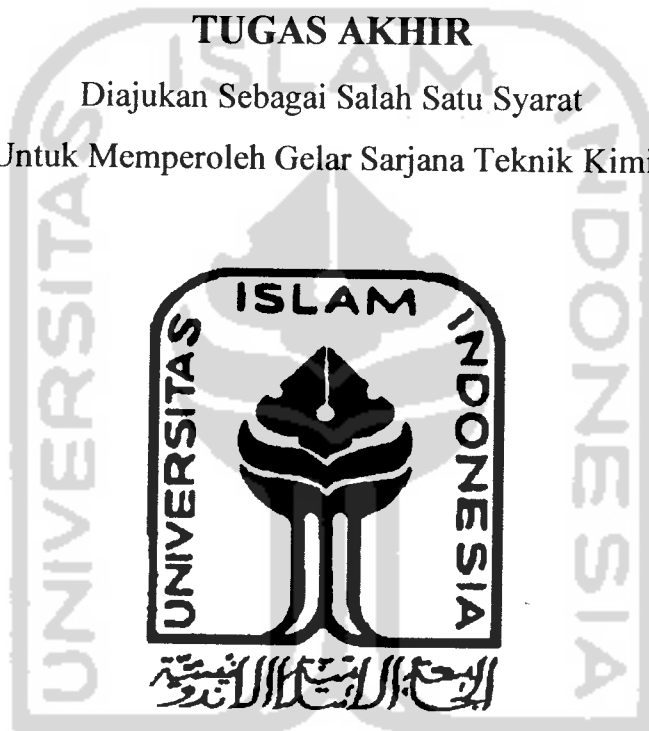


TA/TK/2007/282

**PRA RANCANGAN
PABRIK BIODIESEL DARI MINYAK KELAPA DAN
METANOL KAPASITAS 50.000 TON / TAHUN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia



Disusun Oleh :

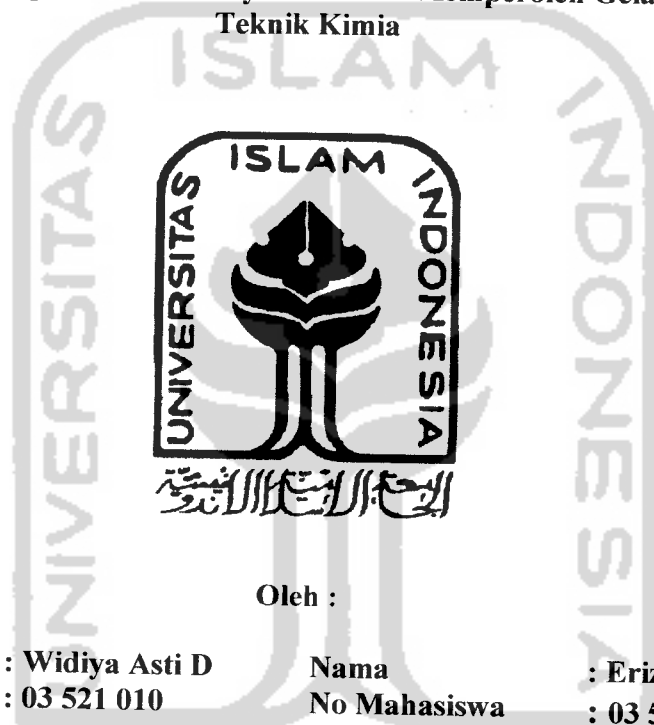
Widiya Asti Damayanti 03 521 010
Eriza Nurul Fauziah 03 521 012

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2007**

**PRA RANCANGAN PABRIK BIODIESEL
DARI MINYAK KELAPA DAN METANOL
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

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



Oleh :

Nama : Widiya Asti D
No Mahasiswa : 03 521 010

Nama : Eriza Nurul F
No Mahasiswa : 03 521 012

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

YOGYAKARTA

2007

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL
TUGAS AKHIR PRA RANCANGAN PABRIK**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Widiya Asti D

No. Mahasiswa : 03 521 010

Nama : Eriza Nurul F

No. Mahasiswa : 03 521 012

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, 6 Juni 2007

Widiya Asti D



Eriza Nurul F

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK BODIESEL DARI MINYAK KELAPA DAN METANOL KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR



oleh:

Nama
No Mahasiswa

: Widiya Asti D
: 03 521 010

Nama
No Mahasiswa

: Eriza Nurul F
: 03 521 012

Yogyakarta, 6 Juni 2007

Pembimbing



Arif Hidayat, ST., MT

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PRA RANCANGAN PABRIK BIODIESEL
DARI MINYAK KELAPA DAN METANOL
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

Oleh:

Nama : Widiya Asti D Nama : Eriza Nurul F
No Mahasiswa : 03 521 010 No Mahasiswa : 03 521 012

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk Mem peroleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 6 Juni 2007

Tim Penguji,

1. Arif Hidayat, ST., MT.
2. DR. Ir. Farham HM. Saleh, MSIE
3. Ir. Prayitno, M.Eng.



Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Wahid
Wahid ST., M.Sc

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur kita panjatkan Ke-hadirat Allah SWT sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Teriring sholawat serta salam semoga tercurah kepada suri tauladan 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 kami telah melaksanakan Tugas Akhir dengan mengambil judul *Prarancangan Pabrik Biodiesel dari Minyak Kelapa dan Metanol Kapasitas 50.000 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 Fathul Wahid, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Ibu Dra., Hj. Kamariah Anwar, M.,S, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

3. Bapak Arif Hidayat, ST.,MT., 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 penulis hingga terselesaikannya laporan ini.

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

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

Wassalammualaikum. Wr.Wb.

Yogyakarta, 6 Juni 2007

Penyusun

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil'alamin...

Ibu dan Bapak tercinta serta kakakku yang dengan tulus selalu memberikan limpahan kasih sayang, do'a, nasehat dan rizki dari setiap tetes keringat yang mengalir, terima kasih atas segala yang kalian berikan untukku, karena kalian hidup ini dapat kujalani dengan semestinya. Semoga aku bisa menjadi anak yang bisa dibanggakan.

To all my best friends (wid, silphee, ayu, jo, nia, ulfa, nisa, mas an, ipinx.)
thanks you for your beautiful scratch in the painting of my life
there is no party that has an end.
but you. my friends
let me keep you in a space in my hearth

Those who believe (in the oneness of Allah) and whose
hearts find rest in remembrance of Allah
Verily, in the remembrance of Allah
do hearts find rest
(Qs. Al Ra'd :28)

Live is more beautiful, safe and convenience if
We love each other

riza .

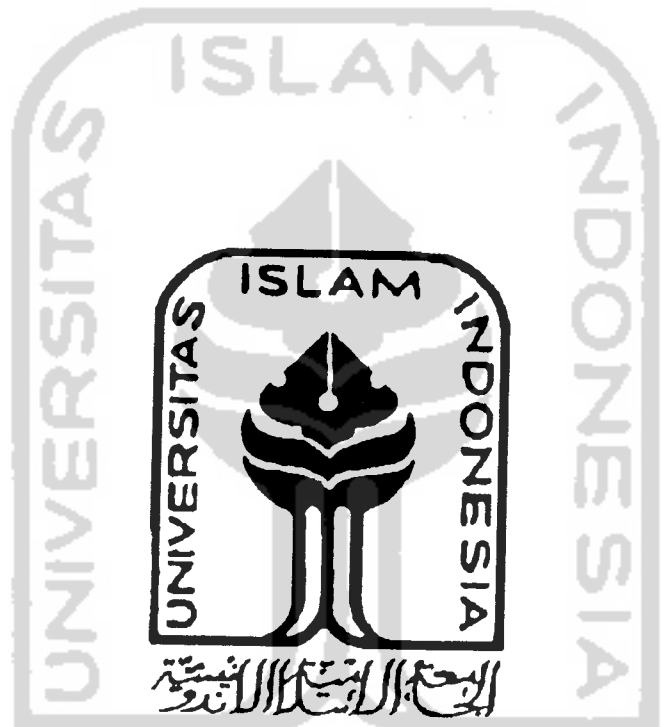
RIZA THANKS TO :

- Allah SWT, terima kasih atas segala nikmat dan karunia yang telah engkau berikan pada hamba-Mu ini.
- Rasulullah SAW beserta sahabatnya yang telah mengantarkan seluruh umat manusia pada dunia nyata yang penuh rahmat dan kedamaian.
- Bapak Arif Hidayat ST.,MT., : Terima kasih banyak atas semua ilmu dan waktunya untuk membimbing kami dengan penuh kesabaran. Hanya Allah SWT yang dapat membalas segala apa yang telah bapak berikan.
- Tuk best partner and best friend : WID, akhirnya selese juga ya MboL
Sory y, kalo ak sering bikin kesel.. tp justru itu kan yang km kengenin dari akyuu, he..
U'r my best partner ever!!
- Partner-TA ku, sliphee : makasih y bo' , berkatmu motorku langsung turun mesin, hehe...ga' ding!! Thx y bo' udah sabar ngasi penjelasan klo ok lg ga dong...
- Tuk keluarga GPW : ayu, ulfa, nia, nisa, meli, tika, mba nana, mas teguh n mas sigit
Keep friendship forever!!!!!!
- Tuk mas aan, tqy y udah sering nganguin klo ak lg belejar..he,

Thx ya.. udah setia nemenin & sory.. sering ngrepotin (besok klo pindahan bantuin lg y..)

- Tuk mas rimbo, hindun, mas dika, mas adit, mba rina, mba ria : makasi udh sering Bantu kita ngerjain TA.
- Tuk ipinx & ucon: tqy y tiap malam udh telp2 akyuu
- Tuk anak2 TK'03 : ndang lulus dab!!!!
- Tuk ex-bimasakti : thx y udh bantuin masalah yg kemaren





جامعة الإسلام في إندونيسيا

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pernyataan	ii
Halaman Pengesahan Pembimbing	iii
Halaman Pengesahan Penguji	iv
Kata Pengantar	v
Halaman Persembahan	vii
Daftar Isi	x
Daftar Tabel	xiv
Daftar Gambar	xvi
Abstraksi	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tinjauan Pustaka.....	3
BAB II. PERANCANGAN PRODUK	
2.1 Spesifikasi Produk	8
2.2 Spesifikasi Bahan.....	9
2.2.1 Spesifikasi Bahan Baku	9
2.2.2 Spesifikasi Bahan Pembantu.....	11
2.3 Pengendalian Kualitas	13
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku	13



2.3.2	Pengendalian Kualitas Produk	13
2.3.3	Pengendalian Kuantitas	16
2.3.4	Pengendalian Waktu	16
2.3.5	Pengendalian Bahan Proses	16

BAB III. PERANCANGAN PROSES

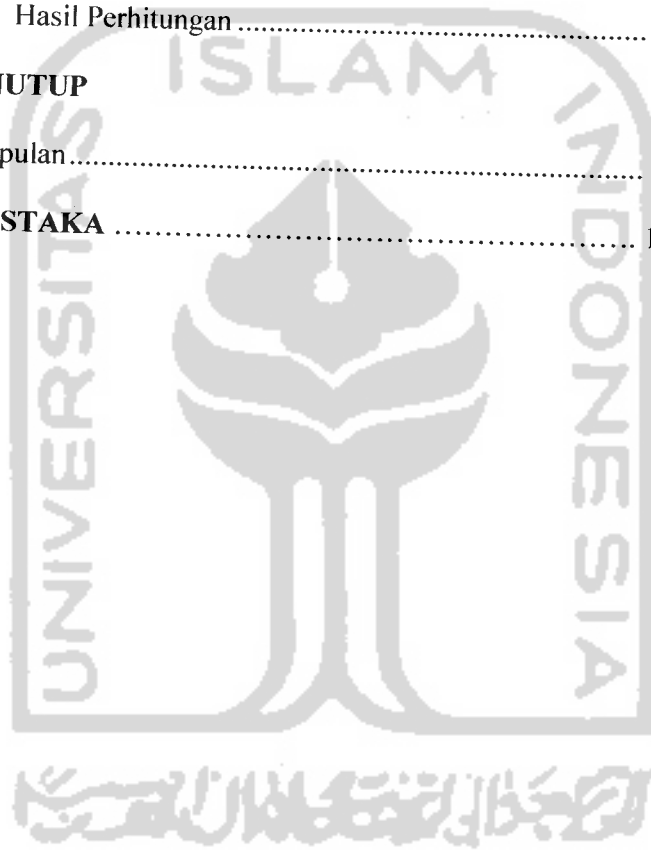
3.1	Uraian Proses	17
3.1.1	Tahap Penyiapan Bahan Baku	17
3.1.2	Tahap Reaksi	18
3.1.3	Tahap Pemurnian Produk	19
3.2	Spesifikasi Alat	20
3.3	Perencanaan Produksi	50
3.3.1	Kapasitas Perancangan	50
3.3.2	Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses	53

BAB IV. PERANCANGAN PABRIK

4.1	Lokasi Pabrik	55
4.1.1	Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik	55
4.1.2	Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik	57
4.2	Tata Letak Pabrik	58
4.3	Tata Letak Alat Proses	64
4.4	Alir Proses dan Material	67
4.4.1	Perhitungan Neraca Massa	68
4.4.2	Perhitungan Neraca Panas	76

4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas).....	80
4.5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....	81
4.5.2 Unit Pembangkit Steam	90
4.5.3 Unit Pembangkit Listrik	91
4.5.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar	95
4.5.5 Unit Penyediaan Udara Tekan	95
4.5.6 Unit Pengolahan Limbah	96
4.5.7 Spesifikasi Alat-alat Utilitas	96
4.6 Laboratorium	118
4.6.1 Kegunaan Laboratorium	118
4.6.2 Program Kerja Laboratorium	120
4.6.3 Alat Analisa Penting.....	123
4.7 Organisasi Perusahaan	124
4.7.1 Bentuk Perusahaan	124
4.7.2 Struktur Organisasi Perusahaan	125
4.7.3 Tugas dan Wewenang.....	128
4.7.4 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji.....	138
4.7.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan	139
4.7.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah karyawan dan gaji ...	141
4.7.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	145
4.7.8 Manajemen Produksi	147

4.8 Analisa Ekonomi.....	149
4.8.1 Penaksiran Harga Peralatan	150
4.8.2 Dasar Perhitungan	152
4.8.3 Perhitungan Biaya	153
4.8.4 Analisa kelayakan.....	154
4.8.5 Hasil Perhitungan	156
BAB V. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	163
DAFTAR PUSTAKA	164
LAMPIRAN	



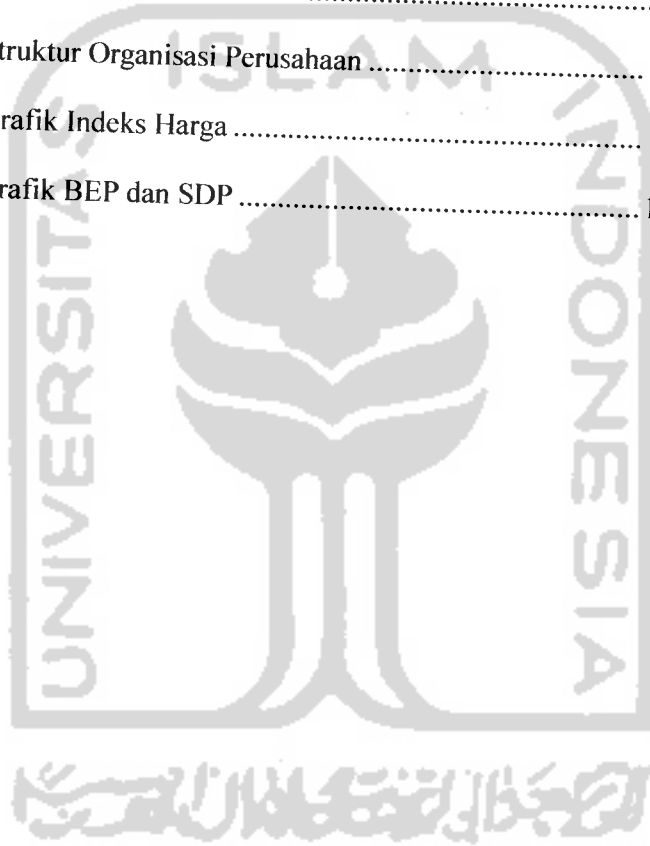
DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.2.1 Komposisi asam-asam lemak pada minyak kelapa.....	4
Tabel 1.2.2 Karakteristik fisika kimia minyak kelapa.....	5
Tabel 1.2.3 Standar Biodiesel DIN V51606	7
Tabel 3.3.1.1 Konsumsi Minyak Solar dalam negeri	51
Tabel 3.3.1.2 Produksi Minyak kelapa per Tahun	52
Tabel 4.2.1 Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik.....	62
Tabel 4.4.1.1 Neraca Massa Mixer 1	68
Tabel 4.4.1.2 Neraca Massa Reaktor 1	68
Tabel 4.4.1.3 Neraca Massa Reaktor 2	69
Tabel 4.4.1.4 Neraca Massa Netralizer.....	70
Tabel 4.4.1.5 Neraca Massa Decanter 1	71
Tabel 4.4.1.6 Neraca Massa Mixer 2	72
Tabel 4.4.1.7 Neraca Massa Decanter 2	73
Tabel 4.4.1.8 Neraca Massa Evaporator 1	74
Tabel 4.4.1.9 Neraca Massa Evaporator 2	75
Tabel 4.4.2.1 Neraca Panas Mixer 1.....	76
Tabel 4.4.2.2 Neraca Panas Reaktor 1	76
Tabel 4.4.2.3 Neraca Panas Reaktor 2	77
Tabel 4.4.2.4 Neraca Panas Netralizer.....	77

Tabel 4.4.2.5 Neraca Panas Decanter 1	78
Tabel 4.4.2.6 Neraca Panas Mixer 2.....	78
Tabel 4.4.2.7 Neraca Panas Decanter 2	79
Tabel 4.4.2.8 Neraca Panas Evaporator 1	79
Tabel 4.4.2.9 Neraca Panas Evaporator 2.....	80
Tabel 4.5.1.1 Kebutuhan Air Pendingin	88
Tabel 4.5.1.2 Kebutuhan Air Pembangkit Steam.....	89
Tabel 4.5.1.3 Kebutuhan Air Untuk Perkantoran dan Pabrik.....	89
Tabel 4.5.3.1 Kebutuhan Listrik Alat Proses.....	93
Tabel 4.5.3.2 Kebutuhan Listrik Untuk Utilitas.....	94
Tabel 4.7.6.1.1 Penggolongan Jabatan	141
Tabel 4.7.6.2.1 Jumlah karyawan pada masing-masing bagian.....	142
Tabel 4.7.6.3.1 Perincian Golongan dan Gaji	145
Tabel 4.8.1.1 Indeks Harga Alat pada berbagai tahun.....	150
Tabel 4.8.5.1.1 <i>Fixed Capital Investment</i>	156
Tabel 4.8.5.1.2 <i>Working Capital</i>	157
Tabel 4.8.5.2.1 <i>Manufacturing Cost</i>	158
Tabel 4.8.5.2.2 <i>General Expanance</i>	159

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 4.2 Tata Letak Pabrik	63
Gambar 4.3 Pengolahan Air dan Steam.....	87
Gambar 4.4 Struktur Organisasi Perusahaan	148
Gambar 4.5 Grafik Indeks Harga	151
Gambar 4.6 Grafik BEP dan SDP.....	162



ABSTRACT

Preliminary design of Biodiesel with capacity 50,000 ton/year is a plant to be built in North Sulawesi, in the area of land 18,625 m². This chemical plant will be operated for 330 day/year or 24 hours a day with 139 employees.

Raw material needed is Coco Oil 55,209.42 ton/hour and metanol 8,307.373 ton/hour. The production process will be operated at temperature 60°C, at pressure about of 1 atm using Continuous Steared Tank Reaktor (CSTR). The utility consist of 16,221.3060 kg/hour of cooling water, 375.8490 kg/hour of steam, 53,161.7506 liter/year of fuel while the power of electricity of about 37.1208 Kwh provided by PLN. This chemical plant also use generator set as reserve.

An economic analysis shows that this chemical plant need to be covered by fixed capital of about Rp.113,201,844,639.10 working capital of about Rp. 112,933,269,678.55. Percentage of return on investemen (ROI) before tax is 26.4693 % while after tax is 15.8816 %. Pay out time (POT) before tax is 2.7420 % years while after tax is 3.8638 % years. The value of break evek point (BEP) is for about 53.38 % and shut down point (SDP) is of about 30.48 % Based on the economic analysis, It is concluded that plant design of Biodiesel with capacity 50,000 ton/years is visible to be built.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG PENDIRIAN PABRIK

Dengan semakin menipisnya cadangan energi fosil dan semakin meningkatnya kebutuhan bahan bakar, termasuk minyak diesel, pemikiran mengenai sumber energi yang terbarukan serta diversifikasi energi semakin berkembang.. 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 usaha untuk itu adalah pengembangan *biodiesel*, yaitu bahan bakar pengganti minyak solar yang dihasilkan dari minyak nabati atau hewani yang masih baru maupun bekas pakai.

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 relatif sempurna atau terbakar habis dan energi yang dihasilkan sama dengan minyak solar. 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 metilester juga dapat diolah lebih lanjut menjadi produk-produk oleokimia yang biasanya dibuat dari asam lemak nabati (*fatty acid*). Proses produksi

oleokimia dari metilester lebih menguntungkan karena tidak korosif, lebih tahan terhadap oksidasi dan tidak mudah berubah warna. (Darnoko, 2002)

Salah satu minyak nabati yang dapat digunakan adalah kelapa, karena saat ini diperlukan bahan bakar alternatif yang menggunakan bahan alam Indonesia yang terbarukan, mudah dibuat dan harga relatif murah serta ramah lingkungan. Di samping sumber bahan bakunya melimpah dan terbarukan, biaya produksi lebih murah. Mesin pengolah buah kelapa menjadi minyak *cocodiesel* harganya tergolong mahal antara Rp 10-40 juta per unitnya dan produksinya masih terbatas. Setiap hari mesin ini dapat mengolah 200-1000 buah kelapa yang dapat menghasilkan 200-500 liter minyak. Sedangkan pemasaran minyak itu masih terbatas pada kapal dan perahu-perahu bermotor yang menggunakan mesin diesel. Sedangkan harga minyak masih bervariasi. Bila asumsi harga kelapa Rp 300/butir maka *cocodiesel* dijual dengan harga Rp 5.000/liter. (info@d-infokom-jatim.go.id)

Pendirian pabrik *biodiesel*, selain untuk memenuhi konsumsi bahan bakar yang ramah lingkungan, akan memberikan dampak positif diantaranya membuka lapangan kerja dan merangsang petani memanfaatkan lahan tidur. Pabrik ini dirancang sedapat mungkin menggunakan bahan baku dan komponen buatan dalam negeri, namun tidak menutupi kemungkinan untuk mengimport.

1.2. TINJAUAN PUSTAKA

Sejak krisis energi tahun 1970-an, penggunaan minyak nabati sebagai bahan bakar pengganti motor diesel mulai dikembangkan. Penggunaan minyak nabati sebagai bahan bakar langsung untuk motor diesel mempunyai beberapa kelemahan yaitu kekentalan yang tinggi, proses pembakarannya lama dan menimbulkan deposit. Meski demikian kegiatan penelitian terus dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat dari minyak nabati agar menyerupai sifat-sifat minyak solar. Hasilnya adalah pengembangan biodiesel yang dibuat dengan menambahkan alkohol ke dalam minyak nabati sehingga dihasilkan senyawa ester yang dapat berfungsi seperti minyak solar. (Anggraini,2002)

Produksi dan konsumsi *biodiesel* di negara-negara Uni Eropa, Amerika Serikat, Malaysia dan Jepang terus meningkat dari tahun ke tahun. Umumnya bahan baku yang digunakan merupakan minyak bekas pakai dan sisa produksi minyak nabati.

Di Indonesia kegiatan penelitian untuk memperoleh *biodiesel* menggunakan bahan baku minyak sawit, minyak inti sawit, minyak kelapa dan minyak bekas pakai terus dilakukan. Nilai perbandingan produksi per konsumsi pada tahun 2000 untuk minyak sawit lebih besar dibandingkan minyak biji sawit dan minyak kelapa (Anggraini, 2002).

