

**PRA RANCANGAN PABRIK FUEL GRADE ETANOL
DARI PATI SINGKONG
KAPASITAS 5.000.000 LITER / TAHUN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia



Oleh :

Nama : Tirto Indro Prasetyadi Nama : Femri Noviawan

No. Mahasiswa : 03 521 077 No. Mahasiswa : 04 521 048

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2011**

**PRA RANCANGAN PABRIK FUEL GRADE ETANOL
DARI PATI SINGKONG
KAPASITAS 5.000.000 LITER / TAHUN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia



Oleh :

Nama : Tirto Indro Prasetyadi Nama : Femri Noviawan

No. Mahasiswa : 03 521 077

No. Mahasiswa : 04 521 048

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2011**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL TUGAS PRA RANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Tirta Indro Prasetyadi Nama : Femri Noviawan

No. Mahasiswa : 03 521 077 No. Mahasiswa : 04 521 048

Yogyakarta, Februari 2011

Menyatakan bahwa hasil Pra Rancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka asaya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun. Demikianlah surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Tirta Indro Prasetyadi

Femri Noviawan

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK FUEL GRADE ETANOL DARI PATI SINGKONG KAPASITAS 5.000.000 LITER/TAHUN

TUGAS AKHIR



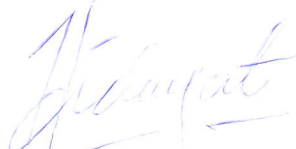
Oleh :

Nama : Tirta Indro Prasetyadi Nama : Femri Noviawan

No. Mahasiswa : 03 521 077 No. Mahasiswa : 04 521 048

Yogyakarta, Februari 2011

Dosen Pembimbing Tugas Akhir


Arif Hidayat, ST., MT.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK FUEL GRADE ETANOL DARI PATI SINGKONG KAPASITAS 5.000.000 LITER/TAHUN

Oleh :

Nama : Tirto Indro Prasetyadi Nama : Femri Noviawan
No. Mahasiswa : 03 521 077 No. Mahasiswa : 04 521 048

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

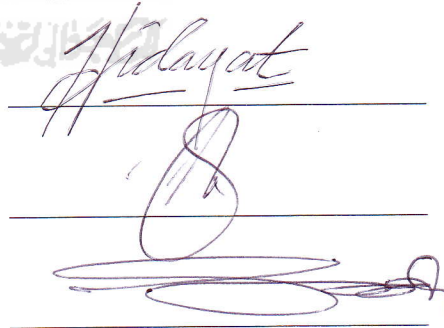
Yogyakarta, Februari 2011

Tim Penguji,

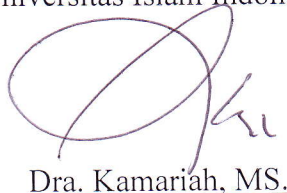
Arif Hidayat, ST., MT.
Ketua

Ir. Bachrun Sutrisno, M.Sc.
Anggota I

DR. Suharno Rusdi
Anggota II



Mengetahui:
Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Dra. Kamariah, MS.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, atas limpahan rahmat-Nya kami dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini.

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul Pra Rancangan Pabrik Fuel Grade Etanol dari Pati Singkong dengan Kapasitas 5.000.000 Liter/Tahun ini disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah didapat dibangku kuliah, dan sebagai satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Atas terselesainya laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Gumbolo Hadi Susanto, Ir. M.Sc. selaku Dekan FTI.
2. Ibu Dra. Kamariah Anwar, MS., selaku ketua jurusan Teknik Kimia.
3. Bapak Arief Hidayat, ST., MT., selaku dosen pembimbing yang penuh kesabaran dan kebijaksanaan dalam membimbing sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Orang tua dan saudara-saudari kami yang telah dengan tulus memberikan dorongan dan motivasi baik berupa materi maupun mental.

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

Kami menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini masih banyak kekurangan dan kelemahan serta jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Wassalamualaikum Wr. Wb.



Yogyakarta, Februari 2011

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR	iii
ABSTRACT	vi
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tinjauan Pustaka	4
BAB II. PERANCANGAN PRODUK	
2.1 Spesifikasi Bahan Baku	14
2.2 Bahan Baku Pembantu	15
2.3 Spesifikasi Produk	16
2.4 Pengendalian Produksi	17
BAB III. PERANCANGAN PROSES	
3.1 Uraian Proses	21
3.2 Neraca Massa	23
3.3 Neraca Panas	30
3.4 Spesifikasi Alat	38
3.5 Perencanaan Produksi	99

BAB IV. PERANCANGAN PABRIK

4.1	Lokasi Pabrik	102
4.2	Tata Letak Pabrik	105
4.3	Tata Letak Alat Proses	109
4.4	Spesifikasi Alat Utilitas	113
4.5	Pelayanan Teknis (Utilitas)	142
4.6	Organisasi Perusahaan	162
4.7	Evaluasi Ekonomi	186

BAB V. PENUTUP

5.1	Kesimpulan	205
-----	------------	-----

DAFTAR PUSTAKA	207
----------------	-----

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Proyeksi Kebutuhan Bioetanol	3
Tabel 1.2	Karakteristik Etanol	5
Tabel 3.1	Neraca Massa Overall	23
Tabel 3.2	Neraca Massa Reaktor	24
Tabel 3.3	Neraca Massa Netralizer	25
Tabel 3.4	Neraca Massa Filter	26
Tabel 3.5	Neraca Massa Fermenter	27
Tabel 3.6	Neraca Massa Separator	28
Tabel 3.7	Neraca Massa MD-101	29
Tabel 3.8	Neraca Massa MD-102	29
Tabel 3.9	Neraca Massa Absorber-101	30
Tabel 3.9	Neraca Panas R-101	31
Tabel 3.10	Neraca Panas Netralizer-101	31
Tabel 3.11	Neraca Panas Filter-101	32
Tabel 3.12	Neraca Panas Fermenter-101	32
Tabel 3.13	Neraca Panas MD-101	33
Tabel 3.14	Neraca Panas MD-102	34
Tabel 3.15	Neraca Panas HE-101	34
Tabel 3.16	Neraca Panas HE-102	35
Tabel 3.17	Neraca Panas CL-101	35
Tabel 3.21	Neraca Panas CL-102	36
Tabel 3.22	Neraca Panas CL-103	36

Tabel 3.23	Neraca Panas CL-104	37
Tabel 3.24	Neraca Panas CL-105	37
Tabel 4.1	Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik	107
Tabel 4.2	Kebutuhan Air Untuk Pendingin dan air proses	153
Tabel 4.3	Kebutuhan Steam	154
Tabel 4.4	Konsumsi Listrik Untuk Keperluan Alat Proses	158
Tabel 4.5	Konsumsi Listrik Untuk Keperluan Alat Utilitas	159
Tabel 4.6	Jadwal Kerja Karyawan <i>Shift</i>	176
Tabel 4.7	Perincian Golongan dan Gaji	178
Tabel 4.8	Harga Indeks	187
Tabel 4.9	<i>Physical Plant Cost</i>	195
Tabel 4.10	<i>Direct Plant Cost</i>	195
Tabel 4.11	<i>Fixed Capital Investment</i>	196
Tabel 4.12	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	196
Tabel 4.13	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	197
Tabel 4.14	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	197
Tabel 4.15	<i>Total Manufacturing Cost</i>	197
Tabel 4.16	<i>Working Capital</i>	198
Tabel 4.17	<i>General Expense</i>	198
Tabel 4.18	Total Biaya Produksi	198
Tabel 4.19	<i>Fixed Cost</i>	199
Tabel 4.20	<i>Variable Cost</i>	199
Tabel 4.21	<i>Regulated Cost</i>	200
Tabel 4.22	Ringkasan Evaluasi Ekonomi	203

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1	Tata Letak Pabrik Etanol	108
Gambar 4.3	Struktur Organisasi Perusahaan	185
Gambar 4.4	Grafik Harga Indeks	188
Gambar 4.5	Grafik Evaluasi Ekonomi	204



ABSTRACT

Preliminary plant design of Fuel Grade Ethanol with capacity 5.000.000 litre/year will be built in Menggala, North Lampung, in the area of land 3.390 m². This chemical plant will operate during 330 days/year or 24 hours a day with 155 employees.

Raw materials needed are cassava starch 584,5959 kg/hour, water 1.998,9821 kg/hour. The hydrolisis process the produce glukosa operates at 100°C temperature, and at 1 atm pressure using Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR) with conversion 97%, and the fermentation process to obtain ethanol operates at 35°C of temperature. The utiliy consist of 646.8411,1718 kg/hour of cooling water, 271.8395,9119 kg/hour of processing water, 1.4583 m³/hour of housing water, 371.1672 kg/hour of steam, 38.343,2599 kg/hour of fuel while the power of electricity of about 350 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 US\$ 12.682.372,01, working capital of about US\$ 1.178.253,10. The profit before tax is US\$ 2.248.719,39 while the profit after tax is US\$ 1.911.411,48. Percentage of return on investment (ROI) before tax is 17,7311 % while after tax is 15,0714 %. Pay out time (POT) before tax is 4,9429 years while after tax is 5,6911 years. The value of break even point (BEP) for about 31,9186 % and shut down point (SDP) of about 14,6401 %. Based on the economic analysis, it is concluded that plant design of Fuel Grade Ethanol with capacity 5.000.000 litre/year interesting to built.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia khususnya industri kimia pada saat ini mengalami peningkatan kualitas maupun kuantitas, sebagai bentuk usaha pengembangan Indonesia dari negara berkembang menjadi negara industri, maka pengembangan di sektor perindustrian menjadi fokus yang menarik untuk selalu ditangani.

Kebutuhan ethanol di Indonesia cenderung meningkat dengan persentase peningkatan rata-rata sebesar 33,4% per tahun (BPS, 2002). Untuk memenuhi kebutuhan ethanol dalam negeri dan ekspor, sebagai salah satu alternatif ekspor non migas Indonesia, maka perlu didirikan Pabrik Ethanol dalam skala industri di Indonesia.

Kekuatan ekonomi Indonesia akan meningkat apabila mampu menghasilkan sendiri sebagian besar produk kebutuhan utama, termasuk didalamnya produk-produk industri. dimana ethanol banyak digunakan untuk produk-produk kosmetika, farmasi, dan bahan baku pembuatan senyawa-senyawa lain.

Kegunaan Etanol:

- a. Sebagai bahan campuran kosmetik misal *toner*.
- b. Etanol 70% dapat digunakan sebagai desinfektan.
- c. Sebagai bahan baku pembuatan asam karboksilat, etilen, ester.
- d. Bahan dasar spirtus (campuran metanol + etanol + zat warna *metilen blue*).
- e. Campuran etanol dengan gasolin dapat digunakan sebagai bahan bakar (Gasohol).

Salah satu kegunaan ethanol adalah sebagai bahan bakar, dan dewasa ini persediaan bahan bakar fosil semakin menipis dengan harga pasar yang tidak stabil sehingga bisa memberi pengaruh pada hajat hidup penduduk dunia.

Indonesia mempunyai prospek sebagai penghasil bahan energi alternatif khususnya bahan bakar, dengan luas wilayah dan ragam hasil bumi Indonesia bisa diproyeksikan sebagai salah satu penghasil bahan bakar alternatif, salah satu dari bahan bakunya adalah singkong.

Ditinjau dari bahan bakunya, pendirian pabrik Ethanol dengan bahan baku Singkong ini sangat prospektif, karena tanaman singkong mudah dibudidayakan.

Data statistik yang diterbitkan oleh Departemen Energi Dan Sumber Daya Mineral tentang kebutuhan biotanol di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung meningkat seperti terlihat pada tabel 1.1 sebagai berikut :

Tabel 1.1. Proyeksi Kebutuhan Bioetanol

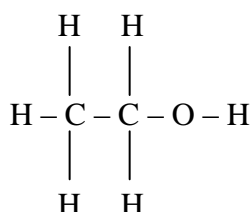
Tahun	Jumlah (liter)
2006	1.710.000.000
2007	1.750.000.000
2008	1.780.000.000
2009	1.820.000.000
2010	1.850.000.000
2011	1.885.000.000
2012	1.920.000.000
2013	1.955.000.000
2014	1.990.000.000
2015	2.025.000.000

berdasarkan data diatas, direncanakan pendirian pabrik etanol dengan kapasitas 5.000.000 liter/tahun diharapkan dapat membantu dalam mencukupi kebutuhan etanol dalam negeri.

1.2 Tinjauan Pustaka

Alkohol dalam ilmu kimia adalah senyawa organik alifatik yang strukturnya dari alkana, dimana satu atau lebih atom H yang ada diganti dengan sebuah atau lebih gugus fungsional (OH), dan mempunyai rumus umum $C_nH_{2n+1}OH$. Sedangkan istilah alkohol dalam industri biasanya digunakan untuk menyebutkan senyawa ethanol atau disebut juga ethyl alkohol, yang rumus kimianya adalah C_2H_5OH . Sesungguhnya ethanol termasuk golongan alkohol primer, yaitu alkohol yang gugus hidroksilnya terikat pada karbon primer (utama). Etanol (disebut juga etil-alkohol atau alkohol saja), adalah alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Karena sifatnya yang tidak beracun bahan ini banyak dipakai sebagai pelarut dalam dunia farmasi dan industri makanan dan minuman. Etanol tidak berwarna dan tidak berasa tapi memiliki bau yang khas (bau vodka). Bahan ini dapat memabukkan jika diminum. Etanol sering ditulis dengan rumus EtOH. Rumus molekul etanol adalah C_2H_5OH atau rumus empiris C_2H_6O .

Gambar 1.2. Struktur Molekul Etanol (C_2H_5OH)



(*Wikipedia Indonesia, ensiklopedia bebas berbahasa Indonesia*)

Etanol merupakan suatu zat yang bersifat jernih, cairan yang tidak terlarutkan, seringkali bersifat ramah namun jika etanol dalam larutan yang

berkonsentrasi tinggi etanol akan bersifat mambakar. Etanol mempunyai titik didih pada 78,5 °C dan titik beku pada – 114,5 °C. Etanol CH₃CH₂OH merupakan jenis alkohol, dimana merupakan suatu senyawa yang memiliki gugus hidroksil, -OH yang terikat dengan rantai atom karbon.

Tabel 1.2. Karakteristik etanol.

Rumus Molekul	C ₂ H ₅ OH
Massa Molekul	46,06844x10 ⁻²³² g/mol
Wujud	Cairan bening
Densitas	0,789 g/cm ³
Titik beku	-114,3 °C (158,8 K)
Titik didih	78,4 C (351,6 K)
Kelarutan dalam air	Dapat larut.

Sumber : WIKIPEDIA Indonesia, tanggal 30 Maret 2010.

Berdasarkan atas letak radikal OH pada atom C, alkohol dapat dibedakan atas alkohol primer, alkohol sekunder dan alkohol tersier. Di bawah ini adalah merupakan penjelasan tentang penggolongan alkohol tersebut :

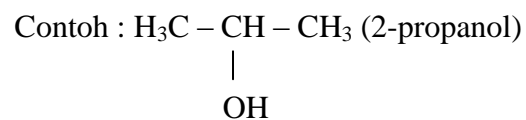
1. Alkohol primer

Apabila suatu alkohol di mana gugus hidroksil (OH) terikat pada atom karbon primer yaitu atom karbon yang mengikat satu atom karbon yang lain.

Contoh: H₃C – CH₂ – OH (etanol)

2. Alkohol sekunder

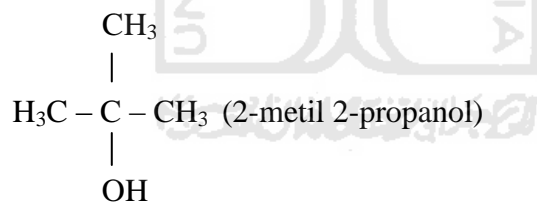
Apabila alkohol dimana gugus hidroksil (-OH) terikat pada atom sekunder, yaitu atom karbon yang mengikat dua atom karbon yang lain.



3. Alkohol tersier

Apabila alkohol dimana gugus hidroksil (-OH) terikat pada atom karbon tersier yaitu atom karbon yang mengikat tiga atom karbon yang lain.

