang waktu reaksi dan mengurangi kecepatan pencampuran.

Setelah kadar FFA berkurang hingga 1%, proses dilanjutkan dengan reaksi transesterifikasi, yaitu mereaksikan trigliserida pada CPO *waste* dan metanol menggunakan katalis basa dan menghasilkan metil ester dan glycerol.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

2.1.1 *Metil ester (Biodiesel)*

Fase	: Cair
Rumus molekul	: R-COOCH ₃
Berat molekul	: 282,42 Kg/Kmol
Viskositas	: 14,152 cP (pada 30 ⁰ C)
Densitas	: 0,86 Kg/L
Titik Didih	: 200 °C
Kapasitas Panas	: $1,84 \times 10^2 + 2,9T - 6,26 \times 10^{-3}T^2 + 5,70 \times 10^{-6}T^3$ J/mol.K dan T pada K
Kelarutan	: Tidak Larut dalam air
Bilangan asam	: 1,13 mg KOH/g
Kemurnian	: 96%

2.1.2 *Gliserol*

Fase	: Cair
Rumus molekul	: CH ₂ OHCHOHCH ₂ OH
Berat molekul	: 92 Kg/Kmol
Viskositas	: 133,7849 cP (pada 30 °C)
Densitas	: 1,2645 Kg/L (pada 25 °C)
Titik Didih	: 290 °C

<i>Fire Point</i>	: 204 °C	
Kapasitas Panas	: $1,32 \times 10^2 + 0,86T - 1,97^{-3}T^2 + 1,81 \times 10^{-6}T^3$ J/mol.K dan T pada K	
Kelarutan	: larut dalam air	
Kemurnian	: 95%	
Komposisi	Gliserol	95%
	Air	0,8%
	Impuritis	3,8%

2.1.3 *KCl*

Fase	: Padat	
Rumus molekul	: KCl	
Berat molekul	: 74,5 Kg/Kmol	
Viskositas	: 161,4242 cP	(pada 30 °C)
Densitas	: 1,8991 Kg/L	(pada 25 °C)
Kapasitas Panas	: $1,32 \times 10^2 + 0,86T - 1,97^{-3}T^2 + 1,81 \times 10^{-6}T^3$ J/mol.K dan T pada K	
Kelarutan	: larut dalam air	
Kemurnian	: 92%	
Komposisi	KCl	92%
	Impuritis	8%

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

2.2.1 CPO waste

Komposisi Utama:

a. Free Fatty Acid (50%)

Fase	: Cair
Rumus molekul	: R-COOH
Berat molekul	: 268,42kg/kmol
Kelarutan	: tidak larut dalam air
Densitas	: 0,8935 gr/cm ³
Kekentalan	: 24,2 cP
Komposisi	: Asam miristat 4%
	Asam palmitat 43%
	Asam stearat 3%
	Asam oleat 38%
	Asam Linoleat 9%
	Asam linoletat 3%
Kapasitas panas	: $2,4 \cdot 10^2 + 2,31T - 5,07 \times 10^{-3}T^2 + 4,75 \times 10^{-6}T^3$ J/mol.K dan T pada K
ΔH_f	: -136,409 kkal/mol (pada 25 °C)

b. Trigliserida (50%)

Fase	: Cair
Rumus molekul	: $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OCO-R} \\ \\ \text{CH}_2\text{OCO-R} \\ \\ \text{CH}_2\text{OCO-R} \end{array}$

Berat molekul	: 843,26 kg/kmol
Kelarutan	: tidak larut dalam air
Titik didih	: 280 °C
Densitas	: 0,895 gr/cm ³
Kekentalan	: 24,2 cP
Kapasitas panas	: $2,4 \cdot 10^2 + 2,31T - 5,07 \times 10^{-3}T^2 + 4,75 \times 10^{-6}T^3$ J/mol.K dan T pada K
ΔH_f	: -129,1447 kkal/mol (pada 25 °C)

2.2.2 *Metanol*

Fase	: Cair
Rumus molekul	: C ₂ H ₅ OH
Berat molekul	: 46 Kg/Kmol
Viskositas	: 0,3846 cP (pada 30 °C)
Densitas	: 0,80991 Kg/L (pada 25 °C)
Titik Didih	: 64,8 °C
Kapasitas Panas	: $42 + 0,31T - 1,03 \times 10^{-3}T^2 + 1,46 \times 10^{-6}T^3$ J/mol.K dan T pada K
Kelarutan	: larut dalam air
Komposisi	: C ₂ H ₅ OH 97% H ₂ O 3%

2.2.3 *Sulfuric Acid*

Fase	: Cair
Rumus molekul	: H ₂ SO ₄
Berat molekul	: 98 Kg/Kmol

Viskositas	: 18 cP	(pada 30 °C)
Densitas	: 1,8537 Kg/L	(pada 25 °C)
Titik Didih	: 274 °C	
Kapasitas Panas	: 0,3599 J/mol.K	(pada 30 °C)
Kelarutan	: larut dalam air	
Kemurnian	: 98%	
Komposisi	: H ₂ SO ₄	96%
	: H ₂ O	4%

2.2.4 Kalium hidroksida

Fase	: Cair	
Rumus molekul	: KOH	
Berat molekul	: 56 Kg/Kmol	
Viskositas	: 161,4242 cP	(pada 30 °C)
Densitas	: 1,8991 Kg/L	(pada 25 °C)
Kapasitas Panas	: $71,4 + 4,22 \cdot 10^{-2}T - 4,80 \cdot 10^{-5}T^2 + 1,72 \cdot 10^{-8}T^3$	
	J/mol.K dan T pada K	
Kelarutan	: larut dalam air	
Kemurnian	: 40%	
Komposisi	: C ₂ H ₅ OH	40%
	: H ₂ O	60%

2.2.5 Chloride Acid

Fase	: Cair
Rumus molekul	: HCl

Berat molekul	: 36,5 kg/kgmol
Kenampakan	: cairan
Kelarutan	: larut dalam air
Titik didih	: 85,1 °C
Viscositas	: 0,067 cP
Densitas	: 0,796 kg/liter
Kemurnian	: 60%
Komposisi	: HCl 60%

H₂O 40%

2.3 PENGENDALIAN KUALITAS

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yang diperoleh. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan agar bahan baku yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Evaluasi yang digunakan yaitu standart yang hampir sama dengan standart Amerika yaitu ASTM 1972.

Adapun parameter yang akan diukur adalah :

- Kemurnian dari bahan baku CPO *waste*, metanol, H₂SO₄, dan KOH.
- Kandungan dari bahan baku CPO *waste*, metanol, H₂SO₄, dan KOH.
- Kadar air
- Kadar zat pengotor

2.3.2 Pengendalian Kualitas Produk

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

Pengendalian dan pengawasan jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan indikator. Apabila terjadi penyimpangan pada indikator dari yang telah ditetapkan atau disett baik itu *flow rate* bahan baku atau produk, *level control*, maupun *temperature control*, dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan yaitu nyala lampu, bunyi alarm dan sebagainya. Bila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan pada kondisi atau *set* semula baik secara manual atau otomatis.

Beberapa alat kontrol yang dijalankan yaitu, kontrol terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun temperatur. Alat control yang harus diset pada kondisi tertentu antara lain :

◆ *Level Control*

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

◆ *Flow Rate*

Merupakan alat yang dipasang pada aliran bahan baku, aliran masuk dan aliran keluar proses.

◆ *Temperature Control*

Merupakan alat yang dipasang di dalam setiap alat proses. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan timbul tanda/isyarat berupa suara dan nyala lampu.

Jika pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang memenuhi standar, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai dengan spesifikasi. Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik.

Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standard dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal.

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor atau analisa pada bagian Laboratorium Pemeriksaan. Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik *Biodiesel* ini meliputi:

a. 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. Apabila setelah dianalisa ternyata tidak sesuai, maka ada kemungkinan besar bahan baku tersebut akan dikembalikan kepada *supplier*.

b. Pengendalian Kualitas Bahan Pembantu

Bahan-bahan pembantu untuk proses pembuatan *Biodiesel* di pabrik ini juga perlu dianalisa untuk mengetahui sifat-sifat fisiknya, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi dari masing-masing bahan untuk membantu kelancaran proses.

c. Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produk dilakukan terhadap produksi *Biodiesel (Metil ester)*, *Gliserol* dan *KCl*.

d. Pengendalian Kualitas Produk pada Waktu Pemindehan (dari satu tempat ke tempat lain).

Pengendalian kualitas yang dimaksud disini adalah pengawasan produk terutama *Biodiesel (Metil Ester)* pada saat akan dipindahkan dari tangki penyimpanan sementara (*day tank*) ke tangki penyimpanan tetap (*storage tank*), dari *storage tank* ke mobil truk dan ke kapal.

2.3.3 Pengendalian Kuantitas

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

2.3.4 Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

2.3.5 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

Pada pembuatan *biodiesel* (metil ester) dengan proses esterifikasi dan transesterifikasi ini menggunakan bahan baku metanol dan CPO *waste* serta H₂SO₄ sebagai katalis pada reaksi esterifikasi dan KOH sebagai katalis pada reaksi transesterifikasi. Reaksi esterifikasi berlangsung pada suhu 70°C dan tekanan 1 atm secara kontinyu kemudian reaksi transesterifikasi berlangsung pada suhu 70°C dan tekanan 1 atm.

Secara garis besar proses pembuatan *biodiesel* ini dibagi menjadi 3 tahap yaitu:

- Tahap Penyiapan Bahan Baku
- Tahap Reaksi
- Tahap Pemurnian

3.1.1 Tahap Penyiapan Bahan Baku

a. Persiapan Bahan Baku Reaksi Esterifikasi

Metanol dari tangki penyimpanan bahan baku (TP-02) dan H₂SO₄ cair dari tangki penyimpanan bahan baku (TP-03) yang disimpan pada temperatur 30°C dan tekanan 1 atm dialirkan menuju *mixer* (M-01), setelah homogen campuran metanol dan H₂SO₄ dari *mixer* dialirkan menuju reaktor alir tangki berpengaduk (R-01) yang sebelumnya dipanaskan dengan *heater* (HE-01) sampai temperaturnya mencapai 70°C. CPO *waste* yang disimpan pada temperatur 30°C

dan tekanan 1 atm didalam tangki penyimpanan bahan baku (TP-01) dipompakan menuju reaktor (R-01) yang sebelumnya juga telah dipanaskan dengan menggunakan heater (HE-02) sampai suhu 70°C.

b. Persiapan Bahan Baku Reaksi Transesterifikasi

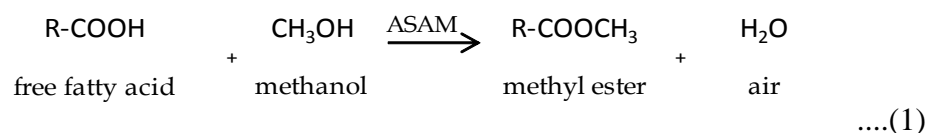
Metanol dari tangki penyimpanan bahan baku (TP-02) dan KOH cair dari tangki penyimpanan bahan baku (TP-04) yang disimpan pada temperatur 30°C dan tekanan 1 atm dialirkan menuju *mixer* (M-02), setelah homogen campuran metanol dan KOH dari *mixer* dialirkan menuju reaktor alir tangki berpengaduk (R-02) yang sebelumnya dipanaskan dengan *heater* (HE-03) sampai temperaturnya mencapai 70°C.

3.1.2 Tahap Reaksi

a. Reaksi Esterifikasi

Campuran CPO *waste* dengan metanol dan H₂SO₄ direaksikan pada suhu 70 °C dan tekanan 1 atm didalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) yang disusun seri sebanyak 4 buah dengan kondisi operasi isothermal serta sifat reaksi *endothermis irreversible*. Dimana konversi masing-masing reaktor adalah, reaktor-01 dengan konversi 68,79 %, reaktor-02 dengan konversi 90,06%, reaktor-03 dengan konversi 96,81% dan reaktor-04 dengan konversi 98,99%.

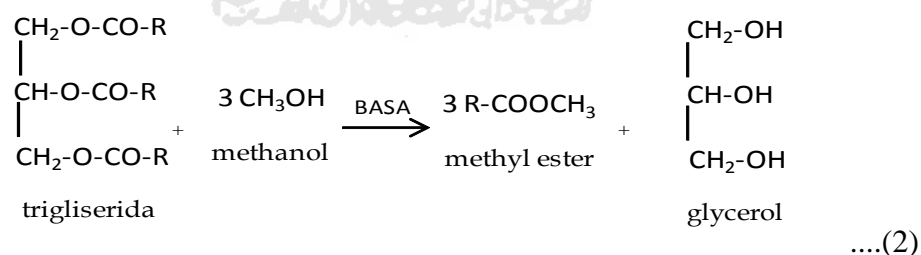
Adapun reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Untuk menjaga agar suhu reaksi tetap 70 °C, maka masing-masing reaktor dilengkapi dengan jaket pemanas yang menggunakan steam pemanas pada suhu masuk 100°C dan suhu keluar 100°C.

b. Reaksi Transesterifikasi

Hasil reaksi *reaktor* (R-01) yang telah terlebih dahulu dipisahkan dengan fase aqueus pada *decanter* (D-01) dipanaskan dengan *heater* (HE-04), kemudian dialirkan menuju *reaktor* (R-02). Campuran KOH dengan metanol dari *mixer* (M-02) dipanaskan dalam *heater* (HE-03) dialirkan kedalam *reaktor* (R-02) untuk melakukan reaksi transesterifikasi pada suhu 70°C dan tekanan 1 atm didalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) yang disusun seri sebanyak 3 buah dengan kondisi operasi *eksothermis irreverisble*. Dimana konversi masing-masing reaktor adalah, reaktor-01 dengan konversi 62,13%, reaktor-02 dengan konversi 84,09%, dan reaktor-03 dengan konversi 93%. Adapun reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Untuk menjaga agar suhu reaksi tetap 70 °C, maka masing- masing reaktor dilengkapi dengan jaket pendingin yang menggunakan air pendingin pada suhu masuk 25°C dan suhu keluar 45°C.

Pada reaksi pembentukan biodiesel ini produk keluar dari *reaktor* (R-02) pada suhu 70 °C, yang kemudian didinginkan sampai suhu 30 °C menggunakan

cooler (CL-04) yang kemudian dialirkan menuju tangki *neutralizer* (N-01) untuk menetralkan katalis KOH menggunakan larutan HCl yang berasal dari tangki penyimpanan bahan baku (TP-05). Hasil yang keluar dari *neutralizer* adalah biodiesel dengan pH netral.

3.1.3 Tahap Pemurnian

Larutan hasil reaksi esterifikasi pada *reaktor* (R-01) dengan suhu 70°C didinginkan pada *cooler* (CL-01) hingga suhu 30°C lebih dahulu dipisahkan dari katalis H₂SO₄ dan fase aqueus sebelum masuk ke *reaktor* (R-02) didalam *decanter* (D-01), fase oil atau hasil bawah *decanter* selanjutnya diumpakan kedalam *reaktor* (R-02) yang telah dipanaskan dalam *heater* (HE-04). Sedangkan fase aqueus atau hasil atas yang masih mengandung metanol dipisahkan dalam *evaporator* (EV-01). Hasil atas *evaporator* dengan suhu 91,4896°C berupa metanol dengan kemurnian 97% dikondensasikan dengan *condensor* (CD-01) dan didinginkan dengan *cooler* (CL-02) direcycle ke dalam *mixer* (M-01). Hasil bawah dari *evaporator* didinginkan dengan *cooler* (CL-02) kemudian dialirkan ke UPL.

Untuk hasil reaksi transesterifikasi larutan yang keluar dari tangki *neutralizer* (N-01) kemudian dipompakan menuju *decanter* (D-02) untuk dilakukan pemisahan, karena produk yang keluar dari *neutralizer* masih mengandung bahan-bahan lain seperti sisa *free fatty acid*, trigliserida, sisa metanol, gliserol, H₂SO₄, KCl dari hasil penetralan, air dan impuritas lainnya. Oleh karena komponen *biodiesel* dan gliserol mempunyai densitas yang berbeda dan tidak saling melarutkan, maka akan membentuk dua lapisan didalam *decanter*. Lapisan atas terdiri dari komponen dengan densitas yang lebih kecil

atau disebut dengan fase oil dengan komponen terbanyaknya yaitu *biodiesel*, sisa trigiserida dan sisa *free fatty acid*, sedangkan lapisan bawah terdiri dari komponen dengan densitas yang lebih besar atau yang disebut dengan fase aqueus dengan komponen terbanyaknya yaitu gliserol, metanol dan air.

Biodiesel sebagai fase oil dari *decanter* dipompakan menuju *mixer* (M-03) untuk dicuci guna menghilangkan sisa kotoran yang masih terbawa ke dalam *biodiesel* seperti sisa garam hasil netralisasi, metanol, dan gliserol yang ikut terdispersi pada fase oil di *decanter* dengan cara ditambahkan sejumlah air ke dalam *mixer* (M-03). Setelah melalui proses pencucian didalam *mixer*, *biodiesel* dialirkan menuju ke *decanter* (DC-03) untuk dipisahkan kembali antara komponen *biodiesel* dan air yang digunakan untuk pencucian. Didalam *decanter* *biodiesel* berada pada fase oil dengan kemurnian 96 % kemudian ditampung pada tangki penyimpanan produk (TP-06) sebagai produk utama. Sedangkan fase aqueus hasil *decanter* dilirkan menuju UPL.

Untuk pemurnian Glycerol, sebagai fase aqueus atau hasil bawah *decanter* (DC-02), dialirkan menuju Evaporator (EV-02). Didalam *evaporator* ini kandungan metanol yang masih terdapat dalam Glycerol diuapkan pada suhu 122,94 °C dan dikondensasikan menggunakan *condenser* (CD-03) dan didinginkan menggunakan *cooler* (CL-05), metanol yang teruapkan dari *evaporator* memiliki kemurnian 98% yang selanjutnya direcycle dan dicampurkan kedalam *mixer* (M-02). Hasil bawah *evaporator* keluar pada suhu 164,41°C berupa Glycerol dengan

kemurnian 92% dan didinginkan menggunakan *cooler* (CL-06) lalu di tampung pada tangki penyimpanan produk (TP-07).

3.2 Metode Penentuan Perancangan

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

3.2.1 Neraca Massa

Tabel 3.1 Neraca massa total

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
Trigliserida	2265,5647	162,8035
FFA	2265,5647	23,1788
Metanol	738,6464	229,1752
FAME	-	4472,0778
Gliserol	-	228,9530
H ₂ SO ₄	124,6515	124,0281
KOH	5,4714	-
HCl	3,1020	-
H ₂ O	1184,3404	1339,6848
KCl	-	6,3315
K ₂ SO ₄	-	1,1082
Total	6587,3410	6587,3410

Tabel 3.2 Neraca massa di mixer-01

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
Metanol	2160,7352	2160,7352
H ₂ SO ₄	124,6515	124,6515
H ₂ O	45,3846	45,3846
Total	2330,7713	2330,7713

Tabel 3.3 Neraca massa di reaktor-01

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
Trigliserida	2265,5647	2.901,5642
FFA	2265,5647	707,0206
Metanol	2160,7352	1974,9315
FAME	-	1639,8333
H ₂ SO ₄	124,6513	124,6513
H ₂ O	45,3847	149,8992
Total	6861,9006	6861,9006

Tabel 3.4 Neraca massa di reaktor-02

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
Trigliserida	2.901,5642	2265,5647
FFA	707,0206	225,1468
Metanol	1974,9315	1917,4844
FAME	1639,8333	2146,8401
H ₂ SO ₄	124,6513	124,6513
H ₂ O	149,8992	182,2132
Total	6861,9006	6861,9006

Tabel. 3.5 Neraca massa di reaktor-03

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
Trigliserida	2265,5647	2265,5647
FFA	225,1468	72,1646
Metanol	1917,4844	1899,2464
FAME	2146,8401	2307,8015
H ₂ SO ₄	124,6513	124,6513
H ₂ O	182,2132	192,4721
Total	6861,9006	6861,9006

Tabel 3.6 Neraca massa reaktor-04

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
Trigliserida	2265,5647	2265,5647
FFA	72,1646	23,1788
Metanol	1899,2464	1893,4065
FAME	2307,8015	2359,3422
H ₂ SO ₄	124,6513	124,6513
H ₂ O	192,4721	195,7570
Total	6861,9006	6861,9006

Tabel 3.7 Neraca massa di decanter-01

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)	
		Top	Bottom
Trigliserida	2265,5647	4,5311	2261,0335
FFA	23,1788	0,0465	23,1325
Metanol	1893,4065	1874,4725	18,9341
FAME	2359,3422	4,7187	2354,6233
H ₂ SO ₄	124,6513	124,0281	0,6232
H ₂ O	195,7570	193,7995	1,9576
Total	6861,9006	2201,5964	4660,3042
		6861,9006	

Tabel 3.8 Neraca massa di evaporator-01

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)	
		Top	Bottom
Trigliserida	4,5311	-	4,5312
FFA	0,0465	-	0,0463
Metanol	1874,4725	1664,4234	210,0490
FAME	4,7187	-	4,7189
H ₂ SO ₄	124,0281	-	124,0281
H ₂ O	193,7995	25,1004	168,6990
Total	2201,5964	1689,5238	512,0726
		2201,5964	

Tabel 3.9 Neraca massa di mixer-02

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
Metanol	495,8727	495,8727
KOH	5,4714	5,4714
H ₂ O	19,4165	19,4165
Total	520,7606	520,7606

Tabel 3.10 Neraca massa di reaktor-05

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
Trigliserida	2261,0335	856,1976
FFA	23,1325	23,1325
Metanol	514,8068	354,8748
FAME	2354,6233	3766,1230
Gliserol	-	153,2682
H ₂ SO ₄	0,6232	-
KOH	5,4714	4,7592
H ₂ O	21,3741	21,6013
K ₂ SO ₄	-	1,1082
Total	5181,0648	5181,0648

Tabel 3.11 Neraca massa di reaktor-06

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
Trigliserida	856,1976	359,8205
FFA	23,1325	23,1325
Metanol	354,8748	298,3653
FAME	3766,1230	4264,8547
Gliserol	153,2682	207,4231
KOH	4,7592	4,7592
H ₂ O	21,6013	21,6013
K ₂ SO ₄	1,1082	1,1082
Total	5181,0648	5181,0648

Tabel 3.12 Neraca massa di reaktor-07

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
Trigliserida	359,8205	158,2723
FFA	23,1325	23,1325
Metanol	298,3653	275,4203
FAME	4264,8547	4467,3589
Gliserol	207,4231	229,4121
KOH	4,7592	4,7592
H ₂ O	21,6013	21,6013
K ₂ SO ₄	1,1082	1,1082
Total	5181,0648	5181,0648