Salah satu produk dari minyak kelapa yang dapat dikembangkan di Indonesia adalah *biodiesel* yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif, terutama untuk mesin diesel. Dengan semakin tingginya harga minyak bumi akhir-akhir ini, sudah saatnya Indonesia mulai mengembangkan *biodiesel*, baik untuk konsumsi dalam negeri maupun untuk ekspor.

Biodiesel ini adalah bahan bakar cair yang diformulasikan khusus untuk mesin diesel yang terbuat dari minyak nabati (*bio-oil*), tanpa perlu memodifikasi mesin dieselnnya. *Biodiesel* merupakan metil atau metil ester dari minyak nabati atau hewani dengan panjang rantai karbon antara 12-20. Komposisi asam lemak pada *biodiesel* kelapa dapat dilihat pada tabel 1.2.1 berikut:

Tabel 1.2.1 Komposisi asam-asam lemak pada minyak kelapa

No		Rumus molekul	Jml (%)
1	Asam kaproat	$C_{11}H_{21}COOH$	0,35
2	Asam kaprilat	$C_{7}H_{13}COOH$	1,08
3	Asam kaprat	$C_{9}H_{17}COOH$	0,15
4	Asam laurat	$C_{11}H_{21}COOH$	43,79
5	Asam miristat	$C_{13}H_{27}COOH$	2,22
6	Asam palmitat	$C_{15}H_{31}COOH$	39,9
7	Asam stearat	$C_{17}H_{35}COOH$	2,2
8	Asam arachidat	$C_{19}H_{39}COOH$	9,58
9	Asam palmitoleat	$C_{15}H_{29}COOH$	0,38
10	Asam oleat	$C_{17}H_{33}COOH$	0,18
11	Asam linoleat	$C_{17}H_{31}COOH$	0,17

∴ sumber : Thieme,19

Sifat fisis *biodiesel* kelapa menyerupai minyak solar sehingga dapat digunakan langsung untuk mesin diesel atau sebagai campuran minyak solar. Berikut ini karakteristik fisika kimia minyak kelapa dapat terlihat pada tabel 1.2.2 berikut:

Tabel 1.2.2 Karakteristik fisika kimia minyak kelapa

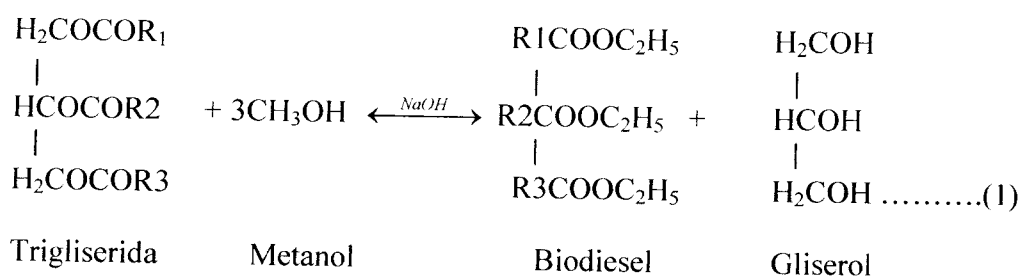
Kriteria kerja	Angka
Titik cair	22-26
Densitas 60°C	0.89-0.895
Berat spesifik pada 20°C	0.903-0.91
Index reaktif 40°C	1.448-1.455
Bilangan penyabunan	248-265
Bilangan iod	6-11
Bilangan asam	Max 4
Bilangan peroksida	Max 10
Kadar air	Max 0.5%
Temperatur didih	464.52

Beberapa proses pembuatan *biodiesel* yang telah dikembangkan adalah sebagai berikut:

1. Transesterifikasi / alkoholisis

Pada proses ini biodiesel diproduksi melalui reaksi transesterifikasi dari minyak kelapa dan metanol menggunakan katalisator logam, asam atau basa. Namun katalisator yang digunakan adalah NaOH. Reaksi ini akan menghasilkan gliserol sebagai hasil samping.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Produk yang dihasilkan selanjutnya dipisahkan menggunakan dekanter. *Biodiesel* yang terbentuknya selanjutnya dicuci dengan air untuk menghilangkan sisa katalis, garam dan metanol. Proses transesterifikasi dapat dilakukan secara *batch* atau kontinyu pada tekanan 1 atm dan suhu 50-70°C. (Darnoko, 2002)

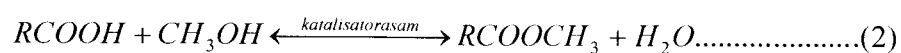
2. Esterifikasi

Pembuatan *biodiesel* dengan reaksi esterifikasi antara asam lemak dan metanol dapat dilakukan pada suhu 200-250 °C dibawah tekanan atmosferik. Untuk memperoleh yield yang tinggi, metanol harus berlebihan dan air yang dihasilkan selama reaksi harus dibuang secara kontinyu.

Proses ini dapat pula berlangsung secara *batch* dan kontinyu. Proses secara kontinyu dapat dilakukan dalam kolom reaksi *counter-current* menggunakan *superheated* metanol. Proses ini membutuhkan waktu reaksi yang lebih lama daripada proses transesterifikasi (Choo, 2000)

Reaksi esterifikasi asam lemak jauh lebih terbatas kesetimbangan dan, sekalipun sudah dibantu katalis, berlangsung lebih lambat dari pada reaksi alkoholisis trigliserida. Kedua reaksi juga akan berlangsung makin lambat dengan makin besarnya molekul alkohol (metanol, etanol, propanol, dan seterusnya).

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Standar yang paling banyak dijadikan acuan untuk *biodiesel* adalah standar Jerman DIN V51606 tahun 1997. Spesifikasi dari standar DIN V51606 tahun 1997 tersebut dapat dilihat pada tabel 1.2.3 sebagai berikut:

Tabel 1.2.3 Standar *biodiesel* DIN V51606

Standar / spesifikasi	DIN V51606
Aplikasi	<i>Fatty acid metil ester(FAME)</i>
Densitas pada 15 °C , gr/cm ³	0,875-0,9
Viskositas pada 40 °C, mm ² /sekon	3,5-5
Titik nyala °C	>110
Kadar air, mg/kg	<300
Angka cetan	>49
Metanol, %massa	<0,3
Ester, %massa	-
Gliserida, %massa	<1,6
Gliserol, %massa	<0,25
Angka iodine	<115

Sumber: www.journeyforever.com

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

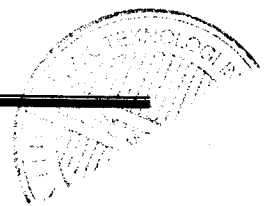
2.1. Spesifikasi Produk

1. *Metil ester*

Rumus molekul	: $C_{13}H_{26}O_2$
Berat molekul	: 214 kg/kmol
Titik didih	: 540 °K
Titik beku	: 278,15°K
▪ Tekanan kritis	: 17,4 bar
Suhu kritis	: 712 °K
Densitas	: 1039 kg/m ³
Konduktivitas Panas	: $-1,7783+0,987+712$ W/mK
Kapasitas Panas	: $77,645 + 2,5348 T - 5,9489 \cdot 10^{-3} T^2 + 5,682 \cdot 10^{-6} T^3$ J/gmol K
ΔH_f	: -612,3 (25 ⁰ C) KJ/mol K

2. *Gliserol*

Rumus molekul	: $CH_2OHCHOHCH_2OH$
Berat molekul	: 92,09 kg/kmol
Kemurnian	: 50%
Fire point	: 204°C



Melting point	: 18,17°C
Viskositas	: 6,0 cP (pada 25°C)
Densitas	: 1,2550 gr/cm ³ (pada 25°C)
<i>Specific gravity</i>	: 1,2491
Kapasitas panas 26°C	: 2,425 J/mol
Panas penguapan 55°C	: 88,12 J/mol
Kelarutan	: larut dalam air
ΔH_f	: -159,16 kkal/mol
Kapasitas panas	
	$132,145 + 0,86007 T - 1,9745 \cdot 10^{-3} T^2 + 1,8068 \cdot 10^{-6} T^3$ J/gmol K

2.2. Spesifikasi Bahan

2.2.1 Spesifikasi Bahan Baku

1. *Asam Laurat*

Fase	: cair
• Rumus molekul	: C ₁₂ H ₂₄ O ₂
Berat molekul	: 638 gr/mol
Kelarutan	: tidak larut dalam air
Titik didih	: 571,85 °K
Titik beku	: 317,15°K
▪ Tekanan kritis	: 19,4 bar
Suhu kritis	: 734 °K

- - Densitas : 0.880 g/cm³
 - Kapasitas panas
 $50,801 + 2,2580 T - 4,966.10^{-3}T^2 + 5,2184.10^{-6}T^3$
 - ΔH_f : 642 (25⁰C) Kj/mol K

2. Metanol

- Fase : cair (30°C, 1 atm)
- Rumus molekul : CH₃OH
- Berat molekul : 32.042 kg/kmol
- Kenampakan : cairan
- Kelarutan : larut dalam air, eter
- Titik didih : 337,85 °K
- Titik beku : 175,47°K
- Tekanan kritis : 80,96 bar
- Suhu kritis : 512,58 °K
- Specific gravity* : 0.7928 (120 °C)
- Komposisi : C₂H₅OH 99.85%
H₂O 0.15%
- Warna : tidak berwarna
- Densitas : 0,784 g/m (25°C)
- Konduktivitas panas : -1,1793+0,6191+512,58 W/mK
- Viskositas

Viskositas

$$-6,9467 + 1,7269 \cdot 10^3 T + 1,5804 \cdot 10^{-2} T^2 + 1,2024 \cdot 10^{-5} \text{ cP}$$

Kapasitas Panas

$$40,152 + 3,1046 \cdot 10^{-1} T - 1,0291 \cdot 10^{-3} T^2 + 1,459 \cdot 10^{-6} T^3 \text{ J/gmol K}$$

$$\Delta H_f : -201,17 (25^{\circ}\text{C}) \text{ KJ/mol K}$$

2.2.2 Spesifikasi Bahan Pembantu

1. *Natrium hidroksida*

Fase	: Cair
Rumus molekul	: NaOH
Berat molekul	: 40 kg/kmol
Kenampakan	: cairan
Kelarutan	: larut dalam air
Titik didih	: 1663,15 K
Titik beku	: 596 K
Tekanan kritis	: 253,31 bar
Suhu kritis	: 2820 K
Berat jenis	: 1911 kg/m ³
Kemurnian	: 40%
Konduktivitas Panas	: $-3,2252 + 1,0045 \cdot 10^{-3} + 5,0633 \cdot 10^{-6} \text{ W/mK}$
Kapasitas Panas	
	$87,339 - 4,8368 \cdot 10^{-4} T - 4,5423 \cdot 10^{-6} T^2 + 1,1863 \cdot 10^{-9} T^3 \text{ J/molK}$

ΔH_f : -423,12 (25⁰C) KJ/mol K

2. Asam klorida

Fase : Cair

Rumus molekul : HCl

Berat molekul : 36.5 kg/kmol

Kenampakan : cairan

Kelarutan : larut dalam air

Titik didih : 188,15 °K

Titik beku : 158,97 °K

Tekanan kritis : 83,09 bar

Suhu kritis : 324,65 °K

Berat jenis : 796 kg/m³

Kemurnian : 60%

Konduktivitas Panas : $0,8045 + 2,102 \cdot 10^{-3} + 2,3236 \cdot 10^{-16}$

Kapasitas Panas
 $73,993 - 1,2946 \cdot 10^{-1} T - 7,898 \cdot 10^{-5} T^2 + 2,6409 \cdot 10^{-6} T^3$ J/gmol K

ΔH_f : -92,3(25⁰C) KJ/mol K

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 :

- a. Kemurnian dari bahan baku Trigliserida, NaOH dan metanol.
- b. Kandungan di dalam Trigliserida, NaOH dan metanol.
- c. Kadar air
- d. 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 fisisnya, 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)*, dan *Gliserol*.

d. Pengendalian Kualitas Produk pada Waktu Pемindahan (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

Pembuatan *biodiesel* pada tugas prarancangan ini menggunakan bahan baku *trigliserid* ($C_{12}H_{24}O_2$) dan metanol (CH_3OH) dengan katalisator Natrium Hidroksida ($NaOH$). Secara keseluruhan proses beroperasi pada tekanan 1 atm. Proses yang terjadi dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu: tahap persiapan bahan baku, tahap proses reaksi dan tahap pemurnian hasil.

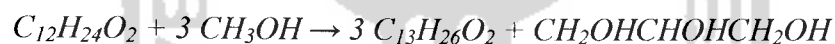
3.1.1 Tahap Penyiapan Bahan Baku

Trigliserid dari tangki penyimpanan (T-01) pada temperatur $30^{\circ}C$ dan tekanan 1 atm sebelum dipompakan ke reaktor (R-01) dipanaskan melalui pemanas HE-02 sampai temperaturnya $60^{\circ}C$. Metanol yang disimpan dalam tangki penyimpanan (T-02) pada temperatur $30^{\circ}C$ dan tekanan 1 atm dipompa ke *Mixer* (M-01). Selanjutnya Natrium Hidroksida yang disimpan dalam tangki penyimpanan (T-03) pada temperatur $30^{\circ}C$ dan tekanan 1 atm dimasukkan ke dalam *Mixer*, yang beroperasi pada temperatur $30^{\circ}C$ dan tekanan 1 atm, untuk dicampur dengan Metanol. Sebelum masuk ke reaktor (R-01), campuran dari *Mixer* ini dipanaskan terlebih dahulu sampai temperaturnya $60^{\circ}C$ dengan menggunakan pemanas HE-01.

3.1.2 Tahap reaksi

Trigliserid dan campuran Metanol serta katalis Natrium Hidroksida dialirkan ke reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) untuk direaksikan pada temperatur 60°C dan tekanan 1 atm. Reaksi yang terjadi berlangsung pada fase cair dengan menggunakan reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) yang disusun seri sebanyak 2 buah dengan kondisi operasi isothermal serta sifat reaksi eksotermis *irreversible*. Dimana konversi reaktor 1 adalah 69,37 % dan reaktor 2 adalah 90 %. Untuk menjaga agar suhu reaksi tetap 60°C maka reaktor dilengkapi dengan jaket pendingin. Dimana medium pendingin yang digunakan adalah air.

Adapun reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Selanjutnya campuran hasil reaksi ini dialirkan menuju *Neutralizer* (N-01) yang beroperasi pada temperatur 60°C dan tekanan 1 atm. Pada *Neutralizer*, katalis Natrium Hidroksida direaksikan dengan Asam klorida (HCl), untuk menghasilkan Natrium Clorida (NaCl), yang akan menetralkan campuran *biodiesel*. Hasil dari *Neutralizer* adalah campuran *Biodiesel* dan Gliserol dengan pH netral.

3.1.3 Tahap Pemurnian Produk

Campuran yang keluar dari *Neutralizer* selanjutnya dipisahkan dalam *Decanter* (D-01) yang beroperasi pada temperatur 60°C dan tekanan 1 atm. Oleh karena komponen *Biodiesel* dan gliserol mempunyai densitas yang berbeda dan tidak saling melarutkan, maka akan diperoleh dua lapisan di dalam *Decanter*. Lapisan atas merupakan komponen dengan densitas yang lebih kecil atau disebut fraksi ringan, yaitu *Biodiesel* sedangkan lapisan bawah atau fraksi berat merupakan Gliserol.

Biodiesel sebagai fraksi ringan dari *Decanter* (D-01) dipompa ke *Mixer* (M-02) yang beroperasi pada temperatur 60°C dan tekanan 1 atm, untuk dipisahkan dari kotorannya. Pada *Mixer* (M-02), *Biodiesel* dicuci dengan air untuk menghilangkan sisa katalis, Metanol yang tidak bereaksi, garam-garam, dan Gliserol yang ikut terdispersi pada aliran fraksi ringan *Decanter*. Setelah pencucian tersebut, campuran *Biodiesel* dan air pencuci dialirkan menuju *Decanter* (D-02), yang beroperasi pada temperatur 60°C dan tekanan 1 atm, untuk dipisahkan. Air sebagai hasil bawah *Decanter* (D-02) kemudian dipompa menuju UPL dengan sebelumnya didinginkan oleh *Cooler* (C-02) sampai temperatur 30°C.

Hasil atas dari *Decanter* (D-02) dipompa menuju Evaporator (E-01). Didalam Evaporator (E-01) kandungan *solvent* dalam *Biodiesel* akan diuapkan. *Biodiesel* yang keluar dari Evaporator (E-01) dipompa menuju *cooler* (C-03)

untuk didinginkan sampai temperatur 40°C dan ditampung pada tangki penyimpanan (T-06) sebagai produk utama.

Fraksi berat sebagai hasil bawah *Decanter* (D-01) akan dipompa menuju Evaporator (E-02) yang beroperasi pada temperatur 100.2°C dan tekanan 1 atm, untuk menghilangkan kandungan air dan garam dari Gliserol. Gliserol sebagai hasil bawah Evaporator (E-02) di dinginkan *Cooler* (C-01) sampai temperatur 30°C untuk kemudian disimpan dalam tangki penyimpanan (T-07).

3.2 SPESIFIKASI ALAT PROSES

1. MIXER -01 (M-01)

Fungsi : Mencampur NaOH dan Metanol dari masing-masing tangki penyimpanan.

Jenis : Tangki silinder tegak berpengaduk.

Jumlah : 1

Kondisi operasi :

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30°C

Bahan : *Stainless steel SA 283 Grade C*

Dimensi mixer :

Diameter mixer : 0,4699 m

Tinggi mixer : 0,7049 m

Tebal shell : 0,1378 in

Tebal head : 0,1495 in

Pengaduk mixer :

Type : turbin dengan *six blade turbine*

Jumlah baffle : 4

Diameter pengaduk : 0,1566 m

Jumlah pengaduk : 2

Lebar baffle : 0,0470 m

Kecepatan putar : 7,8064 rps

Power : 0,24 HP

Efisiensi motor : 80%

Daya motor : 1 Hp

Harga : \$1.425,954256

2. REAKTOR

Fungsi : Mereaksikan trigliserida dan campuran metanol serta natrium hidroksida.

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)

Jumlah alat : 2 buah

Kondisi Operasi :

Tekanan : 1 atm

Suhu : 60 °C

Dimensi Reaktor :

Tinggi Reaktor : 2,8499 m

Diameter	: 1,8999 m
Volume Reaktor	: 9,2385 m ³
Tebal dinding	: 3/16 in
Tebal head	: 1/4 in
Jenis head	: <i>Flanged and dished head (Torispherical)</i>
Bahan	: <i>Stainless steel SA-283 grade C</i>
Tinggi jaket R-01	: 2,3324 m
Tebal jaket	: 8,9932 m
Diameter jaket	: 1,9095 m
Tinggi jaket R-02	: 1,9591 m
Tebal jaket	: 3,2490 m
Diameter jaket	: 1,9095 m
Jumlah <i>baffle</i>	: 4
Jumlah blade	: 6
Lebar <i>baffle</i>	: 0,1972 m
Jenis pengaduk	: <i>six blade turbin</i>
Jumlah pengaduk	: 2 buah
Tinggi pengaduk	: 0,3943 m
Diameter pengaduk	: 0,6572 m
Lebar pengaduk	: 0,1643 m
Tenaga pengaduk	: 3 Hp
Kecepatan putaran	: 119 rpm

Harga : \$ 158.019,8166

3. NEUTRALIZER

Fungsi : Meraksikan NaOH dengan HCl sehingga diperoleh NaCl untuk menetralkan campuran *Biodiesel*.

Type : Silinder tegak berpengaduk.

Jumlah : 1

Kondisi operasi : -

Tekanan : 1 atm

Suhu : 60°C

Bahan : *Stainless Steel SA 283 Grade C*

Dimensi neutralizer :

Diameter : 1,5143 m

Tinggi : 2,2715 m

Tebal shell : 0,875 in

Tebal head : 0,25 in

Pengaduk :

Type : *flat blade turbine*

Jumlah baffle : 4

Diameter pengaduk : 0,5048 m

Lebar baffle : 0,1010 m

Kecepatan putaran : 3,1667 rps

Efisiensi motor : 70%

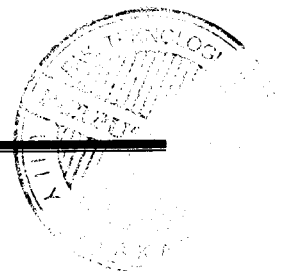
Daya motor : 15 Hp
Harga : \$ 10.760,1456

4. DECANTER-01

Fungsi : memisahkan *biodiesel* dari campuran gliserol
Type : silinder vertikal.
Jumlah : 1
Kondisi operasi : -
Tekanan : 1 atm
Suhu : 60°C
Bahan : *Stainless Steel SA 283 Grade C*
Dimensi decanter
Diameter : 2,4682 m
Tinggi : 7,4045 m
Tebal shell : 0,1875 in
Tebal head : 0,1875 in
Volume : 42.4773 m³
Waktu tinggal : 4,55 jam
Harga : \$ 1.044,527248

5. MIXER-02

Fungsi : Melarutkan kotoran-kotoran dari *Biodiesel*
dengan menggunakan air
Type : Tangki silinder berpengaduk.



Jumlah : 1
Kondisi operasi : -
Tekanan : 1 atm
Suhu : 30°C
Bahan : *Stainless Steel SA283 Grade C*

Dimensi mixer-02

Diameter : 0,9253 m
Tinggi : 1,3879 m
Tebal shell : 0,1507 in
Tebal head : 0,1700 in
Pengaduk mixer
Type : turbin dengan *six blade turbine*.
Jumlah baffle : 4
Diameter pengaduk : 0,3084 m
Jumlah pengaduk : 2
Lebar baffle : 0,0925 m
Kecepatan putaran : 4,4776 rps
Efisiensi motor : 80%
Daya motor : 0,0833 Hp
Harga : \$ 4.827,7571

6. DECANTER-02

Fungsi : Memisahkan *biodiesel* dari campuran gliserol
Type : silinder vertikal.

Jumlah : 1

Kondisi operasi : -

Tekanan : 1 atm

Suhu : 60°C

Bahan : *Stainless Steel SA 283 Grade C*

Dimensi decanter

Diameter : 2,3650 m

Tinggi : 7,0949 m

Tebal shell : 0,1875 in

Tebal head : 0,25 in

Volume : 37,3688 m³

Waktu tinggal : 2,92 jam

Harga : \$1.018,099039

7. EVAPORATOR (EV-1)

Fungsi : Menguapkan H₂O dan Metanol dalam produk metil ester
dari dekanter -02

Type : *long tube vertical evaporator, single effect.*

Jumlah : 1

Kondisi operasi : -

Tekanan : 1 atm

Suhu : 60°C

Bahan : *Stainless Steel SA 283 Grade C*

Dimensi evaporator:

a. Dimensi shell

Diameter : 17,25 in

Baffle spacing : 16,5 in

Passes : 1

b. Dimensi tube

Diameter luar : 0,03175 m = 1,25 in

Diameter dalam : 0,0292 m = 1,15 in

Jumlah tube : 238

Panjang : 18 ft

Pitch : 1 9/16 in, square pitch

Passes : 6

Harga : \$ 308.361,3815

8. EVAPORATOR (EV-02)

Fungsi : Menguapkan H₂O dari hasil bawah decanter-01

Type : *long tube vertical evaporator, single effect.*

Jumlah : 1

Kondisi operasi : -

Tekanan : 1 atm

Suhu : 60°C

Bahan : *Stainless Steel SA 283 Grade C*

Dimensi evaporator:

a. Dimensi shell

Diameter : 0,4382 m = 17,25 in

Baffle spacing : 8,6 in

Passes : 1

b. Dimensi tube

Diameter luar : 0,03175 m = 1,25 in

Diameter dalam : 0,0292 m = 1,15 in

Jumlah tube : 48

Panjang : 18 ft

Pitch : 1 9/16 in, square pitch

Passes : 6

Harga : \$ 119.138,8242

9. TANGKI PENYIMPAN (T-01)

Tugas : Menyimpan bahan baku minyak kelapa (trigliserida)

untuk persediaan selama 7 hari.

Jenis : Tangki silinder vertical dan dasaran datar dengan atap
berbentuk kerucut.