Contoh :



Alkohol atau ethanol mempunyai sifat-sifat fisis yaitu (Sabirin, 1997):

1. Sifatnya mudah menguap dan mudah terbakar.
2. Mempunyai bau dan rasa yang khas.
3. Dapat bercampur dengan air, metyl alkohol, eter, khloroform dan aseton.
4. Apabila dicampur dengan air akan terjadi peristiwa kontraksi atau penyusutan volume.

5. Pada temperatur kamar dapat berupa zat cair dan tidak berwarna.
6. Sifat-sifat fisis lain (Perry, 1986):
 - Berat molekul : 46,068
 - Berat jenis : 0,789 gr/ml
 - Titik didih : 78,568⁰C
 - Titik beku : - 122 ⁰C
 - Panas spesifik : 0,618 cal/gr (23 ⁰C)
 - Indeks bias : 1,365 (15 ⁰C)
 - Tegangan permukaan : 22,300 dyne/cm (20 ⁰C)
 - Titik nyala api : 12,067 ⁰C
 - Spesifik gravity : 0,816 (25,56 ⁰C)
 - Viskositas : 0,0141 poise (120 ⁰C)

Pada dasarnya proses pembuatan alkohol ada tiga macam yaitu :

1.2.1. Cara Hidrasi Langsung Dengan Katalis

Proses ini adalah proses hidrasi ethylene dengan memakai katalisator asam fosfat, pada suhu 300 °C dan tekanan tinggi dengan perbandingan etilen dan air 1:0,6 sehingga reaksi sebagai berikut:



Alkohol yang terbentuk dari hasil reaksi, didinginkan dan dilewatkan dalam Scrubber dimana alkohol dilarutkan dalam air, sedangkan gas-gas yang keluar dikembalikan dalam proses.

Seperti reaksi eksotermis lainnya, katalis diperlukan untuk menyesuaikan kecepatan reaksi pada suhu rendah. Karena mekanisme reaksi melewati ion karbonium, katalis yang cocok untuk reaksi ini adalah donor proton. Yang banyak digunakan adalah H_3PO_4 dengan pembawa seperti tanah diatomae, bentonite, alumina gel, dan opoka.

Etilen dan air bebas garam dengan rasio mol 1 : 2 dipanaskan hingga mencapai suhu reaksi 250 – 300 °C dengan tekanan 60 – 80 bar. Karena reaksi eksotermis, gas keluar dari reaktor sekitar 50 °C lebih panas. Gas yang dipisahkan dari kondensat yang terbentuk dicuci dengan air dalam absorber untuk mengambil sebanyak mungkin etanol dari gas kemudian etilen yang tidak terkonversi diumpankan kembali ke reaktor dengan *recycle* gas dari kompresor. Karena sekitar 4 – 5 % dari umpan etilen ke reaktor yang terkonversi, perpindahan panas dari *recycle* gas penting untuk menghemat energi.

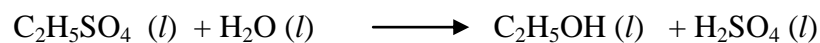
Cairan *crude* etanol yang terbentuk sebagai hasil bawah pada adsorber diekspansi dan etilen yang terlarut dalam *crude* etanol dipisahkan dan dikompresi kembali. Etanol dimurnikan dengan distilasi seperti sistem purifikasi pada fermentasi.

1.2.2. Cara Hidrasi Tidak Langsung

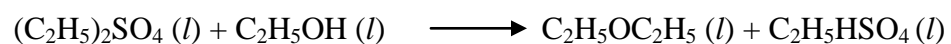
Dalam proses ini alkohol dibuat dengan penyerapan etilen dari proses *cracking*. Hasil dari proses *cracking* dipompa dari bawah menara penyerap (absorber), kemudian dari atas disemurkan asam sulfat pekat, sehingga reaksi sebagai berikut :



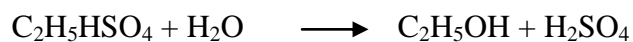
Etilen diabsorpsi dalam H_2SO_4 dengan kadar 95 – 98 % dalam kolom *absorber*. Sekitar 1,4 mol etilen per mol H_2SO_4 diserap dalam reaksi ini. Karena reaksi eksotermis, diperlukan pendingin pada menara *absorber*. Konsentrasi etilen umpan kira-kira 35 %, tetapi harus tidak mengandung apa-apa kecuali inert seperti metana, etana, propana dan selebihnya tidak boleh ada karena akan membentuk resin. Absorpsi etilen tergantung dari tekanan, sehingga tekanan reaksi antara 10 – 35 bar dipilih tergantung dari konsentrasi etilen umpan. Suhu reaksi berkisar antara 68 – 85 °C. Suhu tinggi akan membentuk resin. Gas yang melewati menara *absorber* kemudian masuk ke *scrubber* yang mengandung kaustik. Hidrolisa dari etil sulfat dapat dilihat pada reaksi berikut :



Biasanya terjadi dalam dua langkah. Yang pertama terjadi pada suhu 70 °C dan yang kedua pada suhu 100 °C. Banyak air yang ditambahkan sehingga konsentrasi H_2SO_4 menjadi 40-55 %. Langkah ini dilakukan untuk mengurangi reaksi samping.



Dari proses tersebut dihasilkan ethyl hidrogensulfat, selanjutnya didinginkan dan dicampur dengan air dan dilakukan proses hidrolisa, dimana akan terbentuk alkohol, sedangkan asam sulfat dapat diambil kembali.



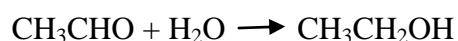
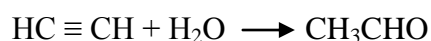
Uap alkohol diserap dengan air dan diperoleh larutan alkohol dengan kadar sekitar 5%, kemudian dipekatkan dengan rectifying column, sehingga akan dihasilkan alkohol dengan kadar 95 %, sedangkan H_2SO_4 cair dipekatkan untuk dipakai kembali.

Etanol yang terbentuk dipisahkan bersama eter dari kolom *stripper*, kemudian dicuci dengan soda kaustik sehingga bebas asam, kemudian dipisahkan dari eter dan dipekatkan dengan dua kolom distilasi.

Pemekatan kembali cairan H_2SO_4 dalam proses ini akan menambah biaya. Langkah ini membutuhkan panas tinggi dan karena adanya sifat korosif yang tinggi. Silumin, tantalum, dan timah hitam digunakan dalam proses ini. Alat absorpsi dan distilasi etanol dibuat dari baja ringan. Timah hitam dan batu bata yang tahan terhadap asam digunakan dalam seksi hidrolisa.

Reduksi Acetaldehyde

Di Switzerland, etil alkohol diproduksi dengan cara membuat acetaldehyde dari actylene, kemudian direaksikan atau direduksi menjadi alkohol oleh katalis hidrogenasi Cu dan Ni.



1.2.3. Cara Fermentasi

Yaitu yang proses pembuatan alkohol dengan bantuan aktivitas kehidupan dari mikroba.

Pengertian Fermentasi

Fermentasi berasal dari bahasa latin "*fervere*" yang berarti 'mendidih'. Istilah Fermentasi dulu dipakai untuk menyatakan perubahan-perubahan/penguraian dari karbohidrat dengan pembentukan gas yaitu CO₂. Keterangan yang bersifat ilmiah ini pertama kali diberikan oleh ahli kimia Perancis Louis Pasteur, dimana fermentasi adalah proses peruraian gula menjadi alkohol dan karbon dioksida yang disebabkan oleh aktivitas sel-sel yeast. Ada yang berpendapat bahwa penguraian gula dilakukan oleh sel-sel yeast yang hidup dan berkembang biak di dalam cairan fermentasi tanpa pemberian udara. Dengan adanya udara, pertumbuhan ragi akan lebih cepat, tetapi konsumsi gula menurun. Hal tersebut menunjukkan bahwa adanya udara, 1 gram yeast hanya dapat memproses 4-10 gram gula, sedangkan bila tidak ada udara, yeast dapat memproses 60-80 gram gula.

Keterangan tersebut disempurnakan oleh *Buchner*, memperlihatkan bahwa fermentasi dapat dijalankan dalam larutan gula dengan menggunakan perasan yang berasal dari sel-sel yeast yang telah mati. Kemudian diketahui bahwa cairan ini mengandung suatu zat aktif yang mampu memecah molekul gula dan diberi nama ferment, enzim atau zymase. Jadi menurut *Bucher*, yang menyebabkan

proses fermentasi adalah bukan sel-sel yang hidup, melainkan oleh enzim yang dihasilkan.

Sekarang, fermentasi berarti disimilasi anaerobik dari senyawa-senyawa organik karena aktivitas mikroorganisme atau sel-sel lainnya. Dalam pengertian yang lebih luas ini, fermentasi tidak hanya berarti proses disimilasi anaerobik seperti pembuatan alkohol, *butanol-aseton*, asam laktat dan lain-lain, tetapi juga industri yang memproduksi cuka, asam sitrat, penisilin dan antibiotika lainnya, *riboflavin* dan vitamin lainnya serta enzim-enzim. (Ibrahim S, 1985)

Pembuatan etanol dengan cara fermentasi dibedakan berdasarkan bahan dasarnya yaitu:

- a. Bahan yang mengandung sukrosa.

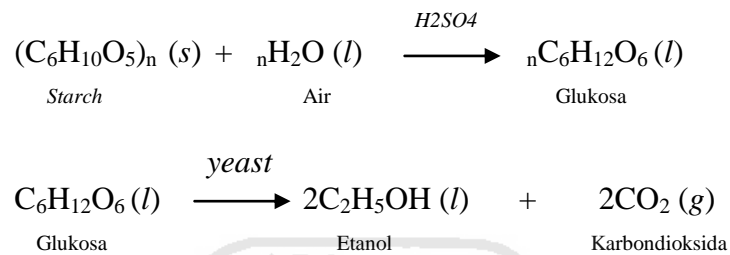
Bahan baku yang digunakan digolongkan menjadi 3 tipe, yaitu : molases, gula tebu, sari buah. Sakarosa (disakarida) dihidrolisa dengan bantuan asam mineral encer (misalnya asam sulfat atau asam klorida) menjadi glukosa dan fruktosa (mono sakarida penyusun) kemudian monosakarida yang terbentuk dikonversikan dengan bantuan enzim menjadi etanol dan CO₂.

- b. Bahan yang mengandung pati dan amilum

Bahan yang mengandung amilum (jagung, beras, gandum, kentang, ubi kayu, ubi jalar). Pati atau amilum dihidrolisa dengan katalis *diastase* yang dibuat dari tunas *barley* yang dikeringkan atau dihidrolisis dengan katalis

asam mineral encer (asam sulfat atau asam klorida) akan memperoleh hasil yang lebih baik (*Prescot, 1954*)

Glukosa hasil hidrolisis difermentasikan untuk merubah glukosa menjadi etanol dan karbon dioksida dengan bantuan yeast yang menghasilkan *enzyme zymase*.



Dari cara pembuatan etanol tersebut diatas maka dipilih proses yang menggunakan fermentasi dari bahan pati dan amilum dengan pertimbangan :

1. Bahan baku mudah didapat,
2. Ditinjau dari harga lebih ekonomis,
3. Reaksi fermentasi lebih sederhana dijalankan dibandingkan reaksi hidrasi langsung dengan katalis atau reaksi hidrasi tidak langsung, dan
4. Tidak ada hasil samping dan kemurnian etanol yang didapatkan lebih besar.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Bahan Baku

Bahan baku dibagi menjadi dua, yaitu bahan baku utama dan bahan baku pembantu.

2.1.1. Bahan Baku Utama

1. Pati Ubi Jalar

Fase	= Padat
Rumus molekul	= $(C_6H_{10}O_5)_n$
Berat molekul	= 162 g/gmol
Densitas	= 1700 kg/m ³
Kapasitas panas, Cp	= $(30,7087 + 2,37687T - 1,68196E-03T^2 + 4,388E-07T^3)$ J/mol °K
Konduktifitas panas, K	= $0,0000356x (Cp/BM)x (\rho/BM)^{1/3}$

2. Yeast (ragi)

Fase	= padat
Jenis	= <i>Saccharomyces Cereviceae</i>
Densitas	= 1004 kg/m ³
Kapasitas panas, Cp	= 1,0 kcal/kg °C
Konduktifitas panas, K	= 0,373 btu/J ft °F

Suhu pertumbuhan	= 30-35 °C
Suhu penyimpanan	= 30-35 °C

3. Air

Rumus molekul	= H ₂ O
Fase	= cair
Densitas	= 998 kg/m ³
Titik didih, Td	= 100 °C
Titik beku, Tb	= 0 °C
Kapasitas panas	= 0,950 kcal/kg °C
Viskositas	= 1 cp

2.1.2. Bahan Baku Pembantu

1. Kalsium Oksida

Fase	= padat
Rumus molekul	= CaO
Berat molekul	= 56 g/gmol
Kapasitas panas, Cp	= 0,199 kcal/kg °C
Konduktifitas panas, K	= 0,21 btu/J ft °F
Kemurnian	= 98 %
Impurities	= air

2. Asam Sulfat

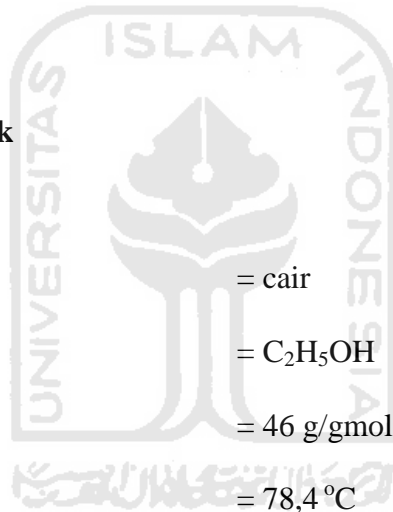
Fase	= cair
------	--------

Rumus molekul	= H_2SO_4
Berat molekul	= 98 kg/kgmol
Densitas	= 1,834 kg/m ³
Kapasitas panas, Cp	= 0,3403 kcal/kg °C
Kemurnian	= 98 %
Impurities	= air
Titik didih	= 260 °C
Titik Lebur	= 10,49 °C

2.1.3. Spesifikasi Produk

1. Etanol

Fase	= cair
Rumus molekul	= $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
Berat molekul	= 46 g/gmol
Titik didih, Td	= 78,4 °C
Titik beku, Tb	= -114 °C
Densitas	= 789 kg/m ³
Kapasitas panas, Cp	= 0,680 kcal/kg °C
Viscositas	= 1,0 cp
Konduktifitas panas, K	= 0,105 btu/J ft °F
Kemurnian	= 99,5 %
Impurities	= air



2.2. Pengendalian Produksi

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*. Apabila terjadi penyimpangan pada indikator dari yang telah ditetapkan baik itu *flow meter* bahan baku atau produk, *level controller*, maupun *temperature controller*, dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan yaitu nyala lampu, bunyi alarm. Bila terjadi penyimpangan, maka 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 kontrol yang harus diset pada kondisi tertentu antara lain :

1. Level Controller

Merupakan alat yang dipasang pada bagian atas tangki. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, level yang terukur akan dicocokkan dengan set point bila belum sesuai maka suhu tersebut akan dikoreksi sampai diperoleh level yang diinginkan.

2. **Flow Controller**

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

3. **Temperature Controller**

Merupakan alat yang dipasang di dalam setiap alat proses. Temperatur yang terukur akan dicocokkan dengan set point bila belum sesuai maka suhu tersebut akan dikoreksi sampai diperoleh temperatur yang diinginkan.

4. **Pressure Controller**

Merupakan alat yang dipasang pada alat proses untuk mengendalikan tekanan di dalam alat sesuai dengan kondisi operasi alat tersebut.