Tabel 3.13 Neraca massa di netralizer-01

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
Trigliserida	158,2723	158,2723
FFA	23,1325	23,1325
Metanol	275,4203	275,4203
FAME	4467,3589	4467,3589
Gliserol	229,4121	229,4121
KOH	4,7592	-
H ₂ O	25,4303	26,9601
K ₂ SO ₄	1,1082	1,1082
KCl	-	6,3315
HCl	3,1020	-
Total	5187,9958	5187,9958

Tabel 3.14 Neraca massa di decanter-02

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)	
		Top	Bottom
Trigliserida	158,2723	156,7766	1,4957
FFA	23,1325	22,9138	0,2187
Metanol	275,4203	2,7558	272,6645
FAME	4467,3589	4460,8993	6,4596
Gliserol	229,4121	0,4591	228,9530
KOH	-	-	0,7982
H ₂ O	26,9601	0,2612	26,6989
K ₂ SO ₄	1,1082	-	1,1082
KCl	6,3315	-	6,3315
HCl	-	-	-
Total	5187,9958	4644,0658	543,9300
		5187,9958	

Tabel 3.15 Neraca massa di mixer-03

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
Trigliserida	156,7766	156,7766
FFA	22,9138	22,9138
Metanol	2,7558	-
FAME	4460,8993	4460,8993
Gliserol	0,4591	-
H ₂ O	1147,2154	1150,4303
Total	5791,0200	5791,0200

Tabel 3.16 Neraca massa di decanter-03

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)	
		Top	Bottom
Trigliserida	156,7766	155,1227	1,6539
FFA	22,9138	22,6721	0,2417
FAME	4460,8993	4449,5074	11,3919
H ₂ O+Trash	1150,4303	2,3272	1148,1031
Total	5791,0200	4629,6294	1161,3906
		5791,0200	

Tabel 3.17 Neraca massa di evaporator-02

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)	
		Top	Bottom
Trigliserida	1,4957	-	1,4957
FFA	0,2187	-	0,2187
Metanol	272,6645	253,5383	19,1262
FAME	6,4596	-	6,4596
Gliserol	228,9530	-	228,9530
K ₂ SO ₄	1,1082	-	1,1082
H ₂ O	26,6989	6,1434	20,5555
KCl	6,3315	-	6,3315
Total	543,9300	259,6817	284,2483
		543,9300	

3.2.2 Neraca Panas

Tabel 3.18 Neraca panas masing-masing alat

Alat	Panas Masuk (Kkal/jam)	Panas keluar (Kkal/jam)
Mixer-01	7019,4939	7019,4939
Reaktor-01	218.024,6858	218.024,6858
Reaktor-02	163.039,6655	163.039,6655
Reaktor-03	146.250,8273	146.250,8273
Reaktor-04	140.942,9418	140.942,9418
Decanter-01	15.379,2088	15.379,2088
Evaporator-01	9.216,7132	9.216,7132
Mixer-02	1615,9351	1615,9351
Reaktor-05	378.996,5697	378.996,5697
Reaktor-06	262.524,9306	262.524,9306
Reaktor-07	180.141,6144	180.141,6144
Netralizer-01	14.109,9487	14.109,9487
Decanter-02	14.109,9487	14.109,9487
Mixer-03	18.091,7324	18.091,7324
Decanter-03	18.097,9142	18.097,9142
Evaporator-02	233.545,8730	233.545,8730

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 waste CPO meliputi:

a. Spesifikasi Alat Proses

1. Mixer (M-01)

Fungsi : Mencampur H_2SO_4 dan metanol dari tangki penyimpanan.

Jenis : Tangki silinder tegak berpengaduk.

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30°C

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA 283 Grade C*

Dimensi mixer :

Diameter mixer = 0,59 m

Tinggi mixer = 0,88 m

Tebal *shell* = 0,0047 m (0,1875 in)

Tebal *head* = 0,0047 m (0,1875 in)

Pengaduk mixer :

Jenis = *Six blade turbine*

Jumlah *baffle* = 4 buah

Diameter pengaduk = 0,28 m

Lebar *baffle* = 0,0484 m

Efisiensi/ putaran = 70% / 4,8333 rps

Daya motor = 1 Hp

Harga : \$ 1.243,232

2. Mixer (M-02)

Fungsi : Mencampur KOH dan metanol dari tangki penyimpan.

Jenis : Tangki silinder tegak berpengaduk.

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30°C

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA 283 Grade C*

Dimensi mixer :

Diameter mixer = 0,36 m

Tinggi mixer = 0,54 m

Tebal *shell* = 0,1875 in

Tebal *head* = 0,1875 in

Pengaduk mixer :

Jenis = *Six blade turbine*

Jumlah *baffle* = 4 buah

Diameter pengaduk = 0,13 m

Jumlah pengaduk = 2 buah

Lebar *baffle* = 0,025 m

Efisiensi/putaran = 70%/ 13,0000 rps

Daya motor = 0,5 Hp

Harga : \$ 512,35

3. Reaktor (R-01 s.d. R-04)

Fungsi : Untuk mereaksikan *Free Fatty Acid* pada *waste CPO* dengan metanol menggunakan katalis H_2SO_4 sehingga dihasilkan biodiesel dan air.

Jenis : Reaktor Tangki Alir Berpengaduk (RATB)

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 70°C

- Isothermal

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA 283 Grade C*

Dimensi Reaktor :

Diameter reaktor	=	1,49	m
Tinggi reaktor	=	2,24	m
Volume reaktor	=	4,47	m ³
Tebal <i>shell</i>	=	0,25	in
Tebal <i>head</i>	=	0,25	in
Jenis <i>Head</i>	=	<i>Flanged and dished head (Torispherical)</i>	

Jaket Pemanas

Tinggi Jaket	=	2,03	m
Tebal Jaket	=	0,31	m
Diameter Jaket	=	1,68	m
Jarak shell dengan jaket	=	5	cm
Luas perpindahan panas	=	10,6033	m ²

Isolator

Jenis	=	<i>polyisocyanurate</i>
Tebal	=	3,75 cm

Pengaduk reaktor :

Jumlah <i>baffle</i>	=	4	buah
Jumlah blade	=	6	buah
Lebar <i>baffle</i>	=	0,0942	m
Jenis pengaduk	=	<i>Flat blade turbin</i>	
Jumlah pengaduk	=	1	buah
Tinggi pengaduk	=	1,55	m
Diameter pengaduk	=	0,55	m

Tenaga pengaduk = 3 Hp
 Jumlah putaran = 151 rpm
 Harga : \$ 51.092,63

4. Reaktor (R-05 s.d. R-07)

Fungsi : Untuk mereaksikan Trigliserida pada *waste* CPO dengan metanol menggunakan katalis KOH sehingga dihasilkan biodiesel dan gliserol.

Jenis : Reaktor Tangki Alir Berpengaduk (RATB)

Jumlah : 3 buah

Kondisi operasi : - Tekanan = 1 atm
 - Suhu = 70°C
 - Isothermal

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA 283 Grade C*

Dimensi Reaktor :

Diameter reaktor = 1,4687 m

Tinggi reaktor = 2,1881 m

Volume reaktor = 4,1814 m³

Tebal *shell* = 0,25 in

Tebal *head* = 0,25 in

Jenis *Head* = *Flanged and dished head (Torispherical)*

Jaket Pendingin

Tinggi Jaket = 2,0118 m

Tebal Jaket = 0,3125 m

Diameter Jaket = 1,7360 m

Pengaduk reaktor	:	
Jumlah <i>baffle</i>	=	4 buah
Jumlah blade	=	6 buah
Lebar <i>baffle</i>	=	0,0862 m
Jenis pengaduk	=	<i>Flat blade turbin</i>
Jumlah pengaduk	=	1 buah
Tinggi pengaduk	=	1,8740 m
Diameter pengaduk	=	0,5037 m
Tenaga pengaduk	=	3 Hp
Jumlah putaran	=	139 rpm
Harga	:	\$ 49.100,61

5. Decanter (D-01)

Fungsi	:	Memisahkan metanol sisa dari campuran biodiesel untuk di <i>recycle</i> ke R-01
Jenis	:	Silinder Vertikal
Jumlah	:	1 buah
Kondisi operasi	:	- Tekanan = 1 atm - Suhu = 30°C
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless steel SA 283 Grade C</i>

Dimensi Reaktor :

Diameter	=	1,5608 m
Tinggi	=	3,1215 m
Tebal <i>shell</i>	=	0,1875 in
Tebal <i>head</i>	=	0,1875 in

Volume = 7,2404 m³

Waktu tinggal = 6 menit 42 detik

Harga : \$ 95,39

6. Evaporator (EV-01)

Fungsi : Menguapkan metanol sisa reaksi dari campuran hasil bawah decanter untuk di *recycle* ke R-01

Jenis : *Long Tube Vertical, single effect*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30°C

Bahan konstruksi = *Stainless steel SA 283 Grade C*

Dimensi Evaporator :

Shell Side

Diameter = 37 in

Baffle spacing = 18,5 in

Pass = 1

Tube Side

Diameter luar = 1,50 in

Diameter dalam = 1,37 in

Jumlah *tube* = 164 buah

Panjang = 24 ft

Pitch = 1 7/8 in *square pitch*

Passes = 4

Harga : \$ 17.908,09

7. Netralizer (N-01)

Fungsi : Untuk mereaksikan KOH sebagai katalisator dengan HCl sehingga diperoleh KCl dan biodiesel yang dihasilkan dengan pH netral.

Jenis : Tangki silinder tegak berpengaduk.

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30°C

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA 283 Grade C*

Dimensi netralizer :

Diameter = 1,1014 m

Tinggi = 1,6522 m

Tebal *shell* = 0,1875 in

Tebal *head* = 0,1947 in

Pengaduk netralizer :

Jenis = *Six blade turbine*

Jumlah *baffle* = 4 buah

Diameter pengaduk = 0,4032 m

Jumlah pengaduk = 1 buah

Lebar *baffle* = 0,0685 m

Efisiensi/putaran = 70% / 3,9167 rps

Daya motor = 3 Hp

Harga : \$ 14.793,9726

8. Decanter (D-02)

Fungsi : Memisahkan biodiesel sebagai fase oil dari campuran gliserol dan sisa metanol sebagai fase *aqueus*.

Jenis : Silinder Vertikal

Jumlah : 1

Kondisi operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30°C

Bahan konstruksi : Carbon steel SA 283 Grade C

Dimensi Decanter :

Diameter = 4,3804 m

Tinggi = 6,5706 m

Tebal *shell* = 0,875 in

Tebal *head* = 0,3125 in

Volume = 120,4739 m³

Waktu tinggal = 16,87 jam

Harga : \$ 892,92

9. Mixer (M-03)

Fungsi : Sebagai tempat pencucian untuk melarutkan metanol, gliserol, dan KCl yang terdispersi pada fase oil menggunakan air.

Jenis : Tangki silinder tegak berpengaduk.

Jumlah	: 1 buah
Kondisi operasi	: - Tekanan = 1 atm - Suhu = 30°C
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA 283 Grade C</i>
Dimensi mixer	:
Diameter mixer	= 0,7860 m
Tinggi mixer	= 1,1791 m
Tebal <i>shell</i>	= 0,1875 in
Tebal <i>head</i>	= 0,1875 in
Pengaduk mixer	:
Jenis	= <i>Six blade turbine</i>
Jumlah baffle	= 4 buah
Diameter pengaduk	= 0,2677 m
Jumlah pengaduk	= 1 buah
Lebar <i>baffle</i>	= 0,0455 m
Efisiensi/putaran	= 70% / 5.5000 rps
Daya motor	= 1 Hp
Harga	: \$ 2.077,18

10. Decanter (D-03)

Fungsi	: Memisahkan biodiesel dari campuran hasil pencucian mixer-02
Jenis	: Silinder Vertikal
Jumlah	: 1 buah

Kondisi operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30°C

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 Grade C*

Dimensi Reaktor :

Diameter = 1,5114 m

Tinggi = 3,0228 m

Tebal *shell* = 0,2500 in

Tebal *head* = 0,2500 in

Volume = 6,5748 m³

Waktu tinggal = 0.91 jam

Harga : \$ 359, 82

11. Evaporator (EV-02)

Fungsi : Menguapkan metanol sisa reaksi dari campuran hasil bawah D-02 untuk di *recycle* ke M-02

Jenis : *Long Tube Vertical, single effect*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30°C

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 Grade C*

Dimensi Evaporator :

Shell Side

Diameter = 21,25 m

Baffle spacing = 10,63 in

Pass = 1

Tube Side

Diameter luar = 1,25 in

Diameter dalam = 1,12 in

Jumlah *tube* = 86 buah

Panjang = 12 ft

Pitch = 1 9/16 in *squre pitch*

Passes = 4

Harga : \$ 9.711,1385

12. Tangki Penyimpanan (TP-01)

Fungsi : Menyimpan bahan baku *waste CPO* untuk kebutuhan produksi.

Jenis : Tangki vertikal dengan dasar datar dan atap bentuk kerucut

Jumlah : 6 buah

Kondisi operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30°C

- Bahan = Carbon steel SA 283 Grade C

Dimensi Tangki :

Diameter = 7,3152m

Tinggi = 6,096 m

Volume = 507.784,69gallon

Harga : \$ 71.927,62

13. Tangki Penyimpanan (TP-02)

Fungsi : Menyimpan bahan baku *metanol* untuk kebutuhan produksi 14 hari.

Jenis : Tangki vertikal dengan dasar datar dan atap bentuk kerucut

Jumlah : 2 buah

Kondisi operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30°C

- Bahan = Carbon steel SA 283 Grade C

Dimensi Tangki :

Diameter = 12,1920 m

Tinggi = 4,8768 m

Volume = 150.361,4 gallon

Harga : \$ 24.293,84

14. Tangki Penyimpanan (TP-03)

Fungsi : Menyimpan katalis H_2SO_4 untuk kebutuhan produksi 14 hari.

Jenis : Tangki vertikal dengan dasar datar dan atap bentuk kerucut.

Jumlah : 2 buah

Kondisi operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30°C

- Bahan = Stainless steel SA 283 Grade C

Dimensi Tangki :

Diameter	=	2,286 m
Tinggi	=	2,4384 m
Volume	=	21.210,20 gallon
Harga	:	\$ 32.102,29

15. Tangki Penyimpanan (TP-04)

Fungsi : Menyimpan katalis KOH untuk kebutuhan produksi 14 hari.

Jenis : Tangki vertikal dengan dasar datar dan atap bentuk kerucut

Jumlah : 2 buah

Kondisi operasi : - Tekanan = 1 atm
 - Suhu = 30°C
 - Bahan = Carbon steel SA 283 Grade C

Dimensi Tangki :

Diameter	=	1,524 m
Tinggi	=	2,4384 m
Volume	=	9.450,09 gallon
Harga	:	\$ 19.763,81

16. Tangki Penyimpanan (TP-05)

Fungsi : Menyimpan HCl untuk kebutuhan produksi 14 hari.

Jenis : Tangki vertikal dengan dasar datar dan atap bentuk kerucut

Jumlah : 2 buah

Kondisi operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30°C

- Bahan = Carbon steel SA 283 Grade C

Dimensi Tangki :

Diameter = 1,524 m

Tinggi = 2,4384 m

Volume = 9.450,09gallon

Harga : \$ 19.763,81

17. Tangki Penyimpanan (TP-06)

Fungsi : Menyimpan produk *biodiesel* hasil produksi 7 hari.

Jenis : Tangki vertikal dengan dasar datar dan atap bentuk kerucut

Jumlah : 6 buah

Kondisi operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30°C

- Bahan = Carbon steel SA 283 Grade C

Dimensi Tangki :

Diameter = 7,3152 m

Tinggi = 6,0960 m

Volume = 507.784,695 gallon

Harga : \$ 71.927,62

18. Tangki Penyimpanan (TP-07)

- Fungsi : Menyimpan *gliserol* hasil produksi 14 hari
- Jenis : Tangki vertkal dengan dasar datar dan atap bentuk kerucut
- Jumlah : 1
- Kondisi operasi : - Tekanan = 1 atm
- Suhu = 30°C
- Bahan = Carbon steel SA 283 Grade C

Dimensi Tangki :

- Diameter = 3,0480 m
- Tinggi = 4,8768 m
- Volume = 9.450,09 gallon
- Harga : \$ 39.527,6214

19. Tangki Penyimpanan (TP-08)

- Fungsi : Menyimpan KCl hasil produksi 14 hari
- Jenis : Tangki vertkal dengan dasar datar dan atap bentuk kerucut
- Jumlah : 1
- Kondisi operasi : - Tekanan = 1 atm
- Suhu = 30°C
- Bahan = Carbon steel SA 283 Grade C

Dimensi Tangki :

- Diameter = 3,0480 m

Tinggi	=	4,8768 m
Volume	=	9.450,09 gallon
Harga	:	\$ 39.527,6214

20. Heater 1 (HE-01)

Fungsi : Memanaskan bahan baku metanol dan katalis H_2SO_4 dari M-01 untuk diumpankan kedalam R-01 dari suhu $30^\circ C$ menjadi suhu $70^\circ C$.

Jenis : *Double pipe Heat Exchanger*

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 Grade C*

Dimensi *heater* :

Inner

Diameter luar = 1,90 in

Diameter dalam = 1,61 in

Pressure drop = 0,4170 psi

Annulus

Diameter luar = 2,88 in

Diameter dalam = 2,469 in

Pressure drop = 0,1983 psi

Luas transfer panas : 13,1944 ft^2

Koefisien transfer panas bersih (U_c) : 250,21 $BTU/jam.ft^2.^{\circ}F$

Koefisien transfer panas kotor (U_d) : 196 $BTU/jam.ft^2.^{\circ}F$

Faktor kotor total (R_d) : 0,0010 $jam.ft^2.^{\circ}F/BTU$

Harga : \$ 765,37

21. Heater 2 (HE-02)

Fungsi : Memanaskan bahan baku *waste CPO* dari TP-01 untuk diumpankan kedalam R-01 dari suhu 30°C menjadi suhu 70°C.

Jenis : *Double pipe Heat Exchanger*

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 Grade C*

Dimensi *heater* :

Inner

Diameter luar = 1,90 in

Diameter dalam = 1,61 in

Pressure drop = 0,6610 psi

Annulus

Diameter luar = 2,88 in

Diameter dalam = 2,469 in

Pressure drop = 0,4481 psi

Luas transfer panas : 20,0336 ft²

Koefisien transfer panas bersih (*U_c*) : 166,2250 BTU/jam.ft².°F

Koefisien transfer panas kotor (*U_d*) : 147,1763 BTU/jam.ft².°F

Faktor kotor total (*R_d*) : 0,00078 jam.ft².°F/BTU

Harga : \$ 983,3203

22. Heater 3 (HE-03)

Fungsi : Memanaskan bahan baku *metanol*, KOH dan air dari M-02 untuk diumpankan kedalam R-05 dari suhu 30°C menjadi suhu 70°C.

Jenis : *Double pipe Heat Exchanger*

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 Grade C*

Dimensi *heater* :

Inner

Diameter luar = 1,320 in

Diameter dalam = 1,049 in

Pressure drop = 0,1360 psi

Annulus

Diameter luar = 1,660 in

Diameter dalam = 1,380 in

Pressure drop = 0,0102 psi

Luas transfer panas : 6,0316 ft²

Koefisien transfer panas bersih (*U_c*) : 175,8849 BTU/jam.ft².°F

Koefisien transfer panas kotor (*U_d*) : 100 BTU/jam.ft².°F

Faktor kotor total (*R_d*) : 0,0043 jam.ft².°F/BTU

Harga : \$ 478,5169

23. Heater 4 (HE-04)

Fungsi : Memanaskan campuran hasil bawah D-01 menuju R-05 dari suhu 30°C menjadi suhu 70°C.

Jenis : *Double pipe Heat Exchanger*

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA 283 Grade C*

Dimensi *heater* :

Inner

Diameter luar = 2,880 in

Diameter dalam = 2,469 in

Pressure drop = 0,1340 psi

Annulus

Diameter luar = 3,5 in

Diameter dalam = 3,068 in

Pressure drop 1,1760 psi

Luas transfer panas : 52,9265 ft²

Koefisien transfer panas bersih (Uc) : 69,3474 BTU/jam.ft².°F

Koefisien transfer panas kotor (Ud) : 59,3979 BTU/jam.ft².°F

Faktor kotor total (Rd) : 0,0024 jam.ft².°F/BTU

Harga : \$ 1.761,3390

24. Cooler 1 (CL-01)

Fungsi : Mendinginkan campuran hasil R-04 dari suhu 70°C menjadi suhu 30°C, untuk dialirkan ke D-01.

Jenis : *Shell and Tube Heat Exchanger*

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA 283 Grade C*

Dimensi *cooler* :

Shell

Diameter dalam = 29 in

Pass = 2

Baffle Spacing = 14,5 in

Pressure drop = 0,1311 psi

Tube

Diameter luar = 1 in

Diameter dalam = 0,7320 in

Pass = 4

Panjang *Tube* = 20 ft

Pressure drop = 0,0165 psi

Luas transfer panas : 1.381,9309 ft²

Koefisien transfer panas bersih (*Uc*) : 19,0712 BTU/jam.ft².°F

Koefisien transfer panas kotor (*Ud*) : 18,65 BTU/jam.ft².°F

Faktor kotor total (*Rd*) : 0,00104 jam.ft².°F/BTU

Harga : \$ 15.243,93

25. Cooler 2 (CL-02)

Fungsi : Mendinginkan hasil bawah E-01 dari 91,48 °C menjadi suhu 30°C, untuk dialirkan ke UPL.

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 Grade C*

Dimensi *Cooler* :

Inner

Diameter luar = 0,840 in

Diameter dalam = 0,622 in

Pressure drop = 0,2680 psi

Annulus

Diameter luar = 1,660 in

Diameter dalam = 1,380 in

Pressure drop = 1,2615 psi

Luas transfer panas : 31,0294 ft²

Koefisien transfer panas bersih (*Uc*) : 94,9084 BTU/jam.ft².°F

Koefisien transfer panas kotor (*Ud*) : 78,3871 BTU/jam.ft².°F

Faktor kotor total (*Rd*) : 0,00213 jam.ft².°F/BTU

Harga : \$ 1.278,5072

26. Cooler 3 (CL-03)

Fungsi : Mendinginkan hasil CD-01 dari 91,39°C menjadi suhu 30°C, untuk dialirkan menuju UPL.