Kondisi operasi : 30°C, 1 atm

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Dimensi alat :

- a. Volume : $56678.32 \text{ ft}^3 = 1604.9513 \text{ m}^3$
- b. Diameter : $60 \text{ ft} = 18,88 \text{ m}$
- c. Tinggi : $24 \text{ ft} = 7,3152 \text{ m}$

Harga : \$ 301.647,1577

10. TANGKI PENYIMPAN (T-02)

Tugas : Menyimpan bahan baku Metanol untuk persediaan selama 14 hari.

Jenis : Tangki silinder vertical dan dasaran datar dengan atap berbentuk kerucut.

Kondisi operasi : 30°C , 1 atm

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Dimensi alat :

- a. Volume : $19030,72 \text{ ft}^3 = 538,8899 \text{ m}^3$
- b. Diameter : $45 \text{ ft} = 13,716 \text{ m}$
- c. Tinggi : $16 \text{ ft} = 4,8768 \text{ m}$

Harga : \$ 156.719,2070

11. TANGKI PENYIMPAN (T-03)

Tugas : Menyimpan bahan baku NaOH untuk persediaan selama 14 hari.

Jenis : Tangki silinder vertikal dan dasaran datar dengan atap
berbentuk kerucut.

Kondisi operasi : 30°C, 1 atm

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Dimensi alat :

a. Volume : 641,6534 ft³ = 18,1696 m³

b. Diameter : 15 ft = 4,572 m

c. Tinggi : 16 ft = 4,8768 m

Harga : \$ 20.503,5638

12. TANGKI PENYIMPAN (T-04)

Tugas : Menyimpan bahan baku HCl (including water) untuk
persediaan selama 14 hari.

Jenis : Tangki silinder vertical dan dasaran datar dengan atap
berbentuk kerucut.

Kondisi operasi : 30°C, 1 atm

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Dimensi alat :

a. Volume : 1346,516 ft³ = 38,1291 m³

b. Diameter : 20 ft = 6,096 m

c. Tinggi : 16 ft = 4,8768 m

Harga : \$ 31.987,1815

13. TANGKI PENYIMPAN (T-05)

Tugas : Menyimpan bahan baku H₂O untuk persediaan selama 14 hari.

Jenis : Tangki silinder vertikal dan dasaran datar dengan atap berbentuk kerucut.

Kondisi operasi : 30°C, 1 atm

Bahan : Carbon steel SA 283 grade C

Dimensi alat :

a. Volume : 51322,71 ft³ = 1554,6484 m³

b. Diameter : 60 ft = 18,288 m

c. Tinggi : 24 ft = 7,3152 m

Harga : \$ 295.938,4849

14. TANGKI PENYIMPAN (T-06)

Tugas : Menyimpan produk *biodiesel* untuk persediaan selama 7 hari.

Jenis : Tangki silinder vertical dan dasaran datar dengan atap berbentuk kerucut.

Kondisi operasi : 30°C, 1 atm

Bahan : Carbon steel SA 283 grade C

Dimensi alat :

a. Volume : 56904,9 ft³ = 1368,6535 m³

b. Diameter : 60 ft = 18,288 m

c. Tinggi : 24 ft = 7,3152 m

Harga : \$ 274.156,2895

15. TANGKI PENYIMPAN (T-07)

Tugas : Menyimpan produk gliserol untuk persediaan selama 7 hari.

Jenis : Tangki silinder vertical dan dasaran datar dengan atap berbentuk kerucut.

Kondisi operasi : 30°C, 1 atm

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Dimensi alat :

a. Volume : 4008,999 ft³ = 162,3661 m³

b. Diameter : 30 ft = 9,144 m

c. Tinggi : 16 ft = 4,8768 m

Harga : \$ 76.299,0885

16. ACCUMULATOR (ACC-01)

Tugas : menampung sementara cairan dari condenser-01.

Jenis : Tangki horizontal.

Kondisi operasi : 60°C, 1 atm

Dimensi alat :

Volume : 0,0049 m³

Diameter : 11,6250 in

Panjang : 1,9375 ft
Tebal *shell* : 0,6250 in
Tebal *head* : 0,1875 in

Harga : \$ 190,2605

17. ACCUMULATOR (ACC-02)

Tugas : menampung sementara cairan dari condenser-02.

Jenis : Tangki horizontal.

Kondisi operasi : 60⁰C, 1 atm

Dimensi alat :

- a. Volume : 0,0188 m³
- b. Diameter : 11,6250 in
- c. Panjang : 23,25 in
- d. Tebal *shell* : 0,6250 in
- e. Tebal *head* : 0,1875 in

Harga : \$ 427,4741

18. HEATER (HE-01)

Tugas : Memanaskan umpan metanol, NaOH, H₂O dari mixer (M-01) sebelum diumpankan ke reaktor (R-01) dari suhu 30°C sampai suhu 60°C.

Jenis : *Double pipe heat exchanger* (Hairpin).

Spesifikasi pipa dalam:

- Diameter luar : 1,66 in

- Diameter dalam : 1,38 in
- Pressure drop : 0,0187 psia

Spesifikasi pipa luar :

- Diameter luar : 2,38 in
- Diameter dalam : 2,067 in
- Pressure drop : 5,0464 psia

Luas transfer panas	: 0,1506 ft ²
Koefisien transfer panas bersih (Uc)	: 66,2162 btu/jam ft ² F
Koefisien transfer panas kotor (Ud)	: 180968 btu/jam ft ² F
Faktor kotor total (Rd)	: 0,0349 jam ft ² F/btu
Harga	: \$ 45,5485

19. HEATER (HE-02)

Tugas : Memanaskan umpan trigliserida (minyak sawit) dari tangki penyimpan (T-01) sebelum diumpankan ke reaktor (R-01) dari suhu 30°C sampai suhu 60°C.

Jenis : *Double pipe heat exchanger* (Hairpin).

Spesifikasi pipa dalam:

- Diameter luar : 1,66 in
- Diameter dalam : 1,38 in
- Pressure drop : 2,2034 psia

Spesifikasi pipa luar :

- Diameter luar : 2,38 in
- Diameter dalam : 2,067 in
- Pressure drop : 0,0432 psia

Luas transfer panas : 0,0477 ft²

Koefisien transfer panas bersih (Uc) : 99,8731 btu/jam ft² F

Koefisien transfer panas kotor (Ud) : 20 btu/jam ft² F

Faktor kotor total (Rd) : 0,04 jam ft² F/btu

Harga : \$ 57,8777

20. HEATER (HE-03)

Tugas : Memanaskan umpan HCl dari tangki penyimpanan (T-04) sebelum diumpankan ke netralizer dari suhu 30°C sampai suhu 60°C.

Jenis : *Double pipe heat exchanger* (Hairpin).

Spesifikasi pipa dalam:

- Diameter luar : 1,66 in
- Diameter dalam : 1,38 in
- Pressure drop : 0,0005 psia

Spesifikasi pipa luar :

- Diameter luar : 2,38 in
- Diameter dalam : 2,067 in

- Pressure drop	: 0,0722 psia
Luas transfer panas	: 0,1366 ft ²
Koefisien transfer panas bersih (Uc)	: 5,3153
Koefisien transfer panas kotor (Ud)	: 20 BTU/jam.ft ² .°F
Faktor kotor total (Rd)	: 0,0764 jam.ft ² .°F/BTU
Harga	: \$ 16,5855

21. COOLER (C-01)

Tugas : Mendinginkan hasil bawah dari evaporator (E-02) sebelum disimpan dalam tangki penampung gliserol (T-07) dari suhu 100°C sampai suhu 30°C.

Jenis : *Double pipe heat exchanger* (Hairpin).

Spesifikasi pipa dalam:

- Diameter luar	: 1,66 in
- Diameter dalam	: 1,38 in
- Pressure drop	: 0,1305 psia

Spesifikasi pipa luar :

- Diameter luar	: 2,38 in
- Diameter dalam	: 2,067 in
- Pressure drop	: 9,27107E-05 psia

Luas transfer panas	: 0,6769 ft ²
Koefisien transfer panas bersih (Uc)	: 8,1265 btu/jam ft ² F

Koefisien transfer panas kotor (Ud)	: 6 btu/jam ft ² F
Faktor kotor total (Rd)	: 0,0436 jam ft ² F/btu
Harga	: \$ 114,826

22. COOLER (C-02)

Tugas : Mendinginkan hasil bawah dari decanter (D-02) sebelum salurkan ke bak penampung UPL dari suhu 60°C sampai suhu 30°C.

Jenis : *Double pipe heat exchanger* (Hairpin).

Spesifikasi pipa dalam:

- Diameter luar : 1,66 in
- Diameter dalam : 1,38 in
- Pressure drop : 0,4797 psia

Spesifikasi pipa luar :

- Diameter luar : 2,38 in
- Diameter dalam : 2,067 in
- Pressure drop : 0,0004 psia

Luas transfer panas	: 0,9011 ft ²
Koefisien transfer panas bersih (Uc)	: 23,7820 btu/jam ft ² F
Koefisien transfer panas kotor (Ud)	: 20 btu/jam ft ² F
Faktor kotor total (Rd)	: 0,0080 jam ft ² F/btu
Harga	: \$ 136,330

23. COOLER (C-03)

Tugas : Mendinginkan hasil bawah dari evaporator (E-01) sebelum disimpan dalam tangki penampung biodiesel (T-06) dari suhu 100°C sampai suhu 30°C.

Jenis : *Double pipe heat exchanger* (Hairpin).

Spesifikasi pipa dalam:

- Diameter luar : 1,66 in
- Diameter dalam : 1,38 in
- Pressure drop : 3,5949 psia

Spesifikasi pipa luar :

- Diameter luar : 2,38 in
- Diameter dalam : 2,067 in
- Pressure drop : 0,0013 psia

Luas transfer panas : 0,9914 ft²

Koefisien transfer panas bersih (Uc) : 28,7760 btu/jam ft² F

Koefisien transfer panas kotor (Ud) : 20 btu/jam ft² F

Faktor kotor total (Rd) : 0,0152 jam ft² F/btu

Harga : \$ 144,3701

24. CONDENSOR (CD-01)

Tugas : Mengembunkan uap metanol dan air dari hasil atas evaporator (E-01).

Jenis : *Shell and tube horizontal condenser.*

Dimensi alat :

a. Dimensi *shell*:

Diameter dalam : 21,25 in

Baffle spacing : 10,625 in

b. Dimensi *tube*:

Diameter luar : 1,25 in

Diameter dalam : 1,12 in

Jumlah tube : 90

Panjang : 16 ft

Pitch : 1,5625 in, square pitch.

Passes : 2

Luas transfer panas : 453,6470 ft²

Koefisien transfer panas bersih (U_c) : 106,7980 btu/jam ft² F

Koefisien transfer panas kotor (U_d) : 60 btu/jam ft² F

Faktor kotor total (R_d) : 0,0079 jam ft² F/Btu

Harga : \$ 13.226,8751

25. CONDENSOR (CD-02)

Tugas : Mengembunkan uap metanol dan air dari hasil atas evaporator (E-02).

Jenis : *Double pipe condensor.*

Dimensi alat :

c. Dimensi *shell*:

Diameter dalam : 21,25 in

Baffle spacing : 10,625 in

d. Dimensi *tube*:

Diameter luar : 1,25 in

Diameter dalam : 1,12 in

Jumlah tube : 90

Panjang : 16 ft

Pitch : 1,5625 in, square pitch.

Passes : 2

Luas transfer panas : 115,1392 ft²

Koefisien transfer panas bersih (U_c) : 54,9704 btu/jam ft² F

Koefisien transfer panas kotor (U_d) : 52,9106 btu/jam ft² F

Faktor kotor total (R_d) : 0,0007 jam ft² F/Btu

Harga : \$ 5.387,60039

26. POMPA (P-01)

Tugas : Mengalirkan umpan metanol dari tangki penyimpanan (T-02) ke *mixer* (M-01) sebanyak 1048,9047 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 5,8846 gpm
Head : 2,0763 ft
Tenaga pompa : 0,0029 Hp
Tenaga motor : 0,05 Hp
Harga : \$ 7.135,2012

27. POMPA (P-02)

Tugas : Mengalirkan umpan NaOH dari tangki penyimpanan (T-03) ke *mixer* (M-01) sebanyak 69,7089 kg/jam.
Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 0,0037 gpm
Head : 2,3127 ft
Tenaga pompa : 0,0002 Hp
Tenaga motor : 0,05 Hp
Harga : \$ 638,7826

28. POMPA (P-03)

Tugas : Mengalirkan umpan *trigliserida (minyak kelapa)* dari tangki penyimpanan (T-01) ke *reaktor* (R-01) sebanyak 69,7089 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 35,0516 gpm

Head : 6,1876 ft

Tenaga pompa : 0,0579 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp

Harga : \$ 20.816,2261

29. POMPA (P-04)

Tugas : Mengalirkan produk dari mixer (M-01) ke reaktor (R-01) sebanyak 1.107,5510 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 6,3510 gpm

Head : 2,4894 ft

Tenaga pompa : 0,0037 Hp

Tenaga motor : 0,05 Hp

Harga : \$ 7.469,3371

30. POMPA (P-05)

Tugas : Mengalirkan produk dari reaktor (R-01) ke reaktor (R-02) sebanyak 8.124,3596 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 3,4358 gpm

Head : 2,36 ft

Tenaga pompa : 0,0256 Hp

Tenaga motor : 0,16667 Hp

Harga : \$ 5.166,4202

31. POMPA (P-06)

Tugas : Mengalirkan produk dari reaktor (R-02) ke neutralizer sebanyak 8187,9689 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 4,71933 gpm

Head : 2,4040 ft

Tenaga pompa : 0,0263 Hp

Tenaga motor : 0,16667 Hp

Harga : \$ 6.250,2960

32. POMPA (P-07)

Tugas : Mengalirkan HCl dari tangki penyimpanan (T-04) ke
neutralizer sebanyak 89,0530kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial
flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 0,4164 gpm

Head : 2,3132 ft

Tenaga pompa : 0,0003 Hp

Tenaga motor : 0,05 Hp

Harga : \$ 1.456,2687

33. POMPA (P-08)

Tugas : Mengalirkan produk dari neutralizer ke *decanter* (D-01)
sebanyak 8.213,4128 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial
flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 34,0254 gpm

Head : 3,2882 ft

Tenaga pompa : 0,0361 Hp

Tenaga motor : 0,25 Hp
Harga : \$ 20.448,3479

34. POMPA (P-09)

Tugas : Mengalirkan produk dari hasil bawah *decanter* (D-01) menuju ke evaporator (E-02) sebanyak 1177,5318 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 16,8897 gpm

Head : 3,2093 ft

Tenaga pompa : 0,0165 Hp

Tenaga motor : 0,125 Hp

Harga : \$ 13432.2708

35. POMPA (P-10)

Tugas : Mengalirkan produk dari hasil atas *decanter* (D-01) menuju ke mixer (M-02) sebanyak 7035,8810 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 29,970 gpm

Head : 2,8233 ft

Tenaga pompa : 0,0265 Hp
Tenaga motor : 0,16667 Hp
Harga : \$ 18.950,2174

36. POMPA (P-11)

Tugas : Mengalirkan H₂O dari tangki penyimpanan (T-05) menuju ke mixer (M-02) sebanyak 3604,4079 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 21,6316 gpm

Head : 3,4321 ft

Tenaga pompa : 0,0177 Hp

Tenaga motor : 0,125 Hp

Harga : \$ 15.582,2720

37. POMPA (P-12)

Tugas : Mengalirkan produk dari mixer (M-02) menuju ke *decanter* (D-02) sebanyak 10.891,6557 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 46,9378 gpm

Head : 3,5724 ft

Tenaga pompa : 0,0520 Hp
Tenaga motor : 0,3333 Hp
Harga : \$ 24.802,2234

38. POMPA (P-13)

Tugas : Mengalirkan produk dari hasil bawah *decanter* (D-02) menuju ke UPL sebanyak 3.837,0826 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 4,1886 gpm

Head : 3,1697 ft

Tenaga pompa : 0,005 Hp

Tenaga motor : 0,05 Hp

Harga : \$ 5.818,6505

39. POMPA (P-14)

Tugas : Mengalirkan produk dari hasil atas *decanter* (D-02) menuju ke evaporator (E-01) sebanyak 7054,5731 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 30,0534 gpm

Head : 3,2597 ft
Tenaga pompa : 0,0307 Hp
Tenaga motor : 0,25 Hp
Harga : \$ 18.983,0119

40. POMPA (P-15)

Tugas : Mengalirkan produk dari hasil bawah evaporator (E-01) menuju ke tangki penyimpanan biodiesel (T-06) sebanyak 7.016,3861 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 29,8915 gpm

Head : 3,2493 ft

Tenaga pompa : 0,305 Hp

Tenaga motor : 0,25 Hp

Harga : \$ 18.919,3154

41. POMPA (P-16)

Tugas : Mengalirkan produk dari hasil atas evaporator (E-01) menuju ke UPL sebanyak 35,6960 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 29,8915 gpm
Head : 2,1517 ft
Tenaga pompa : 0,0485 Hp
Tenaga motor : 0,05 Hp
Harga : \$ 18.919,3154

42. POMPA (P-17)

Tugas : Mengalirkan produk dari hasil bawah evaporator (E-02) menuju ke tangki penyimpanan gliserol (T-07) sebanyak 723,6474 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 3,5461 gpm
Head : 46,2299 ft

Tenaga pompa : 0,1894 Hp
Tenaga motor : 0,25 Hp
Harga : \$ 526,3368

43. POMPA (P-18)

Tugas : Mengalirkan produk dari hasil atas evaporator (E-02) menuju ke UPL sebanyak 121,4489 kg/jam.

Jenis	: <i>Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 0,6845 gpm
Head	: 5,8645 ft
Tenaga pompa	: 0,0034 Hp
Tenaga motor	: 0,05 Hp
Harga	: \$ 1.962,6036

3.3 PERENCANAAN PRODUKSI

3.3.1. Kapasitas Perancangan

Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan kapasitas pabrik *biodiesel* pada tugas prarancangan ini adalah kebutuhan *biodiesel* dan ketersediaan bahan baku.

1. Proyeksi kebutuhan *biodiesel*.

Dengan semakin pesatnya produksi kendaraan yang menggunakan minyak solar sebagai bahan bakarnya, dapat diperkirakan bahwa kebutuhan *biodiesel* juga akan semakin meningkat. Data statistik yang diterbitkan oleh BPS (Badan Pusat Statistik) tentang konsumsi minyak solar di Indonesia dari tahun 1996-2001 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.3.1.1 Konsumsi minyak solar dalam negeri periode 1996-2001

Tahun	Konsumsi minyak solar (Kilo liter)
1996	18.806.161
1997	21.839.178
1998	19.674.037
1999	20.148.672
2000	21.374.668
2001	22.987.184

Sumber : BPS, 2001.

Kebutuhan solar dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Diperkirakan kebutuhan solar akan terus meningkat di tahun-tahun mendatang. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 50.000 ton/tahun.

2. Ketersediaan bahan baku.

Ketersediaan bahan baku merupakan faktor utama dalam menentukan kelangsungan pabrik. Data tentang produksi minyak sawit yang diperoleh dari BPS (Badan Pusat Statistik) dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.3.1.2 Produksi minyak kelapa per tahun (dalam ribu ton)
periode 1996-2001

	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Perkebunan besar	2.569,5	4.081,1	4.013,1	4.454,5	4.531,1	4.595,9
Perkebunan kecil	1.133,5	1.292,8	1.348,2	1.544,3	1.597,5	1.729,8
Total	3.703	5.373,9	5.361,3	5.998,8	6.128,6	6.325,7

Sumber : BPS, 2001.

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa bahan baku minyak kelapa yang akan digunakan dalam pembuatan *biodiesel* mudah diperoleh di dalam negeri. Sedangkan metanol diperoleh dari KMI.

3. Kapasitas pabrik yang sudah beroperasi

Jumlah pabrik *biodiesel* di dunia saat ini telah mencapai 85, beroperasi secara batch maupun kontinyu. Beberapa pabrik yang sudah beroperasi secara komersial adalah Pacific Biodiesel, Inc., di Hawaii (500 ton/tahun), Henkel Company di Jerman (200.000 ton/tahun) dan Lurgi Life Science GmbH di Jerman (100.000 ton/tahun).

Dengan memperhatikan faktor-faktor di atas, maka dalam prarancangan pabrik *biodiesel* ini dipilih kapasitas 50.000 ton/tahun dengan pertimbangan antara lain:

1. Dari aspek bahan baku : kebutuhan akan minyak kelapa dan metanol dapat tercukupi.

2. Dari segi pemasaran : produk *biodiesel* sebesar 50.000 ton/tahun dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.

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 minyak kelapa dan metanol dengan kapasitas 50.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Sulawesi Utara. 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 :

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

Bahan baku berupa minyak kelapa diperoleh dari dalam negeri. Pabrik biodiesel ini terletak di Sulawesi Utara dimana di provinsi ini merupakan

penghasil kopra terbesar. Sedangkan bahan baku metanol di beli dari KMI.

2. Pemasaran (*market oriented*).

Biodiesel merupakan bahan yang dapat dipasarkan langsung ke masyarakat, yaitu berupa biodiesel murni ataupun dijual ke produsen lain untuk kemudian dijual sebagai produk campuran minyak solar dan biodiesel dengan perbandingan tertentu.

3. Ketersediaan tenaga kerja.

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

4. 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.

5. 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 :

1. 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.

2. 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 :

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

3. 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

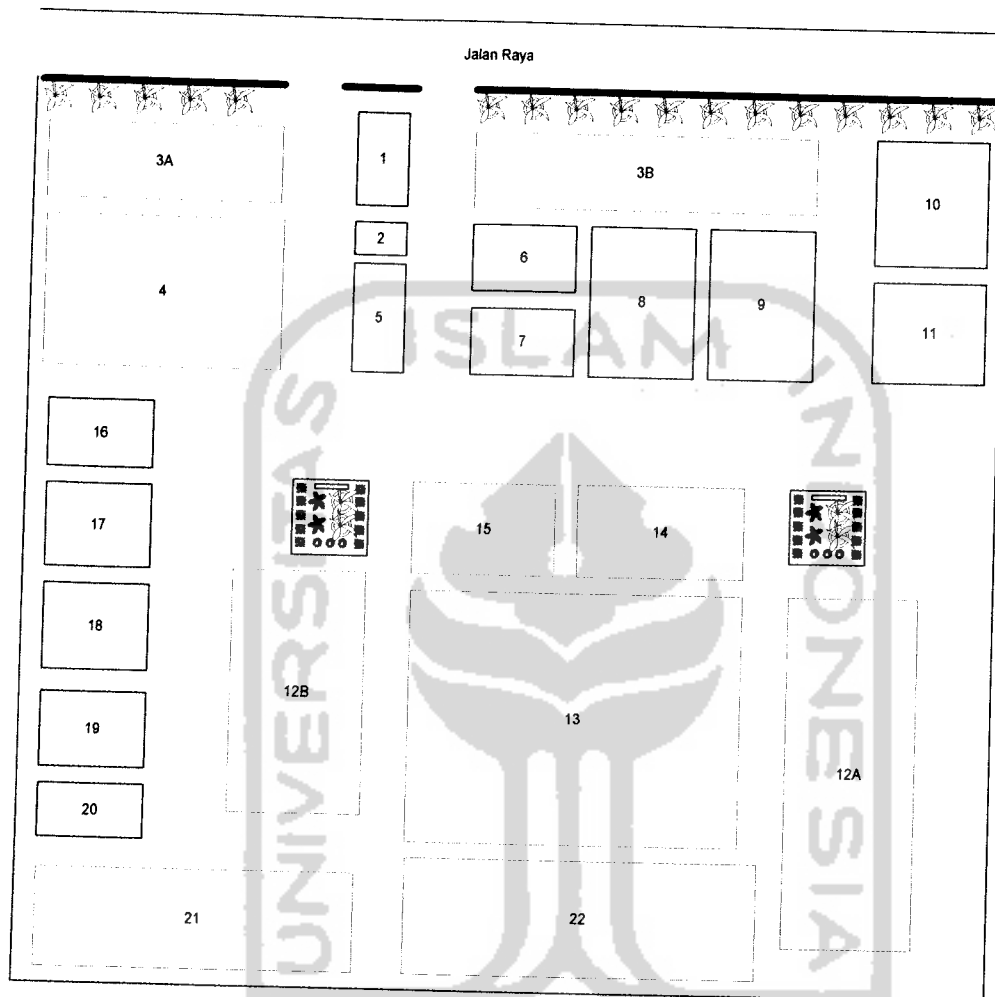
Merupakan lokasi pusat kegiatan penyediaan air, steam, air pendingin dan tenaga listrik disediakan guna menunjang jalannya proses serta unit pemadam kebakaran.