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 standar dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal, untuk itu perlu dilakukan pengendalian produksi sebagai berikut :

2.2.1. Pengendalian Kualitas

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 etanol 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.

b. Pengendalian Kualitas Bahan Pembantu

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

Bahan-bahan tersebut antara lain :

- *Asam Sulfat* (H_2SO_4), sebagai katalisator,
- *Kalsium Oksida* (CaO), penetral asam, dan
- *Industrial diesel oil* (IDO), sebagai bahan bakar diesel (genzet).

c. Pengendalian Kualitas Bahan selama Proses

Untuk menjaga kelancaran proses, maka perlu diadakan pengendalian/pengawasan bahan selama proses berlangsung. Pengendalian

tersebut meliputi jumlah pati-kadar air, kadar H_2SO_4 -air, dan kadar CaO-air.

d. Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produk dilakukan terhadap produksi *Etanol*

e. Pengendalian Kualitas Produk pada Waktu Pemindahan (dari satu tempat ke tempat lain).

Pengendalian kualitas yang dimaksud disini adalah pengawasan produk terutama *Etanol* pada saat akan dipindahkan dari *storage tank* ke mobil truk dan ke kapal.

2.2.2. 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 perusahaan.

2.2.3. Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kualitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula. Terutama pada reaktor dan fermenter dimana reaktor mempunyai waktu reaksi 190,31 menit dan pada fermenter membutuhkan waktu untuk bereaksi selama 72 jam. Untuk mencapai hasil yang maksimal maka waktu tersebut harus dikendalikan.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Tahap pertama proses yaitu bahan Pati Singkong yang disimpan di dalam *Silo-01* (SL-01) diumpankan ke dalam mixer menggunakan *screw conveyer-01* (SC-01) kemudian melalui *bucket elevator-01* (BE-01) diumpankan ke *hopper-01* (HP-01) dan masuk ke dalam *mixer-01* (M-01), selanjutnya air proses dari utilitas diumpankan ke *mixer-01*, asam sulfat (H_2SO_4) sebagai katalisator dari tangki-01 (T-01) kemudian dialirkan ke *mixer-01*.

Pencampuran di dalam *mixer-01* berlangsung selama 30 menit pada suhu $30^\circ C$. Hasil dari *mixer-01* diumpankan ke reaktor (R-01) dimana dipanaskan hingga mencapai suhu $100^\circ C$ dengan *heater-01* (HE-01) sebelum masuk ke reaktor hidrolisis.

Di reaktor hidrolisis amilum yang terkandung dalam Singkong diubah menjadi glukosa. Reaktor hidrolisis beroperasi secara kontinyu dengan waktu tinggal 190 menit dengan konversi 97%. Hasil dari hidrolisis berupa larutan glukosa kemudian didinginkan hingga suhu menjadi $65^\circ C$ menggunakan *cooler-01* (CL-01), kemudian dialirkan ke netralizer (N-01) untuk menetralkan asam klorida dengan menambahkan larutan kalsium oksida (CaO) dari *Silo-02* (SL-02) yang dipanaskan terlebih dahulu dengan *heater-02* (HE-02) yang dialirkan dari *mixer 02* (M-02).

Hasil netralisasi berupa kalsium klorida (CaSO_4) dan air (H_2O), setelah itu *slurry* didinginkan dengan *cooler-02* (CL-02) kemudian dialirkan ke *rotary drum vacuum filter* (F-01) untuk memisahkan *cake* dengan larutan glukosa pada suhu 35 °C. *Filtrat* hasil penyaringan dialirkan ke fermentor (RF) untuk difermentasikan, sedangkan *cake* nya dialirkan ke unit pengolahan limbah (UPL). Larutan glukosa yang dialirkan ke fermentor ditambah dengan *yeast*.

Fermentasi berjalan secara semi *batch* selama 72 jam, pada suhu 35 °C dan tekanan 1 atm. Hasil fermentasi berupa etanol dengan kadar 13% ditampung di dalam akumulator kemudian diumpankan ke unit pemisah centrifuge (CF-01), selanjutnya diumpankan ke menara destilasi 01 (MD-01) untuk menaikkan kadar etanol menjadi 60%. Hasil atas MD-01 kemudian diumpankan ke Menara Distilasi 02 (MD-02) untuk dimurnikan menjadi 95%, dan hasil bawah didinginkan dari 100 °C menjadi 30 °C dengan CL-03 sebelum dibuang ke UPL . Hasil atas MD-02 etanol 95% selanjutnya didinginkan dari 79.68 °C menjadi 35 °C dengan CL-05 Hasil atas menara distilasi-02 (MD-02) adalah etanol 95.6% yang selanjutnya didinginkan dari 81,70 °C menjadi 35 °C dengan *cooler-05* (CL-05). Tahap selanjutnya etanol dimurnikan lagi menjadi 99,5% dengan sistem penyerapan *Adsorben* menggunakan Zeolit, yang kemudian etanol 99,5% disimpan dalam tangki penyimpanan (T-02)

3.2. Neraca Massa

3.2.1. Neraca Massa Overall

Tabel 3.1. Neraca Massa Overall

Komponen	Umpan kg/jam	Keluar kg/jam
(C ₆ H ₁₀ O ₅) _n	584,5959	29,2298
C ₆ H ₁₂ O ₆	0,0000	75,4930
H ₂ SO ₄	11,6919	0,0000
CaO	6,6811	0,0000
CaSO ₄	0,0000	16,2255
Yeast	8,5513	8,5513
C ₂ H ₅ OH	0,0000	276,8078
H ₂ O	1,998,9821	1,939,4222
CO ₂	0,0000	264,7727
Total	2.610,5023	2.610,5023

3.2.2. Neraca Massa Tiap Alat

Neraca massa tiap alat terdiri atas neraca massa reaktor, netralizer, filter, fermenter, separator, menara distilasi.

1. Neraca Massa Reaktor

Tabel 3.2. Neraca Massa Reaktor

Komponen	Umpan		Keluar	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
(C ₆ H ₁₀ O ₅) _n	584,5959	3,6086	29,2298	0,1804
H ₂ O	1.980,8777	110,0488	1.919,1704	106,6206
C ₆ H ₁₂ O ₆	0,0000	0,0000	617,0735	3,4282
H ₂ SO ₄	11,6919	0,1193	11,6919	0,1193
Total	2.577,1656	113,7767	2.577,1656	110,3485

2. Neraca Massa Netralizer

Tabel 3.3. Neraca Netralizer

Komponen	Umpan		Keluar	
	Kg/Jam	Kmol/Jam	Kg/Jam	Kmol/Jam
(C ₆ H ₁₀ O ₅) _n	29,2298	0,1804	29,2298	0,1804
C ₆ H ₁₂ O ₆	617,0735	3,4282	617,0735	3,4282
H ₂ O	1.921,5326	106,7518	1.923,6801	106,8711
H ₂ SO ₄	11,6919	0,1193	0,0000	0,0000
CaO	6,6811	0,1193	0,0000	0,0000
CaSO ₄	0,0000	0,0000	16,2255	0,1193
Total	2.586,2089	110,5990	2.586,2089	110,5990

3. Neraca Massa Filter

Tabel 3.4. Neraca Massa Filter

Komponen	Umpan		Filtrat		Cake	
	Kg/Jam	Kmol/Jam	Kg/Jam	Kmol/Jam	Kg/Jam	Kmol/Jam
(C ₆ H ₁₀ O ₅) _n	29,2298	0,1804	0,0000	0,0000	29,2298	0,1804
C ₆ H ₁₂ O ₆	617,0735	3,4282	570,0848	3,1671	46,9887	0,2610
H ₂ O	1.935,9549	107,5530	1.905,6513	105,8695	30,3035	1,6835
CaSO ₄	16,2255	0,1193	0,0000	0,0000	16,2255	0,1462
Total	2.598,4837	111,2810	2.475,7361	109,0367	122,7476	2,2712
			2.598,4837	kg/jam	111,3078	kmol/jam

4. Neraca Massa Fermentor

Tabel 3.5. Neraca Massa Fermentor

Komponen	Umpan		Atas		Bawah	
	Kg/Jam	Kmol/Jam	Kg/Jam	Kmol/Jam	Kg/Jam	Kmol/Jam
C ₆ H ₁₂ O ₆	570,0848	3,1671	0,0000	0,0000	28,5042	0,1584
H ₂ O	1.905,6513	105,8695	0,0000	0,0000	1.905,6513	105,8695
C ₂ H ₅ OH	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	276,8078	6,0176
CO ₂	0,0000	0,0000	264,7727	6,0176	0,0000	0,0000
Yeast	8,5513	0,3401	0,0000	0,0000	8,5513	0,3401
Total	2.484,2874	109,3768	264,7727	6,0176	2.219,5147	112,3856
			2.484,2874	Kg/Jam	118,4031	Kmol/Jam

5. Neraca Massa Separator

Tabel 3.6. Neraca Massa Separator

Komponen	Umpan		Filtrat		Cake	
	Kg/Jam	Kmol/Jam	Kg/Jam	Kmol/Jam	Kg/Jam	Kmol/Jam
C ₆ H ₁₂ O ₆	28,5042	0,1584	19,6645	0,1092	8,8397	0,0491
H ₂ O	1.909,1187	106,0621	1.903,4178	105,7454	5,7008	0,3167
C ₂ H ₅ OH	276,8078	6.0176	265,2262	5,7658	11,5816	0,2518
yeast	8,5513	0,3401	0,0000	0,0000	8,5513	0,3401
Total	2222,9820	112,5782	2.188,3085	111,6205	34,6735	0,9577
			2.222,9820	kg/jam	112,5782	kmol/jam

6. Neraca Massa MD-01

Tabel 3.7. Neraca Massa MD-01

Komponen	Umpan		Atas			
	Kg/Jam	Kmol/Jam	Kg/Jam	Kmol/Jam	Kg/Jam	Kmol/Jam
C ₂ H ₅ OH	265,2262	5,7658	264,6957	5,7543	0,5305	0,0115
H ₂ O	1.903,4178	105,7454	176,4638	9,8035	1.726,954	95,9419
C ₆ H ₁₂ O ₆	19,6645	0,1092	0	0	19,6645	0,1092
Total	2.188,3085	111,6205	441,1596	15,5578	1.747,149	96,0627
			2.188,3085	Kg/Jam	111,6205	kmol/jam

7. Neraca Massa MD-02

Tabel 3.8. Neraca Massa MD-02

komponen	umpan		atas		bawah	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
C ₂ H ₅ OH	264,6957	5,7543	264,1664	5,7427	0,5294	0,0115
H ₂ O	176,4638	9,8035	13,9035	0,7724	162,5603	9,0311
Total	441,1596	15,5578	278,0698	6,5152	163,0897	9,0426
			441,1596 kg/jam		15,5578 kmol/jam	

8. Adsorber 99,5 %

Tabel 3.9. Neraca Massa Adsorber

Komponen	Umpan		Keluar	
	Kg/Jam	Kmol/Jam	Kg/Jam	Kmol/Jam
C ₂ H ₅ OH	264,1664	5,7427	264,1664	5,7427
H ₂ O	13,9035	0,7724	1,3275	0,0737
Total	278,0698	6,5152	265,4938	5,8165



3.3. Neraca Panas

Basis : 1 jam
 Satuan : kkal/jam
 Suhu Referensi : 25 °C (fase cair)

3.3.1 Reaktor -101

Suhu Umpan : 100 °C
 Suhu Keluar : 100 °C

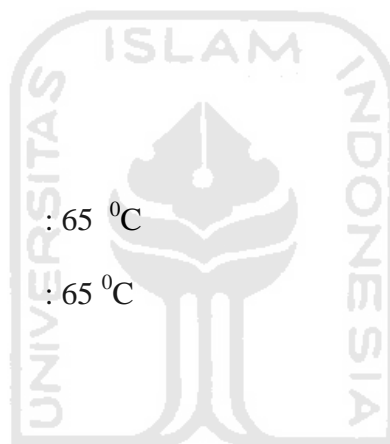
Tabel 3.10. Neraca Panas Reaktor- 01

Input (kkal/jam)	Output (kkal/jam)
1. panas masuk $\Delta H_m = 10.878,5034$	1. panas hasil pemanasan $\Delta H_k = 9.630,7180$
2. beban panas $Q = 1.661.502,8802$	$\Delta H_r = 1.662.750,6666$
1.672.381,3836	1.672.381,3836

3.3.2. Netralizer-01

Suhu Umpan : 65 °C

Suhu Keluar : 65 °C

**Tabel 3.13. Neraca Panas Netralizer-01**

Input (kkal/jam)	Output (kkal/jam)
1. panas masuk $\Delta H_m = 166.877,8501$	1. panas hasil pemanasan $\Delta H_k = 5.601.220,1839$
2. beban panas $Q = 5.454.498,4681$	$\Delta H_r = 20.156,1344$
5.621.376,3182	5.621.376,3182

3.3.3. Filter-101

Suhu Umpan : 35 °C

Suhu Keluar : 35 °C

Tabel 3.14. Neraca Panas Filter-01

Input (kkal/jam)	Output (kkal/jam)
1. panas masuk $\Delta H_m = 41.722,9383$	1. panas keluar F $\Delta H_k = 65.910,2776$
2. Beban masuk 24.187,3393	
65.910,2776	65.910,2776

3.3.4. Fermentor

Suhu umpan : 35 °C

Suhu keluar : 35 °C

Tabel 3.15. Neraca Panas Fermentor

Input (kkal/jam)	Output (kkal/jam)
1. panas masuk $\Delta H_m = 21.022,8149$	1. panas hasil pemanasan $\Delta H_k = 16.741,1141$
2. beban panas $Q = -47.951,8292$	$\Delta H_r = -43.670,1284$
-26.929,0143	-26.929,0143

3.3.5. Menara Distilasi-01

Suhu umpan	: 35 °Cs
Suhu Puncak	: 93,8393 °C
Suhu dasar	: 102,8504 °C

Tabel 3.16. Neraca Panas Menara Distilasi-01

Input (kcal/jam)	Output (kcal/jam)
1. Panas Masuk	1. Panas hasil puncak
F.H _F = 155.799,2858	D.H _D = 44.338,5268
2. Beban Panas Reboiler	2. Panas hasil bawah
Q _B = -18.991.904,0878	B.H _B = 125.714,7854
	3. Beban Panas Condensor
	Q _c = -19.006.158,1141
18.836.104,8020	18.836.104,8020

3.3.6. Menara Distilasi-02

Suhu umpan	: 93,8393 °C
Suhu puncak	: 81,7060 °C
Suhu dasar	: 102,7996 °C

Tabel 3.17. Neraca Panas Menara Distilasi -02

Input (kcal/jam)	Output (kcal/jam)
1. Panas Masuk $F.H_F = 25.666,1156$	1. Panas hasil puncak $D.H_D = 1.3018,0098$
2. Beban Panas Reboiler $Q_B = 577.239,1076$	2. Panas hasil bawah $B.H_B = 1.3023,3406$
	3. Beban Panas Condensor $Q_c = 5.76863,8729$
602.905,2233	602.905,2233

3.3.7. Heat Exchanger - 01

Suhu Masuk : 30 °C

Suhu Keluar : 100 °C

Tabel 3.18. Neraca Panas Heat Exchanger – 01

Input (kkal/jam)	Output (kkal/jam)
1. panas masuk $\Delta H_1 = 10.2598,8$	1. panas hasil pemanasan $\Delta H_2 = 2.564,97$
2. beban panas $Q_s = -100034$	
2.564,97	2.564,97

3.3.8. Heat Exchanger - 02

Suhu Masuk : 30 °C

Suhu Keluar : 65 °C

Tabel 3.19. Neraca Panas Heat Exchanger – 02

Input (kkal/jam)	Output (kkal/jam)
1. panas masuk	1. panas hasil pemanasan
$\Delta H1 = 3.679,267$	$\Delta H2 = 489,5429$
2. beban panas	
$Qs = -3.189,72$	
489,5429	489,5429

3.3.9. CL-01

Suhu Masuk : 100 °C

Suhu Keluar : 65 °C

Tabel 3.20. Neraca Panas CL-01

Input (kkal/jam)	Output (kkal/jam)
1. panas masuk	1. panas hasil pendinginan
$\Delta H1 = 196.264,4833$	$\Delta H2 = -10.115,5015$
2. beban panas	
$Qs = -206379,9848$	
-10115,5015	-10115,5015