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 Grade C*

Dimensi *cooler* :

Inner

Diameter luar = 1,9 in

Diameter dalam = 1,610 in

Pressure drop = 0,0844 psi

Annulus

Diameter luar = 2,880 in

Diameter dalam = 2,469 in

Pressure drop = 0,8881 psi

Luas transfer panas : 28,2415 ft²

Koefisien transfer panas bersih (*Uc*) : 605,6866 BTU/jam.ft².°F

Koefisien transfer panas kotor (*Ud*) : 236,2907 BTU/jam.ft².°F

Faktor kotor total (*Rd*) : 0,0026 jam.ft².°F/BTU

Harga : \$ 1.208,2908

27. Cooler 4 (CL-04)

Fungsi : Mendinginkan campuran hasil R-07 dari suhu 70°C menjadi suhu 30°C, untuk dialirkan ke N-01.

Jenis : *Shell and Tube Heat Exchanger*

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 Grade C*

Dimensi *cooler* :

Shell

Diameter dalam = 25 in

Pass = 2

Baffle Spacing = 12,5 in

Pressure drop = 0,1349 psi

Tube

Diameter luar = 1 in

Diameter dalam = 0,87 in

Pass = 4

Panjang *Tube* = 20 ft

Pressure drop = 0,011 psi

Luas transfer panas : 1.011,5251 ft²

Koefisien transfer panas bersih (*Uc*) : 23,6349 BTU/jam.ft².°F

Koefisien transfer panas kotor (*Ud*) : 22,5200 BTU/jam.ft².°F

Faktor kotor total (*Rd*) : 0,00209 jam.ft².°F/BTU

Harga : \$ 2.597,9165

28. Cooler 5 (CL-05)

Fungsi : Mendinginkan campuran hasil CD-02 dari 115,78°C menjadi suhu 30°C, untuk dialirkan menuju M-02.

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 Grade C*

Dimensi *cooler* :

Inner

Diameter luar = 1,320 in

Diameter dalam = 1,049 in

Pressure drop = 0,007 psi

Annulus

Diameter luar = 1,9 in
 Diameter dalam = 1,610 in
Pressure drop = 0,1589 psi

Luas transfer panas : 4,8297 ft²
 Koefisien transfer panas bersih (Uc) : 368,2947 BTU/jam.ft².°F
 Koefisien transfer panas kotor (Ud) : 175,4981 BTU/jam.ft².°F
 Faktor kotor total (Rd) : 0,00298 jam.ft².°F/BTU
 Harga : \$ 14.011,65

29. Condensor (CD-01 s.d. CD-02)

Fungsi : Mencairkan uap metanol hasil atas EV-01 pada suhu 91,3876°C untuk *direcycle* ke M-01.

Jenis : *Double pipe Heat Exchanger*

Jumlah : 2 buah

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 Grade C*

Dimensi *condensor* :

Inner

Diameter luar = 3,5 in
 Diameter dalam = 3,068 in
 Pressure drop = 0,007 psi

Annulus

Diameter luar = 4,5 in
 Diameter dalam = 4,026 in
Pressure drop = 1,3956 psi

Luas transfer panas	: 55,8850 ft ²
Koefisien transfer panas bersih (Uc)	: 205,0032 BTU/jam.ft ² .°F
Koefisien transfer panas kotor (Ud)	: 150 BTU/jam.ft ² .°F
Faktor kotor total (Rd)	: 0,0018 jam.ft ² .°F/BTU
Harga	: \$ 3.639,54

30. Condensor 3 (CD-03)

Fungsi : Mencairkan uap metanol hasil atas EV-02 pada suhu 115,7745°C untuk *direcycle* ke M-02.

Jenis : *Double pipe Heat Exchanger*

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 Grade C*

Dimensi *condensor* :

Inner

Diameter luar = 1,660 in

Diameter dalam = 1,380 in

Pressure drop = 0,0275 psi

Annulus

Diameter luar = 2,380 in

Diameter dalam = 2,067 in

Pressure drop = 0,7523 psi

Luas transfer panas	: 10,1442 ft ²
Koefisien transfer panas bersih (Uc)	: 208,4500 BTU/jam.ft ² .°F
Koefisien transfer panas kotor (Ud)	: 145,7497 BTU/jam.ft ² .°F

Faktor kotor total (Rd) : 0,00206 jam.ft².°F/BTU

Harga : \$ 653,69

31. Accumulator 1 (ACC-01)

Fungsi : Menampung sementara embun dari CD-01 dan CD-02 selama 5 menit.

Jenis : Tangki Silinder Horizontal

Bentuk *Head* : *Elliptical Dished Head*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi : - suhu : 91,4896°C

- Tekanan : 1 atm

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 Grade C*

Dimensi accumulator :

Volume = 208,0223 liter.

Diameter = 22 in

Panjang = 44 in

Tebal *shell* = 0,1456 in

Tebal *head* = 0,1651 in

Harga : \$ 1.810,08

32. Accumulator 2 (ACC-02)

Fungsi : Menampung sementara embun dari CD-03 selama 5 menit.

Jenis : Tangki Silinder Horizontal

Bentuk *Head* : *Elliptical Dished Head*

Jumlah : 1 buah
 Kondisi operasi : - suhu : 122,9421°C
 - Tekanan : 1 atm
 Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 Grade C*

Dimensi *accumulator* :

Volume = 39,3016 liter.

Diameter = 12 in

Panjang = 23 in

Tebal *shell* = 0,1350 in

Tebal *head* = 0,1651 in

Harga : \$ 587,85

33. Pompa (P-01)

Fungsi : Mengalirkan umpan *CPO waste* dari TP-01 menuju R-01 sebanyak 4.531,1294 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump (single stage and suction, mixed flow)

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 22,3280 gpm

Head : 14,5048 ft

Tenaga pompa : 0,2091 Hp

Putaran standar : 3500 rpm

Putaran spesifik : 2.437,5 rpm

Harga : \$ 1.170,73

34. Pompa (P-02)

Fungsi	: Mengalirkan umpan metanol <i>CPO</i> dari TP-02 menuju M-01 sebanyak 515,2265 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump (single stage and suction, mixed flow)
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 2,7772 gpm
<i>Head</i>	: 4,8463 ft
Tenaga pompa	: 0,0079 Hp
Putaran standar	: 3500 rpm
Putaran spesifik	: 1956,2 rpm
Harga	: \$ 336,92

35. Pompa (P-03)

Fungsi	: Mengalirkan umpan H_2SO_4 dari TP-03 menuju M-01 sebanyak 126,021 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump (single stage and suction, radial flow)
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 0,3008 gpm
<i>Head</i>	: 3,7526 ft
Tenaga pompa	: 0,0015 Hp
Tenaga motor	: 0,05 Hp
Putaran standar	: 3500 rpm
Putaran spesifik	: 780,0 rpm

Harga : \$ 136,54

36. Pompa (P-04)

Fungsi : Mengalirkan umpan metanol dan H_2SO_4 dari M-01 menuju R-01 sebanyak 2.330,7712 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump (single stage and suction, mixed flow)

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 14,1645 gpm

Head : 14,1645ft

Tenaga pompa : 0,0549 Hp

Putaran standar : 3500 rpm

Putaran spesifik : 2.938,8 rpm

Harga : \$ 872,73

37. Pompa (P-05)

Fungsi : Mengalirkan hasil reaksi dari R-01 menuju R-02 sebanyak 6.861,9006 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump (single stage and suction, mixed flow)

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 41,1440 gpm

Head : 17,0847 ft

Tenaga pompa : 0,4662 Hp

Tenaga motor : 1 Hp

Putaran standar : 3500 rpm
 Putaran spesifik : 2.671,6 rpm
 Harga : \$ 1.537,01

38. Pompa (P-06)

Fungsi : Mengalirkan hasil reaksi dari R-02 menuju R-03
 sebanyak 6.861,9006 Kg/jam

Jenis : Centrifugal pump (single stage and suction, mixed
 flow)

Jumlah : 1

Kapasitas : 41,2041 gpm

Head : 17,0854 ft

Tenaga pompa : 0,3729 Hp

Putaran standar : 3500 rpm

Putaran spesifik : 2.673,4 rpm

Harga : \$ 1.785,70

39. Pompa (P-07)

Fungsi : Mengalirkan hasil reaksi dari R-03 menuju R-04
 sebanyak 6.861,9006 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump (single stage and suction, mixed
 flow)

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 52,7955 gpm

Head : 17,2372 ft

Tenaga pompa : 0,4819 Hp
 Tenaga motor : 1 Hp
 Putaran standar : 3500 rpm
 Putaran spesifik : 2.674,0 rpm
 Harga : \$ 1.540,08

40. Pompa (P-08)

Fungsi : Mengalirkan hasil reaksi dari R-04 menuju D-01
 sebanyak 6.861,9006 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump (single stage and suction, mixed
 flow)

Jumlah : 1

Kapasitas : 41,2293 gpm

Head : 18,0630 ft

Tenaga pompa : 0,3943 Hp

Putaran standar : 3500 rpm

Putaran spesifik : 2.564,9 rpm

Harga : \$ 1.540,32

41. Pompa (P-09)

Fungsi : Mengalirkan hasil atas dari D-01 menuju EV-01
 sebanyak 2201,5964 Kg/jam

Jenis : Centrifugal pump (single stage and suction, mixed
 flow)

Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 13,1354 gpm
<i>Head</i>	: 6,6274ft
Tenaga pompa	: 0,0663Hp
Tenaga motor	: 0,1250 Hp
Putaran standar	: 3500 rpm
Putaran spesifik	: 3.071,0 rpm
Harga	: \$ 802,36

42. Pompa (P-10)

Fungsi	: Mengalirkan metanol <i>recycle</i> dari ACC-01 menuju M-01 sebanyak 1.689,5238 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 13,2050 gpm
<i>Head</i>	: 4,8489 ft
Tenaga pompa	: 0,0319 Hp
Putaran standar	: 3500 rpm
Putaran spesifik	: 3.892,3 rpm
Harga	: \$ 775,70

43. Pompa (P-11)

Fungsi	: Mengalirkan hasil bawah dari EV-01 menuju UPL sebanyak 655,8240 kg/jam
--------	--

- Jenis : Centrifugal pump (single stage and suction, mixed flow)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 2,4030 gpm
- Head* : 2,4081 ft
- Tenaga pompa : 0,0039 Hp
- Putaran standar : 3500 rpm
- Putaran spesifik : 2.806,7rpm
- Harga : \$ 330,47
44. Pompa (P-12)
- Fungsi : Mengalirkan hasil bawah dari D-01 menuju R-05 sebanyak 4.660,3042 kg/jam
- Jenis : Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 28,0949 gpm
- Head* : 2,6392 ft
- Tenaga pompa : 0,0391 Hp
- Putaran standar : 3500 rpm
- Putaran spesifik : 8.959,3rpm
- Harga : \$ 1.204,69
45. Pompa (P-13)

Fungsi	: Mengalirkan umpan KOH dari TP-04 menuju M-02 sebanyak 9,7843 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump (single stage, single suction, radial flow)
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 0,0561 gpm
<i>Head</i>	: 2,9211 ft
Tenaga pompa	: 0,0001 Hp
Putaran standar	: 3500 rpm
Putaran spesifik	: 371,1 rpm
Harga	: \$ 30,60
46. Pompa (P-14)	
Fungsi	: Mengalirkan metanol dan KOH dari M-02 menuju R-05 sebanyak 520,7606 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump (single stage, single suction, radial flow)
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 2,7609 gpm
<i>Head</i>	: 10,4447 ft
Tenaga pompa	: 0,0173 Hp
Tenaga motor	: 0,0833 Hp
Putaran standar	: 3500 rpm
Putaran spesifik	: 1.001,0 rpm

Harga : \$ 338,94

47. Pompa (P-15)

Fungsi : Mengalirkan hasil reaksi dari R-05 menuju R-06 sebanyak 5.181,0648 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump (single stage and suction, mixed flow)

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 31,2842 gpm

Head : 14,7190 ft

Tenaga pompa : 0,2426 Hp

Putaran standar : 3500 rpm

Putaran spesifik : 2.605,1 rpm

Harga : \$ 1.285,67

48. Pompa (P-16)

Fungsi : Mengalirkan hasil reaksi dari R-06 menuju R-07 sebanyak 5.181,0648 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump (single stage and suction, mixed flow)

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 31,2283 gpm

Head : 14,6118 ft

Tenaga pompa : 0,2408 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp

Putaran standar : 3500 rpm
 Putaran spesifik : 2.617,1rpm
 Harga : \$ 1.283,42

49. Pompa (P-17)

Fungsi : Mengalirkan hasil reaksi dari R-07 menuju N-01 sebanyak 5.181,0648 kg kg/jam

Jenis : Centrifugal pump (single stage and suction, mixed flow)

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 31,2057 gpm

Head : 13,7241 ft

Tenaga pompa : 0,2262 Hp

Putaran standar : 3500 rpm

Putaran spesifik : 2.742,0 rpm

Harga : \$ 1.282,86

50. Pompa (P-18)

Fungsi : Mengalirkan HCL dari T-05 menuju N-01 sebanyak 6,9310 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump (single stage and suction, radial flow)

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 0,0403 gpm

Head : 13,4155 ft

Tenaga pompa : 0,0004 Hp

Tenaga motor : 0,05 Hp
 Putaran standar : 3500 rpm
 Putaran spesifik : 100,3 rpm
 Harga : \$ 23,72

51. Pompa (P-19)

Fungsi : Mengalirkan campuran dari N-01 menuju D-02
 sebanyak 5.187,9958 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump (single stage and suction, mixed
 flow)

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 31,1981 gpm

Head : 17,5432 ft

Tenaga pompa : 0,2895 Hp

Putaran standar : 3500 rpm

Putaran spesifik : 2.280,6 rpm

Harga : \$ 1.282,67

52. Pompa (P-20)

Fungsi : Mengalirkan hasil atas dari D-02 menuju M-03
 sebanyak 4.644,0658 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump (single stage and, mixed flow)

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 28,4875 gpm

Head : 18,1594 ft

Tenaga pompa : 0,3832 Hp
 Tenaga motor : 0,75 Hp
 Putaran standar : 3500 rpm
 Putaran spesifik : 2.123,6rpm
 Harga : \$ 1.214,60

53. Pompa (P-21)

Fungsi : Mengalirkan campuran dari M-03 menuju D-03
 sebanyak 5.791,0200 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump (single stage and suction, mixed
 flow)

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 34,4380 gpm

Head : 12,1302 ft

Tenaga pompa : 0,2235 Hp

Putaran standar : 3500 rpm

Putaran spesifik : 3.160,0rpm

Harga : \$ 1.361,01

54. Pompa (P-22)

Fungsi : Mengalirkan hasil reaksi dari D-03 menuju TP-06
 sebanyak 4629,6294 kg/jam

- Jenis : Centrifugal pump (single stage and suction, mixed flow)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 28,3976 gpm
- Head* : 18,1851 ft
- Tenaga pompa : 0,2678 Hp
- Tenaga motor : 0,75 Hp
- Putaran standar : 3500 rpm
- Putaran spesifik : 2.118,0 rpm
- Harga : \$ 1.212,29
55. Pompa (P-23)
- Fungsi : Mengalirkan hasil bawah dari D-03 menuju UPL sebanyak 1.161,3906 kg/jam
- Jenis : Centrifugal pump (single stage and suction, mixed flow)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 6,1579 gpm
- Head* : 0,4505 ft
- Tenaga pompa : 0,0017 Hp
- Putaran standar : 3500 rpm
- Putaran spesifik : 2.889,6 rpm
- Harga : \$ 484,50
56. Pompa (P-24)

Fungsi	: Mengalirkan hasil bawah dari D-02 menuju EV-02 sebanyak 284,2483 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump (single stage and suction, mixed flow)
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 2,8006 gpm
<i>Head</i>	: 24,0740 ft
Tenaga pompa	: 0,0417 Hp
Tenaga motor	: 0,0833 Hp
Putaran standar	: 3500 rpm
Putaran spesifik	: 538,9 rpm
Harga	: \$ 301,99
57. Pompa (P-25)	
Fungsi	: Mengalirkan metanol <i>recycle</i> dari ACC-02 menuju M-02 sebanyak 259,6817 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump (single stage and suction, mixed flow)
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 13,2050 gpm
<i>Head</i>	: 6,2099 ft
Tenaga pompa	: 0,0409 Hp
Putaran standar	: 3500 rpm
Putaran spesifik	: 3.233,1 rpm

Harga : \$ 765,74

58. Pompa (P-26)

Fungsi : Mengalirkan hasil bawah dari EV-02 menuju Tangki Penyimpan sebanyak 284,2483 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump (single stage and suction, radial flow)

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 1,231 gpm

Head : 9,842 ft

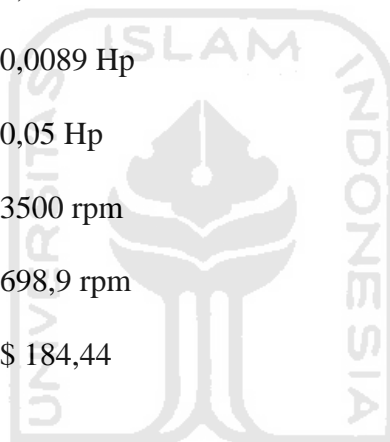
Tenaga pompa : 0,0089 Hp

Tenaga motor : 0,05 Hp

Putaran standar : 3500 rpm

Putaran spesifik : 698,9 rpm

Harga : \$ 184,44



3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan berdasarkan pada kebutuhan *biodiesel* di Indonesia, tersedianya bahan baku serta ketentuan kapasitas minimal. Kebutuhan nasional *biodiesel* dari tahun ke tahun mengalami peningkatan, diperkirakan pada tahun 2014 sebesar 29.476.500 ton (Ditjen Migas). Hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri di Indonesia, sejalan dengan berkembangnya industri-industri yang menggunakan *biodiesel* sebagai bahan bakar pengganti solar. Untuk

mengantisipasi hal tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 40.000 ton/tahun.

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

1. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku CPO *waste* yang digunakan dalam pembuatan *biodiesel* diperoleh dari berbagai industri minyak kelapa sawit di Dumai, Riau yang sudah beroperasi. Disebutkan juga bahwa produksi CPO *waste* tahun 2004 di pulau Sumatera telah mencapai lebih dari 170.000 ton/tahun dan dapat mengalami kenaikan sebesar 15% tiap tahunnya (Direktorat Jendral Perkebunan). Sehingga dapat diperkirakan pada tahun 2014 ketersediaan CPO *waste* di pulau Sumatera sebesar 308.000 ton. Dengan yield sebesar 97% dihasilkan biodiesel sebesar 299.000 ton. Sedangkan metanol yang digunakan masih impor.

2. Kapasitas pabrik yang sudah beroperasi

Pabrik yang sudah beroperasi dalam pembuatan *biodiesel* antara lain : PT. Musim Mas dengan kapasitas 100.000 ton/tahun yang beroperasi di provinsi Sumatera Utara dan PT. Wilmar Bioenergi Indonesia dengan kapasitas 1.000.000 ton/tahun yang beroperasi di propinsi Riau.

3. Kapasitas produk yang dapat terserap oleh pasar

Berdasarkan informasi yang diterima produksi minyak diesel tahun 2003 mencapai 15.035.000 kiloliter, sementara konsumsi minyak diesel sendiri sudah mencapai 24.064.000 kiloliter atau sekitar 165.000.000 barel, maka

Indonesia harus mengimpor lagi sebanyak 9.029.000 kiloliter atau sekitar 37% dari total konsumsi minyak diesel (Ditjen migas). Dari data yang tersebut menunjukkan bahwa kemampuan memproduksi serta konsumsi pasar terhadap minyak diesel di Indonesia saat ini masih sangat kurang mencukupi konsumsi masyarakat Indonesia terhadap minyak diesel. Sehingga dengan ditetapkannya pabrik biodiesel dengan kapasitas 40.000 ton/tahun diharapkan dapat memberikan kontribusi sebesar 0,17% dan mengurangi impor bangsa ini terhadap kebutuhan minyak diesel sebesar 0,34%.

3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

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 2 kemungkinan, yaitu :

- ◆ Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- ◆ 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 tahun berikutnya.

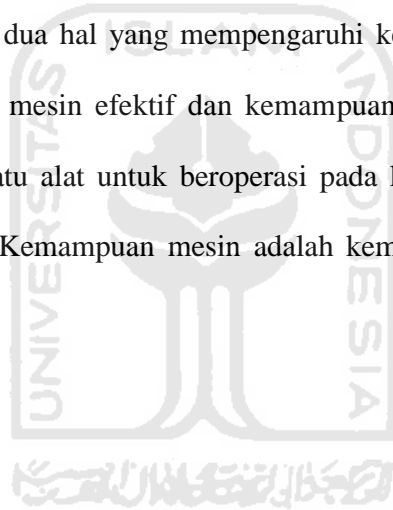
- Mencari daerah pemasaran.

b) Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

- ◆ Material (bahan baku), dengan pemakaian material yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan tercapai target produksi yang diinginkan.
- ◆ Manusia (tenaga kerja), kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilannya meningkat

Mesin (peralatan), ada dua hal yang mempengaruhi keandalan dan 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

Lokasi pabrik sangat menentukan kelayakan ekonomis pabrik setelah beroperasi. Untuk itu pemilihan lokasi yang tepat sangat diperlukan sejak tahap perancangan dengan memperhatikan berbagai macam pertimbangan. Pertimbangan utama yaitu lokasi yang dipilih harus memberikan biaya produksi dan distribusi yang minimum, dengan tetap memperhatikan ketersediaan tempat untuk pengembangan pabrik dan kondisi yang aman untuk operasi pabrik (Peters and Timmerhaus, 2003).

Pabrik *Biodiesel* dari *CPO waste* dan *metanol* dengan kapasitas 40.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di daerah Dumai, Propinsi Riau. Pertimbangan pemilihan lokasi pabrik ini antara lain :

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor yang secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari usaha pabrik. Tujuan utama ini meliputi proses produksi dan distribusi, adapun faktor-faktor primer yang berpengaruh secara langsung dalam pemilihan lokasi pabrik adalah :

- a. Ketersediaan dan transportasi bahan baku (*raw material oriented*).

Bahan baku berupa *CPO waste* diperoleh dari dalam negeri. Pabrik biodiesel ini terletak di propinsi Riau, karena banyak terdapat pabrik minyak sawit

sehingga untuk pasokan bahan baku dapat digunakan truk. Sedangkan bahan baku metanol masih diimport.

b. Pemasaran (*market oriented*).

Biodiesel merupakan bahan yang dapat dipasarkan langsung ke distributor, dan industri untuk digunakan sebagai bahan campuran minyak solar dengan perbandingan tertentu.

c. Ketersediaan tenaga kerja.