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 4.2.1 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



Keterangan :

- | | |
|-------------------------------|----------------------------|
| 1. Pos Keamanan | 12A. Tangki Bahan Baku |
| 2. Ruang Tunggu | 12B. Gudang Produk |
| 3A. Area Parkir Tamu | 13. Area Proses |
| 3B. Area Parkir Truk | 14. Ruang Kontrol |
| 4. Kantor Pusat Pabrik | 15. Laboratorium |
| 5. Ruang Timbang Truk | 16. Gudang Alat |
| 6. Koperasi Karyawan | 17. Bengkel |
| 7. Klinik | 18. Pemadam Kebakaran |
| 8. Kantor Teknik dan Produksi | 19. Gudang Bahan Kimia |
| 9. Aula | 20. Ruang Kontrol Utilitas |
| 10. Mushalla | 21. Utilitas |
| 11. Kantin | 22. Area Perluasan |

Skala 1 : 1000



Gambar 4.2. Tata letak pabrik Biodiesel.

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 :

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

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

a. Neraca massa mixer 1.

Tabel 4.4.1.1 Neraca massa di Mixer 1

KOMPONEN	INPUT		OUTPUT	
	Kmol/jam	Kg/jam	Kmol/jam	Kg/jam
Metanol	32,7785	1048,9107	32,7785	1048,9107
H ₂ O	2,3236	41,8253	2,3236	41,8253
NaOH	0,6971	27,8835	0,6971	27,8835
total	35,7992	1118,6196	35,7992	1118,6196

b. Neraca massa reaktor 1 ($X_a = 0.6937$)

Tabel 4.4.1.2 Neraca massa di Reaktor 1

KOMPONEN	INPUT		OUTPUT	
	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
TG	10,9262	6970,8857	3,3462	2134,8893
FFA	0,0546	34,8544	0,0546	34,8544
Biodiesel	0,0000	0,0000	22,7398	4866,3161
Gliserol	0,0000	0,0000	7,5799	697,3537
Metanol	32,7785	1048,9107	10,0387	321,2373
H ₂ O	2,3236	41,8523	2,3236	41,8253
NaOH	0,6971	27,8835	0,6971	27,8835
total	46,7800	8124,3597	46,7800	8124,3597

c. Neraca massa reaktor 2 ($X_a = 0.9$)

Tabel 4.4.1.3 Neraca massa di Reaktor 2

KOMPONEN	INPUT		OUTPUT	
	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
TG	3,3462	2134,8893	0,3346	213,4889
FFA	0,0546	34,8544	0,0546	34,8544
Biodiesel	22,7398	4866,3161	21,9347	6799,7629
Gliserol	7,5799	697,3537	7,3116	672,6647
Metanol	10,0387	321,2373	1,0039	32,1237
H ₂ O	2,3236	41,8253	2,3236	41,8253
NaOH	0,6971	27,8835	0,6971	27,8835
total	46,7800	8124,3597	46,7800	8124,3597

d. Neraca massa Neutralizer

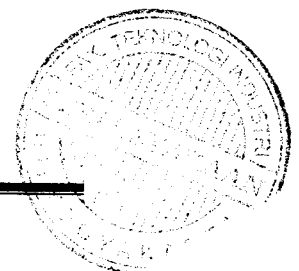
Tabel 4.4.1.4 Neraca massa di Neutralizer

KOMPONEN	INPUT		OUTPUT	
	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
TG	0,3346	213,4889	0,3346	213,4889
FFA	0,0546	34,8544	0,0546	34,8544
Biodiesel	21,9347	6799,7629	21,9347	6799,7629
Gliserol	7,3116	672,6647	7,3116	672,6647
Metanol	1,0039	32,1237	1,0039	32,1237
H ₂ O		83,4645	0,4763	92,0371
NaOH	0,6971	27,8835	0	0
HCl	0,6971	25,4437	0	0
NaCl	0	0	0,6971	40,7797
total	51,0109	5213,4128	51,0109	5213,4128

e. Neraca massa Decanter 1

Tabel 4.4.1.5 Neraca massa di decanter 1

KOMPONEN	INPUT		OUTPUT			
			TOP		BOTTOM	
	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
TG	0,3346	213,4889	0,3313	211,3540	0,0033	2,1349
FFA	0,0546	34,8544	0,0541	34,5059	0,0005	0,3485
biodiesel	21,9347	6799,7629	31,7110	6786,1634	0,0635	13,5995
gliserol	7,3116	672,6647	0,0212	1,9488	10,5703	972,4720
Metanol	1,0039	32,1237	0,0100	0,3212	0,9938	31,8025
H ₂ O	6,5546	117,9822	0,0655	1,1798	6,4890	116,8024
NaCl	0,6971	40,7797	0,0070	0,4078	0,6901	40,3719
total	51,0109	8123,4128	32,2001	7035,8810	18,8108	1177,5318



f. Neraca massa Mixer 2

Tabel 4.4.1.6 Neraca massa di mixer 2

KOMPONEN	INPUT		OUTPUT	
	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
TG	0,3313	211,3540	0,3313	211,3540
FFA	0,0541	34,5059	0,0541	34,5059
Biodiesel	31,7110	6786,1634	31,7110	6786,1634
Gliserol	0,0212	1,9488	0,0212	1,9488
Metanol	0,0100	0,3212	0,0100	0,3212
H ₂ O	214,2752	3856,9545	214,2752	3856,9545
NaCl	0,0070	0,4078	0,0070	0,4078
total	246,4098	10891,6557	246,4098	10891,6557

g. Neraca Massa Decanter 2

Tabel 4.4.1.7 Neraca massa di decanter 2

KOMPONEN	INPUT		OUTPUT			
			TOP		BOTTOM	
	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
TG	0,3313	211,3540	0,3280	209,2405	0,0033	2,1135
FFA	0,0541	34,5059	0,0535	34,1608	0,0004	0,3451
Biodiesel	31,7110	6786,1634	31,6476	6772,5911	0,0634	13,5723
Gliserol	0,0212	1,9488	0,00004	0,0039	0,0211	1,9449
Metanol	0,0100	0,3212	0,000010	0,0032	0,0099	0,3180
H ₂ O	214,2752	3856,9545	2,1428	38,5695	212,1325	3818,3849
NaCl	0,0070	0,4078	0,00007	0,0041	0,0069	0,4037
total	246,4098	10891,6557	34,1721	7054,5731	212,2378	3837,0826

h. Neraca Massa Evaporator-01

Tabel 4.4.1.8 Neraca massa di evaporator 1

KOMPONEN	INPUT		OUTPUT			
			TOP		BOTTOM	
	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
TG	0,3280	209,2405			0,3280	209,2405
FFA	0,0535	34,1608			0,0535	34,1608
Biodiesel	31,6476	6772,5911			31,6476	6772,5911
Gliserol	0,00004	0,0039			0,00004	0,0039
Metanol	0,0001	0,0032	0,0001	0,0032	0,000001	0,00003
H ₂ O	2,1428	38,5695	2,1213	3,1838	0,0214	0,3857
NaCl	0,0001	0,0041			0,00007	0,0041
total	34,72	7054,5731	2,1214	38,1870	32,0507	7016,3861

i. Neraca Massa Evaporator-02

Tabel 4.4.1.9 Neraca massa di evaporator 2

KOMPONEN	INPUT		OUTPUT			
	kmol/jam	kg/jam	TOP		BOTTOM	
			kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
TG	0,0033	2,1349			0,0033	2,1349
FFA	0,0005	0,3485			0,0005	0,3485
Biodiesel	0,0635	13,5995			0,0635	13,5995
Gliserol	10,5703	972,4720			10,5703	972,4720
Metanol	0,9938	31,8025	0,9839	31,4845	0,0099	0,3180
H ₂ O	6,4896	116,8024	6,4241	115,6344	0,0649	1,1680
NaCl	0,6901	40,3719			0,6901	40,3719
total	18,8108	1177,5318	7,4080	147,1189	11,4027	1030,4129

4.4.2. Perhitungan Neraca Panas

a). Neraca panas di mixer 1

Tabel 4.4.2.1 Neraca panas di mixer 1

KOMPONEN	Masuk	Keluar
	kcal/jam	kcal/jam
Methanol	3.145,2869	3.145,2869
NaOH	72,5163	72,5163
H2O	209,3610	209,3610
Total	3427.1642	3427.1642

b). Neraca panas di reaktor 1

Tabel 4.4.2.2 Neraca panas di reaktor 1

KOMPONEN	Masuk	Keluar
	kcal/jam	kcal/jam
TG	37.783,857	11.571,6074
methanol	22.832,0111	6.992,4854
BD	0	89.702,2951
Gliserol	0	16.875,1752
FFA	729,1674	729,1674
H2O	1.458,6283	1.458,6283
NaOH	507,0878	507,0878
Panas reaksi	63.756.689,08	0
Beban panas		63.627.637,6924
Total	63.755.474,1391	63.755.474,1391

c). Neraca panas di reaktor 2

Tabel 4.4.2.3 Neraca panas di reaktor 2

KOMPONEN	Masuk	Keluar
	kcal/jam	kcal/jam
TG	11.571,6074	1.157,1607
methanol	6.992,4854	699,2485
BD	89.702,2951	125.342,1119
Gliserol	16.875,1752	23.579,8884
FFA	729,1674	729,1674
H ₂ O	1.458,6283	1.458,6283
NaOH	507,0878	507,0878
Panas reaksi	51.035.076,52	0
Beban panas	0	50.983.802,8304
Total	51.137.276,1235	51.137.276,1235

d). Neraca panas di netralizer

Tabel 4.4.2.4 Neraca panas di netralizer

KOMPONEN	Masuk	Keluar
	kcal/jam	kcal/jam
TG	1.157,1607	1.157,1607
methanol	699,2485	699,2485
BD	125.342,1119	125.342,1119
Gliserol	23.579,8884	23.579,8884
FFA	729,1674	729,1674
H ₂ O	3.676,9589	4.114,5474
NaOH	507,0878	507,0878
HCl	588,452	0
NaCl	0	500,2266
Panas reaksi	6.607.904,227	0
Beban panas	0	6.608.061,9516
Total	6.764.184,3025	6.764.184,3025

e). Neraca panas di decanter 1

Tabel 4.4.2.5 Neraca panas di decanter 1

KOMPONEN	Masuk	Keluar	
		atas	bawah
	kcal/jam	kcal/jam	kcal/jam
TG	1.157,1607	1.145,5891	11,5716
methanol	699,2485	6,9925	692,2561
BD	125,342,1119	125,091,4277	250,6842
Gliserol	23.579,8884	47,1598	23.532,7286
FFA	729,1674	721,8757	7,2917
H2O	4.114,5474	41,1455	4.073,4019
NaCl	500,2266	127.054,1903	495,2243
Beban panas	0	164.212,9663	
Total	156.122,3509	156.122,3509	

f). Neraca panas di mixer 2

Tabel 4.4.2.6 Neraca panas di mixer 2

KOMPONEN	Masuk	Keluar
	kcal/jam	kcal/jam
TG	1.157,1607	1.157,1607
methanol	699,2485	699,2485
BD	125.342,1119	125.342,1119
Gliserol	23.579,8884	23.579,8884
FFA	729,1674	729,1674
H2O	134.509,5658	134.509,5658
NaCl	500,2266	500,2266
Total	156.122,3509	156.122,3509

g). Neraca panas di decanter 2

Tabel 4.4.2.7 Neraca panas di decanter 2

KOMPONEN	Masuk	Keluar	
		atas	bawah
	kcal/jam	kcal/jam	kcal/jam
TG	1.157,1607	1.134,1332	11,4559
methanol	699,2485	0,0699	7,2188
BD	125.342,1119	124.841,2449	250,1829
Gliserol	23.579,8884	0,0943	47,0655
FFA	729,1674	714,6569	6,9226
H2O	134.509,5658	1.345,0857	133.163,4801
NaCl	500,2266	128.035,2849	4,9522
Beban panas	0	268.989,4347	
Total	261.526,6129	261.526,6129	

h). Neraca panas di evaporator 1

Tabel 4.4.2.8 Neraca panas di evaporator 1

KOMPONEN	Masuk	Keluar	
		atas	bawah
	kcal/jam	kcal/jam	kcal/jam
TG	1.134,1332		2.436,7663
methanol	0,0699	0,1487	0,0015
BD	124.841,2449		268.230,3308
Gliserol	0,0943		0,2027
FFA	714,6569		1.535,4915
H2O	1.345,0857	2.861,1125	28,9001
NaCl	128.035,2849		272.231,6939
Beban panas	0	0,202	
Kebutuhan steam	803.395,2391		
Total	547.324,6692	547.324,6692	

i). Neraca panas di evaporator 2

Tabel 4.4.2.9 Neraca panas di evaporator 2

KOMPONEN	Masuk	Keluar	
		atas	bawah
	kcal/jam	kcal/jam	kcal/jam
TG	11,5716		25,8047
methanol	692.2561	1.472,488	15,8088
BD	250,6842		559,7784
Gliserol	23.532,7286		51.647,2137
FFA	7,2917		16,2633
H2O	4.073,4019	8.664,475	88,046
NaCl	28.567,9341		52.352,9149
Beban panas	0	0,0622	
Kebutuhan steam	171.978,7232		
Total	114.842,855		114.842,855

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.

- 5) Unit Pengadaan Udara Tekan.
- 6) Unit Pengolahan Limbah atau Air Buangan.

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.
- d) Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.
- e) Tidak terdekomposisi.

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 silica.

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 O₂ dan CO₂.

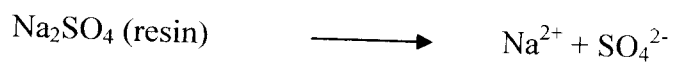
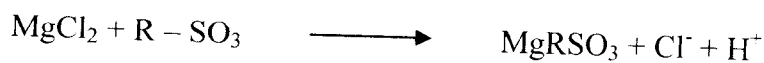
Adapun tahap - tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut:

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⁺.

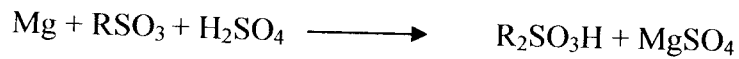
Sehingga air yang keluar dari kation tower adalah air yang mengandung anion dan ion H⁺.

Reaksi:



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

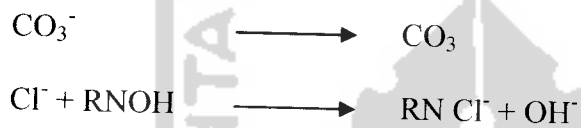
Reaksi:



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.

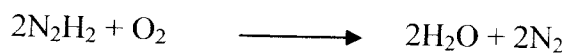
Reaksi:



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.

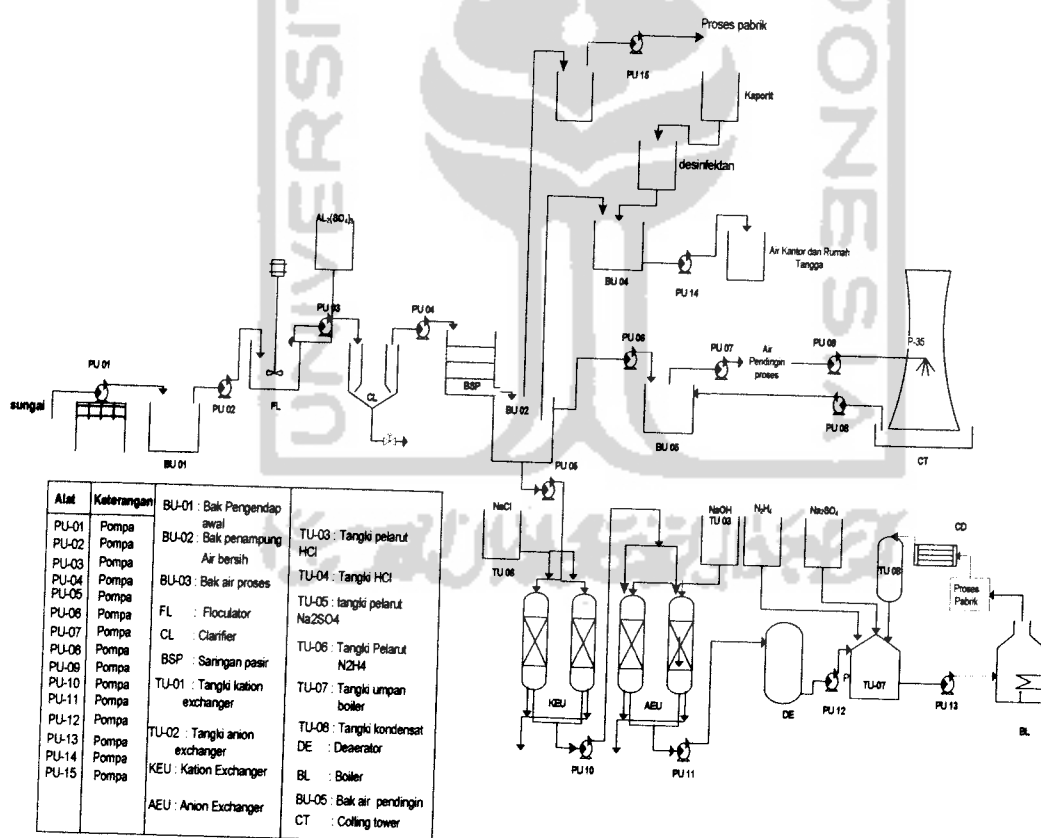
Reaksi:



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.



Alat	Keterangan	BU-01 : Bak Pengendap awal	TU-03 : Tangki pelarut HCl
PU-01	Pompa	BU-02 : Bak penampung Air bersih	TU-04 : Tangki HCl
PU-02	Pompa	BU-03 : Bak air proses	TU-05 : tangki pelarut Na2SO4
PU-03	Pompa	FL : Flocculator	TU-06 : Tangki Pelarut N2H4
PU-04	Pompa	CL : Clarifier	TU-07 : Tangki umpan boiler
PU-05	Pompa	BSP : Sarangan pasir	TU-08 : Tangki kondensat
PU-06	Pompa	TU-01 : Tangki kation exchanger	DE : Deaerator
PU-07	Pompa	TU-02 : Tangki anion exchanger	BL : Boiler
PU-08	Pompa	KEU : Kation Exchanger	BU-05 : Bak air pendingin
PU-10	Pompa	AEU : Anion Exchanger	CT : Colling tower
PU-11	Pompa		
PU-12	Pompa		
PU-13	Pompa		
PU-14	Pompa		
PU-15	Pompa		

Gambar 4.3 Pengolahan Air dan Steam

Kebutuhan air dapat dibagi menjadi :

- a. Kebutuhan air pendingin

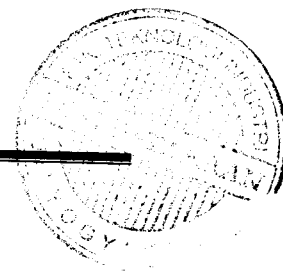
Tabel 4.5.1.1 Kebutuhan air pendingin

No.	Nama Alat	Jumlah kebutuhan	
		(Lb/jam)	(Kg/jam)
1.	Cooler 1 (CL-01)	10,9574	4,9702
2.	Cooler 2 (CL-02)	26,2473	11,9056
3.	Cooler 3 (CL-03)	58,187	26,3932
4.	Condenser 1 (CD-01)	98.398,9562	44.633,0187
5.	Condenser 2 (CD-02)	21.063,7629	9.554,3628
6.	Reaktor 1 (R-01)	43.526,3484	19.743,243
7.	Reaktor 2 (R-02)	15.724,7535	7.132,6367
	Jumlah	178.809,21	81.106,5301

Air pendingin 80 % dimanfaatkan kembali, make up yang diperlukan 20%, sehingga :

Make up air pendingin = 20 % x 81.106,5301 kg/jam = 16.221,306 kg/jam

Kebutuhan air secara kontinyu = 16.221,306 kg/jam



b. Kebutuhan air pembangkit steam.

Tabel 4.5.1.2 Kebutuhan air pembangkit steam.

No.	Nama alat	Jumlah kebutuhan (kg/jam)
1.	Heater 1 (HE-01)	0,1823
2.	Heater 2 (HE-02)	0,0608
3.	Heater 3 (HE-03)	8,8289
4.	Evaporator 1 (EV-01)	1.540,423
5.	Evaporator 2 (EV-02)	329,7504
	Jumlah	1.879,245

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

$$\text{Make up Steam} = 20 \% \times 1.879,245 \text{ kg/jam} = 375,849 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Kebutuhan air secara kontinyu} = 375,849 \text{ kg/jam}$$

c. Kebutuhan air proses

$$\text{Air pencuci di mixer 2} = 3.579,832 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Maka, total air proses} = 3.579,832 \text{ kg/jam}$$

d. Air Untuk Keperluan Perkantoran Dan Pabrik

Tabel 4.5.1.3 Kebutuhan Air Untuk Perkantoran Dan Pabrik

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/jam)
1	Karyawan	1250
2	Laboratorium	20,8333
3	Poliklinik	20,8333
4	Kantin, mushola, kebun, dll	625
	Jumlah	1.916,6667

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air total} &= 16.221,306 + 375,849 + 3.579,832 + 1.916,6667 \\ &= 22.093,6537 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Diambil angka keamanan 10 \%} &= 1,1 \times 22.093,6537 \\ &= 24.303,0191 \text{ kg/jam.}\end{aligned}$$

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	: 1.879,245 kg/jam
Tekanan	: 29,4 psi
Jenis	: <i>Fire Tube Boiler</i>
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 *plate* 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 : 37.1208 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 4.5.3.1. Kebutuhan listrik alat proses

No.	Nama alat	Kode alat	Power (Hp)
1.	Pompa- 01	P -01	0,05
2.	Pompa- 02	P -02	0,05
3.	Pompa- 03	P -03	0,25
4.	Pompa- 04	P -04	0,05
5.	Pompa- 05	P -05	0,125
6.	Pompa- 06	P -06	0,125
7.	Pompa- 07	P -07	0,05
8.	Pompa- 08	P -08	0,25
9.	Pompa- 09	P -09	0,05
10.	Pompa- 10	P -10	0,05
11.	Pompa- 11	P -11	0,05
12.	Pompa- 12	P -12	0,333
13.	Pompa- 13	P -13	0,05
14.	Pompa- 14	P -14	0,05
15.	Pompa- 15	P -15	0,25
16.	Pompa- 16	P -16	0,05
17.	Pompa- 17	P -17	0,25
18.	Pompa- 18	P -18	0,05
19.	Reaktor -01	R -01	3
20.	Reaktor -02	R -02	3
21.	Mixer -01	M -01	1
22.	Mixer -02	M -02	0,833
23.	Neutralizer	N	0,05
Jumlah			9,2663

Kebutuhan listrik untuk peralatan proses = 9,2663Hp.