3.3.10. CL-02

Suhu Masuk : 65 °C

Suhu Keluar : 35 °C

Tabel 3.21. Neraca Panas CL-02

Input (kkal/jam)	Output (kkal/jam)
1. panas masuk	1. panas hasil pendinginan
$\Delta H1 = 95.467,5173$	$\Delta H2 = 2.386,6879$
2. beban panas	
$Q_s = -93.080,8294$	
2.386,6879	2.386,6879

3.3.11. CL-03

Suhu Masuk : 102,8504 °C

Suhu Keluar : 35 °C

Tabel 3.22. Neraca Panas CL-03

Input (kkal/jam)	Output (kkal/jam)
1. panas masuk	1. panas hasil pendinginan
$\Delta H1 = 14.524,3498$	$\Delta H2 = 1.929,0087$
2. beban panas	
$Q_s = -12.595,3411$	
1.929,0087	1.929,0087

3.3.12. CL-04

Suhu Masuk : 102,7996 °C

Suhu Keluar : 35 °C

Tabel 3.23. Neraca Panas CL-04

Input (kkal/jam)	Output (kkal/jam)
1. panas masuk	1. panas hasil pendinginan
$\Delta H1 = 143.185,0537$	$\Delta H2 = 2.2745,9685$
2. beban panas	
$Q_s = -120.439,0852$	
22.745,9685	22.745,9685

3.3.13. CL-05

Suhu Masuk : 82,4760 °C

Suhu Keluar : 35 °C

Tabel 3.24. Neraca Panas CL-05

Input (kkal/jam)	Output (kkal/jam)
1. panas masuk	1. panas hasil pendinginan
$\Delta H1 = 12.156,1998$	$\Delta H2 = 1.571,7869$
2. beban panas	
$Q_s = -10.584,4129$	
1.571,7869	1.571,7869

3.4. Spesifikasi Alat

3.4.1 Spesifikasi Alat Proses

1. MIXER -01

Kode	:	M-01
Fungsi	:	Mencampur $(C_6H_{10}O_5)_n$, H_2O , dan H_2SO_4 agar menjadi larutan yang homogen
Tipe	:	Tangki silinder tegak berpengaduk
Kondisi operasi	:	- Tekanan : 1 atm - Suhu : 30°C
Diameter	:	1,0065 m
Tinggi	:	2,0857 m
Volume cairan	:	1,1676 m ³
Tebal shell	:	3/16 in
Tebal head	:	1/4 in
Jenis pengaduk	:	Flat blade turbine impellers dengan 6 blade dan jumlah baffle 4 buah.
Diameter Impeller	:	0,3355 m
Tinggi Impeller	:	1,7706 m
Lebar Impeller	:	0,0839 m
Lebar baffle	:	0,1711 m
Power motor	:	0,0625 Hp (standar NEMA)
Jumlah	:	1 buah

Harga : \$ 72.000
 Bahan Konstruksi : Carbon steel SA- 283 grade C

2. MIXER-02

Kode : M-02
 Fungsi : Mencampur H₂O dan CaO agar menjadi larutan yang homogen sebelum masuk netralizer
 Tipe : Tangki silinder tegak berpengaduk
 Kondisi operasi : - Tekanan : 1 atm
 : - Suhu : 30°C
 Diameter : 0,9557 m
 Tinggi : 1,8888 m
 Volume cairan : 0,95658 m³
 Tebal shell : 3/16 in
 Tebal head : 1/4 in
 Jenis pengaduk : *Flat blade turbine impellers* dengan 6 *blade* dan jumlah *baffle* 4 buah.
 Diameter impeller : 0,3186 m
 Tinggi impeller : 1,6449 m
 Lebar impeller : 0,0637 m
 Lebar baffle : 0,1625 m
 Power motor : 0,5 (standar NEMA)

Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 71.800
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon steel SA- 283 grade C</i>

3. REAKTOR-01

Kode	:	R-01
Fungsi	:	Mengubah $(C_6H_{10}O_5)_n$ menjadi glukosa $(C_6H_{12}O_6)$, dengan katalis H_2SO_4
Tipe	:	Tangki silinder tegak berpengaduk
Kondisi operasi	:	- Tekanan : 1 atm - Suhu : 100°C
Diameter	:	1,8161 m
Tinggi	:	4,2598 m
Volume cairan	:	8,9121 m ³
Tebal shell	:	1/4 in
Tebal head	:	3/8 in
Jenis pengaduk	:	<i>Flat blade turbine impellers</i> dengan 6 blade dan jumlah <i>baffle</i> 4 buah.
Diameter impeller	:	0,5788 m
Tinggi impeller	:	0,1158 m
Lebar impeller	:	0,1447 m
Lebar baffle	:	0,1816 m
Power motor	:	0,09 Hp (standar NEMA)

Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 34.100
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon steel SA- 283 grade C</i>
Pendingin	:	Air
- R-01	:	- Luas transfer panas : 593,5821 ft ²
		- Jumlah lilitan : 21 putaran
		- Panjang koil : 50,0473 m
		- Tinggi tumpukan koil : 5,2526 m

4. NETRALIZER-01

Kode	:	N-01
Fungsi	:	Menetralkan kandungan H ₂ SO ₄ dengan mereaksikannya dengan CaO
Tipe	:	<i>Tangki silinder tegak berpengaduk</i>
Kondisi operasi	:	- Tekanan : 1 atm
	:	- Suhu : 65°C
Diameter	:	0,8763 m
Tinggi	:	2,5090 m
Volume cairan	:	1,1758 m ³
Tebal shell	:	3/16 in
Tebal head	:	1/4 in
Jenis pengaduk	:	<i>Flat blade turbine impellers</i> dengan 6 <i>blade</i> dan jumlah <i>baffle</i> 4 buah.

Diameter impeller	:	0,3186 m
Tinggi impeller	:	0,0637 m
Lebar impeller	:	0,0796 m
Lebar baffle	:	0,1625 m
Power motor	:	0,09 Hp (standar NEMA)
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 78.400
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon steel SA- 283 grade C</i>
Pendingin	:	Air
Diameter jaket	:	2,2284 ft ²
Tinggi jaket	:	6,3566 m
Tebal jaket	:	0,6316 m

5. FILTER-01

Kode	:	F-01
Fungsi	:	Memisahkan $C_6H_{12}O_6$ dan H_2O dari slurry.
Tipe	:	<i>Rotary Drum Vaccum Filter.</i>
Kondisi operasi	:	- Tekanan : 0,1337 atm
	:	- Suhu : 35°C
Diameter drum	:	0,4960 m
Panjang drum	:	0,9920 m
Power motor	:	0,09 Hp (standar NEMA)
Jumlah	:	1 buah

Harga : \$ 107.600
 Bahan konstruksi : *Carbon steel SA- 283 grade C*

6. FERMENTER-01

Kode : RF-01
 Fungsi : Mengubah glukosa ($C_6H_{12}O_6$) yang ada dalam larutan menjadi etanol (C_2H_5OH) dengan bantuan yeast

Tipe : *Reaktor batch*

Kondisi operasi : - Tekanan : 1 atm
 : - Suhu : $35^{\circ}C$

Diameter : 3,3528 m
 Tinggi : 7,8780 m
 Volume cairan : $49,9691\ m^3$

Tebal shell : 3/8 in

Tebal head : 1/2 in

Jenis pengaduk : *Flat blade turbine impellers* dengan 6 blade dan jumlah *baffle* 4 buah.

Diameter impeller : 1,1113 m
 Tinggi impeller : 0,2223 m
 Lebar impeller : 0,2778 m
 Lebar baffle : 0,5667 m
 Power motor : 2 Hp (standar NEMA)

Jumlah	:	10 buah
Harga	:	\$ 89.900
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon steel SA- 283 grade C</i>
Pendingin	:	Air
	:	- Luas transfer panas : 531,9627 ft ²
	:	- Jumlah lilitan : 56 putaran
	:	- Panjang koil : 3,2428 m
	:	- Tinggi tumpukan koil : 1,3449 m

7. CENTRIFUGE-01

Kode	:	CF-01
Fungsi	:	Memisahkan etanol, H ₂ O dan glukosa dari yeast dari hasil fermenter .
Tipe	:	<i>Helical Conveyor Centrifuge.</i>
Kondisi operasi	:	- Tekanan : 1 atm
	:	- Suhu : 35 °C
Diameter Bowl	:	12 in = 1,1667 ft
Kecepatan Putaran	:	4.000 rad/menit.
Gaya Centrifugal	:	3.180 x gravity
Power Motor	:	20 HP.
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 36.400
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon steel SA 283 grade C</i>

8. MENARA DISTILASI-01

Kode	:	MD-01
Fungsi	:	Memurnikan etanol menjadi 60% yang keluar dari CF-01 berdasarkan perbedaan titik didih.
Tipe	:	<i>Sieve plate distillation.</i>
Kondisi operasi	:	
• Umpan	:	P = 1 atm, T = 35 °C
• Distilat	:	P = 1 atm, T = 93,8393 °C
• Bottom	:	P = 1,1 atm, T = 102,8504 °C
Dimensi menara	:	
• Diameter atas	:	1,7221 m
• Diameter bawah	:	1,4200 m
• Jumlah tray	:	33
• Tray spacing	:	0,3 m
• Tinggi menara	:	11,8600 m
• Tebal shell	:	1/4 in
• Tebal head	:	3/8 in
Harga	:	\$ 18.775
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon steel SA 178 grade C</i>

9. MENARA DISTILASI-02

Kode	:	MD-02
Fungsi	:	Memurnikan etanol menjadi 95% yang keluar dari MD-01 berdasarkan perbedaan titik didih.
Tipe	:	<i>Sieve plate distillation.</i>
Kondisi operasi	:	<ul style="list-style-type: none"> • Umpan : $P = 1 \text{ atm}, T = 93,8393 \text{ }^\circ\text{C}$ • Distilat : $P = 1 \text{ atm}, T = 81,7060 \text{ }^\circ\text{C}$ • Bottom : $P = 1,1 \text{ atm}, T = 102,7996 \text{ }^\circ\text{C}$
Dimensi menara	:	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter atas : 0,6315 m • Diameter bawah : 0,5733 m • Jumlah tray : 25 • Tray spacing : 0,3 m • Tinggi menara : 8,7018 m • Tebal shell : 3/8 in • Tebal head : 1/4 in
Harga	:	\$ 6.015
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon steel SA 178 grade C</i>

10. ADSORBER-01

Kode	:	ADS-01
Fungsi	:	Memurnikan ethanol menjadi 99,5% yang keluar dari MD-02 dengan proses penyerapan kandungan air pada ethanol yang masih tersisa.
Tipe	:	<i>Cylindrical Adsorber.</i>
Kondisi operasi	:	
	:	P = 1 atm,
	:	T = 35 °C
Dimensi menara	:	
• Diameter	:	0,2816 m
• Tinggi	:	0,9391 m
• Tinggi	:	
Tumpukan zeolit	:	0,0247
• Tebal shell	:	3/16 in
• Tebal head	:	1/16 in
Harga	:	\$ 3.000
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon steel SA 178 grade C</i>

11. HEATER-01

Kode	:	HE-01
Fungsi	:	Memanaskan larutan pati, H ₂ O, H ₂ SO ₄ dan ampas yang berasal dari mixer-01.
Jenis	:	<i>Double pipe exchanger</i>
Kondisi operasi	:	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu masuk : 30 °C • Suhu keluar : 65 °C • Tekanan : 52,467 psia
Panjang pipa total	:	12 ft
<i>Annulus pipe</i>	:	OD pipa, Sch No : 4,5 in, 40
	:	ID pipa : 4,062 in
	:	<i>Flow area</i> : 0,0216 ft ²
	:	<i>Pressure drop</i> : 0,000519 psi
<i>Inner pipe</i>	:	OD pipa, Sch No : 3,5 in, 40
	:	ID pipa : 3,068 in
	:	<i>Flow area</i> : 0,0513 ft ²
	:	<i>Pressure drop</i> : 0,00000032 psi
Harga	:	\$ 900
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless steel</i>

12. HEATER-02

Kode	:	HE-02
Fungsi	:	Memanaskan larutan CaO yang berasal dari mixer-02.
Jenis	:	<i>Double pipe exchanger</i>
Kondisi operasi	:	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu masuk : 30 °C • Suhu keluar : 65 °C • Tekanan : 52,467 psia
Panjang pipa total	:	1.2 ft
<i>Annulus pipe</i>	:	OD pipa, Sch No : 4,5 in, 40
	:	ID pipa : 4,062 in
	:	<i>Flow area</i> : 0,0216 ft ²
	:	<i>Pressure drop</i> : 0,0000011 psi
<i>Inner pipe</i>	:	OD pipa, Sch No : 3,5 in, 40
	:	ID pipa : 3,068 in
	:	<i>Flow area</i> : 0,0513 ft ²
	:	<i>Pressure drop</i> : 0,00000000016 psi
Harga	:	\$ 600
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless steel</i>

13. COOLER-01

Kode	:	CL-01
Fungsi	:	Mendinginkan hasil keluaran Reaktor-01 untuk diumpankan ke Netralizer.
Jenis	:	<i>Double pipe exchanger</i>
Kondisi operasi	:	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu masuk : 100 °C • Suhu keluar : 65 °C • Tekanan : 14,6959 psia
Panjang pipa total	:	20 ft
<i>Annulus pipe</i>	:	OD pipa, Sch No : 4,5 in, 40
	:	ID pipa : 4,062 in
	:	<i>Flow area</i> : 0,0216 ft ²
	:	<i>Pressure drop</i> : 0,00072 psi
<i>Inner pipe</i>	:	OD pipa, Sch No : 3,5 in, 40
	:	ID pipa : 3,068 in
	:	<i>Flow area</i> : 0,0513 ft ²
	:	<i>Pressure drop</i> : 0,00061 psi
Harga	:	\$ 1.000
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless steel</i>

14. COOLER-02

Kode	:	CL-02
Fungsi	:	Mendinginkan hasil keluaran Netralizer menuju Filter
Jenis	:	<i>Double pipe exchanger</i>
Kondisi operasi	:	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu masuk : 65 °C • Suhu keluar : 35 °C • Tekanan : 14,6959 psia
Panjang pipa total	:	20 ft
<i>Annulus pipe</i>	:	OD pipa, Sch No : 4,5 in, 40
	:	ID pipa : 4,062 in
	:	<i>Flow area</i> : 0,0216 ft ²
	:	<i>Pressure drop</i> : 0,00072 psia
<i>Inner pipe</i>	:	OD pipa, Sch No : 3,5 in, 40
	:	ID pipa : 3,068 in
	:	<i>Flow area</i> : 0,0513 ft ²
	:	<i>Pressure drop</i> : 0,00047 psia
Harga	:	\$ 1.000
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless steel</i>

15. COOLER-03

Kode	:	CL-03
Fungsi	:	Mendinginkan larutan hasil bawah MD-01 untuk dibuang ke UPL.
Jenis	:	<i>Double pipe exchanger</i>
Kondisi operasi	:	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu masuk : 100 °C • Suhu keluar : 35 °C • Tekanan : 14,6959 psia
Panjang pipa total	:	75 ft
<i>Annulus pipe</i>	:	OD pipa, Sch No : 4,5 in, 40
	:	ID pipa : 4,062 in
	:	<i>Flow area</i> : 0,0216 ft ²
	:	<i>Pressure drop</i> : 0,5833 psia
<i>Inner pipe</i>	:	OD pipa, Sch No : 3,5 in, 40
	:	ID pipa : 3,068 in
	:	<i>Flow area</i> : 0,0513 ft ²
	:	<i>Pressure drop</i> : 1,9540 psia
Harga	:	\$ 1.500
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless steel</i>

16. COOLER-04

Kode	:	CL-04
Fungsi	:	Mendinginkan larutan hasil bawah MD-02 untuk dibuang ke UPL.
Jenis	:	<i>Double pipe exchanger</i>
Kondisi operasi	:	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu masuk : 100 °C • Suhu keluar : 35 °C • Tekanan : 14,6959 psia
Panjang pipa total	:	1,2 ft
<i>Annulus pipe</i>	:	OD pipa, Sch No : 2,38 in, 40
	:	ID pipa : 2,067 in
	:	<i>Flow area</i> : 0,0083 ft ²
	:	<i>Pressure drop</i> : 0,00000057 psia
<i>Inner pipe</i>	:	OD pipa, Sch No : 1,66 in, 40
	:	ID pipa : 1,38 in
	:	<i>Flow area</i> : 0,0104 ft ²
	:	<i>Pressure drop</i> : 0,00000032 psia
Harga	:	\$ 600
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless steel</i>