Tenaga kerja merupakan modal utama pendirian suatu pabrik, dengan lokasi pabrik yang berjarak cukup dekat dengan ibukota propinsi, Pekanbaru sehingga dapat diperkirakan tenaga kerja yang tersedia cukup banyak.

d. Tersedia lahan yang cukup luas serta sumber air yang cukup banyak.

Lokasi yang dipilih merupakan kawasan yang cukup jauh dari kepadatan penduduk sehingga masih tersedia lahan yang cukup luas. Selain itu terdapat pula sumber air yang cukup banyak serta sarana dan prasarana transportasi dan listrik.

e. Transportasi

Lokasi pabrik harus mudah dicapai sehingga mudah dalam pengiriman bahan baku dan penyaluran produk, terdapat transportasi yang lancar baik darat dan laut.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder tidak secara langsung berperan dalam proses industri, akan tetapi sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dari pabrik itu sendiri. Faktor-faktor sekunder meliputi :

a. Perluasan Areal Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik berada di kawasan yang cukup jauh dari kepadatan penduduk, sehingga memungkinkan adanya perluasan areal pabrik dengan tidak mengganggu pemukiman penduduk.

b. Perijinan

Lokasi pabrik dipilih pada daerah khusus untuk kawasan industri, sehingga memudahkan dalam perijinan pendirian pabrik.

Pengaturan tata letak pabrik merupakan bagian yang penting dalam proses pendirian pabrik, hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain:

- Segi keamanan kerja terpenuhi.
- Pengoperasian, pengontrolan, pengangkutan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman.
- Pemanfaatan areal tanah seefisien mungkin.
- Transportasi yang baik dan efisien.

c. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Prasarana seperti jalan dan transportasi lainnya harus tersedia, demikian juga fasilitas sosial seperti sarana pendidikan, ibadah hiburan, bank dan perumahan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup.

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian - bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan dan tempat

penyimpanan bahan baku dan produk. Ditinjau dari segi hubungan yang satu dengan yang lain tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik dapat efisien dan proses produksi serta distribusi dapat dijamin kelancarannya.

Dalam penentuan tata letak pabrik harus diperhatikan penempatan alat - alat produksi sehingga keamanan, keselamatan dan kenyamanan bagi karyawan dapat terpenuhi. Selain peralatan yang tercantum dalam flow sheet proses, beberapa bangunan fisik lainnya seperti kantor, gudang, laboratorium, bengkel dan lain sebagainya harus terletak pada bagian yang seefisien mungkin, terutama ditinjau dari segi lalu lintas barang, kontrol, keamanan, dan ekonomi. Selain itu yang harus diperhatikan dalam penentuan tata letak pabrik adalah penempatan alat-alat produksi sedemikian rupa sehingga dalam proses produksi dapat memberikan kenyamanan.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan tata letak pabrik adalah :

1. Daerah Proses.

Daerah proses adalah daerah yang digunakan untuk menempatkan alat-alat yang berhubungan dengan proses produksi. Dimana daerah proses ini diletakkan pada daerah yang terpisah dari bagian lain.

2. Keamanan.

Keamanan terhadap kemungkinan adanya bahaya kebakaran, ledakan, asap, atau gas beracun harus benar-benar diperhatikan di dalam menentukan tata letak pabrik. Untuk itu harus dilakukan penempatan alat-alat pengamanan

seperti hidran, penampung air yang cukup, dan penahan ledakan. Tangki penyimpanan bahan baku dan produk yang berbahaya harus diletakkan di area khusus dan perlu adanya jarak antara bangunan satu dengan lainnya guna memberikan pertolongan dan penyediaan jalan bagi karyawan untuk menyelamatkan diri.

3. Luas Area yang tersedia.

Harga tanah menjadi hal yang membatasi kemampuan penyedia area. Pemakaian tempat disesuaikan dengan area yang tersedia. Jika harga tanah amat tinggi, maka diperlukan efisiensi dalam pemakaian ruangan hingga peralatan tertentu diletakkan diatas peralatan yang lain, ataupun lantai ruangan diatur sedemikian rupa agar menghemat tempat.

4. Bangunan

Bangunan yang ada secara fisik harus memenuhi standar dan perlengkapan yang menyertainya seperti ventilasi, instalasi, dan lain - lainnya tersedia dan memenuhi syarat.

5. Instalasi dan Utilitas

Pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, udara, steam, dan listrik akan membantu kemudahan kerja dan perawatan. Penempatan peralatan proses di tata sedemikian rupa sehingga petugas dapat dengan mudah menjangkaunya dan dapat terjalin kelancaran operasi serta memudahkan perawatannya.

6. Jaringan jalan raya

Untuk pengangkutan bahan, keperluan perbaikan, pemeliharaan dan keselamatan kerja, maka diantara daerah proses dibuat jalan yang cukup

untuk memudahkan mobil keluar masuk, sehingga bila terjadi suatu bencana maka tidak akan mengalami kesulitan dalam menanggulangnya.

Secara garis besar tata letak pabrik dibagi dalam beberapa daerah utama, yaitu :

1. Daerah administrasi / perkantoran, laboratorium dan fasilitas pendukung.

Areal ini terdiri dari :

- Daerah administrasi sebagai pusat kegiatan administrasi dan keuangan pabrik.
- Laboratorium sebagai pusat kontrol kualitas bahan baku dan produk.
- Fasilitas – fasilitas bagi karyawan seperti : poliklinik, kantin, aula dan masjid.

2. Daerah proses dan perluasan.

Merupakan lokasi alat - alat proses diletakkan untuk kegiatan produksi dan perluasannya.

3. Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi.

4. Daerah utilitas dan pemadam kebakaran

Merupakan lokasi pusat kegiatan penyediaan air, steam, air pendingin dan tenaga listrik disediakan guna menunjang jalannya proses serta unit pemadam kebakaran.

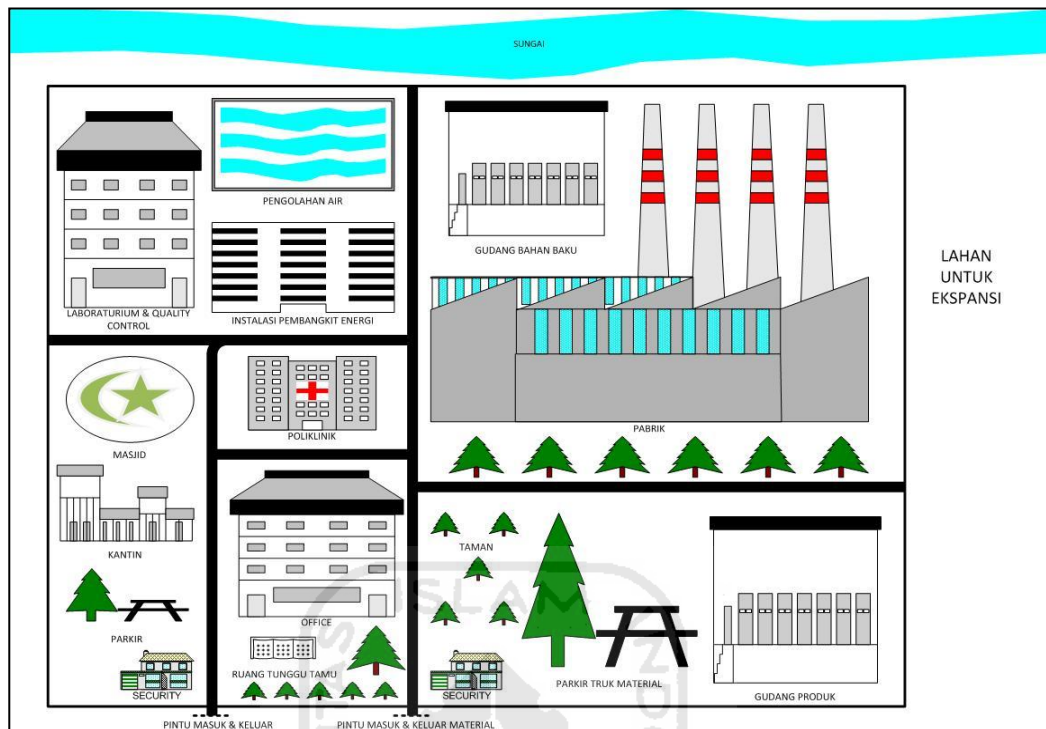
Dalam uraian di atas maka dapat disimpulkan bahwa tujuan dari pembuatan tata letak pabrik adalah sebagai berikut :

- a. Mengadakan integrasi terhadap semua faktor yang mempengaruhi produk.
- b. Mengalirkan kerja dalam pabrik sesuai dengan jalannya diagram alir proses.

- c. Mengerjakan perpindahan bahan sesedikit mungkin.
- d. Menggunakan seluruh areal secara efektif.
- e. Menjamin keselamatan dan kenyamanan karyawan.
- f. Mengadakan pengaturan alat - alat produksi yang fleksibel.

Tabel 4.1 Perincian luas tanah bangunan pabrik

No.	Bangunan	Ukuran (m)	Luas (m ²)
1.	Kantor Utama	60 x 30	1800
2.	Pos keamanan/satpam	5 x 10	50
3.	Parkir	20 x 15	300
4.	Masjid	20 x 25	500
5.	Kantin	20 x 20	400
6.	Bengkel	20 x 15	300
7.	Klinik	10 x 15	150
8.	Kantor teknik dan produksi	20 x 20	400
9.	Ruang timbang truk	5 x 15	75
10.	Unit pemadam kebakaran	20 x 15	300
11.	Gudang alat	20 x 10	200
12.	Gudang bahan kimia	20 x 15	300
13.	Laboratorium	20 x 30	600
14.	Utilitas	65 x 30	1950
15.	Daerah proses	60 x 100	6000
16.	Ruang kontrol	20 x 15	300
17.	Ruang kontrol utilitas	20 x 10	200
18.	Tangki bahan baku	30 x 80	2400
19.	Tangki produk	30 x 60	1800
20.	Mess	70 x 30	2100
21.	Jalan dan taman	50 x 20	1000
22.	Perluasan pabrik	75 x 50	3750
	Jumlah		24.875



Gambar 4.1 Tata letak pabrik (Skala 1:1000)

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 di atas 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 di dalam 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. Cahaya

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

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 dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat berproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

Perawatan alat-alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini 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

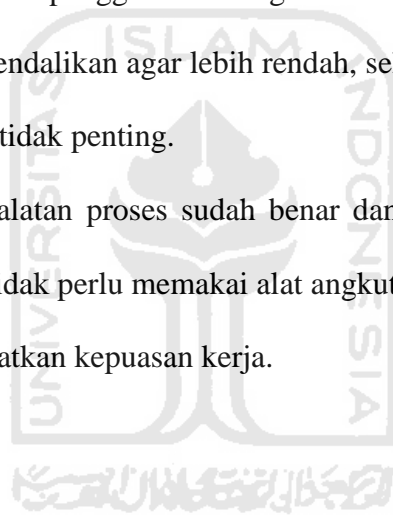
Semakin tua umur alat semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan

◆ Bahan baku

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

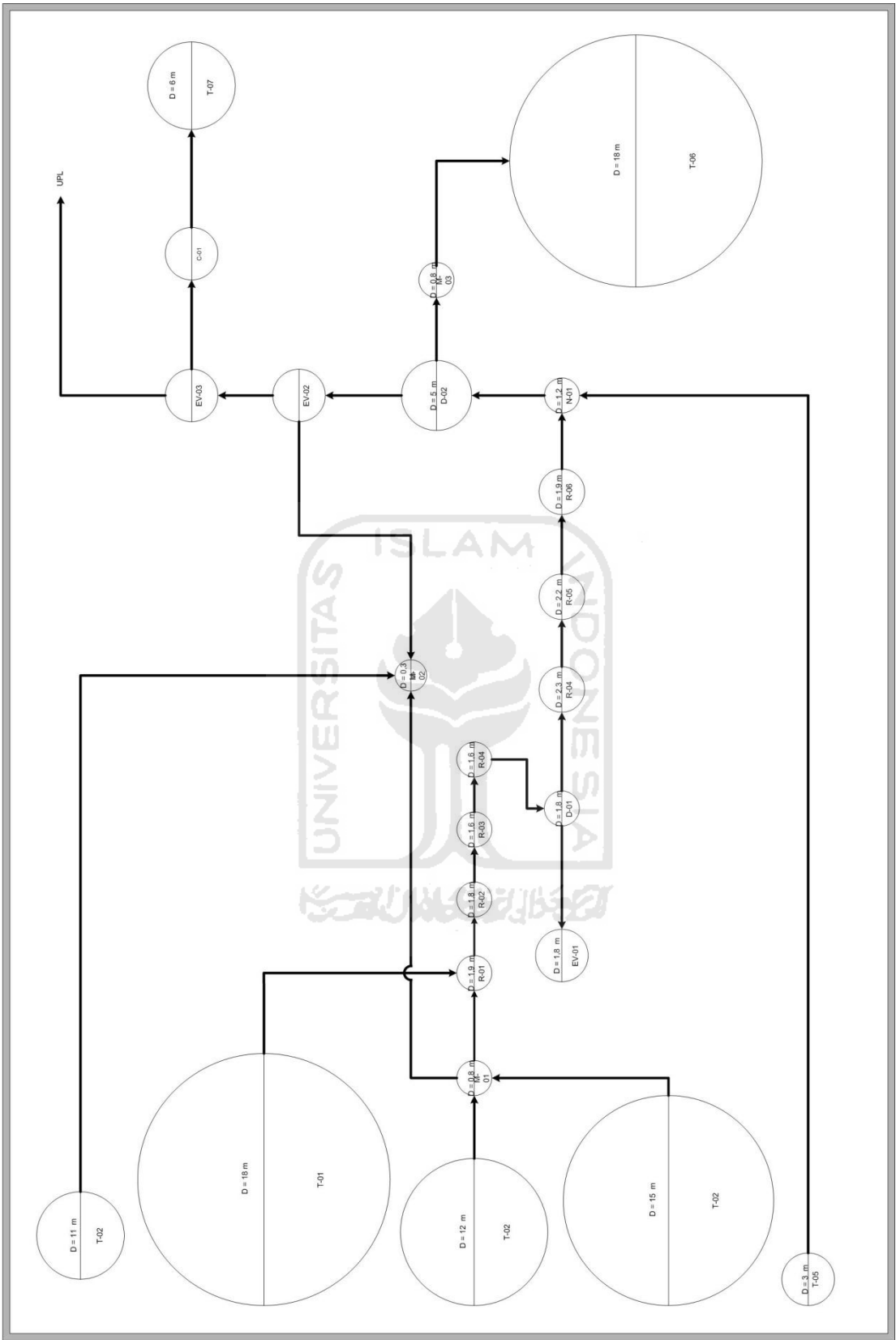
Tata letak alat proses harus harus dirancang sedemikian rupa sehingga:

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.



1:2500

LAT OUT TATA LETAK ALAT PROSES



Gambar 4.2 Tata letak alat proses (Skala 1:2500)

4.4 Alir Proses dan Material

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

4.4.1 Perhitungan Neraca Massa

Tabel 4.2 Neraca massa total

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
Trigliserida	2265,5647	162,8035
FFA	2265,5647	23,1788
Metanol	738,6464	229,1752
FAME	-	4472,0778
Gliserol	-	228,9530
H ₂ SO ₄	124,6515	124,0281
KOH	5,4714	-
HCl	3,1020	-
H ₂ O	1184,3404	1339,6848
KCl	-	6,3315
K ₂ SO ₄	-	1,1082
Total	6.587,3410	6.587,3410

a. Neraca Massa di Mixer-01

Tabel 4.3 Neraca massa di mixer-01

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
Metanol	2160,7352	2160,7352
H ₂ SO ₄	124,6515	124,6515
H ₂ O	45,3846	45,3846
Total	2330,7713	2330,7713

b. Neraca Massa di Reaktor-01

Tabel 4.4. Neraca massa di reaktor-01

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
Trigliserida	2265,5647	2.901,5642
FFA	2265,5647	707,0206
Metanol	2160,7352	1974,9315
FAME	-	1639,8333
H ₂ SO ₄	124,6513	124,6513
H ₂ O	45,3847	149,8992
Total	6861,9006	6861,9006

c. Neraca Massa di Reaktor-02

Tabel 4.5 Neraca massa di reaktor-02

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
Trigliserida	2.901,5642	2265,5647
FFA	707,0206	225,1468
Metanol	1974,9315	1917,4844
FAME	1639,8333	2146,8401
H ₂ SO ₄	124,6513	124,6513
H ₂ O	149,8992	182,2132
Total	6861,9006	6861,9006

d. Neraca Massa di Reaktor-03

Tabel. 4.6 Neraca massa di reaktor-03

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
Trigliserida	2265,5647	2265,5647
FFA	225,1468	72,1646
Metanol	1917,4844	1899,2464
FAME	2146,8401	2307,8015
H ₂ SO ₄	124,6513	124,6513
H ₂ O	182,2132	192,4721
Total	6861,9006	6861,9006

e. Neraca Massa di Reaktor-04

Tabel 4.7 Neraca massa reaktor-04

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
Trigliserida	2265,5647	2265,5647
FFA	72,1646	23,1788
Metanol	1899,2464	1893,4065
FAME	2307,8015	2359,3422
H ₂ SO ₄	124,6513	124,6513
H ₂ O	192,4721	195,7570
Total	6861,9006	6861,9006

f. Neraca Massa di Decanter-01

Tabel 4.8 Neraca massa di decanter-01

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)	
		Top	Bottom
Trigliserida	2265,5647	4,5311	2261,0335
FFA	23,1788	0,0465	23,1325
Metanol	1893,4065	1874,4725	18,9341
FAME	2359,3422	4,7187	2354,6233
H ₂ SO ₄	124,6513	124,0281	0,6232
H ₂ O	195,7570	193,7995	1,9576
Total	6861,9006	2201,5964	4660,3042

g. Neraca Massa di Evaporator-01

Tabel 4.9 Neraca massa di evaporator-01

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)	
		Top	Bottom
Trigliserida	4,5311	-	4,5312
FFA	0,0465	-	0,0463
Metanol	1874,4725	1664,4234	210,0490
FAME	4,7187	-	4,7189
H ₂ SO ₄	124,0281	-	124,0281
H ₂ O	193,7995	25,1004	168,6990
Total	2201,5964	1689,5238	512,0726
		2201,5964	

h. Neraca Massa di Mixer-02

Tabel 4.10 Neraca massa di mixer-02

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
Metanol	495,8727	495,8727
KOH	5,4714	5,4714
H ₂ O	19,4165	19,4165
Total	520,7606	520,7606

i. Neraca Massa di Reaktor-05

Tabel 4.11 Neraca massa di reaktor-05

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
Trigliserida	2.895,7611	856,1976
FFA	2261,0335	23,1325
Metanol	23,1325	354,8748
FAME	514,8068	3766,1230
Gliserol	2354,6233	153,2682
H ₂ SO ₄	-	-
KOH	0,6232	4,7592
H ₂ O	5,4714	21,6013
K ₂ SO ₄	21,3741	1,1082
Total	5181,0648	5181,0648

j. Neraca Massa di Reaktor-06

Tabel 4.12 Neraca massa di reaktor-06

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
Trigliserida	856,1976	359,8205
FFA	23,1325	23,1325
Metanol	354,8748	298,3653
FAME	3766,1230	4264,8547
Gliserol	153,2682	207,4231
KOH	4,7592	4,7592
H ₂ O	21,6013	21,6013
K ₂ SO ₄	1,1082	1,
Total	5181,0648	5181,0648

k. Neraca Massa di Reaktor-07

Tabel 4.13 Neraca massa di reaktor-07

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
Trigliserida	359,8205	158,2723
FFA	23,1325	23,1325
Metanol	298,3653	275,4203
FAME	4264,8547	4467,3589
Gliserol	207,4231	229,4121
KOH	4,7592	4,7592
H ₂ O	21,6013	21,6013
K ₂ SO ₄	1,1082	1,1082
Total	5181,0648	5181,0648

l. Neraca Massa di Netralizer-01

Tabel 4.14 Neraca massa di netralizer-01

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
Trigliserida	158,2723	158,2723
FFA	23,1325	23,1325
Metanol	275,4203	275,4203
FAME	4467,3589	4467,3589
Gliserol	229,4121	229,4121
KOH	4,7592	-
H ₂ O	25,4303	26,9601
K ₂ SO ₄	1,1082	1,1082
KCl	-	6,3315
HCl	3,1020	-
Total	5187,9958	5187,9958

m. Neraca Massa di Decanter-02

Tabel 4.15 Neraca massa di decanter-02

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)	
		Top	Bottom
Trigliserida	158,2723	156,7766	1,4957
FFA	23,1325	22,9138	0,2187
Metanol	275,4203	2,7558	272,6645
FAME	4467,3589	4460,8993	6,4596
Gliserol	229,4121	0,4591	228,9530
KOH	-	-	0,7982
H ₂ O	26,9601	0,2612	26,6989
K ₂ SO ₄	1,1082	-	1,1082
KCl	6,3315	-	6,3315
Total	5187,9958	4644,0658	543,9300

n. Neraca Massa di Mixer-03

Tabel 4.16 Neraca massa di mixer-03

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)
Trigliserida	156,7766	156,7766
FFA	22,9138	22,9138
Metanol	2,7558	-
FAME	4460,8993	4460,8993
Gliserol	0,4591	-
H ₂ O	1147,2154	1150,4303
Total	5791,0200	5791,0200

o. Neraca Massa di Decanter-03

Tabel 4.17 Neraca massa di decanter-03

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)	
		Top	Bottom
Trigliserida	156,7766	155,1227	1,6539
FFA	22,9138	22,6721	0,2417
FAME	4460,8993	4449,5074	11,3919
H ₂ O+Trash	1150,4303	2,3272	1148,1031
Total	5791,0200	4629,6294	1161,3906

p. Neraca Massa di Evaporator-02

Tabel 4.18 Neraca massa di evaporator-02

Komponen	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)	
		Top	Bottom
Trigliserida	1,4957	-	1,4957
FFA	0,2187	-	0,2187
Metanol	272,6645	253,5383	19,1262
FAME	6,4596	-	6,4596
Gliserol	228,9530	-	228,9530
K ₂ SO ₄	1,1082	-	1,1082
H ₂ O	26,6989	6,1434	20,5555
KCl	6,3315	-	6,3315
Total	543,9300	259,6817	284,2483