◆ Peralatan utilitas

Tabel 4.5.3.2.. Kebutuhan listrik untuk utilitas

No.	Nama alat	Kode alat	Power (Hp)
1.	Pompa- 01	PU -01	1,5
2.	Pompa- 02	PU -02	0,5
3.	Pompa- 03	PU -03	0,1667
4.	Pompa- 04	PU -04	0,25
5.	Pompa- 05	PU -05	1
6.	Pompa- 06	PU -06	1,5
7.	Pompa- 07	PU -07	1,5
8.	Pompa- 08	PU -08	1,5
9.	Pompa- 09	PU -09	1,5
10.	Pompa- 10	PU -10	0,05
11.	Pompa- 11	PU -11	0,05
12.	Pompa- 12	PU -12	0,05
13.	Pompa- 13	PU -13	0,05
14.	Pompa- 14	PU -14	1
15.	Pompa- 15	PU -15	0,0833
16.	<i>Flokulator</i>	FL	1
17.	<i>Blower</i>	BL	60
18.	<i>Deaerator</i>	DEA	0,5
19.	<i>Compressor</i>	CU	1,5
Jumlah			73,7

Kebutuhan listrik untuk utilitas= 73,7 Hp

Total kebutuhan listrik untuk keperluan proses

$$9,2663\text{Hp} + 73,7\text{Hp} = 82,9663 \text{ Hp}$$

Diambil angka keamanan 20 % = 99,5596 Hp

b. Listrik untuk keperluan alat kontrol dan penerangan

- ◆ Alat kontrol diperkirakan sebesar 40 % dari kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas, yaitu = 39,8238 Hp
- ◆ Laboratorium, rumah tangga, perkantoran dan lain-lain diperkirakan 25 % dari kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas, yaitu 24,8899 Hp

Secara keseluruhan kebutuhan listrik sebesar = 103,9382 kW

Jika faktor daya 80 %, maka total kebutuhan listrik = 174,2292 Hp
= 129,9227 kW (1 Hp = 0,7457 kW)

4.5.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

- ❖ Bahan bakar untuk *boiler*

Kebutuhan fuel oil = 125,2133 L/jam

- ❖ Bahan bakar untuk *generator*

Untuk menjalankan *generator* cadangan digunakan bahan bakar:

Jenis bahan bakar = Solar

Kebutuhan bahan bakar = 6,7123 L/jam

4.5.5. Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 500 m³/jam.

4.5.6. Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dari pabrik isobutana 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

1. **Bak Pengendap Awal (BU-01)**

Fungsi : Menampung dan menyediakan air serta mengendapkan kotoran.

Kapasitas : 24.303,0191 m³

Jenis : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang.

Dimensi :

- a. Tinggi = 2,5 m
- b. Lebar = 5,4003 m
- c. Panjang = 10,8007 m

Harga : Rp. 116.182.050,00

2. Bak Flokulator (FL)

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

Kapasitas : 29,163 m³

Jenis : Bak silinder tegak.

Dimensi :

- a. Tinggi = 3,3368 m
- b. Diameter = 3,3368m

Power pengaduk : 1 Hp

Harga : \$ 29.180,35

3. Clarifier (CLU)

Fungsi : Menampung sementara air yang mengalami fluktuasi dan memisahkan flok dari air.

Jenis : Bak silinder tegak dengan *bottom* kerucut.

Kapasitas : 29,1636 m³

Waktu pengendapan : 1 jam.

Dimensi :

◆ Diameter = 3,3368m

◆ Tinggi Clarifiers = 4,4409 m

Harga : \$ 29.180,35

4. Bak Saringan Pasir (BSP)

Fungsi : Menyaring koloid-koloid yang lolos dari clarifer.

Jenis : Bak empat persegi panjang.

Kapasitas : 3.3840 m³

Debit aliran : 170,5164 gpm

Tinggi : 1,0212 m

Tinggi lapisan pasir : 0,8510 m

Panjang : 1,8204 m

Lebar : 1,8204 m

Ukuran pasir rata-rata : 28 mesh

Jumlah : 1

Harga : Rp. 2.696.200,00

5. Bak Penampung air bersih.

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

Jenis : Bak empat persegi panjang beton bertulang

Volume : 145,8181 m³

Panjang : 10,8007 m

Tinggi	: 2,5 m
Lebar	: 5,4003 m
Jumlah	: 1
Harga	: Rp. 116.182.050,00

6. 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	: 27,6 m ³
Tinggi	: 1,5 m
Panjang	: 6,0663 m
Lebar	: 3,0332 m
Jumlah	: 1
Harga	: Rp. 13.800.000,00

7. Bak Penampung Air Pendingin.

Fungsi	: Menampung air untuk keperluan proses yang membutuhkan air pendingin.
Jenis	: Bak empat persegi panjang beton bertulang
Volume	: 38,9311 m ³
Tinggi	: 1,5 m
Panjang	: 7,2047 m
Lebar	: 3,6024 m

Jumlah : 1
Harga : Rp. 33.490.400,00

8. Cooling Tower

Fungsi : Mendinginkan air pendingin yang telah dipakai dalam proses pabrik sebanyak 64885.2241 kg/jam.

Jenis : Cooling tower induced draft

Tinggi : 4,0632 m

Ground area : 8,8471 m²

Panjang : 2,9744 m

Lebar : 2,9744 m

Jumlah : 1

Harga : \$ 30.569,09

9. Blower Cooling Tower

Fungsi : Menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang didinginkan.

Kebutuhan udara : 8.683,6562 ft³/jam

Power blower : 24.167542 Hp

Power motor : 60 Hp

Jumlah : 1

10. Kation Exchanger

Fungsi : Menurunkan kesadahan air umpan boiler yang disebabkan oleh kation-kation seperti Ca dan Mg.

Jenis : Silinder tegak

Tinggi : 1,9050 m

Volume : 0,0976 m³

Diameter : 0,2555 m

Tebal : 0,0033 m

Jumlah : 2

Harga : \$ 843,03

11. *Anion Exchanger*

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

Jenis : Silinder tegak

Tinggi : 1,9050 m

Volume : 0,0976m³

Diameter : 0,2555 m

Tebal : 0,0033 m

Jumlah : 2

Harga : \$ 843,03

12. *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

Tinggi	: 0,8313 m
Volume	: 0,4510 m ³
Diameter	: 0,8313 m
Jenis pengaduk	: Marine propeller 3 blade
Power pengaduk	: 0, 5 Hp
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 5.485,31

13. Tangki Umpan Boiler

Fungsi	: Menampung umpan boiler sebanyak 375.8490 kg/jam
Jenis	: Tangki Silinder tegak
Tinggi	: 1,0474 m
Volume	: 0,9020 m ³
Diameter	: 1,0474 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 8.560,97

14. Tangki Penampung Kondensat

Fungsi	: Menampung kondensat dari alat proses sebelum di sirkulasi menuju tangki umpan boiler.
Jenis	: Tangki Silinder tegak
Tinggi	: 1,6627 m
Volume	: 3,6082 m ³

Diameter	: 3,6627 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 47.752,77

15. 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 : 1916,6667 kg/jam

Kadar Clorine dalam kaporit : 49,6 %

Kebutuhan kaporit : 0,0155 kg/jam

Tinggi : 0,6981 m

Volume : 0,2671 m³

Diameter : 0,6981 m

Jumlah : 1

Harga : \$ 1.624,03

16. Tangki Desinfektan

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

Jenis : Tangki Silinder tegak

Tinggi : 1,4309 m

Volume	: 2,3 m ³
Diameter	: 1,4309 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 5.910.53

17. Tangki Larutan NaCl

Fungsi	: Membuat larutan NaCl jenuh yang akan digunakan untuk meregenerasi kation exchanger.
Jenis	: Tangki Silinder tegak
Kebutuhan NaCl	: 4.9725 ft ³ /hari
Tinggi	: 0,5993 m
Volume	: 0,1690 m ³
Diameter	: 0,5993 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 23,5092

18. Tangki Pelarut NaOH

Fungsi	: Membuat larutan NaOH jenuh yang akan digunakan untuk meregenerasi anion exchanger.
Jenis	: Tangki Silinder tegak
Kebutuhan NaOH	: 1.3813 ft ³ /hari
Tinggi	: 0,3910 m

Volume	: 0,0469 m ³
Diameter	: 0,3910 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 1.453,06

19. Tangki Pelarut Na₂SO₄

Fungsi	: Melarutkan Na ₂ SO ₄ yang berfungsi mencegah kerak dalam alat proses
Jenis	: Tangki Silinder tegak
Kebutuhan Na ₂ SO ₄	: 0.0113 kg/jam
Tinggi	: 0,6284 m
Volume	: 0,1948 m ³
Diameter	: 0,6284 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 3.413,52

20. Tangki Penampung N₂H₄

Fungsi	: Melarutkan Na ₂ H ₄ yang berfungsi mencegah kerak dalam alat proses
Jenis	: Tangki Silinder tegak
Kebutuhan Na ₂ H ₄	: 0.0113 kg/jam
Tinggi	: 0,6284 m
Volume	: 0,1948 m ³
Diameter	: 0,6284 m

Jumlah : 1
Harga : \$ 3.413,52

21. Bak Penampung Air Proses

Fungsi : Menampung air proses dari bak penampung
air bersih.

Jenis : Bak empat persegi panjang

Tinggi : 2,5 m

Volume : 21,4790 m³

Panjang : 4,1453 m

Lebar : 2,0726 m

Bahan : Bahan beton bertulang

Jumlah : 1

Harga : Rp. 10.813.200,00

22. Tangki Bahan Bakar Generator

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

Jenis : Tangki Silinder tegak

Tinggi : 1,6164 m

Volume : 3,3155 m³

Diameter : 1,6164 m

Jumlah : 1

Harga : \$ 13.721,53

23. Boiler

Fungsi	: Memproduksi steam pada suhu 248 °F dan tekanan 29,4 psi
Jenis	: Fire tube boiler
Kebutuhan steam	: 8.884,6914 kg/jam
Luas tranfer panas	: 11.990,0781 ft ²
Jumlah tube	: 220 buah
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 132.462,75

24. Bahan Bakar Boiler

Fungsi	: Menyimpan bahan bakar yang digunakan untuk boiler selama 15 hari.
Jenis	: Tangki silinder tegak.
Tinggi	: 3.8580 m
Volume	: 45.0761 m ³
Diameter	: 3.8580 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 8.560,97

25. Pompa Utilitas – 01 (PU-01)

Fungsi	: Mengalirkan air dari sungai ke dalam bak pengendap sebanyak 20.365,2039 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage

Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan	: Commercial stell
Kapasitas	: 20.365,2039 kg/jam
Kecepatan linier	: 2,2652 ft/s
Head pompa	: 23,5071 ft
Tenaga pompa	: 0,8201 Hp
Tenaga motor	: 1,5 Hp
Putaran standar	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 1552,2327 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 62.192,36

26. Pompa Utilitas – 02 (PU-02)

Fungsi	: Mengalirkan air dari bak pengendap kedalam bak flokulator sebanyak 20.365,2039 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan	: Commercial stell
Kapasitas	: 20.365,2039 kg/jam
Kecepatan linier	: 2,2652 ft/s
Head pompa	: 7,7403 ft
Tenaga pompa	: 0,27 Hp

Tenaga motor	: 0,5 Hp
Putaran standar	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 3570,9962 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 62.192,36

27. Pompa Utilitas – 03 (PU-03)

Fungsi	: Mengalirkan air dari bak flokulator kedalam clarifer sebanyak 20.365,2039 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Axial Flow Impeller
Bahan	: Commercial stell
Kapasitas	: 20.365,2039 kg/jam
Kecepatan linier	: 2,2652 ft/s
Head pompa	: 3,1775 ft
Tenaga pompa	: 0,1108 Hp
Tenaga motor	: 0,1667 Hp
Putaran standar	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 6962,9726 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 62.192,36

28. Pompa Utilitas – 04 (PU-04)

Fungsi	: Mengalirkan air dari bak clarifer kedalam bak saringan pasir sebanyak 20.365,2039 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Axial Flow Impeller
Bahan	: Commercial stell
Kapasitas	: 20.365,2039 kg/jam
Kecepatan linier	: 2,2652 ft/s
Head pompa	: 4,3949 ft
Tenaga pompa	: 0,1533 Hp
Tenaga motor	: 0,25 Hp
Putaran standar	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 5.459,4280 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 62.192,36

29. Pompa Utilitas – 05 (PU-05)

Fungsi	: Mengalirkan air pencuci bak pasir dari bak penampung air bersih menuju bak saringan pasir sebanyak 20.365,2039 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan	: Commercial stell

Kapasitas : 20.365,2039 kg/jam

Kecepatan linier : 2,2652 ft/s

Head pompa : 17,2461 ft

Tenaga pompa : 0,6016 Hp

Tenaga motor : 1 Hp

Putaran standar : 1750 rpm

Putaran spesifik : 1.958,1139 rpm

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 62.192,36

30. Pompa Utilitas – 06 (PU-06)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung air bersih untuk didistribusikan ke bak penampungan air untuk kantor, proses, pendingin, pembangkit steam sebanyak 20.365,2039 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump single stage

Tipe : Mixed Flow Impeller

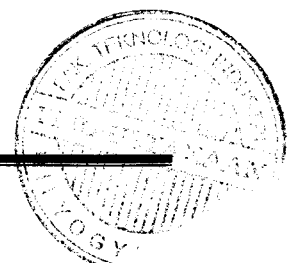
Bahan : Commercial stell

Kapasitas : 20.365,2039 kg/jam

Kecepatan linier : 2,2652 ft/s

Head pompa : 23,3361 ft

Tenaga pompa : 0,8141 Hp



Tenaga motor	: 1,5 Hp
Putaran standar	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 1.560,7565 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 62.192,36

31. Pompa Utilitas – 07 (PU-07)

Fungsi	: Mengalirkan air dari bak air pendingin menuju pabrik 16.221,3060 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan	: Commercial stell
Kapasitas	: 16.221,3060 kg/jam
Kecepatan linier	: 3,1049 ft/s
Head pompa	: 36,1990 ft
Tenaga pompa	: 1,0545 Hp
Tenaga motor	: 1,5 Hp
Putaran standar	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 1002,1502 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 51.093,98

32. Pompa Utilitas – 08 (PU-08)

Fungsi	: Mengalirkan air Cooling tower untuk dimanfaatkan lagi sebagai air pendingin kedalam pabrik sebanyak 21.674,95 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan	: Commercial stell
Kapasitas	: 21.674,95 kg/jam
Kecepatan linier	: 2,4108 ft/s
Head pompa	: 31,9825 ft
Tenaga pompa	: 1,1875 Hp
Tenaga motor	: 1,5 Hp
Putaran standar	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 1.271,1795 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 61.623,89

33. Pompa Utilitas – 09 (PU-09)

Fungsi	: Mengalirkan air pendingin bebas dari air proses kedalam cooling tower untuk didinginkan sebanyak 21.674,95 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller

Bahan	: Commercial stell
Kapasitas	: 21.674,95 kg/jam
Kecepatan linier	: 2,4108 ft/s
Head pompa	: 24,2879 ft
Tenaga pompa	: 0,9018 Hp
Tenaga motor	: 1,5 Hp
Putaran standar	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 1.562,6034 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 61.623,89

34. Pompa Utilitas – 10 (PU-10)

Fungsi	: Mengalirkan air dari tangki anion menuju tangki kation sebanyak 375,849 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan	: Commercial stell
Kapasitas	: 375,849 kg/jam
Kecepatan linier	: 0,9942 ft/s
Head pompa	: 7,3566 ft
Tenaga pompa	: 0,0073 Hp
Tenaga motor	: 0,05 Hp
Putaran standar	: 1750 rpm

Putaran spesifik : 503,9783 rpm
Jumlah : 1 buah
Harga : \$ 9.788,81

35. Pompa Utilitas – 11 (PU-11)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki kation menuju tangki daerator sebanyak 375,849 kg/jam
Jenis : Centrifugal pump single stage
Tipe : Mixed Flow Impeller
Bahan : Commercial stell
Kapasitas : 375,849 kg/jam
Kecepatan linier : 0,9942 ft/s
Head pompa : 4,6175 ft
Tenaga pompa : 0,0046 Hp
Tenaga motor : 0,05 Hp
Putaran standar : 1750 rpm
Putaran spesifik : 714,6890 rpm
Jumlah : 1 buah
Harga : \$ 9.788,81

36. Pompa Utilitas – 12 (PU-12)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki daerator menuju tangki umpan boiler sebanyak 375,849 kg/jam
Jenis : Centrifugal pump single stage

Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan	: Commercial stell
Kapasitas	: 375,849 kg/jam
Kecepatan linier	: 0,9942 ft/s
Head pompa	: 11,6175 ft
Tenaga pompa	: 0,0116 Hp
Tenaga motor	: 0,05 Hp
Putaran standar	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 357,7550 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 9.788,81

37. Pompa Utilitas – 13 (PU-13)

Fungsi	: Mengalirkan air dari tangki umpan boiler tangki boiler sebanyak 375,849 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan	: Commercial stell
Kapasitas	: 375,849 kg/jam
Kecepatan linier	: 0,9942 ft/s
Head pompa	: 10,7044 ft
Tenaga pompa	: 0,0107 Hp
Tenaga motor	: 0,5 Hp

Putaran standar	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 380,4056 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 9.788,81

38. Pompa Utilitas – 14 (PU-14)

Fungsi	: Mengalirkan air dari bak air proses menuju mixer -02 sebanyak 1.916,6667 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan	: Commercial stell
Kapasitas	: 1.916,6667 kg/jam
Kecepatan linier	: 1,8050 ft/s
Head pompa	: 144,1481ft
Tenaga pompa	: 0,7324 Hp
Tenaga motor	: 1Hp
Putaran standar	: 7500 rpm
Putaran spesifik	: 523,7236 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 10.243,65

39. Pompa Utilitas – 15 (PU-15)

Fungsi	: Mengalirkan air dari bak air kantor menuju kantor sebanyak 1916,6667 kg/jam
--------	---

Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Radial Flow Impeller
Bahan	: Commercial stell
Kapasitas	: 1.916,6667 kg/jam
Kecepatan linier	: 1,8056 ft/s
Head pompa	: 10,9155 ft
Tenaga pompa	: 0,0555 Hp
Tenaga motor	: 0,0833 Hp
Putaran standar	: 3500 rpm
Putaran spesifik	: 1.693,1021 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 10.243,65

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 *Trigliserida* , yang dianalisa adalah kemurnian , *density* , kadar *impurities / inert*, warna, *viscositas*, kelarutan dalam metanol, *specific gravity*, dan indeks bias.
- 2) Bahan baku *methanol*, NaOH, HCL, yang dianalisa adalah kemurnian, kadar air, *density*, *viscositas*, kelarutan dalam metanol, *specific gravity*, kadar.
- 3) Produk Biodiesel yang dianalisa sesuai setandar ASTM
- 4) Produk samping *glycerol* yang diperiksa adalah *density*, kemurnian, *viscosity*.

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 sampel 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 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 :

1) *Water Content Tester*

Alat ini digunakan untuk menganalisa kadar air.

2) *Hydrometer*

Alat ini digunakan untuk mengukur *Spesific gravity*.

3) *Viscometer batch*

Alat ini digunakan untuk mengukur viscositas.

4) *Portable Oxygen Tester*

Digunakan untuk menganalisa kandungan oksigen dalam cerobong asap.

5) *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.
- ◆ Effisiensi 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 yaitu 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 struktur 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 pengarahan 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. Kepala bagian ini bertanggungjawab kepada direktur masing-masing.

a. Kepala Bagian Produksi

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

- Seksi proses.
- 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
- Seksi Keamanan

4.7.3.7. 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. Setiap kepala seksi bertanggungjawab kepada kepala bagian sesuai dengan seksinya masing-masing.

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,
- ◆ Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik, dan
- ◆ Membuat laporan berkala kepada Kepala Bagian 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, serta
- ◆ Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

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.
- Coffee Break II : 14.45 – 15.00 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

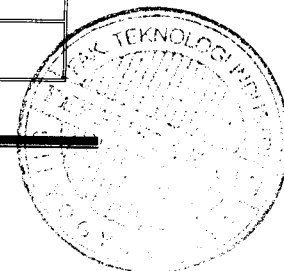
Tabel 4.7.6.1.1 Penggolongan jabatan

No	Jabatan	Pendidikan
(1)	(2)	(3)
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 4.7.6.2.1 Jumlah karyawan pada masing-masing bagian

NO	Jabatan	Jumlah
(1)	(2)	(3)
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



Lanjutan Tabel 4.7.6.2.1

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.

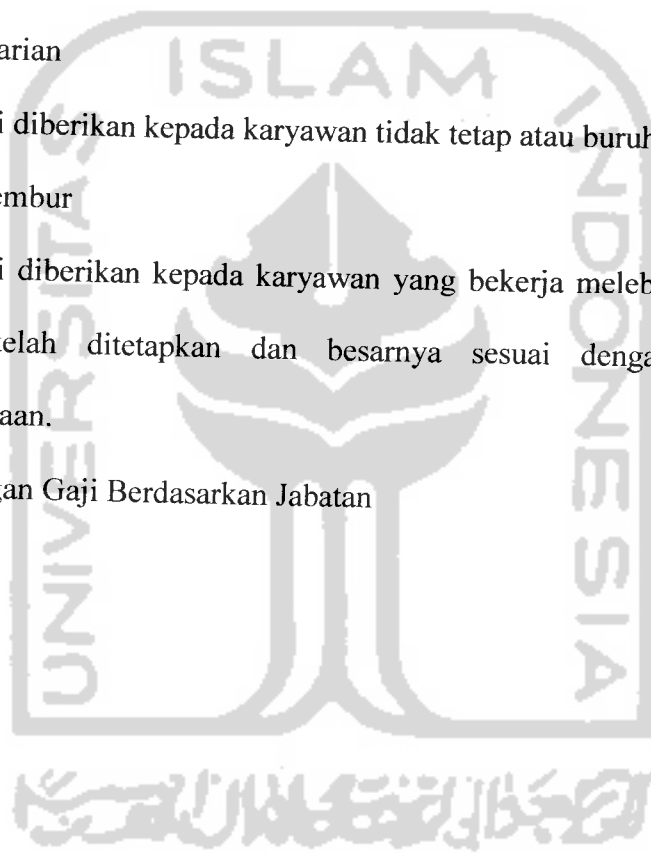
2. Gaji Harian

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 4.7.6.3.1 Perincian golongan dan gaji

Golongan	Jabatan	Gaji/Bulan
(1)	(2)	(3)
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*
 - e. Jasa 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
 - 2 % tanggungan karyawan
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
 - b. Olahraga : tersedia lapangan tennis dan bulu tangkis
6. Kenaikan gaji dan promosi
 - a. Kenaikan gaji dilakukan setiap akhir tahun dengan memperhatikan besarnya inflasi, prestasi kerja dan lain-lain.
 - b. Promosi dilakukan setiap akhir tahun dengan memperhatikan pendidikan, prestasi kerja, dan lain-lain.

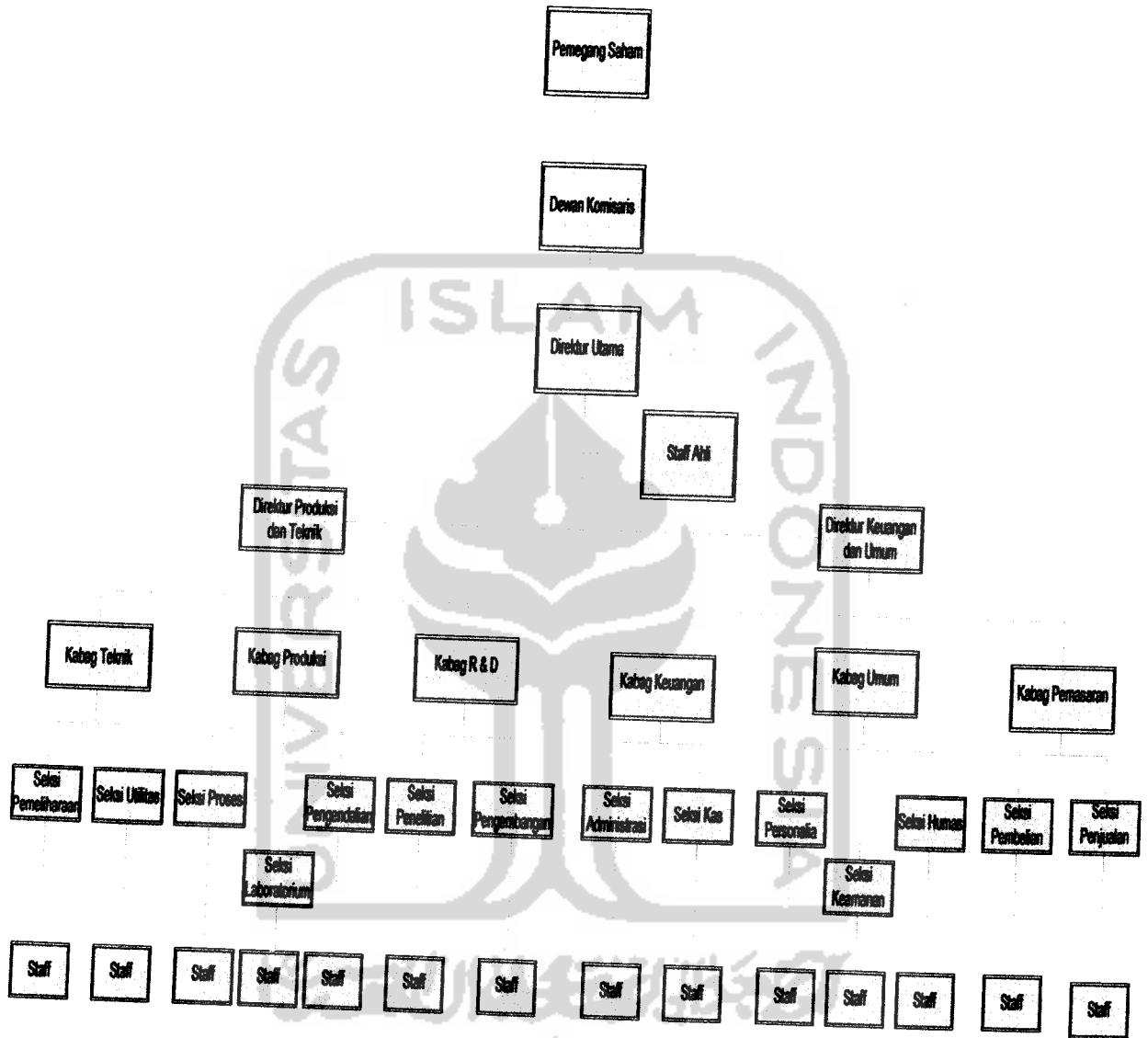
7. Hak cuti dan ijin
 - a. Cuti tahunan : setiap karyawan mendapatkan cuti setiap tahun selama 12 hari setelah tahun kelima mendapat tambahan 2 hari (total 20 hari)
 - b. Ijin tidak masuk kerja diatur dalam KKB yang ada.
8. Pakaian kerja dan sepatu. Setiap tahun mendapat jatah 2 stell.