17. COOLER-05

Kode	:	CL-05
Fungsi	:	Mendinginkan etanol 99.5 % hasil atas MD-02 untuk dialirkan ke Adsorber.
Jenis	:	<i>Double pipe exchanger</i>
Kondisi operasi	:	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu masuk : 100 °C • Suhu keluar : 35 °C • Tekanan : 14,6959 psia
Panjang pipa total	:	12 ft
<i>Annulus pipe</i>	:	OD pipa, Sch No : 2,38 in, 40
	:	ID pipa : 2,067 in
	:	<i>Flow area</i> : 0,0083 ft ²
	:	<i>Pressure drop</i> : 0,0152 psia
<i>Inner pipe</i>	:	OD pipa, Sch No : 1,66 in, 40
	:	ID pipa : 1,38 in
	:	<i>Flow area</i> : 0,0104 ft ²
	:	<i>Pressure drop</i> : 0,2306 psia
Harga	:	\$1.000
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless steel</i>

18. CONDENSOR-01

Kode	:	CD-01
Fungsi	:	Mengembunkan hasil atas MD-01.
Jenis	:	<i>Shell & tube exchanger</i>
Kondisi operasi	:	
	•	Suhu masuk : 93,8393 °C
	•	Suhu keluar : 89,7900 °C
	•	Tekanan : 1 atm
<i>Tube side</i>	:	Nt : 745 tube
	:	OD, BWG : 0,75 in, 16
	:	Pitch : 1 in (triangular)
	:	Pass : 1
	:	Pressure drop : 2,3364 psia
<i>Shell side</i>	:	L : 16 ft
	:	ID : 31 in
	:	Pass : 1
	:	Pressure drop : 0,0039 psia
Harga	:	\$ 67.700
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless steel</i>

19. CONDENSOR-02

Kode	:	CD-02
Fungsi	:	Mengembunkan hasil atas MD-02.
Jenis	:	<i>Shell & tube exchanger</i>
Kondisi operasi	:	
	•	Suhu masuk : 93,8393 °C
	•	Suhu keluar : 80,0320 °C
	•	Tekanan : 1,1 atm
<i>Tube side</i>	:	Nt : 506 tube
	:	OD, BWG : 0,75 in, 16
	:	Pitch : 0,9375 in (triangular)
	:	Pass : 2
	:	Pressure drop : 9,1094 psia
<i>Shell side</i>	:	L : 16 ft
	:	ID : 25 in
	:	Pass : 1
	:	Pressure drop : 0,0083 psia
Harga	:	\$ 35.100
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless steel</i>

20. REBOILER-01

Kode	:	RB-01
Fungsi	:	Menguapkan hasil bawah MD-01
Jenis	:	<i>Shell & tube exchanger</i>
Kondisi operasi	:	
	•	Suhu masuk : 102,8504 °C
	•	Suhu keluar : 102,8504 °C
	•	Tekanan : 1 atm
<i>Tube side</i>	:	Nt : 376 tube
	:	OD, BWG : 1, in, 16
	:	Pitch : 1,25 in (triangular)
	:	Pass : 2
	:	Pressure drop : 1,9474 psia
<i>Shell side</i>	:	L : 16 ft
	:	ID : 29 in
	:	Pass : 1
Harga	:	\$ 13.900
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless steel</i>

21. REBOILER-02

Kode	:	RB-02
Fungsi	:	Menguapkan hasil bawah MD-02.
Jenis	:	<i>Shell & tube exchanger</i>
Kondisi operasi	:	
	•	Suhu masuk : 102,7996 °C
	•	Suhu keluar : 102,7996 °C
	•	Tekanan : 1 atm
<i>Tube side</i>	:	Nt : 152 tube
	:	OD, BWG : 1, in, 16
	:	Pitch : 1,25 in (triangular)
	:	Pass : 2
	:	Pressure drop : 4,3093 psia
<i>Shell side</i>	:	L : 16 ft
	:	ID : 19 in
	:	Pass : 1
Harga	:	\$ 13.500
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless steel</i>

22. TANGKI H₂SO₄ -01

Kode	:	T-01
Fungsi	:	Menyimpan kebutuhan H ₂ SO ₄ .
Jenis	:	Silinder tegak (<i>conical roof & flat bottom</i>)
Kondisi operasi	:	
• Suhu	:	30 °C
• Tekanan	:	1 atm
Dimensi tangki		
• Diameter	:	12,6680 m
• Tinggi	:	6,1931 m
• Tebal shell	:	1/2 in
• Tebal head	:	1/2 in
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 133.500
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless steel</i>

23. TANGKI PRODUK-02

Kode	:	T-02
Fungsi	:	Menyimpan produk ethanol 99,5 %.
Jenis	:	Silinder tegak (<i>conical roof & flat bottom</i>)
Kondisi operasi	:	
• Suhu	:	30 °C
• Tekanan	:	1 atm
Dimensi tangki	:	
• Diameter	:	5,5669 m
• Tinggi	:	2,7834 m
• Tebal shell	:	1/4 in
• Tebal head	:	3/16 in
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 28.100
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon steel</i>

24. ACCUMULATOR-01

Kode	:	ACC-01
Fungsi	:	Menampung sementara hasil keluaran fermentor sebelum diumpankan ke Centrifuge.
Jenis	:	Tangki silinder <i>Horizontal</i>
Kondisi operasi	:	
• Suhu	:	35°C
• Tekanan	:	1 atm
Dimensi tangki	:	
• Diameter	:	0,3687 m
• Panjang	:	2,2120 m
• Tebal shell	:	3/16 in
• Tebal head	:	3/16 in
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 1.400
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon steel</i>

25. ACCUMULATOR-02

Kode	:	ACC-02
Fungsi	:	Menampung sementara hasil keluaran kondensor pada MD-01.
Jenis	:	Tangki silinder <i>horizontal</i>
Kondisi operasi	:	
	•	Suhu : 93,8393 °C
	•	Tekanan : 1 atm
Dimensi tangki		
	•	Diameter : 0,5584 m
	•	Panjang : 3,3503 m
	•	Tebal shell : 3/16 in
	•	Tebal head : 3/16 in
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 2.900
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon steel</i>

26. ACCUMULATOR-03

Kode	:	ACC-03
Fungsi	:	Menampung sementara hasil keluaran kondensor pada MD-02.
Jenis	:	Tangki silinder <i>horizontal</i>
Kondisi operasi	:	
	•	Suhu : 81,7060 °C
	•	Tekanan : 1 atm
Dimensi tangki	:	
	•	Diameter : 0,1891 m
	•	Panjang : 1,1343 m
	•	Tebal shell : 3/16 in
	•	Tebal head : 3/16 in
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 400
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon steel</i>

27. SILO-01

Kode	:	SL-01
Fungsi	:	Menyimpan dan menampung bahan baku pati singkong.
Jenis	:	Tangki silinder <i>vertikal</i> dengan <i>conical bottom</i>
Kondisi operasi		
• Suhu	:	30 °C
• Tekanan	:	1 atm
Dimensi tangki	:	
• Diameter	:	3,0480 m
• Tinggi	:	5,4864 m
• Tebal shell	:	21/2 in
• Tebal head	:	2 1/4 in
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 19.400
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon steel</i>

28. SILO-02

Kode	:	SL-02
Fungsi	:	Menyimpan dan menampung bahan baku CaO.
Jenis	:	Tangki silinder <i>vertikal</i> dengan <i>conical bottom head</i> .

Kondisi operasi	:	
• Suhu	:	30 °C
• Tekanan	:	1 atm
Dimensi tangki	:	
• Diameter	:	5,7921 m
• Tinggi	:	11,5843 m
• Tebal shell	:	1 1/2 in
• Tebal head	:	1 1/2 in
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 75.100
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon steel</i>

29. SILO-03

Kode	:	SL-03
Fungsi	:	Menyimpan dan menampung bahan baku Zeolit.
Jenis	:	Tangki silinder <i>vertikal</i> dengan <i>conical bottom head</i> .
Kondisi operasi	:	
• Suhu	:	30 °C
• Tekanan	:	1 atm
Dimensi tangki	:	
• Diameter	:	3,0480 m

- Tinggi : 6,0960 m
- Tebal shell : 1/4 in
- Tebal head : 1/4 in

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 2.446

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

30. SCREW CONVEYOR-01

Kode : SC-01

Fungsi : Mengalirkan bahan baku pati singkong dari silo ke bucket elevator.

Jenis : Screw Conveyor dengan feed hopper dan discharge chute.

Kapasitas *conveyor* : 43,7711 m³/jam

Kondisi operasi

- Suhu : 30 °C
- Tekanan : 1 atm

Dimensi *conveyor*

- Diameter : 14 in
- Elevasi : 2 ft
- Panjang : 20 ft

Jumlah : 1 buah

Power motor : 2 Hp (standar NEMA)

Harga : \$ 700
 Bahan konstruksi : *Carbon steel*

31. SCREW CONVEYOR-02

Kode : SC-02
 Fungsi : Mengalirkan CaO dari Silo ke Bucket Elevator
 Jenis : Screw Conveyor dengan feed hopper dan discharge chute.
 Kapasitas *conveyor* : 43,7711 m³/jam
 Kondisi operasi
 • Suhu : 30 °C
 • Tekanan : 1 atm
 Dimensi *conveyor*
 • Diameter : 14 in
 • Elevasi : 2 ft
 • Panjang : 20 ft
 Jumlah : 1 buah
 Power motor : 2 Hp (standar NEMA)
 Harga : \$ 1.400
 Bahan konstruksi : *Carbon steel*

32. SCREW CONVEYOR-03

Kode	:	SC-03
Fungsi	:	Mengalirkan Zeolit dari Silo yang akan diumpankan ke Adsorber.
Jenis	:	Screw Conveyor dengan <i>feed</i> hopper dan <i>discharge chute</i> .
Kapasitas <i>conveyor</i>	:	0,0031 m ³ /jam
Kondisi operasi	:	
• Suhu	:	30 °C
• Tekanan	:	1 atm
Dimensi <i>conveyor</i>	:	
• Diameter	:	6 in
• Elevasi	:	1 ft
• Panjang	:	20 ft
Jumlah	:	1 buah
Power motor	:	0,5 Hp (standar NEMA)
Harga	:	\$ 3.407
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon steel</i>

33. BUCKET ELEVATOR-01

Kode	:	BE-01
Fungsi	:	Mengangkut pati singkong dari <i>screw</i>

conveyor-01 untuk dibawa ke *hopper-01*.

Kondisi operasi

- Suhu : 30 °C
- Tekanan : 1 atm

Dimensi *elevator* :

- Ukuran *bucket* : 10 x 6 x 61/4 in
- Tinggi elevasi : 10,1309 m

Jumlah : 1 buah

Power motor : 0,09 Hp (standar NEMA)

Harga : \$ 7.000

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

34. BUCKET ELEVATOR -02

Kode : BE-02

Fungsi : Mengangkut CaO dari screw conveyor-02
untuk dibawa ke hopper-02.

Kondisi operasi :

- Suhu : 30 °C
- Tekanan : 1 atm

Dimensi *elevator* :

- Ukuran *bucket* : 10 x 6 x 61/4 in
- Tinggi elevasi : 2,1404 m

Jumlah : 1 buah

Power motor	:	0,05 Hp (standar NEMA)
Harga	:	\$ 6.800
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon steel</i>

35. BUCKET ELEVATOR-03

Kode	:	BE-03
Fungsi	:	Mengangkut Zeolit dari screw conveyer-03 untuk dibawa Adsorber.

Kondisi operasi	:	
<ul style="list-style-type: none"> • Suhu • Tekanan 	:	<ul style="list-style-type: none"> 30 °C 1 atm
Dimensi <i>elevator</i>	:	
<ul style="list-style-type: none"> • Ukuran <i>bucket</i> • Tinggi elevasi 	:	<ul style="list-style-type: none"> 10 x 6 x 61/4 in 0,6474 m
Jumlah	:	1 buah
Power motor	:	0,01 Hp (standar NEMA)
Harga	:	\$ 952
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon steel</i>

36. HOPPER-01

Kode	:	HP-01
Fungsi	:	Menampung sementara bahan baku pati singkong yang akan diumpankan ke mixer.
Jenis	:	Tangki silinder <i>vertikal</i> dengan <i>conical bottom</i>
Kondisi operasi	:	
	•	Suhu : 30°C
	•	Tekanan : 1 atm
Dimensi	:	
	•	Diameter : 0,3539 m
	•	Tinggi : 0,7608 m
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 10.800
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon steel</i>

37. HOPPER-02

Kode	:	HP-02
Fungsi	:	Menampung sementara CaO yang akan diumpankan ke Mixer-02.
Jenis	:	Tangki silinder <i>vertikal</i> dengan <i>conical bottom</i>
Kondisi operasi	:	
	•	Suhu : 30 °C

- Tekanan : 1 atm

Dimensi :

- Diameter : 0,5637 m
- Tinggi : 1,2119 m

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 10.800

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

38. HOPPER-03

Kode : HP-03

Fungsi : Menampung sementara Zeolit yang akan diumpangkan ke Adsorber.

Jenis : Tangki silinder *vertikal* dengan *conical bottom*

Kondisi operasi

- Suhu : 30 °C
- Tekanan : 1 atm

Dimensi :

- Diameter : 0,5637 m
- Tinggi : 1,2119 m

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 10.800

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

39. POMPA-01

Kode	:	P-01
Fungsi	:	Mengalirkan H ₂ SO ₄ dari tangki penyimpanan ke <i>mixer</i>
Tipe	:	<i>Multi stage centrifugal pump</i>
Impeller	:	<i>Radial flow</i>
Jumlah	:	1 buah
Kapasitas	:	8,7849 gpm
Power pompa	:	0,0926 Hp = 2,5 Hp
Power motor	:	1 Hp = 3 Hp
Efisiensi pompa	:	75 %
Efisiensi motor	:	80 %
ns	:	223,46474 rpm
Harga	:	\$100
Bahan konstruksi	:	<i>stainless steel</i>
Pipa : Nominal	:	1,25 in
SN	:	40
ID pipa	:	1,5 in
OD pipa	:	1,66 in
A pipe	:	4,79 in ²

40. POMPA-02

Kode	:	P-02	
Fungsi	:	Mengalirkan larutan dari M-01 ke reaktor (R-01)	
Tipe	:	<i>Single stage centrifugal pump</i>	
Impeller	:	<i>Mixed flow</i>	
Jumlah	:	1 buah	
Kapasitas	:	11,1132	Gpm
Power pompa	:	0,0754	Hp
Power motor	:	0,13	Hp
Efisiensi pompa	:	75%	
Efisiensi motor	:	80%	
ns	:	213,6680	Rpm
Harga	:	\$ 100	
Bahan konstruksi	:	<i>stainless steel</i>	
Pipa : Nominal	:	1,5	In
SN	:	40	
ID pipa	:	1,610	In
OD pipa	:	1,900	In
A pipe	:	2,040	in ²

41. POMPA-03

Kode	=	P-03	
Fungsi	=	Mengalirkan hasil keluaran reaktor ke netralizer	
Tipe	=	<i>Single stage centrifugal</i>	
Impeller	=	<i>Mixed flow</i>	
Jumlah	=	1 buah	
Kapasitas	=	13,2180	gpm
Power pompa	=	0,0020	Hp
Power motor	=	0,03	Hp
Efisiensi pompa	=	75%	
Efisiensi motor	=	80%	
ns	=	420,0954	rpm
Harga	=	\$100	
Bahan konstruksi	=	<i>stainless steel</i>	
Pipa : Nominal	=	1,500	in
SN	=	40	
ID pipa	=	1,500	in
OD pipa	=	1,900	in
A pipe	=	2,04	in ²