4.4.2 Perhitungan Neraca Panas

a. Neraca Panas di Mixer-01

Tabel 4.19 Neraca panas di mixer-01

Komponen	Input Q (Kcal/jam)	Output Q (Kcal/jam)
Metanol	6.576,1977	6.576,1974
H ₂ O	227,6492	227,6495
H ₂ SO ₄	215,6470	215,6468
TOTAL	7.019,4939	7.019,4939

b. Neraca Panas di Reaktor-01

Tabel 4.20 Neraca panas di reaktor-01

Komponen	Input Q (Kcal/jam)	Output Q (Kcal/jam)
H ₂ O	2.048,8451	6.767,0499
Metanol	59.185,7769	54.096,3365
FFA	54.869,7117	17.123,3308
Trigliserida	17.464,1056	17.464,1056
H ₂ SO ₄	1.940,8214	1.940,8214
FAME	-	40.135,7387
Pemanas	82.515,2590	-
Reaksi	-	80.497,3030
TOTAL	218.024, 6858	218.024, 6858

c. Neraca Panas di Reaktor-02

Tabel 4.21 Neraca panas di reaktor-02

Komponen	Input Q (Kcal/jam)	Output Q (Kcal/jam)
H ₂ O	6.767,0499	8.225,8338
Metanol	54.096,3365	52.522,7732
FFA	17.123,3308	5.452,8299
Trigliserida	17.464,1056	17.464,1056
H ₂ SO ₄	1.940,8214	1.940,8214
FAME	40.135,7387	52.544,9860
Pemanas	25.512,2314	-
Reaksi	-	24.888,3157
TOTAL	163.039,6142	163.039,6142

d. Neraca Panas di Reaktor-03

Tabel 4.22 Neraca panas di reaktor-03

Komponen	Input Q (Kcal/jam)	Output Q (Kcal/jam)
H ₂ O	8.225,8338	8.688,9592
Metanol	52.522,7732	52.023,2083
FFA	5.452,8299	1.747,7534
Trigliserida	17.464,1056	17.464,1056
H ₂ SO ₄	1.940,8214	1.940,8214
FAME	52.544,9860	56.484,5950
Pemanas	8.099,4612	-
Reaksi	-	7.901,3844
TOTAL	146.250,8273	146.250,8273

e. Neraca Panas di Reaktor-04

Tabel 4.23 Neraca panas di reaktor-04

Komponen	Input Q (Kcal/jam)	Output Q (Kcal/jam)
H ₂ O	8.688,9592	8.837,2546
Metanol	52.023,2083	51.863,2448
FFA	1.747,7534	561,3667
Trigliserida	17.464,1056	17.464,1056
H ₂ SO ₄	1.940,8214	1.940,8214
FAME	56.484,5950	57.746,0803
Pemanas	2.593,4937	-
Reaksi	-	2.530,0684
TOTAL	140942,9418	140942,9418

f. Neraca Panas di Decanter-01

Tabel 4.24 Neraca panas di decanter-01

Komponen	Input Q (Kcal/jam)	Output	
		Top Q (Kcal/jam)	Bottom Q (Kcal/jam)
H ₂ O	981,9172	972,0983	9,8193
Metanol	5.762,5828	5.704,9572	57,6259
FFA	62,3741	0,1251	62,2496
Trigliserida	1.940,4562	3,8809	1.936,5752
H ₂ SO ₄	215,6468	214,5687	1,0781
FAME	6.416,2311	12,8324	6.403,3981
	15.379,2081	6.908,4626	8.470,7462
TOTAL	15.379,2088	15.379,2088	

g. Neraca Panas di Evaporator-01

Tabel 4.25 Neraca panas di evaporator-01

Komponen	Input Q (Kcal/jam)	Output	
		Top Q (Kcal/jam)	Bottom Q (Kcal/jam)
H ₂ O	972,0983	125,9038	846,1945
Metanol	5.704,9572	5.065,6725	639,2847
FFA	0,1251	-	0,1251
Trigliserida	3,8809	-	3,8809
H ₂ SO ₄	214,5687	-	214,5687
FAME	12,8324	-	12,8324
Penguapan Steam	- 2.308,2506	- -	2.223,2943 -
	9.216,7132	5.191,5763	3.940,1806
TOTAL	9.216,7132	9.216,7132	

h. Neraca Panas di Mixer-02

Tabel 4.26 Neraca panas di mixer-02

Komponen	Input Q (Kcal/jam)	Output Q (Kcal/jam)
H ₂ O	97,3927	9,3534
Metanol	1509,1889	1509,1886
KOH	9,3534	9,3534
TOTAL	1615,9349	1615,9351

i. Neraca Panas di Reaktor-05

Tabel 4.27 Neraca panas di reaktor-05

Komponen	Input Q (Kcal/jam)	Output Q (Kcal/jam)
FFA	560,2460	560,2460
Metanol	14.101,3305	9.720,5535
Metil Ester	57.630,5826	92.177,7442
H ₂ O	964,9124	975,1705
KOH	84,1802	73,2222
Trigliserida	17.429,1767	6.599,9992
Gliserol	-	4.677,5908
H ₂ SO ₄	9,7032	-
K ₂ SO ₄	-	24,2203
TOTAL	378.996,5697	378.996,5697

j. Neraca Panas di Reaktor-06

Tabel 4.28 Neraca panas di reaktor-06

Komponen	Input Q (Kcal/jam)	Output Q (Kcal/jam)
FFA	560,2460	560,2460
Metanol	9.720,5535	8.172,6735
Metil Ester	92.177,7442	104.384,4511
H ₂ O	975,1705	975,1705
KOH	73,2222	73,2222
Trigliserida	6.599,9992	2.773,6763
Gliserol	4.677,5908	6.330,3453
K ₂ SO ₄	11,6688	11,6688
TOTAL	262.524,9306	262.524,9306

k. Neraca Panas di Reaktor-07

Tabel 4.29 Neraca panas di reaktor-07

Komponen	Input Q (Kcal/jam)	Output Q (Kcal/jam)
FFA	560,2460	560,2460
Metanol	8.172,6735	7.544,1748
Metil Ester	104.384,4511	109.340,8426
H ₂ O	975,1705	975,1705
KOH	73,2222	73,2222
Trigliserida	2.773,6763	1.220,0424
Gliserol	6.330,3453	7.001,4271
K ₂ SO ₄	11,6688	11,6688
TOTAL	180.141,6144	180.141,6144

l. Neraca Panas di Netralizer-01

Tabel 4.30 Neraca panas di netralizer-01

Komponen	Input Q (Kcal/jam)	Output Q (Kcal/jam)
FFA	62,2496	62,2496
Metanol	838,2416	838,2416
Metil Ester	12.148,9825	12.148,9825
H ₂ O	127,5585	135,2318
KOH	8,1358	-
Trigliserida	135,5603	135,5603
Gliserol	777,9363	777,9363
HCL	9,9869	-
KCL	-	10,4501
K ₂ SO ₄	1,2965	1,2965
TOTAL	14.109,9487	14.109,9487

m. Neraca Panas di Decanter-02

Tabel 4.31 Neraca panas di decanter-02

Komponen	Input Q (Kcal/jam)	Output	
		Top Q (Kcal/jam)	Bottom Q (Kcal/jam)
FFA	62,2496	61,6610	0,5885
Metanol	838,2416	8,3873	829,8544
Metil Ester	12.148,9825	12.131,4156	17,5669
H ₂ O	135,2318	1,3102	133,9216
Trigliserida	135,5603	134,2792	1,2811
Gliserol	777,9363	1,5568	776,3795
KCL	10,4501	-	10,4501
K ₂ SO ₄	1,2965	-	1,2965
TOTAL			

n. Neraca Panas di Mixer-03

Tabel 4.32 Neraca panas di mixer-03

Komponen	Input Q (Kcal/jam)	Output Q (Kcal/jam)
FFA	61,6610	61,6610
Metanol	8,3873	8,3873
Metil Ester	12.131,4156	12.131,4156
H ₂ O	5.754,4324	5.754,4324
Trigliserida	134,2792	134,2792
Gliserol	1,5568	1,5568
TOTAL	18.091,7324	18.091,7324

o. Neraca Panas di Decanter-03

Tabel 4.33 Neraca panas di decanter-03

Komponen	Input Q (Kcal/jam)	Output	
		Top Q (Kcal/jam)	Bottom Q (Kcal/jam)
FFA	61,6610	61,0106	0,6504
Metil Ester	12.131,4156	12.100,4353	30,9802
H ₂ O	5.770,5583	11,6732	5.758,8851
Trigliserida	134,2791	132,8625	1,4165
TOTAL	18.097,9142	12.305,9818	5.791,9324

p. Neraca Panas di Evaporator-02

Tabel 4.34 Neraca panas di evaporator-02

Komponen	Input Q (Kcal/jam)	Output	
		Top Q (Kcal/jam)	Bottom Q (Kcal/jam)
FFA	0,5885	-	0,5885
Metanol	829,8544	771,6438	58,2106
Metil Ester	17,5669	-	17,5669
H ₂ O	133,9216	30,8153	103,1063
Trigliserida	1,281	-	1,2811
Gliserol	776,3795	-	776,3795
KCl	10,4501	-	10,4501
K ₂ SO ₄	1,2965	-	1,2965
Penguapan		198.837,21	-
Steam	231.774,5343		-
Subtotal		199639,6711	968,8795
TOTAL	299.052,0593		299.052,0593

4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas)

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

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

- 1) Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.
- 2) Unit Pembangkit Steam.
- 3) Unit Pembangkit Listrik.

4.5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya.

Dalam perancangan pabrik *Biodiesel* ini, sumber air yang digunakan berasal dari sungai. Penggunaan air sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan:

1. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kekurangan air dapat dihindari.
2. Pengolahan air sungai relatif mudah dan sederhana serta biaya pengolahannya relatif murah.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk:

1) Air pendingin

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

- a) Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- b) Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
- c) Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.

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

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

- a) Zat - zat yang dapat menyebabkan korosi.

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

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

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

c) Zat yang menyebabkan *foaming*.

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

3) Air sanitasi.

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

a) Syarat fisika, meliputi:

- Suhu : dibawah suhu udara
- Warna : jernih
- Rasa : tidak berasa
- Bau : tidak berbau

b) Syarat kimia, meliputi:

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
- Tidak mengandung bakteri, terutama bakteri yang patogen.

Unit Penyediaan dan Pengolahan Air meliputi :

a. *Clarifier*

Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diambil dari sumber air yang ada di sekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisika dan kimia, penambahan *desinfektan* maupun dengan penggunaan *ion exchanger*.

Mula-mula *raw water* diumpankan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu:

- a) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, yang berfungsi sebagai flokulan.
- b) Na_2CO_3 , yang berfungsi sebagai flokulan.

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

b. Penyaringan

Air dari *clarifier* dimasukkan ke dalam *sand filter* untuk menahan/menyaring partikel - partikel solid yang lolos atau yang terbawa bersama air dari *clarifier*. Air keluar dari *sand filter* dengan *turbidity* kira - kira 2 ppm, dialirkan ke dalam suatu tangki penampung (*filter water reservoir*).

Air bersih ini kemudian didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi. *Sand filter* akan berkurang kemampuan penyaringannya. Oleh karena itu perlu diregenerasi secara periodik dengan *back washing*.

c. Demineralisasi

Untuk umpan ketel (*boiler*) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam - garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion - ion yang terkandung pada *filtered water* sehingga konduktivitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan silica lebih kecil dari 0,02 ppm. Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti Ca^{++} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- dan lain-lain.dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan boiler (*Boiler Feed Water*). Demineralisasi air ini diperlukan karena air umpan reboiler harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- ◆ Tidak menimbulkan kerak pada *heat 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 .

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

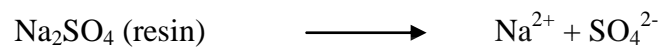
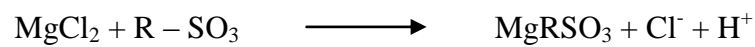
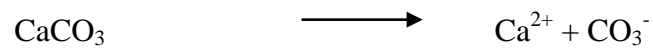
1) Kation Exchanger

Kation exchanger ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation- kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion H^+

sehingga air yang akan keluar dari kation exchanger adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

Sehingga air yang keluar dari kation tower adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

Reaksi:



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

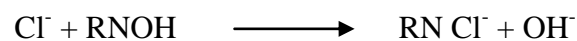
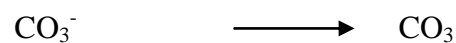
Reaksi:



2) Anion Exchanger

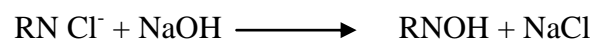
Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion - ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi:



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

Reaksi:



3) Deaerasi

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen (O_2). Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan kedalam *deaerator* dan diinjeksikan *Hidrazin* (N_2H_4) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada tube boiler.

Reaksi:



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

d. Pendinginan dan Menara Pendingin

Air yang telah digunakan pada cooler, temperaturnya akan naik akibat perpindahan panas. Oleh karena itu untuk digunakan kembali perlu didinginkan pada *cooling tower*. Air yang didinginkan pada *cooling tower* adalah air yang telah menjalankan tugasnya pada unit-unit pendingin di pabrik.

Kebutuhan air dapat dibagi menjadi :

a. Kebutuhan air pendingin

Tabel 4.37 Kebutuhan air pendingin

No.	Alat yang memerlukan	Kode	Jumlah Kebutuhan	
			(Lb/jam)	kg/jam
1	Jaket Pendingin R-05	JP-05	29.121,874	13.209,3912
2	Jaket Pendingin R-06	JP-06	20.465,394	9.282,8985
3	Jaket Pendingin R-07	JP-07	7.850,6757	3.560,9880
4	Cooler 1	CL-01	13.888,8707	6.299,8529
5	Cooler 2	CL-02	2.357,7557	1.069,4544
6	Cooler 3	CL-03	9.579,9743	4.345,3805

Tabel 4.37.....(lanjutan)

7	Cooler 4	CL-04	14.436,9452	6.548,4540
8	Cooler 5	CL-05	1.636,8739	742,4696
9	Cooler 6	CL-06	23.096,9490	10.476,5451
10	Condensor 1	CD-01	23.096,9490	10.476,5451
11	Condensor 2	CD-02	6.507,0954	2.951,5534
12	Condensor 3	CD-03	14.436,9452	6.548,4540
Σ			152.039,3583	68.963,5325

Air pembangkit steam 80% dimanfaatkan kembali, make up yang diperlukan 20%, sehingga ;

$$\text{Make up Steam} = 20 \% \times 68.963,5325 \text{ kg/jam} = 13.792,7065 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Kebutuhan air secara kontinyu} = 55.170,826 \text{ kg/jam.}$$

b. Kebutuhan air pembangkit steam.

Tabel 4.38 Kebutuhan air pembangkit steam.

No.	Alat yang memerlukan	Kode	Jumlah Kebutuhan	
			(Lb/jam)	(kg/jam)
1	Jaket Pemanas R-01	JP-01	338,5239	153,5510
2	Jaket Pemanas R-02	JP-02	104,6655	47,4752
3	Jaket Pemanas R-03	JP-03	33,2285	15,0721
4	Jaket Pemanas R-04	JP-04	10,6400	4,8262
5	Heater 1	HE-01	231,1762	104,8592
6	Heater 2	HE-02	263,2544	119,4096
7	Heater 3	HE-03	52,8390	23,9673
8	Heater 4	HE-04	278,1947	126,1863
Σ			1.034,3274	595,3469

Air pembangkit steam 80% dimanfaatkan kembali, make up yang diperlukan 20%, sehingga ;

$$\text{Make up Steam} = 20 \% \times 595,34694 \text{ kg/jam} = 119,0693 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Kebutuhan air secara kontinyu} = 476,2776 \text{ kg/jam.}$$

c. Kebutuhan air proses

Air pencuci di *mixer*-03 = 1.146,9542 kg/jam

Maka, total air proses = 1.486,1561 kg/jam.

d. Air Untuk Keperluan Perkantoran Dan Pabrik

Tabel 4.39 Kebutuhan Air Untuk Perkantoran Dan Pabrik

	Penggunaan	Kebutuhan (kg/jam)
	Konsumsi	1.693,75
	Sanitasi	169,37
	Pemborosan	169,37
	Jumlah	2.032,59

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air total} &= 55.170,826 + 476,2776 + 1.146,9542 + \mathbf{2.032,59} \\ &= 58.826,6478 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Diambil angka keamanan 10 \%} &= 1,1 \times 58.826,6478 \text{ kg/jam} \\ &= 64.709,3125 \text{ kg/jam.} \end{aligned}$$

4.5.2 Unit Pembangkit *Steam*

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

Kapasitas : 656,9894 kg/jam

Jenis : *Fire Tube Boiler*

Jumlah : 1 buah

Kebutuhan *steam* pada pabrik *Biodiesel* digunakan untuk alat-alat penukar panas. Untuk memenuhi kebutuhan ini digunakan Boiler dengan jenis *boiling feed water boiler* pipa api (*fire tube boiler*), karena memiliki kelebihan sebagai berikut:

- Air umpan tidak perlu terlalu bersih karena berada di luar pipa.

- Tidak memerlukan *flute* tebal untuk *shell*, sehingga harganya lebih murah.
- Tidak memerlukan tembok dan batu tahan api.
- Pemasangannya murah.
- Memerlukan ruang dengan ketinggian yang rendah.
- Beroperasi dengan baik pada beban yang naik turun.

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

Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan boiler terlebih dahulu diatur kadar silica, O₂, Ca, Mg yang mungkin masih terikut, dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam boiler *feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pH nya yaitu sekitar 10,5 – 11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosifitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke boiler, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari boiler. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 100 -102⁰C, kemudian diumpankan ke boiler.

Di dalam boiler, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam boiler menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 10 bar,

baru kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

4.5.3 Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan listrik pada pabrik ini dipenuhi oleh 2 sumber, yaitu PLN dan generator diesel. Selain sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gangguan, diesel juga dimanfaatkan untuk menggerakkan power-power yang dinilai penting antara lain *boiler*, kompressor, pompa, dan *Cooling tower*.

Spesifikasi diesel yang digunakan adalah :

- Kapasitas : 164,3360 KWatt
- Jenis : 1 buah generator listrik

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

Kebutuhan listrik dapat dibagi menjadi :

- a. Listrik untuk keperluan proses
 - ◆ Peralatan proses

Tabel 4.40 Kebutuhan listrik alat proses

No.	Nama Alat	Kode alat	Power, Hp	Jumlah	Total Power, Hp
1	Reaktor I	R-01 ; R-04	3	4	12
2	Reaktor II	R-05 ; R-07	3	3	9
3	Mixer	M-01	1	1	1
4	Mixer	M-02	0,5	1	0,5
5	Mixer	M-03	1	1	1
6	Netralizer	N-01	3	1	3
7	Pompa	P-01	0,5	1	0,5
8	Pompa	P-02	0,05	1	0,05
9	Pompa	P-03	0,05	1	0,05
10	Pompa	P-04	0,125	1	0,125
11	Pompa	P-05	1	1	1
12	Pompa	P-06	1	1	1
13	Pompa	P-07	1	1	1
14	Pompa	P-08	1	1	1
15	Pompa	P-09	0,125	1	0,125
16	Pompa	P-10	0,08333333	1	0,08333333
17	Pompa	P-11	0,05	1	0,05
18	Pompa	P-12	0,125	1	0,125
19	Pompa	P-13	0,05	1	0,05
20	Pompa	P-14	0,083333	1	0,083333
21	Pompa	P-15	1	1	1
22	Pompa	P-16	0,5	1	0,5
23	Pompa	P-17	0,5	1	0,5
24	Pompa	P-18	0,05	1	0,05
25	Pompa	P-19	0,75	1	0,75
26	Pompa	P-20	0,75	1	0,75
27	Pompa	P-21	0,5	1	0,5
28	Pompa	P-22	0,75	1	0,75
29	Pompa	P-23	0,05	1	0,05
30	Pompa	P-24	0,083333	1	0,083333
31	Pompa	P-25	0,125	1	0,125
32	Pompa	P-26	0,05	1	0,05
33	Pompa	P-27	0,05	1	0,05
Σ					36,8999

Kebutuhan listrik untuk peralatan proses = 37,0499993Hp.

◆ Peralatan utilitas

Tabel 4.41 Kebutuhan listrik untuk utilitas

No.	Nama Alat	Kode alat	Power, Hp	Jumlah	Total Power, Hp
1	Pompa	PU-01	5	4	20
2	Pompa	PU-02	3	3	9
3	Pompa	PU-03	3	1	3
4	Pompa	PU-04	3	1	3
5	Pompa	PU-05	3	1	3
6	Pompa	PU-06	0,75	1	0,75
7	Pompa	PU-07	0,05	1	0,05
8	Pompa	PU-08	7,5	1	7,5
9	Pompa	PU-09	7,5	1	7,5
10	Pompa	PU-10	7,5	1	7,5
11	Pompa	PU-11	0,167	1	0,167
12	Pompa	PU-12	0,125	1	0,125
13	Pompa	PU-13	0,25	1	0,25
14	Pompa	PU-14	2	1	2
15	Flokulator	FL-01	1	1	1
16	Blower	BL-01	2	1	2
17	Daerator	DE-01	0,05	1	0,05
18	Compressor	CR-01	1,5	1	1,5
Σ					68,392

Kebutuhan listrik untuk utilitas = 68,392 Hp

Total kebutuhan listrik untuk keperluan proses = 36,8999 Hp + 68,392 Hp
= 105,29199 Hp

Dambil angka keamanan 20 % = 126,3502 Hp

b. Listrik untuk keperluan alat kontrol dan penerangan

- ◆ Alat kontrol diperkirakan sebesar 40 % dari kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas, yaitu = 50,37216 Hp
- ◆ Untuk penerangan, kebutuhan rumah tangga dan alat kantor sebesar 25% dari kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas, yaitu = 31,4826 Hp

Listrik untuk keperluan proses dan alat kontrol diperoleh menggunakan generator

sehingga total beban listrik generator sebesar = 176,3026 Hp
= 131,4688 Kw

Effisiensi generator = 70%

Sehingga kebutuhan listrik = 164,3360 Kw

Sedangkan listrik untuk keperluan proses dan alat kontrol diperoleh menggunakan

PLN sehingga total beban listrik PLN sebesar = 31,4826 Hp

= 23,4766 Kw

4.5.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar

❖ Bahan bakar untuk *boiler*

Kebutuhan fuel oil = 54,3056 L/jam

❖ Bahan bakar untuk *generator*

Untuk menjalankan *generator* cadangan digunakan bahan bakar:

Jenis bahan bakar = Industrial Diesel Oil

Kebutuhan bahan bakar = 8,4903 L/jam

4.5.5 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 500 kg/jam.

4.5.6 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dari pabrik *biodiesel* dapat diklasifikasikan menjadi dua:

1. Bahan buangan cair.

Buangan cairan dapat berupa:

a. Air buangan yang mengandung zat *organik*

b. Buangan air *domestik*.

c. *Back wash filter*, air berminyak dari pompa

d. Blow down cooling water

Air buangan domestik berasal dari toilet di sekitar pabrik dan perkantoran.