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.

STRUKTUR ORGANISASI



Gambar 4.4 Struktur Organisasi Perusahaan

4.8. ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak. Untuk itu pada perancangan pabrik *Dodecylbenzene* 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 sekarang 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*".

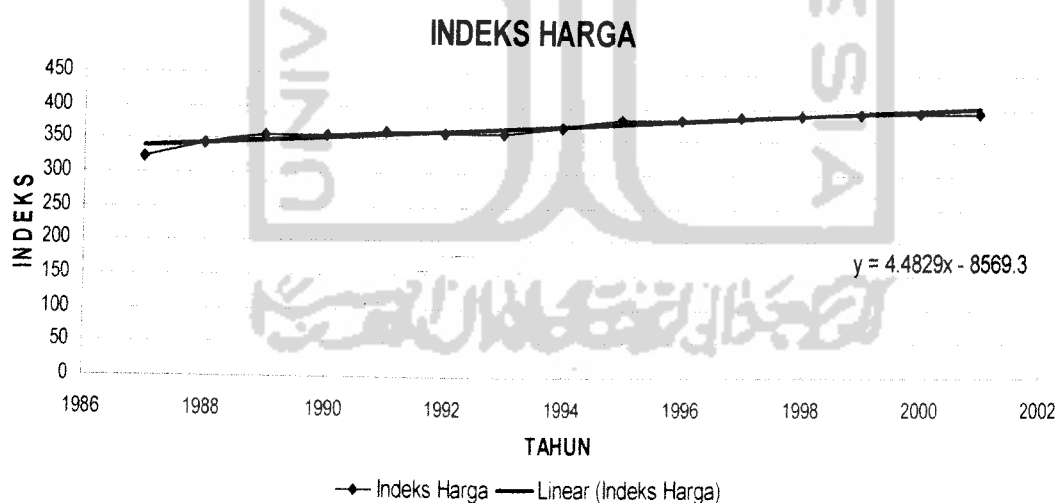
Table 4.8.1.1 Indeks harga alat pada berbagai tahun

Tahun	X (Tahun)	Y (Index)
(1)	(2)	(3)
1987	1	324
1988	2	343
1989	3	355
1990	4	356

Lanjutan Tabel 4.8.1.1

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 4.5. Grafik index harga

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 = 50.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Umur pabrik = 10 tahun

Pabrik didirikan = 2014

Kurs mata uang = 1 US\$ = Rp 9000

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 Expanses* 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.

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

FCI = *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.

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

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*.

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

4.8.5. Hasil Perhitungan

4.8.5.1. Penentuan *Total Capital Investment* (TCI)

A. *Modal Tetap* (*Fixed Capital Investment*)

Tabel 4.8.5.1.1 *Fixed Capital Investment*

No	Type of Capital Investment	US \$	Rupiah (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	<i>Delivered Equipment</i>	2.931.249,43	-
2	<i>Equipment Instalation</i>	321.162,98	1.239.791.063,86
3	<i>Piping</i>	2.239.219,67	1.433.508.417,59
4	<i>Instrumentation</i>	309.692,87	116.230.412,24
5	<i>Insulation</i>	82.839,66	193.717.353,73
6	<i>Electrical</i>	254.891,25	
7	<i>Buildings</i>		6.312.500.0000,00
8	<i>Land and Yard Improvement</i>		3.725.000.000,00
9	<i>Utilities</i>	833.643,00	167.614.100,00
	<i>Physical Plant Cost</i>	7.077.737,90	13.624.023.292,39
10	<i>Engineering and Construction</i>	2.724.804.658,48	1.415.547,58

Lanjutan Tabel 4.8.5.1.1

(1)	(2)	(3)	(4)
	Direct Plant Cost	8.493.285,48	16.348.827.950,86
11	<i>Contractor's Fee</i>	594.529,98	1.144.417.956,56
12	<i>Contingency</i>	1.273.992,82	2.452.324.192,63
	Fixed Capital	10.361.808,28	19.945.570.100,05

Kurs mata uang : \$ 1 = Rp. 9000,00

Total *Fixed Capital Investment* dalam rupiah

$$= (\$10.361.808,28 \times \text{Rp. } 9000 / \$ 1) + \text{Rp. } 19.945.570.100,05$$

$$= \text{Rp. } 113.201.844.639,10$$

B. Modal Kerja (*Working Capital*)

Tabel 4.8.5.1.2. *Working Capital*

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	2.101.717,30	-
2	<i>In Process Inventory</i>	22.396,7552	7.988.797,39
3	<i>Product Inventory</i>	2.986.234,025	1.065.172.985,05
4	<i>Extended Credit</i>	3.910.531,72	-
5	<i>Available Cash</i>	2.986.234,025	1.065.172.985,05
	Total Working Capital	12.310.113,82	2.142.245.299,22

Sehingga *Total Working Capital* :

$$= (\$12.310.113,82 \times \text{Rp. } 9100 / \$ 1) + \text{Rp. } 2.142.245.299,22$$

$$= \text{Rp. } 112.933.269.678,55$$

4.8.5.2. Biaya Produksi Total (Total Production Cost)

A. Manufacturing Cost

Tabel 4.8.5.2.1. Manufacturing Cost

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	Raw Materials	28.856.607,55	-
2	Labor Cost	-	3.997.200.000
3	Supervision	-	399.720.000
4	Maintenance	-	239.832.000
5	Plant Supplies	-	35.974.800
6	Royalties and Patents	938.527,61	-
7	Utilities	-	1.958.916.907,65
	Direct Manufacturing Cost	29.795.135,16	6.631.643.707,65
1	Payroll and Overhead	-	679.524.000
2	Laboratory	-	479.664.000
3	Plant Overhead	-	2.398.320.000
4	Packaging and Shipping	4.692.638,06	-
	Indirect Manufacturing Cost	4.692.638,06	3.557.508.000
1	Depreciation	1.036.180,828	1.994.557.010,01
2	Property Taxes	207.236,1656	398.911.402
3	Insurance	103.618,0828	199.455,701
	Fixed Manufacturing Cost	1.347.035,077	2.592.924.113,01
	Total Manufacturing Cost	35.834.808,30	12.782.075.820,66

Sehingga Total Manufacturing Cost :

$$= (\$35.834.808,30 \text{Rp. } 9000 / \$ 1) + \text{Rp. } 12.782.075.820,66$$

$$= \text{Rp. } 335.295.350.510,17$$

B. General Expense

Tabel 4.8.5.2.2. General Expense

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	Administration	1.433.392,332	511.283.032,83
2	Sales	2.508.436,581	894.745.307,45
3	Research	1.433.392,332	511.283.032,83
4	Finance	680.157,66	662.634.461,98
General expense		6.055.378,91	2.579.945.835,08

Sehingga Total General Expense :

$$= (\$6.055.378,91 \times \text{Rp. } 9000 / \$ 1) + \text{Rp. } 2.579.945.835,08$$

$$= \text{Rp. } 57.078.356.006,06$$

$$\text{Total Biaya Produksi} = \text{TMC} + \text{GE}$$

$$= \text{Rp } 392.373.706.516,23$$

4.8.5.3. Keuntungan (Profit)

$$\text{Keuntungan} = \text{Total Penjualan Produk} - \text{Total Biaya Produksi}$$

Harga Jual Produk Seluruhnya (Sa)

$$\text{Total Penjualan Produk} = \text{Rp. } 422,337,425,697$$

$$\text{Total Biaya Produksi} = \text{Rp. } 259,709,467,915,80$$

Pajak keuntungan sebesar 40%.

$$\text{Keuntungan Sebelum Pajak} = \text{Rp. } 29,963,719,180,77$$

$$\text{Keuntungan Setelah Pajak} = \text{Rp. } 17,978,231,508,46$$

4.8.5.4. Analisa Kelayakan

1. *Persent Return of Investment (ROI)*

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

- ◆ ROI sebelum Pajak = 26,4693 %
- ◆ ROI setelah Pajak = 15,8816%

2. *Pay Out Time (POT)*

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

- POT sebelum Pajak = 2,7420 tahun
- POT setelah Pajak = 3,8638 tahun

3. *Break Even Point (BEP)*

$$\text{Fixed Manufacturing Cost (Fa)} = \text{Rp. } 14,716,239,803.08$$

$$\text{Variabel Cost (Va)} = \text{Rp. } 312,348,875,907.09$$

$$\text{Regulated Cost (Ra)} = \text{Rp. } 65,308,590,806.06$$

$$\text{Penjualan Produk (Sa)} = \text{Rp } 422,337,425,697.00$$

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

$$BEP = 53,38 \%$$

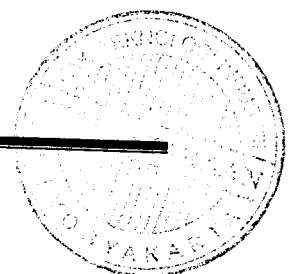
4. Shut Down Point (SDP)

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

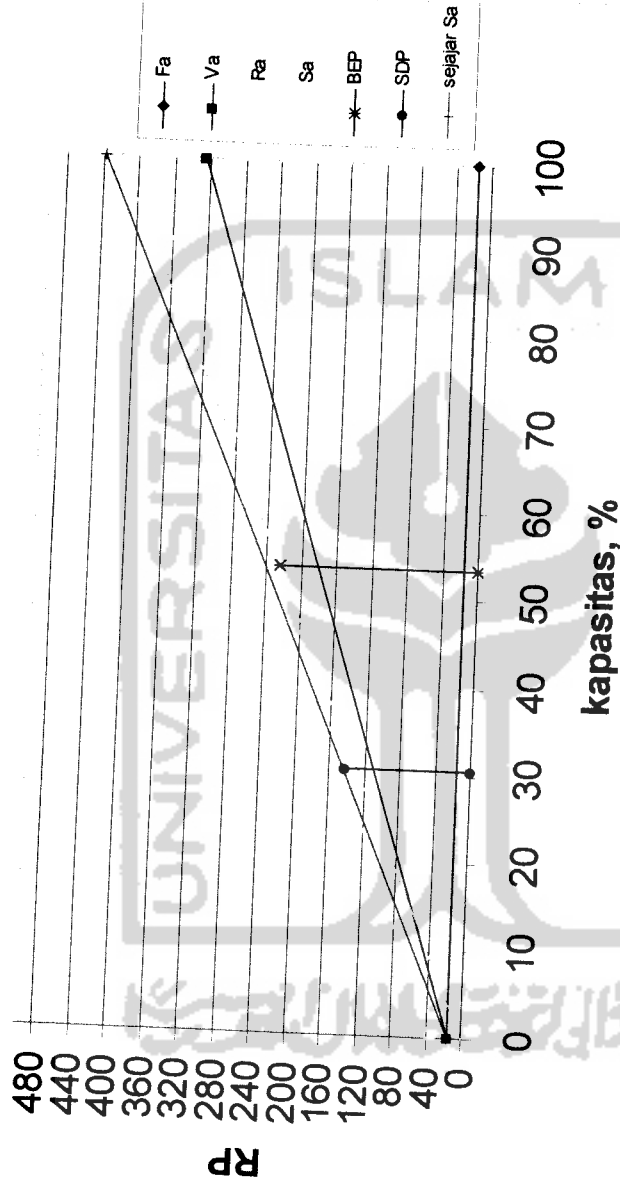
$$SDP = 30,48 \%$$

5. Discounted Cash Flow (DCF)

Umur Pabrik	= 10 tahun
Fixed Capital (FC)	= Rp. 113,201,844,639.10
Working Capital (WC)	= Rp 112,933,269,678.55
Cash Flow (CF)	= Rp. 86,376,771,978.43
Salvage Value (SV)	= Rp. 11,320,184,463.91
DCFR	= 41,55 %
Bunga Bank rata-rata saat ini	= 8 % sampai 10 % %



grafik BEP, SDP



Grafik BEP, SDP

BAB V

KESIMPULAN

Pabrik *Biodiesel* dari *Meinyak kelapa dan Metanol* ini digolongkan pabrik beresiko rendah karena dijalankan pada variabel suhu dan tekanan operasi rendah (kondisi atmosferis), bahan baku dan produk tidak beracun dan tidak *flammable*. Hasil evaluasi ekonomi pabrik *Biodiesel* pada kapasitas 50.000 ton/tahun ditunjukkan pada tabel berikut:

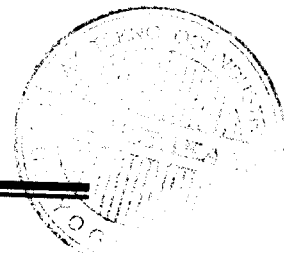
Tabel 5 Hasil evaluasi ekonomi

Parameter kelayakan	Hasil hitungan	Standart Kelayakan
Keuntungan (sebelum pajak)	Rp. 29,963,719,180.77	
Keuntungan (setelah pajak)	Rp. 17,978,231,508.46	
ROI (sebelum pajak)	26,4693 %	Minimum 11% (Aries Newton,1954)
ROI (setelah pajak)	15,8816%	
POT (sebelum pajak)	2,7420 tahun	
POT (setelah pajak)	3,8638 tahun	
BEP	53,38 %	40% - 60%
SDP	30,48 %	< BEP
DCFR	41,55 %	> bunga Bank (1,5 kali bunga bank

Dari hasil analisa ekonomi di atas maka dapat diambil kesimpulan bahwa pabrik *Biodiesel* dari *Minyak kelapa dan Metanol* dengan kapasitas 50.000 ton/tahun ini layak dikaji ulang untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D., "*Chemical Engineering Cost Estimation*", Mc. Graw Hill Book Co.Inc., New York, 1955.
- Backhurst, J.R., and Harker, J.H., "*Process Plant Design*", Heunemann Educational Books, London, 1973.
- Biro Pusat Statistik, "*Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*", Indonesia foreign, Trade Statistic Import, Yogyakarta, 2000-2004.
- 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.
- 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.
- Geankoplis, 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.



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

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



- 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.
- Ludwig, E.E., "*Applied Process Design for Chemical an Petrochemical Plant*", vol 1,2,3, Gulf Publishing Company, Houston, 1965.
- 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.
- 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.
- Smith, J.M., and Van Ness, H.C., "*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamic*", 3rd edition, Mc. Graw Hill Book Kogokusha Ltd, Tokyo,1975.
- Sularso., "*Pompa dan Kompresor*", cetakan VI, P.T. Pradnya Paramita, Jakarta, 1996.
- Treyball, E., "*Mass Transfer Operation*", International Student Edition, Koagakusha Company, Tokyo.

REAKTOR

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi antara *Trigliserida* (lauric acid) dengan *Metanol* (CH₃OH)

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) yang dilengkapi jaket pendingin.

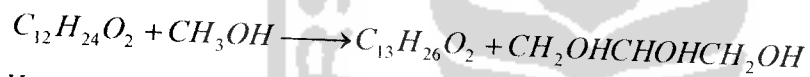
Kondisi Operasi : Eksotermis

$$T = 60^{\circ}\text{C}$$

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

LAMPIRAN A-1. MENGHITUNG KECEPATAN VOLUMETRIS UMPAN

Persamaan Reaksi :



Karena TG adalah reaktan pembatas, maka TG sebagai senyawa A, dan *Metanol* (CH₃OH) sebagai senyawa B.

Diketahui :

Komponen	Massa (Kg/jam)	Mol (Kmol/jam)	Densitas (gr/ml)	Fv (L/jam)
TG	6970,885735	10,9262	0,88	7921,9611
FFA	34,8544	0,0546	0,88	39,6073
METANOL	1048,9107	32,7785	0,7848	1336,6057
H ₂ O	41,8253	2,3236	1	41,8253
NaOH	27,8835	0,6971	1,9115	19,3166
TOTAL	8124,3597	46,78		9358,816

➤ **Menghitung Konsentrasi Umpan**

$$C_{AO} = \frac{\text{molA}}{F_{v,\text{total}}} = \frac{10,9262}{9,3588} = 1,1675 \text{Kmol} / \text{m}^3$$

$$C_{BO} = \frac{\text{molB}}{F_{v,\text{total}}} = \frac{32,7785}{9,3588} = 3,5024 \text{Kmol} / \text{m}^3$$

LAMPIRAN A-2. OPTIMASI REAKTOR

a. Menghitung Jumlah Reaktor

- Assumsi :
- Reaksi orde 2 $(-r_A) = k \cdot C_A \cdot C_B$
 - Pengadukan sempurna sehingga konsentrasi keluar reaktor sama dengan konsentrasi didalam reaktor.
 - Kecepatan volumetrik masuk reaktor sama dengan keluar reaktor.
 - Kecepatan alir volumetrik (F_v) masuk reaktor sama dengan kecepatan alir volumetrik keluar reaktor.
 - (V/F_v) untuk masing-masing reaktor dianggap sama (bila jumlah reaktor lebih dari 1 buah).
 - Kondisi Eksotermal *Steady State*.
 - Densitas cairan dianggap tetap.

Penentuan jumlah reaktor yang paling optimum berdasarkan total harga pembelian reaktor yang paling minimum. Perhitungan harga reaktor menggunakan persamaan "Six Tenths Factor"

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

(*Chem. Eng. Cost Estimation, R.S. Aries*)

Data : $C_{AO} = 1,1675 \text{Kmol} / \text{m}^3$

$$F_v = 9,3588 \text{m}^3 / \text{jam}$$

$$k = 0.876 / \text{jam}$$

$$M = 3$$

Reaktor yang digunakan adalah RATB

- Jika yang digunakan 1 buah reaktor RATB

Neraca Massa Komponen A

R.input – R.output – R.reaksi = Acc

$$F_v \cdot C_{AO} - F_v \cdot C_A - (-r_A \cdot v) = 0$$

$$C_{AO} - C_A = \left(\frac{v}{F_v} \right) \cdot (r_A)$$

$$\frac{v}{F_v} = \theta = \frac{C_{AO} - C_A}{-r_A}$$

$$C_A = C_{AO} (1 - x_A)$$

$$\begin{aligned} -r_A &= k \cdot C_A \cdot C_B \\ &= k \cdot C_{AO} (1 - x_A) (C_{BO} - C_{AO} \cdot x_A) \\ &= k \cdot C_{AO} (1 - x_A) C_{AO} \left(\frac{C_{BO}}{C_{AO}} - x_A \right) \\ &= k \cdot C_{AO}^2 (1 - x_A) (m - x_A) \end{aligned}$$

dimana $\frac{v}{F_v} = \theta$

$$\theta = \frac{C_{AO} - C_A}{-r_A} \rightarrow = \frac{C_{AO} (1 - x_{AO}) - C_{AO} (1 - x_A)}{-r_A}$$

$$= \frac{C_{AO} - C_{AO} \cdot x_{AO} - C_{AO} + C_{AO} \cdot x_A}{-r_A}$$

$$= \frac{C_{AO} \cdot x_A - C_{AO} \cdot x_{AO}}{-r_A}$$

$$= \frac{C_{AO} (x_A - x_{AO})}{-r_A}$$

$$= \frac{C_{AO} (x_A - x_{AO})}{k \cdot C_{AO}^2 (1 - x_A) (m - x_A)}$$

$$V = \theta \cdot F_v$$

$$= \frac{Fv \cdot (x_A - x_{AO})}{k \cdot C_{AO} \cdot (1 - x_A)(m - x_A)}$$

Jika yang digunakan 1 buah reaktor RATB

Maka, $X_{AO} = 0$, $X_A = 0,9$

$$V_1 = \frac{Fv \cdot (x_A - x_{AO})}{k \cdot C_{AO} \cdot (1 - x_A)(m - x_A)}$$

$$= \frac{9,3588 \cdot (0,9 - 0)}{0,876 \cdot 1,1675 \cdot (1 - 0,9)(3 - 0,9)}$$

$$= 33,5929 m^3$$

$$\theta = \frac{V}{Fv}$$

$$= \frac{33,5929 m^3}{9,3588 m^3 / \text{jam}}$$

$$= 3,5894 \text{ jam}$$

➤ Jika yang digunakan 2 buah reaktor RATB

Data : $X_{AO} = 0$

$X_A = \dots$

$X_{A1} = 0,9$

$$V_1 = \frac{Fv \cdot (x_A - x_{AO})}{k \cdot C_{AO} \cdot (1 - x_A)(m - x_A)}$$

$$\text{Reaktor 1 } V_1 = \frac{Fv \cdot (x_A - x_{AO})}{k \cdot C_{AO} \cdot (1 - x_A)(m - x_A)}$$

$$\text{Reaktor 2 } V_2 = \frac{Fv \cdot (x_{A1} - x_A)}{k \cdot C_{AO} \cdot (1 - x_{A1})(m - x_{A1})}$$

$$V_1 = V_2$$

$$\frac{x_A}{(1-x_A)(3-x_A)} = \frac{0,9-x_A}{(1-0,9)(3-0,9)}$$

$$\frac{x_A}{x_A^2 - 4x_A + 3} = \frac{0,9-x_A}{0,21}$$

Dengan cara excel diperoleh :

➤ Untuk 1 buah reaktor

$$V = 33592,8824L \times \frac{0,2642Gallon}{1L}$$

$$= 8875,2395gallon$$

$$\theta = 3,5894 jam$$

➤ Untuk 2 buah reaktor

$$V = 7698,7663L \times \frac{0,2642Gallon}{1L}$$

$$= 2034,0141gallon$$

$$\theta = 0,8226 jam$$

➤ Untuk 3 buah reaktor

$$V = 4025,2099L \times \frac{0,2642Gallon}{1L}$$

$$= 1063,4604gallon$$

$$\theta = 0,4301 jam$$

➤ Untuk 4 buah reaktor

$$V = 2682,5437L \times \frac{0,2642Gallon}{1L}$$

$$= 708,7281gallon$$

$$\theta = 0,2866 jam$$

➤ Untuk 5 buah reaktor

$$V = 1686,4225L \times \frac{0,2642Gallon}{1L}$$
$$= 445,5528gallon$$

$$\theta = 0,0476jam$$

b. Mencari Jumlah Reaktor yang Optimal

Kondisi operasi :

$$P = 1atm$$

$$P = 1atm \times \frac{14,696psia}{1atm}$$

$$P = 14,696psia$$

Dipilih bahan "Stainles Steel" 50psi untuk reaktor. Basis harga reaktor pada volume 1000 gallon = 40.000\$ (Timmerhause, Fig.16-35, P-731)

c. Menghitung Harga Reaktor

$$CostB = CostA \left(\frac{sizeB}{sizeA} \right)^{0.6}$$

(Timmerhaus, P-731)