42. POMPA-04

Kode	=	P-04
Fungsi	=	Mengalirkan larutan CaO dari <i>mixer-02</i> ke <i>netralizer-01</i> .
Tipe	=	<i>Multy stage centrifugal pump</i> .
Impeller	=	<i>Radial flow</i>
Jumlah	=	1 buah
Kapasitas	=	0,0168 gpm
Power pompa	=	0,01 Hp
Power motor	=	0,03 Hp
Efisiensi pompa	=	75%
Efisiensi motor	=	80%
ns	=	444,2735 rpm
Harga	=	\$ 100
Bahan konstruksi	=	<i>stainless steel</i>
Pipa : Nominal	=	0,13 in
SN	=	40
ID pipa	=	0,2690 in
OD pipa	=	0,04050 in
A pipe	=	0,0580 in ²

43. POMPA-05

Kode	=	P-05
Fungsi	=	Mengalirkan hasil keluaran dari netralizer ke filter (F-01)
Tipe	=	<i>Single stage centrifugal pump.</i>
Impeller	=	<i>Mixed flow</i>
Jumlah	=	1 buah
Kapasitas	=	51,5293 gpm
Power pompa	=	0,0081 Hp
Power motor	=	0,03 Hp
Efisiensi pompa	=	75%
Efisiensi motor	=	80%
ns	=	51,5293 rpm
Harga	=	\$ 100
Bahan konstruksi	=	<i>stainless steel</i>
Pipa : Nominal	=	0,75 in
SN	=	40
ID pipa	=	0,75 in
OD pipa	=	1,0500 In
A pipe	=	0,5340 in ²

44. POMPA-06

Kode	=	P-06
Fungsi	=	Mengalirkan larutan glukosa dari F-01 ke Fermenter.
Tipe	=	<i>Multi stage centrifugal pump.</i>
Impeller	=	Mixed flow
Jumlah	=	1 buah
Kapasitas	=	10,7537 gpm
Power pompa	=	0,0715 Hp
Power motor	=	0,13 Hp
Efisiensi pompa	=	75%
Efisiensi motor	=	80%
ns	=	212,3710 rpm
Harga	=	\$ 100
Bahan konstruksi	=	<i>stainless steel</i>
Pipa : Nominal	=	1,25 in
SN	=	40
ID pipa	=	1,3800 in
OD pipa	=	1,6600 in
A pipe	=	1,5000 in ²

45. POMPA-07

Kode	=	P-07
Fungsi	=	Mengalirkan hasil keluaran dari reaktor fermentasi ke ACC-01
Tipe	=	<i>Multy stage centrifugal pump.</i>
Impeller	=	<i>Mixed flow</i>
Jumlah	=	1 buah
Kapasitas	=	9,8962 gpm
Power pompa	=	0,0207 Hp
Power motor	=	0,02 Hp
Efisiensi pompa	=	75%
Efisiensi motor	=	80%
ns	=	149,1609 rpm
Harga	=	\$ 100
Bahan konstruksi	=	<i>stainless steel</i>
Pipa : Nominal	=	1,25 in
SN	=	40
ID pipa	=	1,3800 in
OD pipa	=	1,6600 in
A pipe	=	1,5000 in ²

46. POMPA-08

Kode	=	P-08	
Fungsi	=	Mengalirkan hasil keluaran dari reaktor fermentasi ke ACC-01	
Tipe	=	<i>Multy stage centrifugal pump.</i>	
Impeller	=	<i>Mixed flow</i>	
Jumlah	=	1 buah	
Kapasitas	=	9,8962	Gpm
Power pompa	=	0,0207	Hp
Power motor	=	0,2	Hp
Efisiensi pompa	=	75%	
Efisiensi motor	=	80%	
ns	=	149,1609	Rpm
Harga	=	\$ 100	
Bahan konstruksi	=	<i>stainless steel</i>	
Pipa : Nominal	=	1,25	in
SN	=	40	
ID pipa	=	1,3800	in
OD pipa	=	1,6600	In
A pipe	=	1,5000	in ²

47. POMPA-09

Kode	=	P-09
Fungsi	=	Mengalirkan hasil keluaran dari reaktor fermentasi ke ACC-01
Tipe	=	<i>Multy stage centrifugal pump.</i>
Impeller	=	<i>Mixed flow</i>
Jumlah	=	1 buah
Kapasitas	=	9,8962 gpm
Power pompa	=	0,0207 Hp
Power motor	=	0,2 Hp
Efisiensi pompa	=	75%
Efisiensi motor	=	80%
ns	=	149,1609 rpm
Harga	=	\$ 100
Bahan konstruksi	=	<i>stainless steel</i>
Pipa : Nominal	=	1,25 in
SN	=	40
ID pipa	=	1,3800 in
OD pipa	=	1,6600 in
A pipe	=	1,5000 in ²

48. POMPA-10

Kode	=	P-10
Fungsi	=	Mengalirkan hasil keluaran dari reaktor fermentasi ke ACC-01
Tipe	=	<i>Multy stage centrifugal pump.</i>
Impeller	=	<i>Mixed flow</i>
Jumlah	=	1 buah
Kapasitas	=	9,8962 gpm
Power pompa	=	0,0207 Hp
Power motor	=	0,2 Hp
Efisiensi pompa	=	75%
Efisiensi motor	=	80%
ns	=	149,1609 rpm
Harga	=	\$ 100
Bahan konstruksi	=	<i>stainless steel</i>
Pipa : Nominal	=	1,25 in
SN	=	40
ID pipa	=	1,3800 in
OD pipa	=	1,6600 in
A pipe	=	1,5000 in ²

49. POMPA-11

Kode	=	P-11
Fungsi	=	Mengalirkan hasil keluaran dari reaktor fermentasi ke ACC-01
Tipe	=	<i>Multy stage centrifugal pump.</i>
Impeller	=	<i>Mixed flow</i>
Jumlah	=	1 buah
Kapasitas	=	9,8962 gpm
Power pompa	=	0,0207 Hp
Power motor	=	0,2 Hp
Efisiensi pompa	=	75%
Efisiensi motor	=	80%
ns	=	149,1609 rpm
Harga	=	\$ 100
Bahan konstruksi	=	<i>stainless steel</i>
Pipa : Nominal	=	1,25 in
SN	=	40
ID pipa	=	1,3800 in
OD pipa	=	1,6600 in
A pipe	=	1,5000 in ²

50. POMPA-12

Kode	=	P-12	
Fungsi	=	Mengalirkan hasil keluaran dari reaktor fermentasi ke ACC-01	
Tipe	=	<i>Multy stage centrifugal pump.</i>	
Impeller	=	<i>Mixed flow</i>	
Jumlah	=	1 buah	
Kapasitas	=	9,8962	gpm
Power pompa	=	0,0207	Hp
Power motor	=	0,2	Hp
Efisiensi pompa	=	75%	
Efisiensi motor	=	80%	
ns	=	149,1609	rpm
Harga	=	\$ 100	
Bahan konstruksi	=	<i>stainless steel</i>	
Pipa : Nominal	=	1,25	in
SN	=	40	
ID pipa	=	1,3800	in
OD pipa	=	1,6600	in
A pipe	=	1,5000	in ²

51. POMPA-13

Kode	=	P-13	
Fungsi	=	Mengalirkan hasil keluaran dari reaktor fermentasi ke ACC-01	
Tipe	=	<i>Multy stage centrifugal pump.</i>	
Impeller	=	<i>Mixed flow</i>	
Jumlah	=	1 buah	
Kapasitas	=	9,8962	gpm
Power pompa	=	0,0207	Hp
Power motor	=	0,2	Hp
Efisiensi pompa	=	75%	
Efisiensi motor	=	80%	
ns	=	149,1609	Rpm
Harga	=	\$ 100	
Bahan konstruksi	=	<i>stainless steel</i>	
Pipa : Nominal	=	1,25	In
SN	=	40	
ID pipa	=	1,5000	In
OD pipa	=	1,6600	In
A pipe	=	1,5000	in ²

52. POMPA-14

Kode	=	P-14	
Fungsi	=	Mengalirkan hasil keluaran dari reaktor fermentasi ke ACC-01	
Tipe	=	<i>Multy stage centrifugal pump.</i>	
Impeller	=	<i>Mixed flow</i>	
Jumlah	=	1 buah	
Kapasitas	=	9,8962	Gpm
Power pompa	=	0,0207	Hp
Power motor	=	0,2	Hp
Efisiensi pompa	=	75%	
Efisiensi motor	=	80%	
ns	=	149,1609	Rpm
Harga	=	\$ 100	
Bahan konstruksi	=	<i>stainless steel</i>	
Pipa : Nominal	=	1,25	In
SN	=	40	
ID pipa	=	1,3800	In
OD pipa	=	1,6600	In
A pipe	=	1,5000	in ²

53. POMPA-15

Kode	=	P-15	
Fungsi	=	Mengalirkan hasil keluaran dari reaktor fermentasi ke ACC-01	
Tipe	=	<i>Multy stage centrifugal pump.</i>	
Impeller	=	<i>Mixed flow</i>	
Jumlah	=	1 buah	
Kapasitas	=	9,8962	Gpm
Power pompa	=	0,0207	Hp
Power motor	=	0,2	Hp
Efisiensi pompa	=	75%	
Efisiensi motor	=	80%	
ns	=	149,1609	Rpm
Harga	=	\$ 100	
Bahan konstruksi	=	<i>stainless steel</i>	
Pipa : Nominal	=	1,25	In
SN	=	40	
ID pipa	=	1,3800	In
OD pipa	=	1,6600	In
A pipe	=	1,5000	in ²

54. POMPA-16

Kode	=	P-16
Fungsi	=	Mengalirkan hasil keluaran dari reaktor fermentasi ke ACC-01
Tipe	=	<i>Multy stage centrifugal pump.</i>
Impeller	=	<i>Mixed flow</i>
Jumlah	=	1 buah
Kapasitas	=	9,8962 Gpm
Power pompa	=	0,0207 Hp
Power motor	=	0,2 Hp
Efisiensi pompa	=	75%
Efisiensi motor	=	80%
ns	=	149,1609 rpm
Harga	=	\$ 100
Bahan konstruksi	=	<i>stainless steel</i>
Pipa : Nominal	=	1,25 in
SN	=	40
ID pipa	=	1,3800 in
OD pipa	=	1,6600 in
A pipe	=	1,5000 in ²

55. POMPA-17

kode	=	P-17
Fungsi	=	Mengalirkan hasil keluaran dari reaktor fermentasi dari ACC-01 ke CF-01.
Tipe	=	<i>Single stage centrifugal pump.</i>
Impeller	=	<i>mixed flow</i>
Jumlah	=	1 buah
Kapasitas	=	9,9115 gpm
Power pompa	=	0,0130 Hp
Power motor	=	0,03 Hp
Efisiensi pompa	=	75%
Efisiensi motor	=	80%
ns	=	225,0841 rpm
Harga	=	\$ 100
Bahan konstruksi	=	<i>stainless steel</i>
Pipa : Nominal	=	1,25 in
SN	=	40
ID pipa	=	1,3880 in
OD pipa	=	1,6600 in
A pipe	=	1,5000 in ²

56. POMPA-18

kode	=	P-18
Fungsi	=	Mengalirkan hasil keluaran dari Cf-01 ke UPL.
Tipe	=	<i>Multy stage centrifugal pump.</i>
Impeller	=	<i>Radial flow</i>
Jumlah	=	1 buah
Kapasitas	=	0,1571 gpm
Power pompa	=	0,0002 Hp
Power motor	=	0,03 Hp
Efisiensi pompa	=	75%
Efisiensi motor	=	80%
ns	=	155,7405 rpm
Harga	=	\$ 100
Bahan konstruksi	=	<i>stainless steel</i>
Pipa : Nominal	=	0,25 in
SN	=	40
ID pipa	=	0,8640 in
OD pipa	=	0,5400 in
A pipe	=	0,1040 in ²

57. POMPA-19

Kode	=	P-19
Fungsi	=	Mengalirkan hasil keluaran dari CF-01 ke MD-01
Tipe	=	<i>Single stage centrifugal pump</i>
Impeller	=	<i>Mixed flow</i>
Jumlah	=	1 buah
Kapasitas	=	9,7555 gpm
Power pompa	=	0,1221 Hp
Power motor	=	0,25 Hp
Efisiensi pompa	=	75%
Efisiensi motor	=	80%
ns	=	205,6508 rpm
Harga	=	\$ 100
Bahan konstruksi	=	<i>stainless steel</i>
Pipa : Nominal	=	1,25 in
SN	=	40
ID pipa	=	1,6100 in
OD pipa	=	1,900 in
A pipe	=	2,0400 in ²

58. POMPA-20

Kode	=	P-20
Fungsi	=	Mengalirkan hasil keluaran dari ACC-02 ke MD-01
Tipe	=	<i>Multy stage centrifugal pump</i>
Impeller	=	<i>Radial flow</i>
Jumlah	=	1 buah
Kapasitas	=	9,6706 gpm
Power pompa	=	0,1035 Hp
Power motor	=	0,17 Hp
Efisiensi pompa	=	75%
Efisiensi motor	=	80%
ns	=	230,0619 rpm
Harga	=	\$ 100
Bahan konstruksi	=	<i>stainless steel</i>
Pipa : Nominal	=	1,25 in
SN	=	40
ID pipa	=	1,3800 in
OD pipa	=	1,6600 in
A pipe	=	2,0400 in ²

59. POMPA-21

Kode	=	P-21
Fungsi	=	Mengalirkan hasil keluaran bawah MD-01 ke UPL
Tipe	=	<i>Single stage centrifugal pump</i>
Impeller	=	<i>mixed flow</i>
Jumlah	=	1 buah
Kapasitas	=	8,4769 gpm
Power pompa	=	0,0100 Hp
Power motor	=	0,17 Hp
Efisiensi pompa	=	75%
Efisiensi motor	=	80%
ns	=	683,1535 rpm
Harga	=	\$ 100
Bahan konstruksi	=	<i>stainless steel</i>
Pipa : Nominal	=	1,25 in
SN	=	40
ID pipa	=	1,6600 in
OD pipa	=	1,25 in
A pipe	=	1,3800 in ²

60. POMPA-22

Kode	=	P-22
Fungsi	=	Mengalirkan hasil keluaran dari ACC-02 ke MD-02
Tipe	=	<i>Multy stage centrifugal pump</i>
Impeller	=	<i>Radial flow</i>
Jumlah	=	1 buah
Kapasitas	=	9,6706 gpm
Power pompa	=	0,1035 Hp
Power motor	=	0,17 Hp
Efisiensi pompa	=	75%
Efisiensi motor	=	80%
ns	=	230,0619 rpm
Harga	=	\$ 100
Bahan konstruksi	=	<i>stainless steel</i>
Pipa : Nominal	=	1,25 In
SN	=	40
ID pipa	=	1,3800 In
OD pipa	=	1,6600 In
A pipe	=	2,0400 in ²

61. POMPA-23

Kode	=	P-23
Fungsi	=	Mengalirkan hasil keluaran dari Acc-03 ke MD-02
Tipe	=	<i>Multy stage centrifugal pump</i>
Impeller	=	<i>Radial flow</i>
Jumlah	=	1 buah
Kapasitas	=	4,1649 gpm
Power pompa	=	0,0362 Hp
Power motor	=	0,06 Hp
Efisiensi pompa	=	75%
Efisiensi motor	=	80%
ns	=	150,4750 rpm
Harga	=	\$ 100
Bahan konstruksi	=	<i>stainless steel</i>
Pipa : Nominal	=	1 In
SN	=	40
ID pipa	=	1,0490 In
OD pipa	=	1,3200 In
A pipe	=	0,8640 in ²

62. POMPA-24

Kode	=	P-24
Fungsi	=	Mengalirkan hasil keluaran bawah MD-02 ke UPL
Tipe	=	<i>Single Centrifugal pump</i>
Impeller	=	<i>Mixed flow</i>
Jumlah	=	1 buah
Kapasitas	=	0,7635 gpm
Power pompa	=	0,0009 Hp
Power motor	=	0,03 Hp
Efisiensi pompa	=	75%
Efisiensi motor	=	80%
ns	=	207,9392 rpm
Harga	=	\$ 100
Bahan konstruksi	=	<i>stainless steel</i>
Pipa : Nominal	=	2 In
SN	=	0,75
ID pipa	=	40 In
OD pipa	=	1,0500 In
A pipe	=	0,7500 in ²

63. POMPA-25

Kode	=	P-25	
Fungsi	=	Mengalirkan hasil keluaran dari ACC-03 ke Adsorber	
Tipe	=	<i>Multy stage centrifugal pump</i>	
Impeller	=	<i>Radial flow</i>	
Jumlah	=	1 buah	
Kapasitas	=	4,1649	Gpm
Power pompa	=	0,0362	HP
Power motor	=	0,06	HP
Efisiensi pompa	=	70%	
Efisiensi motor	=	85%	
ns	=	150,4750	Rpm
Harga	=	\$ 100	
Bahan konstruksi	=	<i>stainless steel</i>	
Pipa : Nominal	=	1	In
SN	=	40	
ID pipa	=	1,0490	In
OD pipa	=	1,3200	In
A pipa	=	0,8640	in ²

64. POMPA-26

Kode	=	P-26	
Fungsi	=	Mengalirkan hasil keluaran dari Adsorber ke T-02	
Tipe	=	<i>Multy stage centrifugal pump</i>	
Impeller	=	<i>Radial flow</i>	
Jumlah	=	1 buah	
Kapasitas	=	1,9725	Gpm
Power pompa	=	0,0362	HP
Power motor	=	0,06	HP
Efisiensi pompa	=	70%	
Efisiensi motor	=	85%	
ns	=	366,9899	Rpm
Harga	=	\$ 100	
Bahan konstruksi	=	<i>stainless steel</i>	
Pipa : Nominal	=	1	In
SN	=	40	
ID pipa	=	1,0490	In
OD pipa	=	1,3200	In
A pipa	=	0,8640	in ²

3.5. Perencanaan Produksi

3.5.1. Kapasitas Perancangan

Penentuan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan fuel grade *Etanol* di Indonesia, tersedianya bahan baku serta ketentuan kapasitas minimal. Kebutuhan *Fuel Grade Etanol* dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Diperkirakan kebutuhan akan *Fuel Grade Etanol* terus meningkat di tahun-tahun mendatang.