Air tersebut dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dengan menggunakan lumpur aktif, *aerasi* dan *injeksi gas klorin*.

2. Bahan buangan padat berupa lumpur dari proses pengolahan air.

Untuk menghindari pencemaran dari bahan buangan padat maka dilakukan penanganan terhadap bahan buangan tersebut dengan cara membuat unit pembuangan limbah yang aman bagi lingkungan sekitar.

4.5.7 Spesifikasi Alat-Alat Utilitas

a. Penyediaan Air

1. Bak Pengendap Awal (BU-01)

Fungsi : Menampung dan menyediakan air serta mengendapkan kotoran.

Kapasitas : 112,8021 m³

Jenis : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang.

Dimensi :

Tinggi = 2,5 m

Lebar = 4,7498 m

Panjang = 9,4996 m

Harga : \$ 2.504,12

2. Bak Flokulator (FL)

Fungsi : Mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan.

Kapasitas : 22,5604 m³
 Jenis : Bak silinder tegak.
 Dimensi :
 Tinggi = 3,0631 m
 Diameter = 3,0631 m
 Power pengaduk : 0,5 Hp
 Harga : \$ 821,82

3. Clarifier (CLU)

Fungsi : Menampung sementara air yang mengalami fluktuasi dan memisahkan flok dari air.
 Jenis : Bak silinder tegak dengan *bottom* kerucut.
 Kapasitas : 22,5604 m³
 Dimensi :
 Diameter = 3,0631 m
 Tinggi *Clarifiers* = 4,0841 m
 Harga : \$ 14.185,38

4. Bak Saringan Pasir (BSP)

Fungsi : Menyaring koloid-koloid yang lolos dari clarifer.
 Jenis : Bak empat persegi panjang.
 Kapasitas : 2,6178 m³
 Debit aliran : 82,7779 gpm
 Tinggi : 1,0212 m
 Tinggi lapisan pasir : 0,8510 m

Panjang : 1,6011 m
 Lebar : 1,6011 m
 Ukuran pasir rata-rata : 28 mesh
 Jumlah : 1 buah
 Harga : \$ 143,98

5. Bak Penampung air bersih.

Fungsi : Menampung air bersih yang keluar dari bak saringan pasir.

Jenis : Bak empat persegi panjang beton bertulang

Volume : 44,8988 m³

Panjang = 5,9932 m

Tinggi = 2,5 m

Lebar = 2,9966 m

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 1.609,74

b. Pengolahan Air Sanitasi

1. Bak Penampung Air Kantor Dan Rumah Tangga.

Fungsi : Menampung air bersih untuk keperluan kantor dan rumah tangga.

Jenis : Bak empat persegi panjang beton bertulang

Volume : 24,39 m³

Dimensi :

Tinggi = 1,5 m

Panjang = 6,2469 m
 Lebar = 3,1235 m
 Jumlah : 1 buah
 Harga : \$ 1.609,74

2. Tangki Larutan Kaporit

Fungsi : Membuat larutan desinfektan dari bahan kaporit untuk air yang akan digunakan di kantor dan rumah tangga

Jenis : Tangki Silinder tegak

Kebutuhan air : 2.032,5 kg/jam

Kebutuhan kaporit : 0,0164 kg/jam

Dimensi :

Tinggi = 0,7119 m

Volume = 0,2832 m³

Diameter = 0,7119 m

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 1.682,21

3. Tangki Desinfektan

Fungsi : Tempat klorinasi dengan maksud membunuh bakteri yang dipergunakan untuk keperluan kantor dan rumah tangga

Jenis : Tangki Silinder tegak

Volume : 2,4390 m³

Dimensi :

Tinggi	= 1,4592 m
Diameter	= 1,4592 m
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 912,30

c. Pengolahan Air Pendingin

1. Bak Penampung Air Pendingin.

Fungsi	: Menampung air untuk keperluan proses yang membutuhkan air pendingin.
Jenis	: Bak empat persegi panjang beton bertulang
Volume	: 165,5125 m ³
Dimensi	:
Tinggi	= 1,5 m
Panjang	= 14,8554 m
Lebar	= 7,4277 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 4.103,19

2. Cooling Tower

Fungsi	: Mendinginkan air pendingin yang telah dipakai dalam proses pabrik.
Jenis	: Cooling tower induced draft
Dimensi	:
Tinggi	= 3,6939 m
Ground area	= 11,2839 m ²

Panjang	=	3,3591 m
Lebar	=	3,3591 m
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 18.206,90

d. Pengolahan Air Pemanas

1. Tangki Umpan Boiler

Fungsi	:	Menampung umpan boiler.
Jenis	:	Tangki Silinder tegak
Volume	:	1,8300 m ³
Dimensi	:	
Tinggi	=	1,3260 m
Diameter	=	1,3260 m
Jumlah	:	1
Harga	:	\$ 1.441,98

2. *Kation Exchanger*

Fungsi	:	Menurunkan kesadahan air umpan boiler yang disebabkan oleh kation-kation seperti Ca dan Mg.
Jenis	:	Silinder tegak
Volume	:	0,0396 m ³
Dimensi	:	
Tinggi	=	1,9050 m
Diameter	=	0,1628 m
Tebal	=	0,0033 m

Jumlah : 2

Harga : \$ 501,86

3. *Anion Exchanger*

Fungsi : Menurunkan kesadahan air umpan boiler yang disebabkan oleh anion-anion seperti Cl, SO₄, dan NO₃.

Jenis : Silinder tegak

Volume : 0,0396 m³

Tinggi = 1,9050 m

Diameter = 0,1628 m

Tebal = 0,0033 m

Jumlah : 2

Harga : \$ 501,8

4. Tangki Deaerator

Fungsi : Membebaskan gas CO₂ dan O₂ dari air yang telah dilunakkan dalam anion dan kation exchanger dengan larutan Na₂SO₃ dan larutan NaH₂PO₄. H₂O

Jenis : Bak Silinder tegak

Volume : 0,1833 m³

Dimensi :

Tinggi = 0,6155 m

Diameter = 0,6155 m

Jenis pengaduk : Marine propeller 3 blade

Power pengaduk : 0,05 Hp

Jumlah : 1

Harga : \$ 860,97

5. Tangki Penampung Kondensat

Fungsi : Menampung kondensat dari alat proses sebelum di sirkulasi menuju tangki umpan boiler.

Jenis : Tangki Silinder tegak

Volume : 1,4640 m³

Dimensi :

Tinggi = 1,2309 m

Diameter = 1,2309 m

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 1.285,35

6. Tangki Larutan NaCl

Fungsi : Membuat larutan NaCl jenuh yang akan digunakan untuk meregenerasi kation exchanger.

Jenis : Tangki Silinder tegak

Volume : 0,0686 m³

Dimensi :

Tinggi = 0,4437 m

Diameter = 0,4437 m

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 619,07

7. Tangki Pelarut NaOH

Fungsi : Membuat larutan NaOH jenuh yang akan digunakan untuk meregenerasi anion exchanger.

Jenis : Tangki Silinder tegak

Volume : 0,0190 m³

Dimensi :

Tinggi = 0,2895 m

Diameter = 0,2895 m

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 287,05

8. Tangki Pelarut Na₂SO₄

Fungsi : Melarutkan Na₂SO₄ yang berfungsi mencegah kerak dalam alat proses.

Jenis : Tangki Silinder tegak

Kebutuhan Na₂SO₄ : 0,0046 kg/jam

Volume : 0,0791m³

Dimensi :

Tinggi = 0,4653 m

Diameter = 0,4653 m

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 674,32

9. Tangki Penampung N₂H₄

Fungsi : Melarutkan Na₂H₄ yang berfungsi mencegah kerak dalam alat proses

Jenis : Tangki Silinder tegak

Kebutuhan Na_2H_4 : 0,0046 kg/jam

Volume : 0,0791 m^3

Dimensi :

Tinggi = 0,4653 m

Diameter = 0,4653 m

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 674,32

e. Pengolahan Air Proses

1. Bak Penampung Air Proses

Fungsi : Menampung air proses dari bak penampung air bersih.

Jenis : Bak empat persegi panjang

Volume : 3,5667 m^3

Dimensi :

Tinggi = 2,5 m

Panjang = 2,1807 m

Lebar = 1,0904 m

Bahan : Bahan beton bertulang

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 151,40

f. Pengolahan Boiler

1. Tangki Bahan Bakar Generator

Fungsi : Menyimpan bahan bakar yang digunakan untuk menggerakkan generator selama 15 hari

Jenis : Tangki Silinder tegak

Volume : 3,3155 m³

Dimensi :

Tinggi = 1,6164 m

Diameter = 1,6164 m

Jumlah : 3 buah

Harga : \$ 7.779,21

2. Boiler

Fungsi : Memproduksi steam pada suhu 212 °F dan tekanan 14,7 psi

Jenis : Fire tube boiler

Kebutuhan steam : 8.884,6914 kg/jam

Luas tranfer panas : 1.277,5794 ft²

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 15.356,34

3. Bahan Bakar Boiler

Fungsi : Menyimpan bahan bakar yang digunakan untuk boiler selama 15 hari.

Jenis : Tangki silinder tegak.

Volume : 22,6898 m³

Dimensi :

Tinggi	=	3,0655 m
Diameter	=	3,0655 m
Jumlah	:	1
Harga	:	\$ 5.152,99

g. Pompa Utilitas

1. Pompa Utilitas – 01 (PU-01)

Fungsi	:	Mengalirkan air dari sungai ke dalam bak pengendap.
Jenis	:	Centrifugal pump single stage
Tipe	:	Mixed Flow Impeller
Bahan	:	Commercial stell
Kapasitas	:	18.800,3531 kg/jam
Kapasitas pompa	:	82,9416 gpm
Head pompa	:	25,5164 ft
Tenaga pompa	:	1,5260 Hp
Tenaga motor	:	5 Hp
Putaran standar	:	3500 rpm
Putaran spesifik	:	3075,6 rpm
Jumlah	:	2 buah
Harga	:	\$ 756,46

2. Pompa Utilitas – 02 (PU-02)

Fungsi	:	Mengalirkan air dari bak pengendap menuju bak flokulator
Jenis	:	Centrifugal pump single stage

Tipe : Mixed Flow Impeller

Bahan : Commercial stell

Kapasitas : 18.800,3531 kg/jam

Kapasitas pompa : 82,9416 gpm

Head pompa : 21,8089 ft

Tenaga pompa : 1,3043 Hp

Putaran standar : 3500 rpm

Putaran spesifik : 3459,9 rpm

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 756,46

3. Pompa Utilitas – 03 (PU-03)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak flokulator menuju clarifier.

Jenis : Centrifugal pump single stage

Tipe : Mixed Flow Impeller

Bahan : Commercial stell

Kapasitas : 18.800,3531 kg/jam

Kapasitas pompa : 82,9416 gpm

Head pompa : 25,4804 ft

Tenaga pompa : 1,5239 Hp

Tenaga motor : 3 Hp

Putaran standar : 3500 rpm

Putaran spesifik : 3078,9 rpm

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 756,46

4. Pompa Utilitas – 04 (PU-04)

Fungsi : Mengalirkan air dari clarifier menuju bak saringan pasir.

Jenis : Centrifugal pump single stage

Tipe : Mixed Flow Impeller

Bahan : Commercial stell

Kapasitas : 18.800,3531 kg/jam

Kapasitas pompa : 82,9416 gpm

Head pompa : 22,4109 ft

Tenaga pompa : 1,3403 Hp

Putaran standar : 3500 rpm

Putaran spesifik : 3390,0 rpm

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 756,46

5. Pompa Utilitas – 05 (PU-05)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampungan air bersih menuju bak penampungan air untuk sanitasi dan perkantoran, bak penampungan air untuk pendingin, bak penampungan air untuk pemanas, bak penampungan air untuk proses.

Jenis : Centrifugal pump single stage

Tipe : Mixed Flow Impeller

Bahan : Commercial stell

Kapasitas : 18.800,3531 kg/jam

Kapasitas pompa : 82,9416 gpm

Head pompa : 18,0245 ft

Tenaga pompa : 1,0780 Hp

Putaran standar : 3500 rpm

Putaran spesifik : 3991,6 rpm

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 756,46

6. Pompa Utilitas – 06 (PU-06)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampungan air untuk sanitasi dan perkantoran ke kebutuhan air kantor dan sanitasi.

Jenis : Centrifugal pump single stage

Tipe : Radial Flow Impeller

Bahan : Commercial stell

Kapasitas : 2.032,5000 kg/jam

Kapasitas pompa : 8,9668 gpm

Head pompa : 35,2858 ft

Tenaga pompa : 0,4563 Hp

Tenaga motor : 0,74 Hp

Putaran standar : 3500 rpm

Putaran spesifik : 793,000 rpm

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 398,23

7. Pompa Utilitas – 07 (PU-07)

Fungsi	: Mengalirkan air dari bak penampung air untuk proses ke proses pabrik (<i>mixer-03</i>).
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan	: Commercial stell
Kapasitas	: 1.146,9542 kg/jam
Kapasitas pompa	: 5,0600 gpm
Head pompa	: 8,1193 ft
Tenaga pompa	: 0,0296 Hp
Tenaga motor	: 0,05 Hp
Putaran standar	: 3500 rpm
Putaran spesifik	: 1793,1 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 282,52

8. Pompa Utilitas – 08 (PU-08)

Fungsi	: Mengalirkan air dari bak penampungan air pendingin menuju pabrik.
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Radial Flow Impeller
Bahan	: Commercial stell
Kapasitas	: 68.963,5325 kg/jam
Kapasitas pompa	: 304,2467 gpm

Head pompa	: 15,2285 ft
Tenaga pompa	: 3,3408 Hp
Putaran standar	: 3500 rpm
Putaran spesifik	: 8675,2 rpm
Jumlah	: 3 buah
Harga	: \$ 1.099,94

9. Pompa Utilitas – 09 (PU-09)

Fungsi	: Mengalirkan air dari proses pabrik menuju <i>cooling tower</i> .
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan	: Commercial stell
Kapasitas	: 55.1708260 kg/jam
Kapasitas pompa	: 243,3974 gpm
Head pompa	: 27,9784 ft
Tenaga pompa	: 4,9103Hp
Putaran standar	: 3500 rpm
Putaran spesifik	: 4917,0 rpm
Jumlah	: 3 buah
Harga	: \$ 962,11

10. Pompa Utilitas – 10 (PU-10)

Fungsi	: Mengalirkan air dari <i>cooling tower</i> menuju bak penampung air untuk pendingin.
--------	---

Jenis : Centrifugal pump single stage

Tipe : Mixed Flow Impeller

Bahan : Commercial stell

Kapasitas : 55.170,8260kg/jam

Kapasitas pompa : 243,3974 gpm

Head pompa : 19,5200 ft

Tenaga pompa : 4,2823 Hp

Tenaga motor : 7,5 Hp

Putaran standar : 3500 rpm

Putaran spesifik : 6441,0 rpm

Jumlah : 3 buah

Harga : \$ 962,11

11. Pompa Utilitas – 11 (PU-11)

Fungsi : Mengalirkan air dari *kation exchanger* menuju *anion exchanger*.

Jenis : Centrifugal pump single stage

Tipe : Radial Flow Impeller

Bahan : Commercial stell

Kapasitas : 119,0694 kg/jam

Kapasitas pompa : 0,5253gpm

Head pompa : 7,6994 ft

Tenaga pompa : 0,0029 Hp

Tenaga motor : 0,05 Hp

Putaran standar : 3500 rpm
 Putaran spesifik : 601,2 rpm
 Jumlah : 1 buah
 Harga : \$ 72,58

12. Pompa Utilitas – 12 (PU-12)

Fungsi : Mengalirkan air *anion exchanger* menuju deaerator.
 Jenis : Centrifugal pump single stage
 Tipe : Mixed Flow Impeller
 Bahan : Commercial stell
 Kapasitas : 119,0694 kg/jam
 Kapasitas pompa : 0,5253 gpm
 Head pompa : 7,6994 ft
 Tenaga pompa : 0,0029Hp
 Tenaga motor : 0,05 Hp
 Putaran standar : 3500 rpm
 Putaran spesifik : 601,2 rpm
 Jumlah : 1 buah
 Harga : \$ 72,58

13. Pompa Utilitas – 13 (PU-13)

Fungsi : Mengalirkan air dari deaerator menuju tangki umpan boiler.
 Jenis : Centrifugal pump single stage
 Tipe : Radial Flow Impeller

Bahan : Commercial stell

Kapasitas : 119,0694 kg/jam

Kapasitas pompa : 0,8073 gpm

Head pompa : 0,5253 ft

Tenaga pompa : 6,0270 Hp

Putaran standar : 3500 rpm

Putaran spesifik : 722,4 rpm

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 72,58

14. Pompa Utilitas – 14 (PU-14)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki umpan boiler menuju boiler.

Jenis : Centrifugal pump single stage

Tipe : Mixed Flow Impeller

Bahan : Commercial stell

Kapasitas : 595,3469 kg/jam

Kapasitas pompa : 2,6265 gpm

Head pompa : 13,3499 ft

Putaran standar : 3500 rpm

Putaran spesifik : 889,7 rpm

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 190,63

4.6 Laboratorium

4.6.1 Kegunaan Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Sedangkan fungsinya yang lain adalah untuk pengendalian terhadap pencemaran lingkungan, baik pencemaran udara maupun pencemaran air.

Laboratorium kimia merupakan sarana untuk mengadakan penelitian mengenai bahan baku, proses maupun produksi. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan dan menjaga kualitas mutu produksi perusahaan. Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku dan bahan pembantu, analisa proses dan analisa kualitas produk.

Tugas laboratorium antara lain :

- ◆ Memeriksa bahan baku dan bahan pembantu yang akan digunakan
- ◆ Menganalisa dan meneliti produk yang akan dipasarkan
- ◆ Melakukan percobaan yang ada kaitannya dengan proses produksi
- ◆ Memeriksa kadar zat-zat pada buangan pabrik yang dapat menyebabkan pencemaran agar sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

Laboratorium melaksanakan kerja selama 24 jam sehari dibagi dalam kelompok kerja shift dan non shift.

a. Kelompok kerja Non shift

Kelompok ini mempunyai tugas melaksanakan analisa khusus yaitu analisa kimia yang sifatnya tidak rutin dan menyediakan *reagen kimia* yang dibutuhkan laboratorium unit dalam rangka membantu pekerjaan kelompok shift.

Kelompok tersebut melakukan tugasnya di laboratorium utama dengan tugas antara lain:

- 1) Menyiapkan *reagen* untuk analisa laboratorium unit.
- 2) Menganalisa bahan buangan penyebab polusi tangki.
- 3) Melakukan penelitian atau pekerjaan untuk membantu kelancaran produksi.

b. Kelompok shift.

Kelompok kerja ini mengadakan tugas pemantauan dan analisa- analisa rutin terhadap proses produksi. Dalam melakukan tugasnya kelompok ini menggunakan sistem bergilir, yaitu kerja shift selama 24 jam dengan masing-masing shift bekerja selama 8 jam.

4.6.2 Program Kerja Laboratorium

Dalam upaya pengendalian mutu produk, pabrik *biodiesel* ini mengoptimalkan aktivitas laboratorium untuk pengujian mutu. Analisa pada proses pembuatan *biodiesel* ini dilakukan terhadap :

- 1) Bahan baku *CPO waste*, yang dianalisa adalah kemurnian , *density* , kadar impurities / inert, warna, *viscositas*, kelarutan dalam *methanol*, *spesifik gravity*, dan indeks bias.
- 2) Bahan baku H_2SO_4 , KOH, HCL, yang dianalisa adalah kemurnian, kadar air, *density*, *viscositas*, kelarutan dalam ethanol, *spesifik gravity*, kadar.
- 3) Produk Biodiesel yang dianalisa sesuai setandar ASTM
- 4) Produk samping *glyserol* dan KCl yang diperiksa adalah *density*, kemurnian, *viscositas*.

Analisa untuk unit utilitas, meliputi :

- 1) Air lunak proses kapur dan air proses untuk penjernihan, yang dianalisa pH, silikat sebagai SiO_2 , Ca sebagai CaCO_3 , Sulfur sebagai SO_4^{2-} , chlor sebagai Cl_2 dan zat padat terlarut.
- 2) Penukar ion, yang dianalisa kesadahan CaCO_3 , silikat sebagai SiO_2 .
- 3) Air bebas mineral, analisa sama dengan penukar ion.
- 4) Air umpan boiler, yang dianalisa meliputi pH, kesadahan, jumlah O_2 terlarut dalam Fe.
- 5) Air dalam boiler, yang dianalisa meliputi pH, jumlah zat padat terlarut, kadar Fe, Kadar CaCO_3 , SO_3 , PO_4 , SiO_2 .
- 6) Air minum, yang dianalisa meliputi pH, *chlor* sisa dan kekeruhan.

Dalam menganalisa harus diperhatikan juga mengenai sample yang akan diambil dan bahaya-bahaya pada pengambilan sample. Sampel yang diperiksa untuk analisa terbagi menjadi tiga (3) bentuk, yaitu:

a. Gas

Cara penanganan/analisa dalam bentuk gas dapat dilaksanakan langsung ditempat atau di unit proses atau bisa dilakukan dengan pengambilan sample dengan botol gas sample yang selanjutnya dibawa ke laboratorium induk untuk dianalisa. Pengambilan sample dalam bentuk gas harus diperhatikan segi keamanan, terlebih gas yang dianalisa berbahaya. Alat pelindung diri harus disesuaikan dengan sample yang akan diambil. Arah angin juga harus diperhatikan, yaitu kita harus membelakangi angin.

b. Cairan

Untuk melakukan analisa pada bentuk cairan, terlebih dulu contoh harus didinginkan bila contoh yang akan dianalisa panas. Untuk contoh yang berbahaya pengambilan cuplikan contoh dilakukan dengan pipet atau alat lainnya dan diupayakan tidak tertelan atau masuk mulut.

c. Padatan

Untuk mengambil sample dalam bentuk padatan, dilakukan secara acak dan disimpan dalam tempat/botol yang tertutup. Sampel padatan disimpan dalam bentuk *container*/karung. Jumlah sample yang harus diambil adalah akar dari jumlah *container*/karung yang ada. Sedangkan pengambilan sample padatan dalam conveyor yang berjalan dengan titik pengambilan, yaitu dua titik dipinggir dan satu titik ditengah.