❖ RATB, $V_1 = 8875,2395$ gallon

$$CostB = 40.000\$ \left(\frac{8875,2395gal}{1000gal} \right)^{0.6}$$
$$= 148.240,8894 \$$$

❖ RATB, $V_2 = 2034,0141$ gallon

$$CostB = 40.000\$ \left(\frac{2034,0141gal}{1000gal} \right)^{0.6}$$
$$= 61.245,2431 \$$$

untuk 2 reaktor = 2 x 61.245,2431 \$ = 122.490,4861 \$

❖ RATB, $V_3 = 1063,4604$ gallon

$$CostB = 40.000\$ \left(\frac{1063,4604 \text{ gal}}{1000 \text{ gal}} \right)^{0,6}$$

$$= 41.504,2717 \$$$

$$\text{untuk 3 reaktor} = 3 \times 41.504,2717 \$ = 124.512,815 \$$$

❖ RATB, $V_4 = 708,7281$ gallon

$$CostB = 40.000\$ \left(\frac{708,7281 \text{ gal}}{1000 \text{ gal}} \right)^{0,6}$$

$$= 32.534,7718 \$$$

$$\text{untuk 4 reaktor} = 4 \times 32.534,7718 \$ = 130.139,0874 \$$$

❖ RATB, $V_5 = 445,5528$ gallon

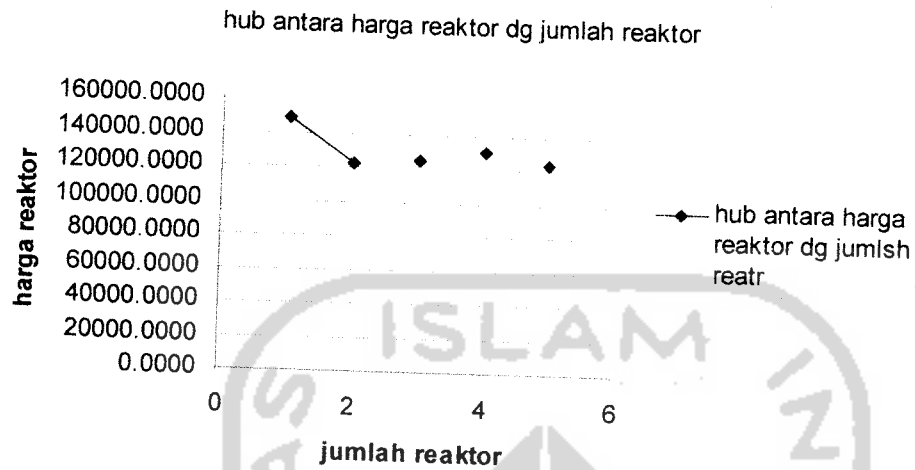
$$CostB = 40.000\$ \left(\frac{445,5528 \text{ gal}}{1000 \text{ gal}} \right)^{0,6}$$

$$= 24.626,3193 \$$$

$$\text{untuk 5 reaktor} = 5 \times 24.626,3193 \$ = 123.131,5964 \$$$

d. Penentuan Jumlah Pemakaian RATB

Jumlah Reaktor	Konversi masing-masing Reaktor	Volume Reaktor (gallon)	Harga/unit (dollar)	Harga Total (dollar)	Θ (Waktu, jam)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	$X_A = 9$	8875,2395	148.240,8994	148.240,8994	3,5894
2	$X_{A1} = 0,6937$ $X_{A2} = 0,9$	2034,0141 $V_1 = V_2$	61.245,2431	122.490,4861	0,8226
3	$X_{A1} = 0,5564$ $X_{A2} = 0,7921$ $X_{A3} = 0,9$	1063,4604 $V_1 = V_2 = V_3$	41.504,2717	124.512,815	0,4301
4	$X_{A1} = 0,4646$ $X_{A2} = 0,7004$ $X_{A3} = 0,8281$ $X_{A4} = 0,9$	708,7281 $V_1 = V_2 = V_3 = V_4$	32.534,7718	130.139,0874	0,2866
5	$X_{A1} = 0,5308$ $X_{A2} = 0,6867$ $X_{A3} = 0,7877$ $X_{A4} = 0,8548$ $X_{A5} = 0,9$	445,5528 $V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = V_5$	24.626,3193	123.131,5964	0,0476



Gambar 1.1. Optimasi jumlah reaktor

Pertimbangan Volume : $V_1 > V_2 > V_3 > V_4 > V_5$

Pertimbangan Harga untuk 1 reaktor : $R_1 > R_2 < R_3 < R_4 > R_5$

Dipasang RATB sebanyak 2 buah disusun seri

Volume reaktor = 2034,0141 gallon x 1 L / 0,2642 gallon

$$VR = 7698,7663 \text{ L}$$

$$= 7,6988 \text{ m}^3$$

Over Design 20%, Jadi ;

$$VR = 1.2 \times 7698,7663 \text{ L}$$

$$= 9238,5196 \text{ L}$$

$$= 9,2385 \text{ m}^3$$

$$= 326,2121 \text{ ft}^3$$

➤ **Menentukan Diameter dan Tinggi Reaktor (Vessel)**

Dipilih RATB berbentuk silinder tegak dengan perbandingan $D : H = 1 : 1,5$

(HF, Rase. P-343)

Jenis Head dipilih *Terospherical flanged and dished head*, karena beroperasi pada tekanan rendah dan harganya lebih murah.

$$V_{design} = V_{shell} + 2 \cdot V_{head}$$

$$V_{shell} = \pi / 4 \cdot D^2 \cdot H$$

$$V_{head} = 0,000049 D^3$$

Untuk $D = \text{inch}$, $V = \text{ft}^3$

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

Untuk $D, V = \text{ft}$

$$V_{design} = (\pi / 4 \cdot D^2 \cdot 1,5D) + 2 \cdot (0,0847 \cdot D^3)$$

$$326,2121 = 1,775 D^3 + 0,1694 D^3$$

$$D = 6,2334 \text{ ft} = 1,8999 \text{ m} = 74,8002 \text{ inch}$$

karena $D : H = 1 : 1,5$, maka :

$$H = 1,5 \times D$$

$$H = 1,5 \times 1,8999 \text{ m}$$

$$H = 2,8499 \text{ m}$$

$$H = 112,2003 \text{ in}$$

$$H = 9,35 \text{ ft}$$

➤ **Menentukan Tebal Dinding (Shell) Reaktor**

Dipilih : Konstruksi tangki "Stainless Steel SA. 167 Grade C".

(tabel Appendix D, Item 4, p-342, Brownell and Young)

$$t \text{ min} = \frac{P \cdot r}{f \cdot E - 0,6P} + C$$

(Eq. 13.1, P-254, Brownell and Young)

Dimana :

- ts = Tebal shell, in
- P = Tekanan, psi
- r = Jari-jari silinder dalam, in
- f = Maksimum *allowable stress*, psi
(Tabel 13.1, P-254, Brownell&Young)
- E = Effisiensi pengelasan
(Tabel 13.2, P-255, Brownell&Young)
- C = Faktor korosi

Dari tabel diperoleh data :

$$f = 12650 \text{ (SA-283 grade C)}$$

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

$$C = 0,125 \text{ in}$$

$$P_{\text{operasi}} = 1 \text{ atm} = 14,7 \text{ psi}$$

$$P_{\text{design}} = P_{\text{operasi}} \times 1,2$$

$$= 17,64 \text{ psi}$$

sehingga :

$$t_{\text{min}} = \frac{17,64 \text{ psia} \times 37,400 \text{ lin}}{(12.650 \times 0,85) - (0,6 \times 17,64 \text{ psia})} + 0,125$$

$$t_{\text{min}} = 0,1864 \text{ in}$$

$$t_{\text{shell standar}} = 0,1875 \text{ "}$$

$$ID = 74,8002 \text{ in}$$

$$OD = ID + 2ts = 74,8002 + (2 \cdot 0,1875)$$

$$= 75,1752 \text{ in}$$

Dari table 5.7 Brownell, diperoleh standarisasi:

$$OD = 78 \text{ in}$$

$$l_{\text{cr}} = 4,75 \text{ in}$$

$$r = 78 \text{ in}$$

koreksi:

$$\begin{aligned} ID &= OD - 2 \cdot ts \\ &= 78 - (2 \cdot 0,1875) \\ &= 77,625 \end{aligned}$$

➤ **Menentukan Tebal Head**

Konstruksi head : *Stainless steel SA. 283 Grade C*

Bentuk Head : *Flanged and Dished Head (Torispherical)*

Tebal head dihitung dengan persamaan berikut :

$$t = \frac{0,885 \cdot P \cdot rc}{f \cdot E - 0,1P} + C \quad (\text{Eq.13-12, P-258, Brownell\&Young})$$

$$t = \frac{0,885 \times 17,64 \times 78}{(12.650 \times 0,85) - (0,1 \times 17,64)} + 0,125$$

$$t = 0,2383 \text{ in}$$

$$t \text{ head standar} = 1/4''$$

➤ **Menentukan Ukuran Head**

Bentuk : *Flanged and Dished Head (Torispherical)*

Bahan : *Stainless steel SA. 283 Grade C*

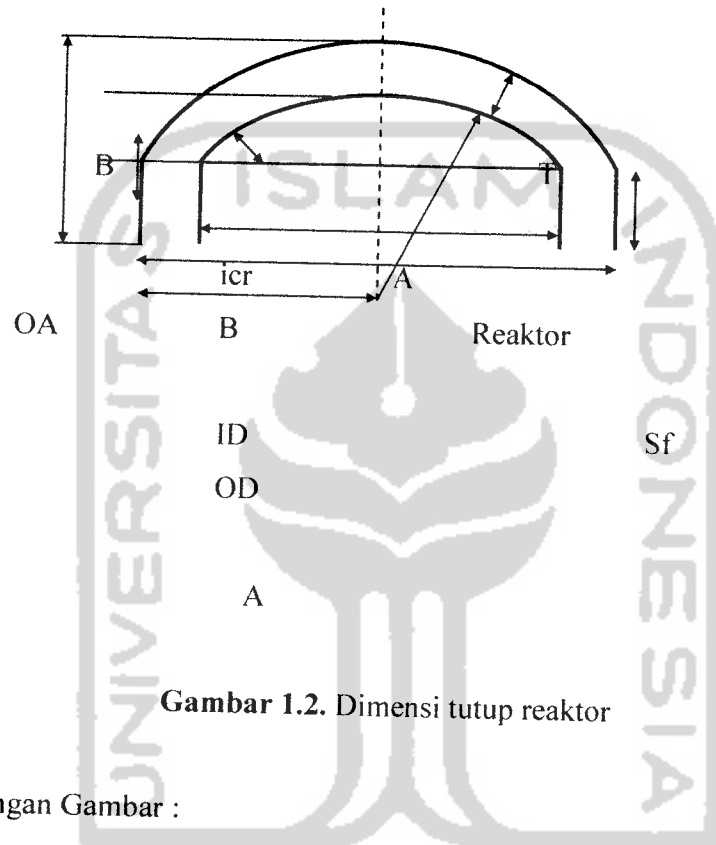
Pertimbangan yang dilakukan dalam pemilihan jenis head meliputi :

1. *Flanged & Standard Dished Head*
Umumnya digunakan untuk tekanan operasi rendah, harganya murah dan digunakan untuk tangki dengan diameter kecil.
2. *Torispherical Flanged & Dished Head*
Digunakan untuk tekanan operasi hingga 15 bar dan harganya cukup ekonomis.
3. *Elliptical Dished Head*
Digunakan untuk tekanan operasi tinggi dan harganya cukup mahal.

4. Hemispherical Head

Digunakan untuk tekanan operasi sangat tinggi, kuat dan ukuran yang tersedia terbatas.

(P-87 Brownell, 1959)



Gambar 1.2. Dimensi tutup reaktor

Keterangan Gambar :

- ID = Diameter dalam *head*
- OD = Diameter luar *head*
- t = Tebal *head*
- r = Jari-jari *disk*
- icr = Jari-jari dalam sudut *disk*
- b = Tinggi *head*
- sf = *Straight Flange*

Ukuran *Head* :

$$ID = ID \text{ shell} = 77,625 \text{ in} = 6.46875 \text{ ft}$$

$$\frac{icr}{OD} = \frac{4,75}{78} = 0,06 = 6\%$$

(memenuhi syarat untuk *icr* dari *torispherical*)

$$a = ID/2 = 38,8125 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} AB &= a - icr \\ &= (38,8125 - 4,75) \text{ in} \\ &= 34,0625 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BC &= rc - icr \\ &= (78 - 47,5) \text{ in} \\ &= 73,25 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} AC &= \sqrt{BC^2 - AB^2} \\ &= \sqrt{(73,25)^2 - (34,0625)^2} \end{aligned}$$

$$b \text{ (Deep of dish)} = rc - AC$$

$$\begin{aligned} b &= (78 - 64,8484) \text{ in} \\ &= 13,1516 \text{ in} \end{aligned}$$

$$Sf \text{ (Straight of Flange)} = 2,25 \text{ in}$$

(Tabel 5.8, P-93, Brownell&Young)

Jadi tinggi head total, $OA = Sf + b + \text{thead}$

$$= (2,25 + 13,1516 + 0.25) \text{ in}$$

$$= 2,8341 \text{ in}$$

$$= 0.236175 \text{ ft}$$

Volume head total (V_{head}) = Volume head (V_h) + Volume flange (V_{sf})

Volume sebuah *head* untuk *Torispherical dished head* adalah :

$$V_h = 0,000049 \times ID^3 \quad (\text{Eq.5-11, P-88 Brownell\&Young})$$

$$V_{s_f} = \frac{\pi}{4} ID^2 \frac{sf}{12}$$

Jadi , Volume *head* total adalah :

$$\begin{aligned}
 V_{head} &= 0,000049 \cdot ID^3 + \left(\frac{\pi}{4}\right) \cdot ID^2 \cdot Sf \\
 &= \left[0,000049 \times \left(\frac{77,625}{12} ft\right)^3\right] + \left[\frac{\pi}{4} \times \left(\frac{77,625}{12}\right)^2 \times \left(\frac{2,25}{12}\right)\right] \\
 &= 0,7552 m^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume shell (Vs)} &= \text{Volume design} - 2 \cdot \text{Volume head total} \\
 &= (9,2385 - 2 \cdot 0,7552) m^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi shell} &= H_s = \frac{4V_s}{\pi \cdot ID^2} \\
 &= 2,5324 m
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi reaktor} &= \text{Tinggi shell} + (2 \times \text{Tinggi head}) \\
 &= 2,5324 m + (2 \times 0,07198614) m \\
 &= 2,6764 m
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume cairan dalam shell (Vc)} &= \text{Volume cairan} - V_{head total} \\
 &= (7,6988 - 0,7552) m^3 \\
 &= 6,9436 m^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas permukaan cairan} &= A_t = \frac{\pi}{4} ID^2 \\
 &= 4730,1279 in^2 \\
 &= 3,0517 m^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi cairan dalam shell} &= L = \frac{V_c}{A_t} \\
 &= 2,2753 m
 \end{aligned}$$

➤ Merancang Pengaduk dalam Reaktor

	Massa (Kmol/jam)	x	Viskositas, μ (cp)	$\mu \cdot x$
TG	6970.8857	8.5802E-01	5.4721	4.6952 E+00
METANOL	1048.9107	1.2911E-01	0.539	6.9589 E-02
FFA	34.8544	4.2901E-03	0.0274	1.1738 E-04
NaOH	27.8835	3.4321E-03	673.132	2.3103 E+00
H2O	41.8253	5.1481E-03	0.911	4.6900 E-03
TOTAL	8124.3597			

Tugas pengaduk : untuk mencampur

$$D_t/D_i = 3 - 6 \longrightarrow \text{dipilih} = 3$$

$$Z_L/D_i = 2,7 - 3,9 \longrightarrow \text{dipilih} = 3,9$$

(Brown, P-507)

$$Z_i/D_i = 0,75 - 1,3 \longrightarrow \text{dipilih} = 3/4$$

Dipilih : Pengaduk tipe *flat blade turbin impeller*, 6 buah *blade* dengan 4 buah *baffle*
(Fig. 8.4, P-341, HF. Rase)

Diketahui :

$$D_i = 1.9717 \text{ m}$$

$$D_t/D_i = 1/3 \rightarrow D_t = D_i/3 = 65,7225 \text{ cm}$$

$$Z_i/D_i = 3/4 \rightarrow Z_i = 3/4 \times 1,9717 \text{ m} = 147,8756 \text{ cm}$$

$$W_i/D_t = 1/5 \rightarrow W_i = \frac{D_t}{5} = \frac{65,7225}{5} = 13,1445 \text{ cm}$$

$$W_b = 1/10 D_i \rightarrow W_b = 1/10 \times 1,9717 \text{ m} = 19,7168 \text{ cm}$$

$$L = 1/4 D_t \rightarrow L = 1/4 \times 65,7225 \text{ cm} = 16,4306 \text{ cm}$$

Ringkasan Ukuran Reaktor

- ◆ Diameter dalam reaktor (D_i) = 77,625 in
- ◆ Diameter pengaduk (D_t) = 25,875 in
- ◆ Tinggi reaktor (Z_r) : = 131.0046 in
- ◆ Tinggi cairan dalam reaktor (Z_L) = 89,5796 in
- ◆ Jarak pengaduk dari dasar (Z_i) : = 58,2188 in
- ◆ Tebal pengaduk (W_i) = 5,175 in
- ◆ Lebar pengaduk (L) = 6,46875 in
- ◆ Lebar *buffle* (W_b) = 7,7625 in

➤ Menghitung Kecepatan Pengaduk dalam Reaktor

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

Dimana :

WELH : *Water Equipment Liquid Height*

D_i : Diameter pengaduk (ft)

N : Kecepatan putaran pengaduk (rpm)

H : Tinggi pengaduk (ft)

$$\begin{aligned} WELH &= Z_L \times \left(\frac{\rho_{cairan}}{\rho_{air}} \right) \\ &= 7,4631 \text{ ft} \times \left(\frac{54,1935}{1} \right) \\ &= 6,4787 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{600}{\pi \cdot Di} \sqrt{\frac{WELH}{2Dt}} \\
 &= \frac{600}{\pi \times 2,1563} \sqrt{\frac{6,4787}{2 \times 2,1563}} \\
 &= 108,6177 \text{rpm} \\
 &= 1,8103 \text{rps}
 \end{aligned}$$

Kecepatan pengaduk (N) standar yang digunakan adalah 160 rpm (tabel 8.9 Rase, 1977, p.366)

$$\rho = 0,88 \text{ gr/cm}^3$$

$$\mu = 7,0798 \text{ gr/cm.s}$$

$$Dt = 65,7275 \text{cm}$$

$$N = 1,8103 \text{rps}$$

➤ **Menghitung Bilangan Reynold**

$$\begin{aligned}
 Nre &= \frac{N \cdot Di^2 \cdot \rho}{\mu} \\
 &= 971.9345507
 \end{aligned}$$

karena $Nre > 2100$ maka alirannya *turbulens*

dengan menggunakan kurva 3 fig 8.7 Rase, 1977 diperoleh $Np = 2$

➤ **Menghitung Power Pengaduk**

$$Np = \frac{Pa}{\rho \cdot Ni^3 \cdot Dt^5}$$

$$Pa = 2 \times 0,88 \times 1,8103^3 \times 65,7225^5$$

$$= 1,717 \text{ HP}$$

effisiensi motor elektrik untuk $Pa = 1,717 \text{ HP} = 70\%$

$$\text{Maka : Power} = \frac{Pa}{Eff}$$

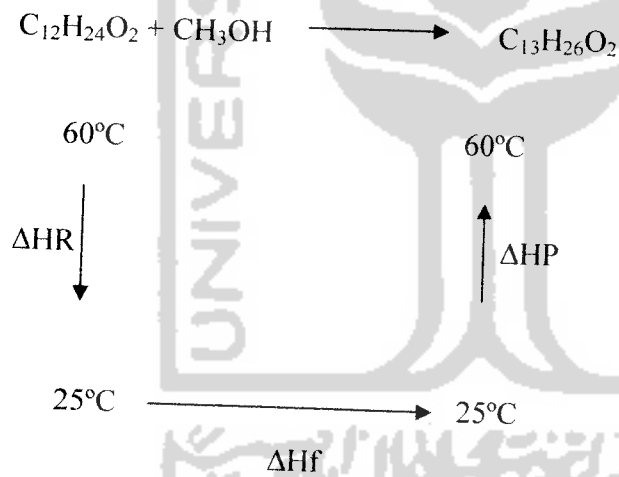
$$= 1,717 / 70\% = 2,4528 Hp$$

Digunakan Hp standar = 3 Hp (standar NEMA)

➤ **Menghitung Jumlah Pengaduk**

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Pengaduk} &= \frac{WELH}{ID} && \text{(Eq.8.9, P-345, HF.Rase)} \\ &= \frac{6,4787}{6,4688} \\ &= 1,005 \approx 2 \text{ pengaduk} \end{aligned}$$

LAMPIRAN A-3. MENGHITUNG NERACA PANAS REAKTOR REAKTOR - 01



ΔH_f TG	= -153,3096 kcal/mol
ΔH_f METANOL	= -57,416 kcal/mol
ΔH_f NaOH	= -112,193 kcal/mol
ΔH_f NaCl	= -97,324 kcal/mol
ΔH_f HCl	= -39,85 kcal/mol
ΔH_f H2O	= -68,3174 kcal/mol

$$\Delta H_f \text{ GLISEROL} = -159,16 \text{ kcal/mol}$$

$$\Delta H_f \text{ BIODISEL} = -180,063 \text{ kcal/mol}$$

Dari perhitungan NM diperoleh =

Reaktan yang bereaksi =

$$\text{TG} = 7579,9317 \text{ mol/jam}$$

$$\text{Methanol} = 22739,795 \text{ mol/jam}$$

Produk yang dihasilkan =

$$\text{Biodisel} = 22739,79498 \text{ mol/jam}$$

$$\text{Gliserol} = 7579,93166 \text{ mol/jam}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{R^{\circ}} &= \left(\sum n_i \cdot \Delta H_f^{\circ} \right)_{\text{produk}} - \left(\sum n_i \cdot \Delta H_f^{\circ} \right)_{\text{reaktan}} \\ &= -373.7914 \text{ kkal/jam} \end{aligned}$$

$$\Delta HR = \Delta HR^{\circ} \times \text{mol TG yang bereaksi}$$

$$= -2833.313267 \text{ kkal/jam}$$

Panas umpan masuk reaktor - 01

Komponen	Massa (kg/jam)	Cp (kcal/kg.K)	$\Delta HR = m \cdot Cp \cdot \Delta T$
(1)	(2)	(3)	(4)
TG	6970,8857	3091.729	282339.1918
METANOL	1048,9107	1581.3168	433221.3039
FFA	34,8544	5076.0658	2317.7516
H2O	41,8253	3194.5684	62041.3542
NaOH	27,8835	3067.0043	17869.1836
TOTAL			797788.7851

Panas keluar reaktor - 01

Komponen	Massa (kg/jam)	Cp (kcal/kg.K)	$\Delta HP = m \cdot Cp \cdot \Delta T$
----------	----------------	----------------	---

(1)	(2)	(3)	(4)
TG	2134,8893	0,1594	-86468.6286
FFA	34,8544	0,5977	-2317.7516
BIODISEL	4866,3161	4187.2519	-795825.7813
GLISEROL	697,3537	5124.3268	-324641.8291
METANOL	321,2373	0,6219	-132677.4784
H ₂ O	41,8253	1	-62041.3542
NaOH	27,8835	0,5196	-17869.1836
TOTAL	8124,3597		-301374.3965

$$\begin{aligned}\Delta H_r &= \Delta H_R + \Delta H_{f_{298}} + \Delta H_P \\ &= -493581.0753 \text{ kkal/jam}\end{aligned}$$

➤ **Kebutuhan AIR Sebagai Pendingin**

Panas dari reaktor diserap oleh *air* yang masuk pada suhu 30°C dan diharapkan keluar pada suhu 55 °C