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

1. Proyeksi kebutuhan dalam negeri

Berdasarkan data statistik yang diterbitkan oleh BPS dalam “Statistik Perdagangan Indonesia” tentang kebutuhan *Etanol* di Indonesia dari tahun cenderung meningkat.

2. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku Singkong diperoleh dari hasil pertanian lahan di Sumatra-jawa, dengan kapasitas produksi sebesar 5.000.000 liter/tahun dan *yeast* yang digunakan dalam pembuatan *Etanol* dapat diperoleh dari PT Karya Jaya Putra, Jakarta.

3. Kapasitas pabrik yang sudah beroperasi

Pabrik yang sudah beroperasi dalam pembuatan *Etanol* antara lain :

PT Molindo Raya Industrial (MRI) Lawang, Malang, Jawa Timur berkapasitas 48.000 ton/tahun.

3.5.2. 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 :

1. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
2. Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik.

Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya :

- Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi
- Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
- Mencari daerah pemasaran.

b) Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

1. Material (bahan baku)

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

2. Manusia (tenaga kerja)

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

3. 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 periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi.

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi merupakan hal yang penting dalam perancangan suatu pabrik, karena berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Pabrik *Fuel Grade Etanol* dari Pati Singkong dengan kapasitas 5.000.000 Liter/tahun direncanakan akan didirikan di daerah Manggala, Lampung Utara.

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. Penyediaan bahan baku

Penyediaan bahan baku relatif mudah karena Pati singkong dapat diperoleh PT Sungai Budi Bandar Lampung, sedangkan bahan baku *yeast* diperoleh dari PT Karya Jaya Putra, Jakarta.

2. Pemasaran

Produk pabrik ini merupakan bahan bakar pengganti bensin juga bisa dijadikan bahan baku untuk pembuatan ester, etilen, asam asetat, sebagai campuran pembuatan berbagai jenis produk kosmetik dan bahan baku

pembuatan gasohol. Sehingga pemasarannya diharapkan tidak hanya pada pabrik kosmetik dan pabrik lainnya yang ada di Indonesia saja melainkan bisa diekspor, sehingga lokasi pabrik dipilih dekat pelabuhan.

3. Utilitas

Utilitas yang diperlukan adalah air, bahan bakar dan listrik. Lokasi pabrik yang akan didirikan dekat dengan sumber air, baik sumber air yang di minum dan cuci diperoleh dari air sungai yang dipergunakan sebagai pendingin.

4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan modal utama pendirian suatu pabrik, dengan didirikannya pabrik di daerah Lampung yang masih banyak penduduknya belum mempunyai pekerjaan yang tetap sehingga memungkinkan untuk memperoleh tenaga kerja dengan mudah. Letak Lampung yang juga dekat dengan pulau Jawa memungkinkan untuk memperoleh tenaga kerja yang berkualitas karena seperti diketahui, di pulau Jawa banyak terdapat tenaga kerja yang berpendidikan tinggi.

5. Transportasi

Lokasi pabrik harus mudah dicapai sehingga mudah dalam penyaluran produk, terdapat transportasi yang lancar baik darat dan laut. Letak pabrik *Etanol* ini di dekat jalan Lintas Timur Sumatra menuju atau dari pelabuhan Bakauheuni Lampung sehingga akan mempermudah transportasi baik darat dan laut.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

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

1. Perluasan Areal Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik berada di daerah Lampung Utara sehingga memungkinkan adanya perluasan areal pabrik dengan tidak mengganggu pemukiman penduduk.

2. Perizinan

Lokasi pabrik dipilih pada daerah khusus untuk kawasan industri, sehingga memudahkan dalam perizinan 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, tempat penimbunan bahan baku dan produk yang saling berhubungan. Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik efisien dan proses produksi serta distribusi dapat berjalan dengan lancar, keamanan, keselamatan, dan kenyamanan bagi karyawan dapat terpenuhi. Selain peralatan proses, beberapa bangunan fisik lain seperti kantor, bengkel, poliklinik, laboratorium, kantin, pemadam kebakaran, pos penjaga, dan sebagainya ditempatkan pada bagian yang tidak mengganggu lalu lintas, barang dan proses.

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 yang berguna 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 sangat 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. Instalasi dan Utilitas

Pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, udara, steam, dan listrik akan membantu kemudahan kerja dan perawatan. Penempatan peralatan proses secara garis besar dibagi dalam beberapa daerah utama, yaitu :

1) Daerah administrasi/perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol.

Disini merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses serta produk.

2) Daerah proses

Daerah tempat alat-alat proses diletakkan dan tempat proses berlangsung

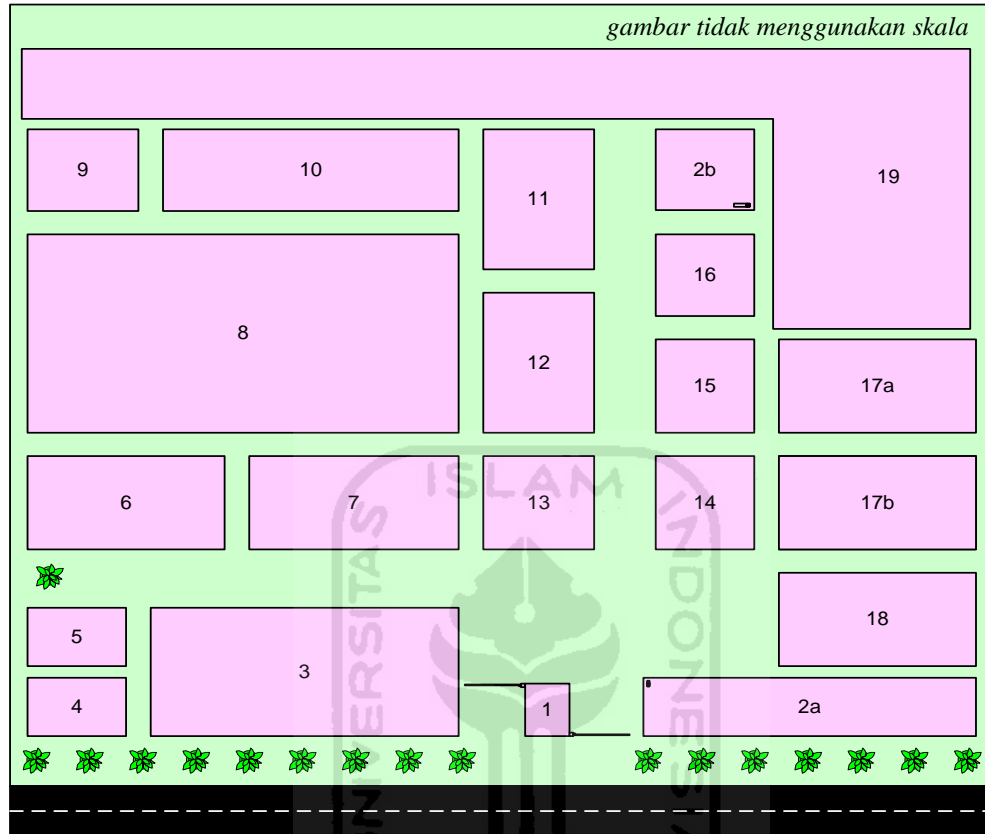
3) Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi

4) Daerah utilitas

Tabel 4.1. Perincian luas tanah bangunan pabrik

No	Bangunan	Ukuran (m)	Luas (m²)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	Kantor Utama	10 x 10	100
2	PosKeamanan/ Satpam	5 x 5	25
3	Parkir	10 x 10	100
4	Musholla	10 x 10	100
5	Kantin dan Koperasi Karyawan	15 x 10	150
6	Bangkel dan Gudang Alat	20 x 10	200
7	Poliklinik	6 x 10	60
8	Gedung Serba Guna	25 x 10	250
9	Gudang Bahan Kimia	25 x 10	250
10	Unit pemadam kebakaran	5 x 10	50
11	Laboratorium	8 x 10	80
12	Area Proses	50 x10	500
13	Area Utilitas	25 x 10	250
14	Ruang Kontrol	5 x 10	50
15	Perpustakaan	4 x 10	40
16	Mess	10 x 10	100
17	Unit Pengolahan Limbah	10 x 10	100
18	Taman dan Jalan	50 x 10	500
19	Area Perluasaan	50 x 10	500
Jumlah			3390

Gambar 4.1. Tata Letak Pabrik Fuel Grade Etanol



Keterangan Gambar :

- | | |
|--------------------------------|------------------------------|
| 1. Pos keamanan | 11. Bengkel dan Gudang alat |
| 2. a. Parkir karyawan dan tamu | 12. Gudang bahan kimia |
| b. Parkir truk | 13. Perpustakaan |
| 3. Kantor | 14. Poliklinik |
| 4. Kantin dan koperasi | 15. Unit pemadam kebakaran |
| 5. Mesjid | 16. Ruang pembangkit listrik |
| 6. Laboratorium | 17. a. Mess karyawan |
| 7. Ruang kontrol | b. Mess tamu |
| 8. Area proses | 18. Gedung serbaguna |
| 9. Unit pengolahan limbah | 19. Area perluasan |
| 10. Area utilitas | |

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

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

Penempatan 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

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 :

1. *Over head* 1 x 1 tahun

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

2. *Repairing*

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

a. Umur alat

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

b. Bahan baku

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

Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

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



4.4 Spesifikasi Alat Utilitas

1. BAK PENGENDAP AWAL

Kode	:	BU-01
Fungsi	:	Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai dengan waktu tinggal 1 jam
Jenis	:	Bak persegi panjang yang diperkuat dengan beton bertulang
Dimensi	:	Panjang : 4,5284 m Lebar : 2,2641 m Tinggi : 4 m
Volume	:	41,0080 m ³
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 386

2. TANGKI FLOKULATOR

Kode	:	TFU-01
Fungsi	:	Mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambah koagulan (FeSO ₄), tawas dan kapur.
Jenis	:	<i>Tangki Silinder Berpengaduk</i>

Dimensi	:	Diameter : 1,8555 m Tinggi : 3,7112 m
Volume	:	7,998 m ³
Jumlah	:	1 buah
Tipe	:	<i>Marine propeller dengan 3 blade, baffles</i>
Pengaduk	:	4
Diameter impeller	:	0,6185 m
Lebar baffle	:	0,0619 m
Power pengadukan	:	0,0088 Hp
Harga	:	\$ 13.200
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel SA 285 Grade C</i>

3. CLARIFIER

Kode	:	CLU-01
Fungsi	:	Mengendapkan flok – flok yang terbentuk pada pencampuran air dengan waktu tinggal 2 jam
Tipe	:	<i>Circular clarifier</i>
Dimensi	:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diameter : 5,3045 m ▪ Kedalaman : 2,6522 m ▪ Tinggi <i>cone</i> : 0,6631 m

Volume	:	68,3466 m ³
Power motor	:	6,25 Hp
Harga	:	\$ 12.364
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel SA 285 Grade C</i>

4. BAK PENAMPUNG AIR BERSIH

Kode	:	BU-02
Fungsi	:	Menampung air bersih yang berasal dari carbon filter dengan waktu tinggal 1 jam
Jenis	:	Silinder vertikal
Dimensi	:	<ul style="list-style-type: none"> • Panjang : 4,4294 m • Lebar : 2,2147 m • Tinggi : 4 m
Volume	:	32,6990 m ³
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 671
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel</i>

5. SARINGAN PASIR

Kode	:	SP-01
Fungsi	:	Menyaring sisa – sisa kotoran yang

masih terdapat dalam air terutama kotoran berukuran kecil yang tidak dapat mengendap dalam *clarifier* dengan waktu tinggal 1 jam

Jenis : Tangki dengan saringan pasir

Dimensi : • Tinggi : 12,2224 m

: • Diameter : 0,8274 m

Volume : 172,7823 m³

Jumlah : 1 buah

Bahan Konstruksi : *Carbon steel SA 285 Grade C*

Harga : \$ 1.912

6. CARBON FILTER

Kode : CFU-01

Fungsi : Mengurangi kadar Cl₂ dalam air yang dapat merusak resin, menghilangkan bau dan warna serta zat-zat organik

Jenis : Tangki dengan *carbon* aktif

Luas area filter : 4,6637 m²

Dimensi : • Diameter : 2,3833 m

• Tinggi bed carbon : 3,0874 m

• Tinggi kolom : 4,0874 m

• Tebal shell : 1/4 in

Volume	:	14,3985 m ³
Jumlah	:	1 buah
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel SA 285 Grade C</i>
Harga	:	\$ 1.912

7. TANGKI AIR RUMAH TANGGA

Kode	:	TRK-101
Fungsi	:	Menampung air kebutuhan rumah tangga dan kantor dari bak penampung air bersih
Tipe	:	Tangki silinder berpengaduk
Dimensi	:	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter : 3,6861 m • Tinggi : 3,6861 m
Volume	:	32,8300 m ³
Jumlah	:	1 buah
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon steel SA 285 Grade C</i>
Harga	:	\$ 18.940

8. COOLING TOWER

Kode	:	CTU-01
Fungsi	:	Mengolah air yang keluar dari proses pendingin agar dapat dimanfaatkan kembali.
Jenis	:	<i>Deck tower</i>

Jumlah air sirkulasi	:	447.381,2191 kg/jam
Suhu masuk	:	60 °C
Suhu keluar	:	30 °C
Suhu wet bulb	:	28 °C
Suhu dry bulb	:	35 °C
Power fan	:	12,6054 Hp
Tenaga Motor	:	15 Hp
Dimensi	:	Tinggi : 4,9055 m
Jumlah	:	1 buah
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel SA 285 Grade C</i>
Harga	:	\$ 51.255

9. KATION EXCHANGER

Kode	:	KEU-01
Fungsi	:	Mengikat ion-ion positif yang ada dalam air
Jenis	:	<i>Down Flow Cation Exchanger</i>
Volume	:	0,0048 m ³
Dimensi	:	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter bed : 0,1391 m • Tinggi bed : 3,4175 m
Jumlah	:	2 buah
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel SA 285 Grade C</i>
Harga	:	\$ 64