Untuk mempermudah pelaksanaan program kerja laboratorium, maka laboratorium di pabrik ini dibagi menjadi 3 bagian :

1. Laboratorium Pengamatan

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa secara fisika terhadap semua arus yang berasal dari proses proses produksi maupun tangki serta mengeluarkan "*Certificate of Quality*" untuk menjelaskan spesifikasi hasil pengamatan. Jadi pemeriksaan dan pengamatan dilakukan terhadap bahan baku dan produk akhir.

2. Laboratorium Analisa/Analitik

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa terhadap sifat-sifat dan kandungan kimiawi bahan baku, produk akhir, kadar air, dan bahan kimia yang digunakan (*additive*, bahan-bahan injeksi, dan lain-lain)

3. Laboratorium Penelitian, Pengembangan dan Perlindungan Lingkungan

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap kualitas material terkait dalam proses yang digunakan untuk meningkatkan hasil akhir. Sifat dari laboratorium ini tidak rutin dan cenderung melakukan penelitian hal-hal yang baru untuk keperluan pengembangan. Termasuk didalamnya adalah kemungkinan penggantian, penambahan, dan pengurangan alat proses.

4.6.3 Alat Analisa Penting

Alat analisa yang digunakan :

a. *Water Content Tester*

Alat ini digunakan untuk menganalisa kadar air.

b. *Hydrometer*

Alat ini digunakan untuk mengukur *Spesific gravity*.

c. *Viscometer batch*

Alat ini digunakan untuk mengukur viscositas.

d. *Portable Oxygen Tester*

Digunakan untuk menganalisa kandungan oksigen dalam cerobong asap.

e. *Infra – Red Spectrometer*

Digunakan untuk mengukur indeks bias.

4.7 Organisasi Perusahaan

4.7.1 Bentuk Perusahaan

Setiap organisasi perusahaan didirikan dengan tujuan untuk mempersatukan arah dan kepentingan semua unsur yang berkaitan dengan kepentingan perusahaan. Tujuan yang ingin dicapai adalah sebuah kondisi yang lebih baik dari sebelumnya. Faktor yang berpengaruh terhadap tercapainya tujuan yang diinginkan adalah kemampuan manajemen dan sifat-sifat dari tujuan itu sendiri.

Pabrik *Biodiesel* ini direncanakan didirikan pada tahun 2014 dengan bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT). Faktor-faktor yang mendasari pemilihan bentuk perusahaan ini adalah :

- ◆ Modal mudah didapat, yaitu dari penjualan saham perusahaan kepada masyarakat.
- ◆ Dari segi hukum, kekayaan perusahaan jelas terpisah dari kekayaan pribadi pemegang saham.
- ◆ Kontinuitas perusahaan lebih terjamin karena perusahaan tidak tergantung pada satu pihak sebab kepemilikan dapat berganti.
- ◆ Efisiensi Manajemen. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan direksi yang cakap dan berpengalaman.
- ◆ Pemegang saham menanggung resiko perusahaan hanya sebatas sebesar dana yang disertakan di perusahaan.
- ◆ Lapangan usaha lebih luas. Dengan adanya penjualan saham, usaha dapat dikembangkan lebih luas.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas antara lain :

- ◆ Didirikan dengan akta notaris berdasarkan Kitab Undang-Undang Hukum dagang
- ◆ Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham
- ◆ Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham.
- ◆ Pabrik dipimpin oleh seorang Direktur yang dipilih oleh para pemegang saham.
- ◆ Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada Direktur dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

4.7.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi merupakan susunan yang terdiri dari fungsi-fungsi dan hubungan-hubungan yang menyatakan seluruh kegiatan untuk mencapai suatu sasaran. Secara fisik, struktur organisasi dapat dinyatakan dalam bentuk grafik yang memperlihatkan hubungan unit-unit organisasi dan garis-garis wewenang yang ada.

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah stuktur organisasi yang terdapat dan dipergunakan dalam perusahaan tersebut, karena hal ini berhubungan dengan komunikasi yang terjadi di dalam perusahaan, demi tercapainya hubungan kerja yang baik antar karyawan. Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa asas yang dapat dijadikan pedoman, antara lain perumusan tugas perusahaan dengan jelas, pendelegasian wewenang, pembagian tugas kerja yang jelas, kesatuan perintah

dan tanggung jawab, sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan, dan organisasi perusahaan yang fleksibel.

Sistem struktur organisasi perusahaan ada tiga yaitu *line*, *line* dan *staff*, serta sistem fungsional. Dengan berpedoman terhadap asas-asas tersebut maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu sistem *line/lini* dan *staff*. Pada sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi, maka perlu dibentuk staff ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh staf ahli kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi *line/lini* dan staf ini, yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan yang disebut lini dan orang-orang yang menjalankan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional dan disebut staf.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur yang dibantu oleh Kepala Bidang Produksi serta Kepala Bidang Keuangan dan Umum. Kepala Bidang membawahi beberapa Kepala Seksi, yang akan bertanggung jawab membawahi seksi-seksi dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian

wewenang dan tanggung jawab. Kepala Bidang Produksi membawahi Seksi Operasi dan Seksi Teknik. Sedangkan Kepala Bidang Keuangan dan Umum yang membidangi kelancaran pelayanan dan pemasaran, membawahi Seksi Umum, Seksi Pemasaran, dan Seksi Keuangan & Administrasi. Masing-masing Kepala Seksi akan membawahi Koordinator Unit atau langsung membawahi karyawan. Unit koordinator untuk mengkoordinasi dan mengawasi karyawan yang ada di unitnya.

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

- ◆ Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembagian tugas, tanggungjawab, wewenang, dan lain-lain.
- ◆ Penempatan pegawai yang lebih tepat
- ◆ Penyusunan program pengembangan manajemen perusahaan akan lebih terarah
- ◆ Ikut menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada
- ◆ Sebagai bahan orientasi untuk pejabat
- ◆ Dapat mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

4.7.3 Tugas dan Wewenang

4.7.3.1 Pemegang Saham

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang berbentuk PT

adalah rapat umum pemegang saham (RUPS). Pada rapat umum tersebut, para pemegang saham bertugas untuk :

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

4.7.3.2 Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana dari pemilik saham dan bertanggungjawab terhadap pemilik saham. Tugas Dewan Komisaris meliputi:

1. Menilai dan menyetujui Direksi tentang kebijakan umum, target laba perusahaan , alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya pemasaran.
2. Mengawasi tugas direksi
3. Membantu direksi dalam hal yang penting

4.7.3.3 Dewan Direksi

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggungjawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggungjawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Utama antara lain :

1. Melakukan kebijaksanaan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada rapat umum pemegang saham.
2. Menjaga kestabilan manajemen perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan dan karyawan.
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat untuk pemegang saham.
4. Mengkoordinasi kerja sama dengan Direktur Teknik dan Produksi, Direktur Keuangan dan Umum, serta Personalia.

Tugas Direktur Teknik dan Produksi antara lain :

1. Bertanggungjawab pada Direktur Utama dalam bidang produksi dan teknik.
2. Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan kepala bagian yang dibawahinya.

Tugas Direktur Keuangan dan Umum antara lain :

1. Bertanggungjawab kepada Direktur Utama dalam bidang keuangan, pelayanan umum, K3 dan litbang serta pemasaran.
2. Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan kepala bagian yang dibawahinya.

4.7.3.4 Staff Ahli

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

Tugas dan wewenang *staff* ahli antara lain :

1. Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
2. Mengadakan evaluasi teknik dan ekonomi perusahaan.
3. Memberikan saran dalam bidang hukum

4.7.3.5 Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staff direktur bersama-sama dengan *staff* ahli.

a. Kepala Bagian Produksi

Bertanggungjawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi. Kepala bagian membawahi :

- Seksi pengendalian
- Seksi Laboratorium

b. Kepala Bagian Teknik

Tugas antara lain :

Bertanggungjawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang peralatan proses dan utilitas serta mengkoordinasi kepala-kepala seksi yang dibawahinya. Kepala bagian teknik membawahi :

- Seksi pemeliharaan
- Seksi utilitas

c. Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggungjawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi.

Kepala Bagian Pemasaran membawahi :

- Seksi Pembelian
- Seksi Pemasaran/penjualan

d. Kepala Bagian Keuangan

Bertanggungjawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan.

Kepala Bagian Keuangan membawahi :

- Seksi Administrasi
- Seksi kas

e. Kepala Bagian Umum

Bertanggungjawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.

Kepala Bagian Umum membawahi :

- Seksi Personalia
- Seksi Humas

4.7.3.6 Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing supaya diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi.

a. Kepala Seksi Proses

Tugas Kepala Seksi Proses bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran proses produksi.

Seksi Proses :

Tugas seksi proses antara lain :

- ◆ Mengawasi jalannya proses dan produksi dan
- ◆ Menjalankan tindakan sepenuhnya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.

b. Kepala Seksi Pengendalian

Tugas Kepala Seksi Pengendalian bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam hal kelancaran proses produksi yang berkaitan dengan keselamatan aktivitas produksi.

Seksi Pengendalian :

Tugas seksi Pengendalian antara lain :

- ◆ Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.
- ◆ Bertanggung jawab terhadap perencanaan dan pengawasan keselamatan proses, instalasi peralatan, karyawan, dan lingkungan (inspeksi)

c. Kepala Seksi Laboratorium

Tugas Kepala Seksi Pengendalian bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam hal pengawasan dan analisa produksi.

Seksi Laboratorium :

Tugas seksi Laboratorium antara lain :

- ◆ Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu,

- ◆ Mengawasi dan menganalisa mutu produksi.

d. Kepala Seksi Pemeliharaan

Tugas Kepala Seksi pemeliharaan bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Teknik dalam bidang pemeliharaan peralatan., inspeksi dan keselamatan proses dan lingkungan, ikut memberikan bantuan teknik kepada seksi operasi.

Seksi Pemeliharaan :

Tugas seksi Pemeliharaan antara lain :

- ◆ Merencanakan dan melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik serta memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

e. Kepala Seksi Utilitas

Tugas kepala seksi penelitian adalah bertanggungjawab kepada Kepala Bagian Teknik dalam hal utilitas.

Seksi Utilitas :

Tugas seksi Utilitas antara lain :

- ◆ Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air, uap air dan tenaga kerja.

f. Kepala Seksi Penelitian

Tugas kepala seksi penelitian adalah bertanggungjawab kepada Kepala Bagian R & D dalam hal mutu produk.

Seksi Penelitian :

Tugas Seksi Penelitian antara lain :

- ◆ Melakukan riset guna mempertinggi mutu suatu produk

g. Kepala Seksi Pengembangan

Tugas Kepala Seksi Pengembangan adalah bertanggungjawab kepada Kepala Bagian R & D dalam hal pengembangan produksi.

Seksi Pengembangan :

Tugas seksi Pengembangan antara lain :

- ◆ Mengadakan pemilihan pemasaran produk ke suatu tempat dan mempertinggi efisiensi kerja.
- ◆ Mempertinggi mutu suatu produk, memperbaiki proses pabrik/perencanaan alat dan pengembangan produksi

h. Kepala Seksi Administrasi

Tugas Kepala Seksi Administrasi ini bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Keuangan dalam hal administrasi.

Seksi Administrasi :

Tugas Seksi Administrasi antara lain :

- ◆ Menyelenggarakan pencatatan utang piutang, administrasi, persediaan kantor, pembukuan serta masalah perpajakan.

i. Kepala Seksi Keuangan

Tugas Kepala Seksi Administrasi ini bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Keuangan dalam hal keuangan/anggaran.

Seksi Keuangan :

Tugas seksi Keuangan antara lain :

- ◆ Menghitung penggunaan uang perusahaan,
- ◆ Mengamankan uang dan meramalkan tentang keuangan masa depan, serta

- ◆ Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan.

j. Kepala Seksi Penjualan

Tugas Kepala Seksi Penjualan bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Pemasaran dalam bidang pemasaran hasil produksi.

Seksi Penjualan :

Tugas seksi Penjualan antara lain :

- ◆ Merencanakan strategi penjualan hasil produksi dan mengatur distribusi hasil produksi dari gudang.

k. Kepala Seksi Pembelian

Tugas Kepala Seksi Pembelian bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Pemasaran dalam bidang penyediaan bahan baku dan peralatan.

Seksi Pembelian :

Tugas seksi pembelian antara lain :

- ◆ Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan, serta mengetahui harga pasaran dari suatu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

l. Kepala Seksi Personalia

Tugas Kepala Seksi Personalia bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum dalam hal sumber daya manusia.

Seksi personalia .:

Tugas seksi Personalia antara lain :

- ◆ Mengelola sumber daya manusia dan manajemen.

- ◆ Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya
- ◆ Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis.

m. Kepala Seksi Humas

Tugas Kepala Seksi Humas bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum dalam hal hubungan masyarakat.

Seksi Humas :

Tugas seksi Humas antara lain :

- ◆ Mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

n. Kepala Seksi Keamanan

Tugas Kepala Seksi Humas bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum yang menyangkut keamanan di sekitar pabrik.

Seksi Keamanan :

Tugas seksi Keamanan antara lain :

- ◆ Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan
- ◆ Mengawasi keluar masuknya orang baik karyawan atau bukan di lingkungan pabrik, serta
- ◆ Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

4.7.4 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

Pada pabrik *Biodiesel* ini sistem gaji karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggungjawab dan keahlian. Pembagian karyawan pabrik ini dapat dibagi menjadi tiga golongan antara lain :

1). Karyawan Tetap

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

2). Karyawan Harian

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap-tiap akhir pekan.

3). Karyawan Borongan

Yaitu karyawan yang dikaryakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

4.7.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Jadwal kerja di perusahaan ini di bagi menjadi dua bagian, yaitu jadwal kerja kantor (jadwal *non shift*) dan jadwal kerja pabrik (jadwal *shift*).

4.7.5.1 Jadwal Non Shift

Jadwal ini berlaku untuk karyawan kantor (*office*). Dalam satu minggu jam kantor adalah 40 jam dengan perincian sebagai berikut :

- Senin – Jum'at : 08.00 – 16.30 WIB.
- Istirahat : 12.00 – 13.00 WIB.
- Coffee Break I : 09.45 – 10.00 WIB.

- Sabtu : 08.00 – 13.30 WIB.
- Istirahat Sabtu : 12.00 – 12.30 WIB.

4.7.5.2 Jadwal Shift

Jadwal kerja ini diberlakukan kepada karyawan yang berhubungan langsung dengan proses produksi, misalnya bagian produksi, mekanik, laboratorium, genset dan elektrik, dan instrumentasi. Jadwal kerja pabrik ini dibagi dalam 3 shift, yaitu :

- Shift I : 24.00 – 08.00 WIB.
- Shift II : 08.00 – 16.00 WIB.
- Shift III : 16.00 – 24.00 WIB.

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, maka kelebihan jam kerja tersebut akan diperhitungkan sebagai kerja lembur (overtime) dengan perhitungan gaji yang tersendiri. Untuk hari besar (hari libur nasional), karyawan kantor diliburkan. Sedangkan karyawan pabrik tetap masuk kerja sesuai jadwalnya dengan perhitungan lembur.

4.7.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

4.7.6.1 Penggolongan Jabatan

Tabel 4.42 Penggolongan jabatan

No	Jabatan	Pendidikan
1.	Direktur Utama	Sarjana Teknik Kimia
2.	Direktur Teknik dan Produksi	Sarjana Teknik Kimia

3.	Direktur Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi
4.	Kepala Bagian Produksi	Sarjana Teknik Kimia
5.	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Mesin/Elektro
6.	Kepala Bagian R & D	Sarjana Teknik Kimia
7.	Kepala Bagian Keuangan	Sarjana Ekonomi
8.	Kepala Bagian Pemasaran	Sarjana Ekonomi
9.	Kepala Bagian Umum	Sarjana Hukum
10.	Kepala Seksi	Sarjana Muda Teknik Kimia
11.	Operator	STM/SMU/Sederajat
12.	Sekretaris	Akademi Sekretaris
13.	Staff	Sarjana Muda / D III
13.	Medis	Dokter
14.	Paramedis	Perawat
15.	Lain-lain	SD/SMP/Sederajat

4.7.6.2 Perincian Jumlah Karyawan

Tabel 4.43 Jumlah karyawan pada masing-masing bagian

NO	Jabatan	Jumlah
1.	Direktur Utama	1
2.	Direktur Teknik dan Produksi	1
3.	Direktur Keuangan dan Umum	1
4.	Staff Ahli	2
5.	Sekretaris	2
6.	Kepala Bagian Umum	1
7.	Kepala Bagian Pemasaran	1
8.	Kepala Bagian Keuangan	1
9.	Kepala Bagian Teknik	1
10.	Kepala Bagian Produksi	1
11.	Kepala Bagian R & D	1
12.	Kepala Seksi Personalia	1
13.	Kepala Seksi Humas	1
14.	Kepala Seksi Keamanan	1
15.	Kepala Seksi Pembelian	1
16.	Kepala Seksi Pemasaran	1
17.	Kepala Seksi Administrasi	1
18.	Kepala Seksi Kas/Anggaran	1

19.	Kepala Seksi Proses	1
20.	Kepala Seksi Pengendalian	1
21.	Kepala Seksi Laboratorium	1
22.	Kepala Seksi Pemeliharaan	1
23.	Kepala Seksi Utilitas	1
24.	Kepala Seksi Pengembangan	1
25.	Kepala Seksi Penelitian	1
26.	Karyawan Personalia	4
27.	Karyawan Humas	3
28.	Karyawan Keamanan	9
29.	Karyawan Pembelian	4
30.	Karyawan Pemasaran	4
31.	Karyawan Administrasi	3
32.	Karyawan Kas/Anggaran	3
33.	Karyawan Proses	32
34.	Karyawan Pengendalian	4
35.	Karyawan Laboratorium	6
36.	Karyawan Pemeliharaan	4
37.	Karyawan Utilitas	10
38.	Karyawan KKK	3
39.	Karyawan Litbang	4
40.	Karyawan Pemadam Kebakaran	4
41.	Medis	1
42.	Paramedis	3
43.	Sopir	3
44.	Cleaning Service	8
	Total	139

4.7.6.3 Sistem Gaji Pegawai

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi 3 golongan yaitu :

1. Gaji Bulanan

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

2. Gaji Harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

3. Gaji Lembur

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

Penggolongan Gaji Berdasarkan Jabatan

Tabel 4.44 Perincian golongan dan gaji

Golongan	Jabatan	Gaji/Bulan
1	Direktur Utama	Rp. 20.000.000,00
2	Direktur	Rp. 15.000.000,00
3	Staff Ahli	Rp. 5.000.000,00
4	Kepala Bagian	Rp. 8.000.000,00
5	Kepala Seksi	Rp. 4.500.000,00
6	Sekretaris	Rp. 1.800.000,00
7	Dokter	Rp. 4.000.000,00
8	Paramedis	Rp. 1.500.000,00
9	Karyawan	Rp. 1.500.000,00
10	Satpam	Rp. 1.200.000,00
11	Sopir	Rp. 900.000,00
12	<i>Cleaning service</i>	Rp. 500.000,00

4.7.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Semua karyawan dan staff di perusahaan ini akan mendapat :

1. *Salary*
 - a. *Salary*/bulan
 - b. Bonus per tahun untuk staff, min 2 kali *basic salary*
 - c. THR per tahun untuk semua staff, 1 kali *basic salary*
 - d. Natal per tahun untuk semua staff, 1 kali *basic salary*
2. Jaminan sosial dan pajak pendapatan
 - a. Pajak pendapatan semua karyawan menjadi tanggungan perusahaan

b. Jamsostek : 3,5 % kali *basic salary*.

1,5 % tanggungan perusahaan

3. *Medical*

a. *Emergency* : tersedia poliklinik pengobatan gratis

b. Tahunan : pengobatan untuk staff dan keluarganya bebas, ditanggung perusahaan.

4. Perumahan

Untuk staff disediakan mess

5. Rekreasi dan olahraga

a. Rekreasi: Setiap 1 tahun sekali karyawan + keluarga bersama-sama mengadakan tour atas biaya perusahaan

6. Kenaikan gaji dan promosi

a. Kenaikan gaji dilakukan setiap akhir tahun dengan memperhatikan besarnya inflasi, prestasi kerja dan lain-lain.

7. Hak cuti dan ijin

a. Cuti tahunan : setiap karyawan mendapatkan cuti setiap tahun selama 12 hari setelah tahun kelima mendapat tambahan 2 hari (total 20 hari)

8. Pakaian kerja dan sepatu. Setiap tahun mendapat jatah 2 stel.

4.7.8 Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk dengan mengatur penggunaan

faktor-faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan manajemen pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan akan diperoleh kualitas produk sesuai dengan rencana dan dalam waktu yang tepat. Dengan meningkatkan kegiatan produksi maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindari terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali. Perencanaan ini sangat erat kaitannya dengan pengendalian dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional sehingga penyimpangan yang terjadi dapat segera diketahui dan selanjutnya dikendalikan kearah yang sesuai.

4.8 ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak. Untuk itu pada perancangan pabrik *Biodiesel* ini dibuat evaluasi atau penilaian investasi yang ditinjau dengan metode:

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

Untuk meninjau faktor-faktor diatas perlu diadakan penafsiran terhadap beberapa faktor, yaitu:

1. Penaksiran Modal Industri (*Total Capital Investment*) yang terdiri atas:
 - a. Modal Tetap (*Fixed Capital*)
 - b. Modal Kerja (*Working Capital*)
2. Penentuan Biaya Produksi Total (*Production Investment*) yang terdiri atas:
 - a. Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expense*)
3. Total Pendapatan.