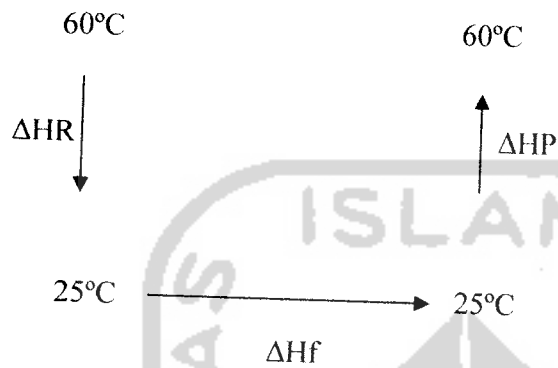
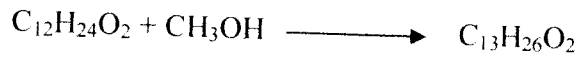
$$T_{\text{brine masuk}} = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{brine keluar}} = 55 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$C_p \text{ brine} = 1 \text{ kkal/kg }^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air} &= \frac{Q}{C_p \Delta T} \\ &= 19743.2430 \text{ kg/jam} \\ &= 5,4842 \text{ kg/dtk}\end{aligned}$$

REAKTOR-02



Dari perhitungan NM diperoleh =

Reaktan yang bereaksi =

TG = 3011,5994 mol/jam

Methanol = 9034,7981 mol/jam

Produk yang dihasilkan =

Biodisel = 31774,59311 mol/jam

Gliserol = 10591,53104 mol/jam

$$\Delta H_{R^{\circ}} = \left(\sum n_i \cdot \Delta H_f^{\circ} \right)_{produk} - \left(\sum n_i \cdot \Delta H_f^{\circ} \right)_{reaktan}$$

$$= -16946,1705 \text{ kkal/jam}$$

$$\Delta HR = \Delta HR^{\circ} \times \text{mol TG yang bereaksi}$$

$$= -51035076,52 \text{ kkal/jam}$$

Panas umpan masuk reaktor - 02

Komponen	Massa (kg/jam)	Cp (kcal/kg.K)	$\Delta HR = m \cdot Cp \cdot \Delta T$
(1)	(2)	(3)	(4)
TG	2134,8893	3091.729	86468.6286
FFA	34,8544	5076.0658	2317.7516
BIODISEL	4866,3161	4187.2519	795825.7813
GLISEROL	697,3537	5124.3268	324641.8291
METANOL	321,2373	1581.3168	132677.4784
H2O	41,8253	3194.5684	62041.3542
NaOH	27,8835	3067.0043	1786.9184
TOTAL			285292.1312

Panas keluar reaktor - 02

Komponen	Massa (kg/jam)	Cp (kcal/kg.K)	$\Delta HR = m \cdot Cp \cdot \Delta T$
(1)	(2)	(3)	(4)
TG	213,48893	3091.729	-8646.8629
FFA	34,8544	5076.0658	-2317.7516
BIODISEL	6799,7629	4187.2519	-1112017.079
GLISEROL	974,4209	5124.3268	-453625.9907
METANOL	321,2373	1581.3168	-13267.7478
H2O	41,8253	3194.5684	-62041.3542
NaOH	27,8835	3067.0043	-17869.1836
TOTAL	8124,3597		-104142.9002

$$\begin{aligned}\Delta Hr &= \Delta HR + \Delta H_{f_{298}} + \Delta HP \\ &= 178315.9178 \text{ kkal/jam}\end{aligned}$$

➤ **Kebutuhan air Sebagai Pendingin**

Panas dari reaktor diserap oleh air yang masuk pada suhu 30 °C dan diharapkan keluar pada suhu 55 °C

$$T \text{ brine masuk} = 30^\circ\text{C}$$

$$T \text{ brine keluar} = 55^\circ\text{C}$$

$$C_p \text{ brine} = 1 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan brine} &= \frac{Q}{C_p \Delta T} \\ &= 7132.6367 \text{ kg/jam} \\ &= 1.9813 \text{ kg/dtk} \end{aligned}$$

LAMPIRAN A-4. PERANCANGAN JAKET PENDINGIN

$$\text{Volume pendingin} = \text{luas selimut} + \text{tebal jaket}$$

$$\text{Luas selimut jaket} = \text{luas shell} + \text{luas bottom}$$

$$= \pi D H + \pi/4 D O A$$

$$= 10.0808 \text{ m}^2$$

REAKTOR-01

$$\text{Volume brine} = 16.2412 \text{ m}^3$$

$$\text{Tebal jaket pendingin (tj)} = \frac{\text{volume brine}}{\text{luas selimut jaket}}$$

$$= \frac{16,2412 \text{ m}^3}{10,0808 \text{ m}^2}$$

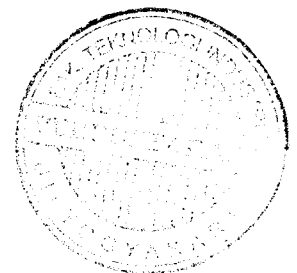
$$= 1.6111 \text{ m}$$

$$= 63.4293 \text{ in}$$

$$\text{OD shell (D1)} = \text{ID shell} + 2(\text{tebal shell})$$

$$= 74,8002 \text{ in} + 2 (3/16 \text{ in})$$

$$= 112,2651 \text{ in}$$



$$\begin{aligned}
 D2 &= D1 + 2 (\text{tebal jaket}) \\
 &= 112,2651 \text{ in} + 2 (44,869989) \text{ in} \\
 &= 75.1752 \text{ in} = 6.2646 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi jaket} &= \text{tinggi cairan dalam reactor} \\
 &= 2.2753 \text{ m}
 \end{aligned}$$

➤ **Tebal dinding shell**

$$D_e = \frac{D_2^2 - D_1^2}{D_1}$$

Dimana : D1 = inside diameter jaket, ft

D2 = outside diameter reactor, ft

$$D_1 = 6.2646 \text{ ft}$$

$$D_2 = 16.8361 \text{ ft}$$

$$D_e = 38.9826 \text{ ft}$$

$$r = 19.4913 \text{ ft} = 233.8957 \text{ in}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Phidrostatik} &= \rho \times g/gc \times H \\
 &= 0,001 \text{ kg/m}^3 \times 1 \times 19,8957 \text{ m} \\
 &= 0,0051 \text{ kg/m}^2 \\
 &= 7,299\text{E}-06 \text{ psia}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P \text{ design} &= P \text{ operasi} + P \text{ hidrostatik} \\
 &= 14,7 + 7,299\text{E}-06 \\
 &= 1,47\text{E}+01
 \end{aligned}$$

$$\text{Over design tekanan } 10\% = 1,617\text{E}+01$$

Bahan : Stainless Steel SA-283 Grade C

$$f = 12.650 \text{ psia}$$

$$E = 0,85$$

$$C = 0,125 \text{ in}$$

$$t_{\min} = \frac{P \cdot r}{f \cdot E - 0,6P} + C \quad (\text{Eq. 13.1, P-254, Brownell and Young})$$

$$t_{\min} = \frac{1,617E + 01 \text{ psia} \times 233,8957 \text{ in}}{(12.650 \times 0,85) - (0,6 \times 1,617E + 01 \text{ psia})} + 0,125$$

$$t_{\min} = 0,477 \text{ in}$$

$$t_{\text{shell standar}} = 7/16 \text{ ''}$$

➤ **Menentukan Tebal *bottom***

Konstruksi *head* : *Stainless steel SA. 283 Grade C*

Bentuk *Head* : *Flanged and Dished Head (Torispherical)*

tebal *head* dihitung dengan persamaan berikut :

$$t = \frac{0,885 \cdot P \cdot rc}{f \cdot E - 0,1P} + C \quad (\text{Eq.13-12, P-258, Brownell & Young})$$

$$t = \frac{0,885 \times 1,617E + 01 \times 202,0337}{(12.650 \times 0,85) - (0,1 \times 1,617E + 01)} + 0,125$$

$$t = 0,3939 \text{ in}$$

$$t_{\text{head standar}} = 1 \frac{1}{4} \text{ ''}$$

$$ID = ID_{\text{shell}} = 202,0337 \text{ in} = 16,8361 \text{ ft}$$

$$\text{Harga } icr \text{ (inside corner radius)} = 6\% \times ID \quad (\text{P-88, Brownell & Young})$$

$$icr = 6\% \times 202,0337 \text{ in}$$

$$= 12,122 \text{ in}$$

$$OD = ID + (2 \times t_{\text{shell}})$$

$$= 204,5337 \text{ in}$$

$$a = ID/2 = 101,0169 \text{ in}$$

$$Sf \text{ (Straight of Flange)} = 4 \frac{1}{2} \text{ in} \quad (\text{Tabel 5.8, P-93, Brownell & Young})$$

$$AB = a - icr$$

$$= 88,8948 \text{ in}$$

$$BC = rc - icr$$

$$= 189,947 \text{ in}$$

$$AC = \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

$$= 167,8218 \text{ in}$$

$$b \text{ (Deep of dish)} = rc - AC$$

$$= 34,2119 \text{ in}$$

$$OA \text{ (Tinggi head bagian dalam)} = Sf + b + \text{thead}$$

$$= 39,9619 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi jaket} = \text{Tinggi shell} + \text{tinggi bottom}$$

$$= 3,2904 \text{ m}$$

REAKTOR-02

$$\text{Volume brine} = 5.8675 \text{ m}^3$$

$$\text{Tebal jaket pendingin (tj)} = \frac{\text{volume brine}}{\text{luas selimut jaket}}$$

$$= \frac{5,8675 \text{ m}^3}{10,0808 \text{ m}^2}$$

$$= 0,582 \text{ m} = 22,9151 \text{ in}$$

Diameter jaket pendingin

$$OD \text{ shell (D1)} = ID \text{ shell} + 2(\text{tebal shell})$$

$$= 74,8002 \text{ in} + 2(3/16 \text{ in})$$

$$= 75,1752 \text{ in}$$

$$D2 = D1 + 2(\text{tebal jaket})$$

$$= 75,1752 \text{ in} + 2(22,9151 \text{ in})$$

$$= 121,0054 \text{ in} = 10,0838 \text{ ft}$$

Tinggi jaket = tinggi cairan dalam reaktor

$$= 2.2753 \text{ m}$$

Tebal dinding shell

$$De = 9.9667 \text{ ft}$$

$$r = 4.9833 \text{ ft} = 59.8002 \text{ in}$$

$$AC = \sqrt{BC^2 - AB^2}$$
$$= 100.5146 \text{ in}$$

$$b \text{ (Deep of dish)} = rc - AC$$
$$= 20.4908 \text{ in}$$

$$OA \text{ (Tinggi head bagian dalam)} = Sf + b + \text{thead}$$
$$= 24.6158 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi jaket} = \text{Tinggi shell} + \text{tinggi bottom}$$
$$= 2.9006 \text{ m}$$



$$t_{\min} = \frac{1,617E + 01 \text{ psia} \times 59,8002 \text{ in}}{(12.650 \times 0,85) - (0,6 \times 1,617E + 01 \text{ psia})} + 0,125$$

$$t_{\min} = 0,215 \text{ in}$$

$$t_{\text{shell standar}} = 1 \frac{1}{4} \text{ ''}$$

➤ **Menentukan Tebal bottom**

Konstruksi head : *Stainless steel SA. 283 Grade C*

Bentuk Head : *Flanged and Dished Head (Torispherical)*

Tebal head dihitung dengan persamaan berikut :

$$t = \frac{0,885 \cdot P \cdot rc}{f \cdot E - 0,1P} + C \quad (\text{Eq. 13-12, P-258, Brownell\&Young})$$

$$t = \frac{0,885 \times 1,617E + 01 \times 121,0054}{(12.650 \times 0,85) - (0,1 \times 1,617E + 01)} + 0,125$$

$$t = 0,286 \text{ in}$$

$$t_{\text{head standar}} = 0,625 \text{ ''}$$

$$ID = ID_{\text{shell}} = 10.0838 \text{ ft} = 121.0054 \text{ in}$$

$$\text{Harga icr (inside corner radius)} = 6\% \times ID$$

$$(P-88, \text{Brownell\&Young})$$

$$\text{icr} = 6\% \times ID$$

$$= 7.2603 \text{ in}$$

$$OD = ID + (2 \times t_{\text{shell}})$$

$$= 122.2554 \text{ in}$$

$$a = ID/2 = 60.5027 \text{ in}$$

$$Sf \text{ (Straight of Flange)} = 3 \frac{1}{2} \text{ in}$$

$$(\text{Tabel 5.8, P-93, Brownell\&Young})$$

$$AB = a - \text{icr}$$

$$= 53.2424 \text{ in}$$

$$BC = rc - \text{icr}$$

$$= 113.7450 \text{ in}$$

*Prarancangan Pabrik Biodiesel
 Dari Minyak kelapa dan Metanol
 Kapasitas 50.000 ton/tahun*

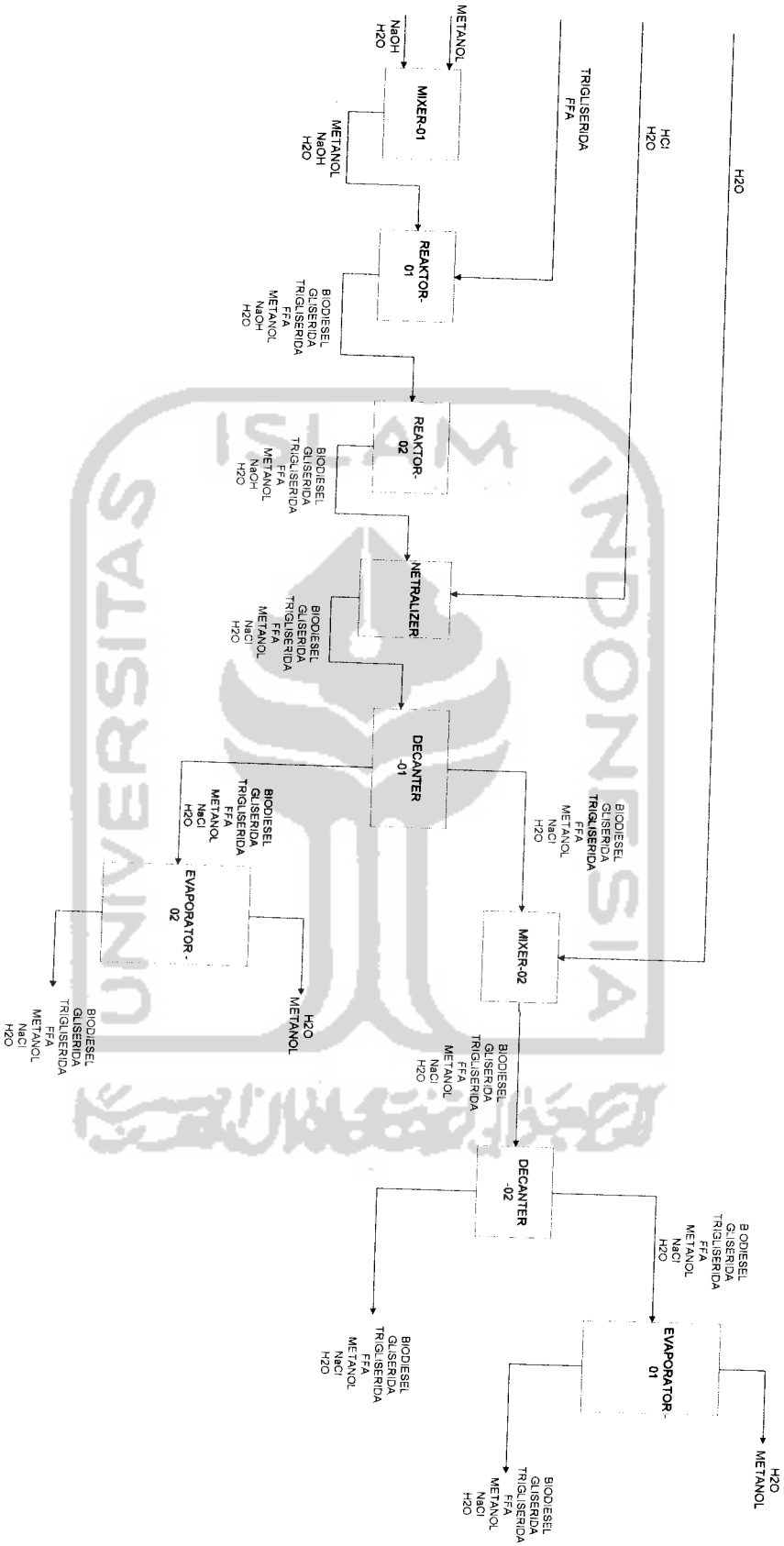


DIAGRAM ALIR KUALITATIF PABRIK BIODIESEL

*Prarancangan Pabrik Biodiesel
 Dari Minyak kelapa dan Metanol
 Kapasitas 50.000 ton/tahun*

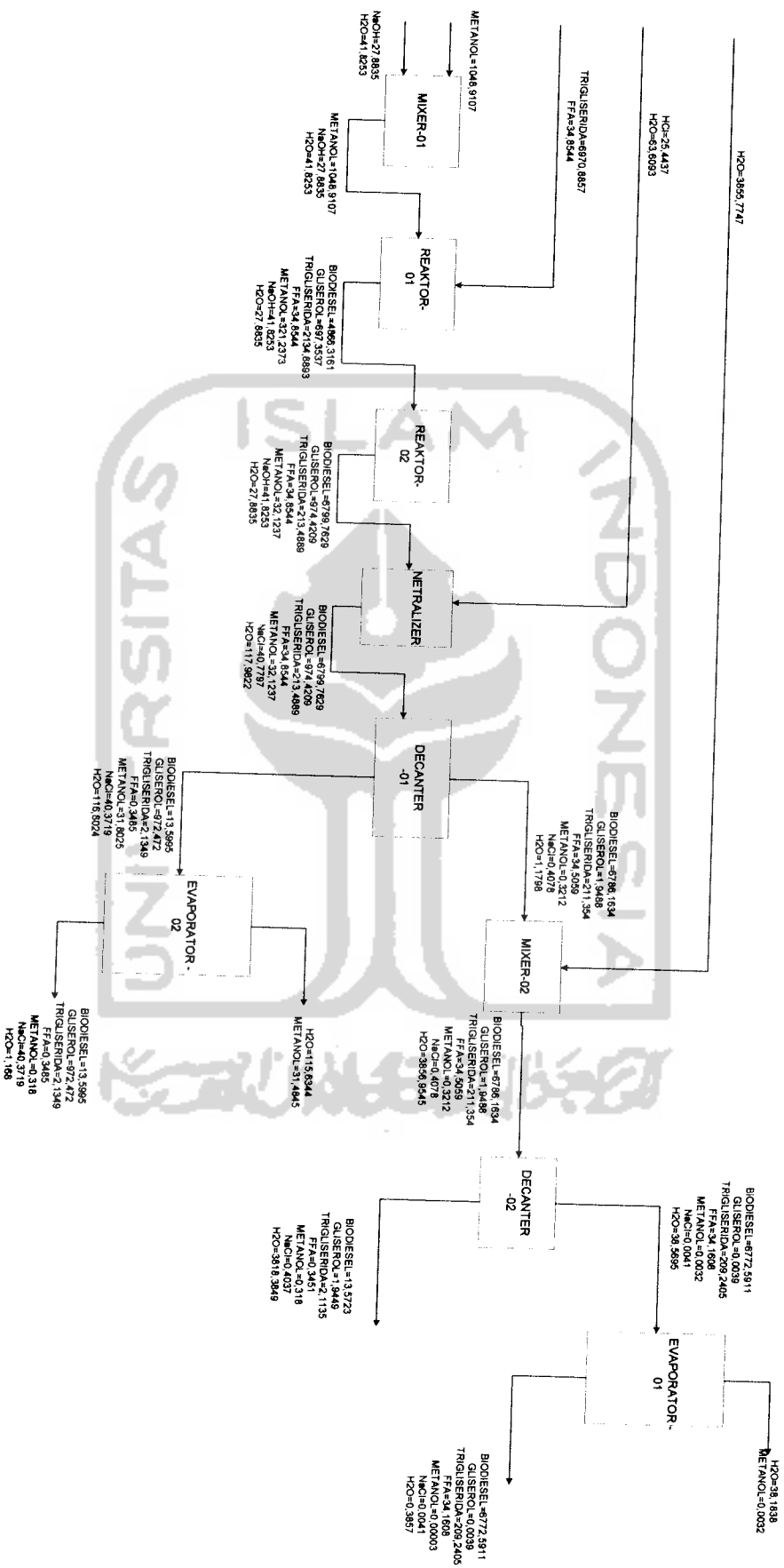
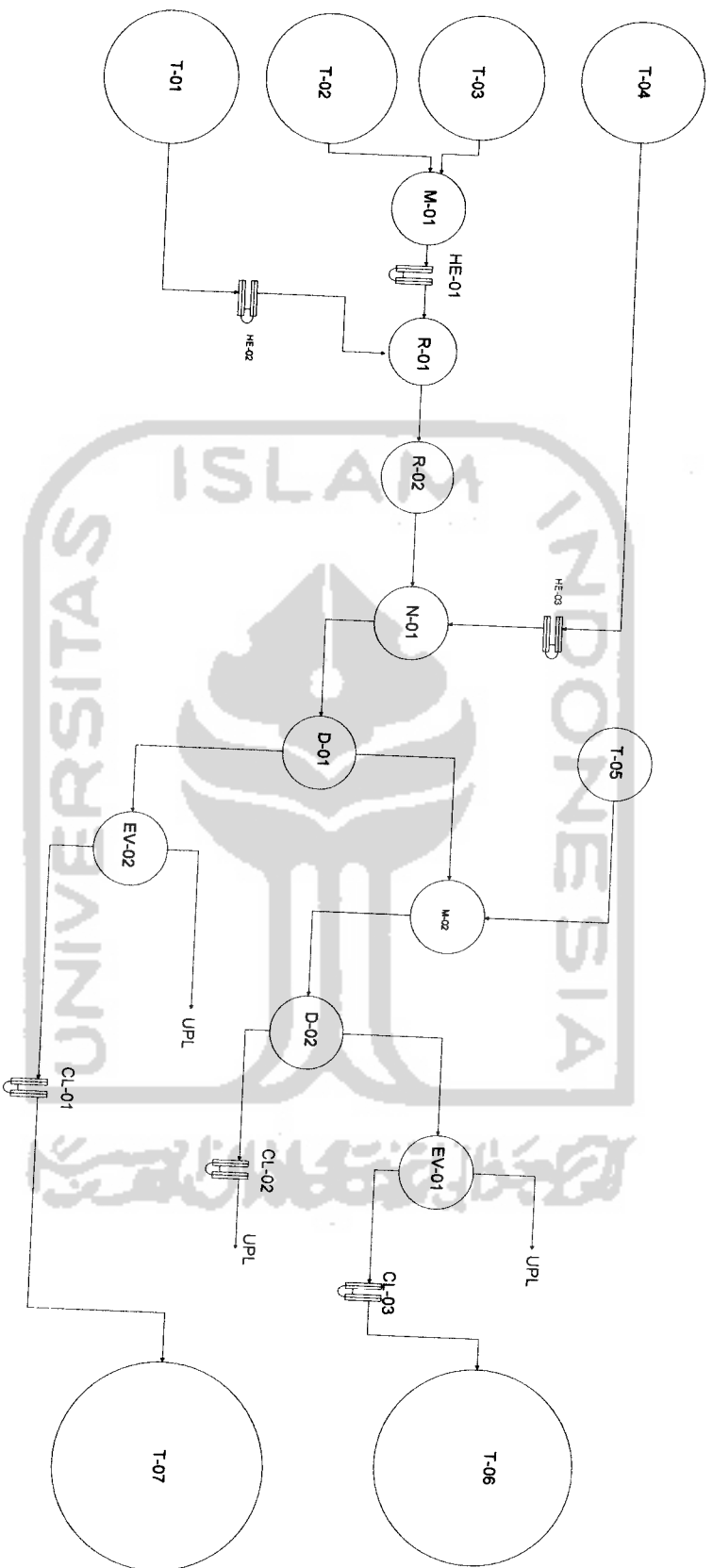


DIAGRAM ALIR KUANTITATIF PABRIK BIODIESEL

*Prarancangan Pabrik Biodiesel
Dari Minyak kelapa dan Metanol
Kapasitas 50.000 ton/tahun*



Lay Out Alat Proses