4.8.1 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 seakrang adalah:

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y} \quad (\text{Aries \& Newton P.16, 1955})$$

Dalam hubungan ini:

E_x = harga alat pada tahun X

E_y = harga alat pada tahun Y

N_x = nilai indeks tahun X

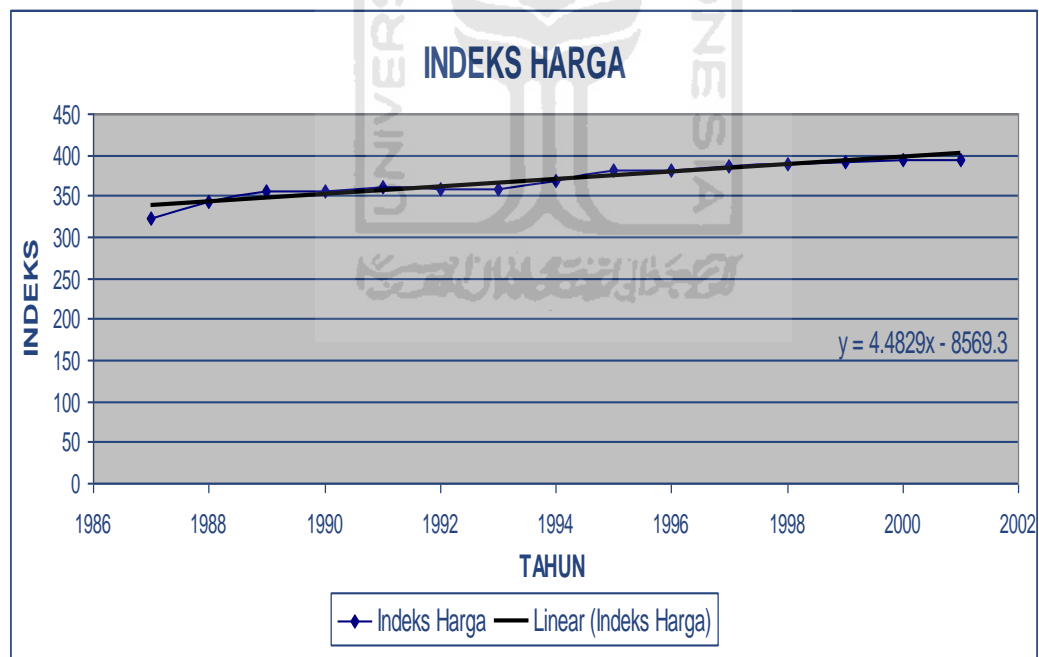
N_y = nilai indeks tahun Y

Jenis indeks yang digunakan adalah *Chemical Engineering Plant Cost Index* dari Majalah "*Chemical Engineering*".

Table 4.45 Indeks harga alat pada berbagai tahun

Tahun	X (Tahun)	Y (Index)
1987	1	324
1988	2	343
1989	3	355
1990	4	356
1991	5	361,3
1992	6	358,2
1993	7	359,2
1994	8	368,1
1995	9	381,1
1996	10	381,7
1997	11	386,5
1998	12	389,5
1999	13	390,6
2000	14	394,1
2001	15	394,3

(Sumber: majalah "Chemical Engineering", Juli 2001)



Gambar 4.3 Grafik index harga

Dari gambar 4.3. diperoleh persamaan:

$$y = 4,4829x + 8569,3 \quad \text{dimana} \quad : \quad x = \quad \text{tahun}$$

y = index harga

Maka pada tahun 2014, index harga menjadi 459,2606.

Untuk jenis alat yang sama tapi kapasitas berbeda, harga suatu alat dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan pendekatan sebagai berikut:

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

Dimana:

E_a = Harga alat dengan kapasitas diketahui.

E_b = Harga alat dengan kapasitas dicari.

C_a = Kapasitas alat A.

C_b = Kapasitas alat B.

x = Eksponen.

Besarnya harga eksponen bermacam-macam, tergantung dari jenis alat yang akan dicari harganya. Harga eksponen untuk bermacam-macam jenis alat dapat dilihat pada Peter & Timmerhause 2th edition, halaman 170.

4.8.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas Produksi = 40.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Pabrik didirikan = 2014

Kurs mata uang = 1 US\$ = Rp 9.100

4.8.3 Perhitungan Biaya

4.8.3.1 *Capital Investment*

Capital investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas produksi dan untuk menjalankannya. *Capital investment* meliputi:

- a. *Fixed Capital Investment* adalah investasi untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembuatannya.
- b. *Working Capital* adalah investasi yang diperlukan untuk menjalankan usaha/modal dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

4.8.3.2 Manufacturing Cost

Manufacturing cost adalah biaya yang diperlukan untuk produksi suatu bahan, merupakan jumlah *direct*, *indirect* dan *fixed manufacturing cost* yang berkaitan dengan produk.

- a. *Direct Cost* adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.
- b. *Indirect Cost* adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.
- c. *Fixed Cost* merupakan harga yang berkaitan dengan *fixed capital* dan pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dimana harganya tetap, tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi.
- d. *General Expenses* atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

- e. *General Expenses* atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

4.8.3.3 General Expense

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

4.8.4 Analisa Kelayakan

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

4.8.4.1 Percent Return of Investment (ROI)

Return of Investment adalah biaya *fixed capital* yang kembali pertahun atau tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang telah dikeluarkan.

$$\text{ROI} = \frac{\text{Pr ofit}}{\text{FCI}} \times 100\%$$

$$\text{FCI} = \text{Fixed Capital Investment}$$

4.8.4.2 Pay Out Time (POT)

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

4.8.4.3 Discounted Cash Flow of Return (DCFR)

Evaluasi keuntungan dengan cara *discounted cash flow* uang tiap tahun berdasarkan investasi yang tidak kembali setiap akhir tahun selama umur pabrik (*present value*).

4.8.4.4 Break Even Point (BEP)

Break even point adalah titik impas (kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian). Kapasitas pabrik pada saat *sales value* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi di bawah BEP dan untung jika beroperasi di atasnya.

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

Dengan:

Fa = *Annual Fixed Expense*

Ra = *Annual Regulated Expense*

Va = *Annual Variabel Expense*

Sa = *Annual Sales Value Expense*

4.8.4.5 Shut Down Point (SDP)

Shut down point adalah level produksi dimana biaya untuk menjalankan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*.

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

4.8.5 Hasil Perhitungan

4.8.5.1 Penentuan *Total Capital Investment* (TCI)

A. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)

Tabel 4.46 *Fixed Capital Investment*

No	Type of Capital Investment	US \$	Rupiah (Rp)
1	Harga alat (DEC)	1.978.951,31	-
2	Biaya pemasangan	216.824,23	837.010.362,19
3	Biaya pemipaan	1.511.746,72	967.793.231,28
4	Biaya instrumentasi	209.080,51	78.469.721,46
5	Biaya listrik	55.926,88	130.782.869,09
6	Biaya isolasi	172.082,72	
7	Biaya bangunan	255.702,71	6.312.500.000,00
8	Biaya tanah dan Perbaikan	1.978.951,31	3.725.000.000,00
9	Utilities	216.824,23	170.328.770,84
10	Physical Plant Cost (PPC) <i>Engineering and Construction</i> (20% PPC)	4.432.533,62 886.506,72	12.175.952.058,89 2.435.190.411,78
	Direct Plant Cost	5.319.040,35	14.611.142.470,66
11	Contractor's Fee (5% DPC)	372.332,82	1.022.779.972,95
12	Contingency (10% DPC)	797.856,05	2.191.671.370,60
	Fixed Capital	6.489.229,22	17.825.593.814,21

Total *Fixed Capital Investment* dalam rupiah

= Rp 59.051.985.947,01 + Rp 17.825.593.814,21

= Rp 76.877.579.761,22

B. Modal Kerja (*Working Capital*)

Tabel 4.47 *Working Capital*

No	Type of Expenses	Rupiah (Rp)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	9.616.414.470,68
2	<i>In Process Inventory</i>	104.341.518,48
3	<i>Product Inventory</i>	13.912.202.464,58
4	<i>Extended Credit</i>	17.600.937.338,50
5	<i>Available Cash</i>	13.912.202.464,58
	Total Working Capital	55.148.032.425,77

Sehingga *Total Working Capital* :

= Rp. 55.148.032.425,77

4.8.5.2 Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*)

A. *Manufacturing Cost*

Tabel 4.48 *Manufacturing Cost*

No	Type of Expenses	Rupiah (Rp)
1	<i>Raw Materials</i>	115.396.973.648,21
2	<i>Labor Cost</i>	3.997.200.000,00
3	<i>Supervision</i>	399.720.000,00
4	<i>Maintenance</i>	239.832.000,00
5	<i>Plant Supplies</i>	35.974.800,00
6	<i>Royalties and Patents</i>	4.224.224.961,24
7	<i>Utilities</i>	8.379.505.990,38
	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	132.673.431.399,83
1	<i>Payroll and Overhead</i>	679.524.000,00
2	<i>Laboratory</i>	479.664.000
3	<i>Plant Overhead</i>	1.998.600.000,00
4	<i>Packaging and Shipping</i>	21.121.124.806,20
	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	24.278.912.806,20
1	<i>Depreciation</i>	7.687.757.976,12
2	<i>Property Taxes</i>	1.537.551.595,22
3	<i>Insurance</i>	768.775.797,61
	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	9.994.085.368,96
	<i>Total Manufacturing Cost</i>	166.946.429.574,99

Sehingga *Total Manufacturing Cost* :

= Rp. 166.946.429.574,99

B. *General Expense*

Tabel 4.49 *General Expense*

No	Type of Expenses	Rupiah (Rp)
1	<i>Administration</i>	6.677.857.183,00
2	<i>Sales</i>	11.686.250.070,2
3	<i>Research</i>	6.677.857.183,00
4	<i>Finance</i>	3.960.768.365,61
	<i>General expense</i>	29.002.732.801,86

Sehingga *Total General Expense* :

= Rp 29.002.732.801,86

Total Biaya Produksi = TMC + GE

= Rp 195.949.162.376,84

4.8.5.3 Keuntungan (*Profit*)

Keuntungan = Total Penjualan Produk – Total Biaya Produksi

Dengan harga penjualan Rp 4.541, 042 per liter, maka:

Harga Jual Produk Seluruhnya (Sa)

Total Penjualan Produk = Rp. 211.211.248.062,01

Total Biaya Produksi = Rp. 191.454.153.674,12

Pajak keuntungan sebesar 40%.

Keuntungan Sebelum Pajak = Rp. 19.757.094.387,89

Keuntungan Setelah Pajak = Rp. 13.735.877.116,65

4.8.5.4 Analisa Kelayakan

1. *Persent Return of Investment (ROI)*

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

◆ ROI sebelum Pajak = 25,7 %

◆ ROI setelah Pajak = 17,9 %

2. *Pay Out Time (POT)*

$$POT = \frac{FCI}{\text{Keuntungan} + \text{Depresiasi}} \times 100\%$$

• POT sebelum Pajak = 2,8 tahun

• POT setelah Pajak = 3,6 tahun

3. *Break Even Point (BEP)*

a. Fixed Expense (Fa)

- Depresiasi = Rp 7.687.757.976,12

- Properti taxes = Rp 1.537.551.595,22

- Asuransi	=	<u>Rp 768.775.797,61</u>	+
Total		Rp 9.994.085.368,96	
		\$ 1.098.251,139	

b. Variabel Expense (Va)

- Bahan baku	=	Rp 115.396.973.648,21	
- Packaging & Shipping	=	Rp 4.224.224.961,24	
- Utilitas	=	Rp 8.379.505.990,38	
- Royalty and patent	=	Rp <u>21.121.124.806,20</u>	+
Total		Rp 149.121.829.406,03	
		\$ 16.387.014,220	

c. Regulated Expense (Ra)

- Labor	=	Rp 3.997.200.000,00	
- Plant overhead	=	Rp 399.720.000,00	
- Payroll overhead	=	Rp 239.832.000,00	
- Supervision	=	Rp 35.974.800,00	
- Laboratory	=	Rp 479.664.000,00	
- Maintenance	=	Rp 679.524.000,00	
- General Expense	=	Rp 1.998.600.000,00	
- Plant Supplies	=	Rp <u>29.002.732.801,86</u>	+
Total		Rp 36.833.247.601,86	
		\$ 4.047.609,627	

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

$$\text{BEP} = 47,82 \%$$

Umumnya, sebagian besar bank di Indonesia bersedia memeberikan pinjaman modal untuk pendirian pabrik, jika BEP-nya antara 40-60 %.

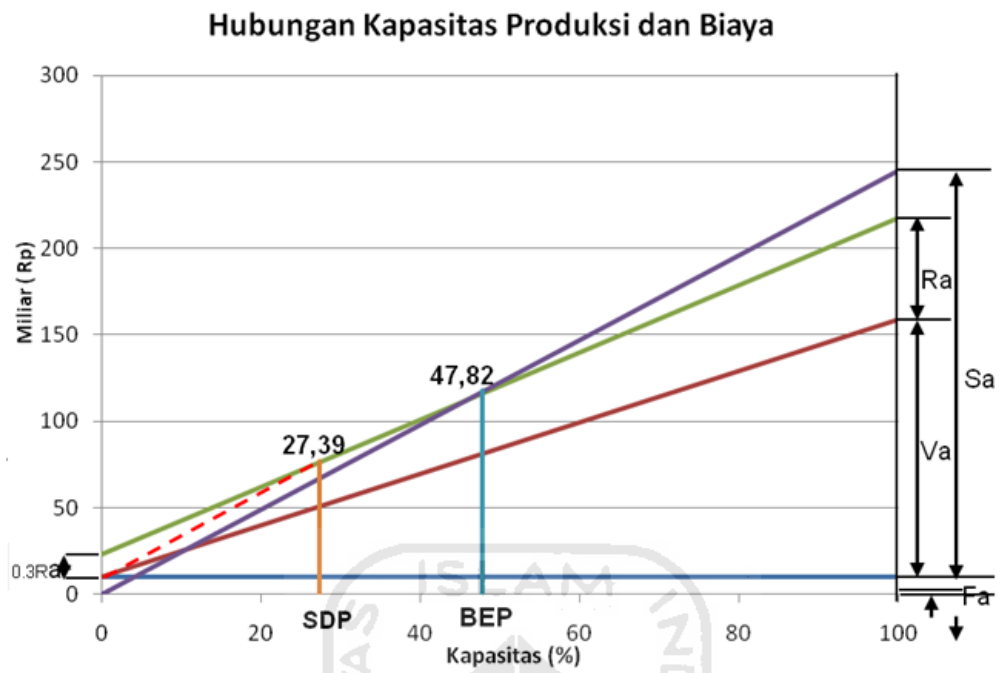
4. *Shut Down Point (SDP)*

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

$$SDP = 27,39 \%$$

5. *Discounted Cash Flow (DCF)*

Umur Pabrik	= 10 tahun
Fixed Capital (FC)	= Rp 76.877.579.761,22
Working Capital (WC)	= Rp 55.148.032.425,77
Cash Flow (CF)	= Rp 50.426.367.894,63
Salvage Value (SV)	= Rp 23.118.250.000,00
DCFR	= 24,97 %
Bunga Simpanan Bank rata-rata saat ini	= 8 % sampai 10 %



Gambar 4.4 Grafik hubungan kapasitas produksi dan biaya

BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Pabrik *Biodiesel* dari CPO *waste* dan metanol ini digolongkan pabrik beresiko rendah (*low risk*) karena selain bahan baku maupun produknya tidak beracun dan tidak berbahaya selain itu dijalankan pada variabel suhu dan tekanan operasi rendah (kondisi atmosferis).

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

1. Percent *Return on Investment* (ROI) sebelum pajak 33,4 % dan setelah pajak 20,1 % dinilai cukup baik, karena memenuhi batas minimum $ROI > 11\%$ untuk pabrik *low risk*.
2. Pay Out Time sebelum pajak 1,9 tahun dan setelah pajak 2,9 tahun dinilai cukup baik, karena memenuhi batas maksimum $POT < 5$ tahun
3. Discounted Cash Flow sebesar 23,80 %. Suku bunga perbankan sebesar 8 - 10% sehingga investor lebih memilih untuk menanamkan modal dari pada menyimpannya di Bank.
4. Break Even Point sebesar 51,7 %, memenuhi syarat peminjaman modal pada Bank untuk pendirian pabrik karena syarat BEP adalah 40% - 60%.
5. Shut Down Point sebesar 23,9 %.

Dengan demikian, baik berdasarkan secara teknis maupun ekonomis dapat disimpulkan bahwa pabrik Biodiesel dari CPO *waste* dan Metanol dengan kapasitas 40.000 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 Perdagangan Luar Negeri Indonesia*", Indonesia foreign, Trade Statistic Import, Yogyakarta, 2000-2005.
- 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.
- Coulson, J.M., and Richardson, J.F., "*Chemical Engineering Design*", 6nd Ed., vol 6, Pergamon Press, Oxford, 1983.
- Darnoko, D., and Cheryan.,M. "*Kinetics of Palm Oil Transesterification in a Batch Reactor*", JAOCS Vol 77 no 12, pp 1263-1267, 2000.
- Faith, Keyes & Clark., "*Industrial Chemical*", 4th ed, John Willey and Sons, Inc., New York, 1955.
- Fogler, Scott H., "*Elements of Chemical Reaction Engineering*", 3rd ed, Prentice Hall International Inc., USA, 1999.
- Geankopolis, J.Christie., "*Transport Process and Unit Operation*", Prentice Hall International, 1978.
- Kern, D.Q., "*Process Heat Transfer*", International Student Edition, Mc. Graw Hill Book Co.Inc., New York, 1983.

- Ketta, Mc. J. John, "*Chemical Processing Handbook*", Marcel Dekker Inc, New York, 1993.
- Kirk, 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 Son, New York, 1999.
- Perry, J.H., and Chilton, C.H., "*Chemical Engineering Hand Book*", 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.
- Rahmadi, A., "Proses Pembuatan Biodiesel: Apa Memang Sangat Mudah Ya??", <http://www.bppt.go.id>., diakses tanggal 17 Juni 2008.
- Rase, H.F., "*Chemical Reaktor 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 Process Plants*", Willey and Sons, Inc, New York, 1957.
- Sinnott, 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.

Sugiyono, A., "Peluang Pemanfaatan Biodiesel dari Kelapa Sawit Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pengganti Minyak Solar di Indonesia", *Prospek Pengembangan Bio-fuel sebagai Substitusi Bahan Bakar Minyak*, P.29-40, 2004.

Sularso., "*Pompa dan Kompresor*", cetakan VI, P.T. Pradnya Paramita, Jakarta, 1996.

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

Ullrich, G.D., "*A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*", John Willey and Sons. Inc., New York, 1984.

Van Gerpen, J, Shanks, B, and Pruszko, R., "*Biodiesel Production Technology*". National Renewable Energy Laboratory., Colorado, 2004.

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

FORMULIR ISIAN JUDUL SKRIPSI FTI – UII

PERHATIAN.. !!!!

FORMULIR HARAP DI ISI:

1. SETELAH SKRIPSI DITANDA TANGANI OLEH KETUA JURUSAN
2. DITULIS DENGAN HURUF BESAR CETAK / BALOK SESUAI DENGAN UJAZAH
3. DISERAHKAN PADA DIVISI ADMINISTRASI AKADEMIK BAGIAN LOKET NILAI SETELAH MENGAMBIL HASIL YUDISIUM UJIAN PENDADARAN.

NAMA : JURISCH SUBJANITA

NOMOR MHS : 03 521 026

JURUSAN : TEKNIK KIMIA

TMPT / TGL LAHIR : SINGKAWANG, 27 MARET 1985


JUDUL SKRIPSI DALAM BAHASA INDONESIA.

PRA RANCANGAN PABRIK BIODIESEL DARI CPO WASTE DAN METHANOL DENGAN
KAPASITAS 40.000 TON / TAHUN

JUDUL SKRIPSI DALAM BAHASA INGGRIS.

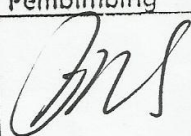

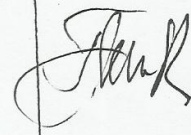
PRE DESIGN OF BIODIESEL PLANT FROM CPO WASTE AND METHANOL WITH A CAPACITY
OF 40000 TONS / YEAR

Yogyakarta, 21 MARET 2012


(... JURISCH S ...)

KARTU KONSULTASI PENYUSUNAN / PERBAIKAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
 PRODI TEKNIK KIMIA, TEKNIK INDUSTRI, TEKNIK INFORMATIKA, TEKNIK ELEKTRO, TEKNIK MESIN

Nama Mhs : YURISCH SUBYANITA
 No. Mhs : 03 521 026
 Judul : PRA RANCANGAN PABRIK BIODIESEL DARI CPO WASTE DAN METANOL
DENGAN KAPASITAS 40.000 TON / TAHUN

No.	Tanggal	Masalah Yang Dikonsultasikan	Tanda Tangan Penguji / Pembimbing
1.	21 Maret 2012	<ul style="list-style-type: none"> - sumber bacaan dicantumkan pada halaman 6 - skala gambar pada halaman 83 dan halaman 87 - pencantuman satuan Neraca Massa pada PFD - pencantuman harga jual per liter 	
2.	21 Maret 2012	Neraca Massa 	



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
PRODI TEKNIK KIMIA

PERBAIKAN SKRIPSI YANG DISARANKAN
PADA WAKTU UJIAN PENDADARAN
TANGGAL : 12 Maret 2012

Dosen Penguji

Tanda Tangan

Nama : Asmanto Subagyo, M.Sc.

Mahasiswa yang diuji :

Nama : Yurisch Subyanita

No. Mahasiswa : 03521026

Saran/Komentar : PERBAIKAN SKRIPSI MELEBIHI DUA BULAN
DARI PENDADARAN DINYATAKAN GUGUR.

- * Sumber bacaan dicantumkan pd. hal. 6
- * Revisi hal: 83 dan hal. 87 → skala gambar ?
- * Neraca massa pd. PEFD → satuannya apa ?
- * Harga jual per liter berapa ?



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
PRODI TEKNIK KIMIA

PERBAIKAN SKRIPSI YANG DISARANKAN
PADA WAKTU UJIAN PENDADARAN
TANGGAL : 12 Maret 2012

Dosen Penguji

FAISAL RM

Nama : ~~Ir. Dachran Sutrisno, M.Sc.~~

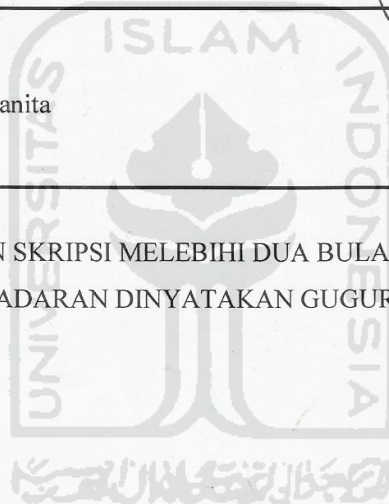
Tanda Tangan

Mahasiswa yang diuji :

Nama : Yurisch Subyanita

No. Mahasiswa : 03521026

Saran/Komentar : PERBAIKAN SKRIPSI MELEBIHI DUA BULAN
DARI PENDADARAN DINYATAKAN GUGUR.





UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
PRODI TEKNIK KIMIA

PERBAIKAN SKRIPSI YANG DISARANKAN
PADA WAKTU UJIAN PENDADARAN
TANGGAL : 12 Maret 2012

Dosen Penguji

Tanda Tangan

Nama : Dr.Ir. Farham HM. Saleh, MSIE.

Mahasiswa yang diuji :

Nama : Yurisch Subyanita

No. Mahasiswa : 03521026

Saran/Komentar : PERBAIKAN SKRIPSI MELEBIHI DUA BULAN
DARI PENDADARAN DINYATAKAN GUGUR.