10. BAK PENAMPUNG AIR PENDINGIN

Kode	:	BU-03
Fungsi	:	Menampung kebutuhan air pendingin
Tipe	:	<i>Tangki silinder berpengaduk</i>
Dimensi	:	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter : 4,4036 m • Tinggi : 4,4036 m
Volume	:	55,8629 m ³
Jumlah	:	1 buah
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon steel SA 285 Grade C</i>
Harga	:	\$ 671

11. ANION EXCHANGER

Kode	:	AEU-01
Fungsi	:	Mengikat ion-ion negatif yang ada dalam air
Jenis	:	<i>Down Flow Anion Exchanger</i>
Dimensi	:	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter bed : 0,4563 m • Tinggi bed : 0,7620 m
Jumlah	:	2 buah
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon steel SA 285 Grade C</i>
Harga	:	\$ 192

12. DEAERATOR

Kode	: DAU-01
Fungsi	: Menghilangkan kandungan gas dalam air terlarut terutama O ₂ , CO ₂ , NH ₃ , DAN H ₂ S.
Jenis	: <i>Steam vacuum Deaerator</i>
Volume	: 0,8920 m ³
Dimensi	: • Diameter : 0,2541 m • Tinggi: 17,6004 m
Jumlah	: 1 buah
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA 285 Grade C</i>
Harga	: \$ 3.445

13. TANKI UMPAN BOILER

Kode	: TUB-01
Fungsi	: Mencampur kondensat dan make up air umpan boiler sebelum diumpankan, dibangkitkan sebagai steam dalam boiler
Jenis	: <i>Silinder vertikal</i>
Volume	: 10,6683 m ³
Dimensi	: • Diameter : 2,3864 m • Tinggi : 2,3864 m

Jenis	:	<i>Silinder vertikal with conical roof and flat bottom</i>
Volume	:	12,0954 m ³
Dimensi	:	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter : 2,4884 m • Tinggi : 2,4884 m
Jumlah	:	1 buah
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel SA 285 Grade C</i>
Harga	:	\$ 11.504

16. TANGKI KONDENSAT

Kode	:	TKU-01
Fungsi	:	Menampung air yang direcycle pada proses pemanasan
Jenis	:	<i>Silinder vertikal with conical roof and flat bottom</i>
Volume	:	0,4688 m ³
Dimensi	:	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter : 0,8421 m • Tinggi : 0,8421 m
Jumlah	:	1 buah
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel SA 285 Grade C</i>
Harga	:	\$ 400

17. TANGKI TAWAS

Kode	:	TU-01
Fungsi	:	Menampung tawas yang akan digunakan pada flokulator
Jenis	:	<i>Silinder vertikal with conical roof and flat bottom</i>
Volume	:	3,9553 m ³
Dimensi	:	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter : 1,3604 m • Tinggi: 2,7213 m
Jumlah	:	1 buah
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel SA 285 Grade C</i>
Harga	:	\$ 1.800

18. TANGKI FeSO₄

Kode	:	TU-02
Fungsi	:	Menampung dan menyimpan FeSO ₄ yang akan digunakan pada flokulator
Jenis	:	<i>Silinder vertikal with conical roof and flat bottom</i>
Volume	:	3,9553 m ³
Dimensi	:	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter : 1,3607 m • Tinggi : 2,7214 m
Jumlah	:	1 buah

Bahan Konstruksi : *Carbon steel SA 285 Grade C*
 Harga : \$ 1.800

19. TANGKI KAPUR

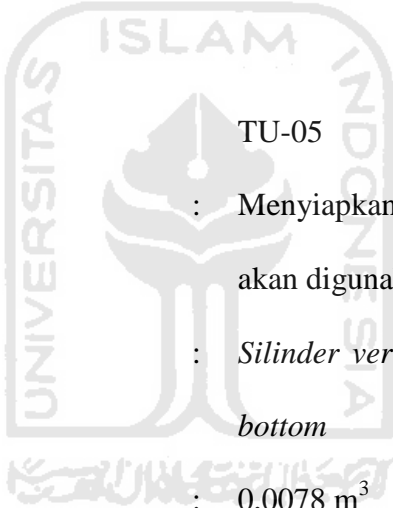
Kode : TU-03
 Fungsi : Menampung kapur yang akan digunakan pada flokulator
 Jenis : *Silinder vertikal with conical roof and flat bottom*
 Volume : 3,9553 m³
 Dimensi : • Diameter : 1,3607 m
 • Tinggi : 2,7214 m
 Jumlah : 1 buah
 Bahan Konstruksi : *Carbon steel SA 285 Grade C*
 Harga : \$ 1.800

20. TANGKI KAPORIT

Kode : TU-08
 Fungsi : Menampung kaporit yang akan digunakan untuk menjernihkan air pada tangki air rumah tangga dan kantor
 Jenis : *Silinder vertikal with conical roof and flat bottom*

Volume	:	0,0944 m ³
Dimensi	:	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter : 0,0290 m • Tinggi: 0,0581 m
Jumlah	:	1 buah
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel SA 285 Grade C</i>
Harga	:	\$ 200

21. TANGKI NaOH



Kode	:	TU-05
Fungsi	:	Menyiapkan dan menyimpan NaOH yang akan digunakan untuk regenerasi ion
Jenis	:	<i>Silinder vertikal with conical roof and flat bottom</i>
Volume	:	0,0078 m ³
Dimensi	:	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter : 0,1708 m • Tinggi : 0,3417 m
Jumlah	:	1 buah
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel SA 285 Grade C</i>
Harga	:	\$ 100

23. TANGKI HIDRAZINE

Kode	:	TU-06
Fungsi	:	Menyiapkan dan menyimpan Hidrazine yang akan digunakan untuk menghilangkan sisa-sisa gas terlarut terutama O ₂ agar tidak terjadi korosi pada boiler
Jenis	:	<i>Silinder vertikal with conical roof and flat bottom</i>
Volume	:	0,0146 m ³
Dimensi	:	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter : 0,2102 m • Tinggi : 0,4204 m
Jumlah	:	1 buah
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel SA 285 Grade C</i>
Harga	:	\$ 100

24. TANGKI NaH₂PO₄

Kode	:	TU-07
Fungsi	:	Menyiapkan dan menyimpan NaH ₂ PO ₄ yang akan digunakan untuk mencegah timbulnya kerak pada boiler

Jenis	:	<i>Silinder vertikal with conical roof and flat bottom</i>
Volume	:	0,0293 m ³
Dimensi	:	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter : 0,2652 m • Tinggi: 0,5304 m
Jumlah	:	1 buah
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel SA 285 Grade C</i>
Harga	:	\$ 100

25. POMPA UTILITAS -01

Kode	:	PU-01
Fungsi	:	Mengalirkan air dari sungai menuju Bak Pengendapan awal (BU-01) dengan kecepatan 32,699 kg/jam
Tipe	:	<i>Centrifugal pump</i>
Dimensi pipa	:	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter Nominal : 5 in • <i>Inside Diameter (ID)</i> : 5,047 in • <i>Flow areaper pipe (at)</i> : 20,01 in² • <i>Schedule Number</i> : 40
Spesifikasi pompa	:	<ul style="list-style-type: none"> • Kapasitas pompa: 143,9569 gpm • Head pompa <ul style="list-style-type: none"> - <i>Static head</i> : 9,6240 ft - <i>Friction head</i> : 1,1284 ft

- Total Head : 10,7524 ft

Power pompa : 0,4353 Hp
 Power motor : 1 Hp
 Jumlah : 1 buah
 Harga : \$ 310
 Bahan Konstruksi : *Stainless steel*

26. POMPA UTILITAS – 02

Kode : PU-02

Fungsi : Mengalirkan air dari Bak Pengendap awal (BU – 01) menuju ke Tangki Flokulator (TFU) dengan kecepatan 32.699,0474 kg/jam

Tipe : *Centrifugal pump*

Dimensi pipa : • Diameter Nominal : 5 in
 • *Inside Diameter (ID)* : 4,813 in
 • *Flow area per pipe (at)* : 18.19 in²
 • *Schedule Number* : 80

Spesifikasi pompa : • Kapasitas pompa: 143,9569 gpm
 • Head pompa
 - *Static head* : 11,9962 ft
 - *Friction head* : 0,0861 ft
 - Total Head : 12,0823 ft

Power pompa	:	0,5183 Hp
Power motor	:	1 Hp
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 310
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless steel</i>

27. POMPA UTILITAS – 03

Kode	:	PU-03
Fungsi	:	Mengalirkan air dari tangki flokulator (TFU) menuju ke clarifier (CLU) dengan kecepatan 32.699,0474 kg/jam
Tipe	:	<i>Centrifugal pump</i>
Dimensi pipa	:	- Diameter Nominal : 5 in - <i>Inside Diameter (ID)</i> : 4,813 in - <i>Flow area per pipe (at)</i> : 18,19 in ² - <i>Schedule Number</i> : 80
Spesifikasi pompa	:	- Kapasitas pompa: 143,9569 gpm - Head pompa : <ul style="list-style-type: none"> • <i>Static head</i> : 8,4354 ft • <i>Friction head</i> : 0,6830 ft • <i>Total Head</i> : 0,6830 ft
Power pompa	:	0,0293 Hp
Power motor	:	0,03 Hp

Bahan Konstruksi : *Stainless steel*

29. POMPA UTILITAS – 05

Kode : PU-05

Fungsi : Mengalirkan air dari *Sand Filter* (BSP) ke *Carbon Filter* (CFU) dengan kecepatan 32699,0474 kg/jam

Tipe : *Centrifugal pump*

Dimensi pipa : - Diameter Nominal : 5 in
 - *Inside Diameter* (ID) : 4,813 in
 - *Flow area per pipe* (at) : 18.19in²
 - *Schedule Number* : 143,9569

Spesifikasi pompa : - Kapasitas pompa: 143,9569 gpm
 - Head pompa :

- *Static head* : 13,4100 ft
- *Friction head* : 0,8328 ft
- *Total Head* : 14,2428 ft

Power pompa : 0,6101 Hp

Power motor : 1 Hp

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 310

Bahan Konstruksi : *Stainless steel*

30. POMPA UTILITAS – 06

Kode	:	PU-06
Fungsi	:	Mengalirkan air dari <i>Carbon filter</i> (CFU) ke Bak Penampung air bersih (BU-02) dengan kecepatan 32.699,0474 kg/jam
Tipe	:	<i>Centrifugal pump</i>
Dimensi pipa		<ul style="list-style-type: none"> • Diameter Nominal : 5 in • <i>Inside Diameter (ID)</i> : 4,813 in • <i>Flow area per pipe (at)</i> : 18,19in² • <i>Schedule Number</i> : 80
Spesifikasi pompa	:	<ul style="list-style-type: none"> • Kapasitas pompa: 143,9569 gpm • Head pompa <ul style="list-style-type: none"> - <i>Static head</i> : 23,7786 ft - <i>Friction head</i> : 0,8028 ft - <i>Total Head</i> : 12,8884 ft
Power pompa	:	0,5 Hp
Power motor	:	1 Hp
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 310
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless steel</i>

31. POMPA UTILITAS – 07

Kode	:	PU-07
Fungsi	:	Mengalirkan air dari bak penampung air bersih (BU-02) menuju proses pemanasan, pendinginan, dan kebutuhan kantor dan rumah tangga dengan kecepatan 32.699,0474 kg/jam
Tipe	:	<i>Centrifugal pump</i>
Dimensi pipa	:	- Diameter Nominal : 5 in - <i>Inside Diameter</i> (ID) : 4,813 in - <i>Flow area per pipa</i> (at) : 18,19 in ² - <i>Schedule Number</i> : 80
Spesifikasi pompa	:	- Kapasitas pompa: 143,9569 gpm - Head pompa : <ul style="list-style-type: none"> • <i>Static head</i> : 12,0936 ft • <i>Friction head</i> : 1,3720 ft • <i>Total Head</i> : 13,4656 ft
Power pompa	:	0,5768 Hp
Power motor	:	1 Hp
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 310
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless steel</i>

32. POMPA UTILITAS – 08

Kode	:	PU-08
Fungsi	:	Mengalirkan air dari bak penampung air pendingin (TU-02) ke pabrik yang akan digunakan oleh alat-alat pendingin dengan kecepatan 27.987,3229 kg/jam
Tipe	:	<i>Centrifugal pump</i>
Dimensi pipa	:	- Diameter Nominal : 4 in - <i>Inside Diameter (ID)</i> : 3,826 in - <i>Flow area per pipa (at)</i> : 11,5 in ² - <i>Schedule Number</i> : 80
Spesifikasi pompa	:	- Kapasitas pompa: 123,2136 gpm - Head pompa : <ul style="list-style-type: none"> • <i>Static head</i> : 14,4476 ft • <i>Friction head</i> : 1,5264 ft • <i>Total Head</i> : 15,9740 ft
Power pompa	:	0,5856 Hp
Power motor	:	1 Hp
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 285
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless steel</i>

33. POMPA UTILITAS – 09

Kode	:	PU-09
Fungsi	:	Mengalirkan air pendingin yang bebas menuju <i>cooling tower</i> (CTU) untuk didinginkan kembali dengan kecepatan 27987,3229 kg/jam
Tipe	:	<i>Centrifugal pump</i>
Dimensi pipa	:	- Diameter Nominal : 4 in - <i>Inside Diameter</i> (ID) : 3,826 in - <i>Flow area per pipa</i> (at) : 11,5 in ² - <i>Schedule Number</i> : 80
Spesifikasi pompa	:	- Kapasitas pompa: 123,2136 gpm - Head pompa : <ul style="list-style-type: none"> • <i>Static head</i> : 15,0000 ft • <i>Friction head</i> : 1,5264 ft • <i>Total Head</i> : 16,5264 ft
Power pompa	:	0,6059 Hp
Power motor	:	1 Hp
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 285
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless steel</i>

34. POMPA UTILITAS – 10

Kode	:	PU-10
Fungsi	:	Mengalirkan air dari <i>cooling tower</i> (CTU) menuju bak penampung air pendingin (TU-02) dengan kecepatan 27.987,3229 kg/jam
Tipe	:	<i>Centrifugal pump</i>
Dimensi pipa	:	- Diameter Nominal : 4 in - <i>Inside Diameter</i> (ID) : 3,826 in - <i>Flow area per pipa</i> (at) : 11,5 in ² - <i>Schedule Number</i> : 80
Spesifikasi pompa	:	- Kapasitas pompa: 123,2136 gpm - Head pompa : <ul style="list-style-type: none"> • <i>Static head</i> : 20 ft • <i>Friction head</i> : 12,271 ft • <i>Total Head</i> : 21,2271 ft
Power pompa	:	0,7782 Hp
Power motor	:	1 Hp
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 285
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless steel</i>

35. POMPA UTILITAS – 11

Kode	:	PU-11
Fungsi	:	Mengalirkan air dari <i>Kation Exchanger</i> (KEU) menuju <i>Anion Exchanger</i> (AEU) dengan kecepatan 371,1672 kg/jam
Tipe	:	<i>Centrifugal pump</i>
Dimensi pipa	:	- Diameter Nominal : 0,75 in - <i>Inside Diameter</i> (ID) : 0,742 in - <i>Flow area per pipa</i> (at) : 0,4324 in ² - <i>Schedule Number</i> : 80
Spesifikasi pompa	:	- Kapasitas pompa: 1,634 gpm - Head pompa : <ul style="list-style-type: none"> • <i>Static head</i> : 16,0000 ft • <i>Friction head</i> : 0,8152 ft • Total Head : 16,8152 ft
Power pompa	:	0,0082 Hp
Power motor	:	0,03125 Hp
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 22
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless steel</i>

36. POMPA UTILITAS – 12

Kode	:	PU-12
Fungsi	:	Mengalirkan air dari Anion <i>Exchanger</i> (AEU) menuju deaerator (DAU) dengan kecepatan 371,1672 kg/jam
Tipe	:	<i>Centrifugal pump</i>
Dimensi pipa	:	- Diameter Nominal : 0,75 in - <i>Inside Diameter (ID)</i> : 0,742 in - <i>Flow area per pipa (at)</i> : 0,4324 in ² - <i>Schedule Number</i> : 80
Spesifikasi pompa	:	- Kapasitas pompa : 1,6341gpm - Head pompa : <ul style="list-style-type: none"> • <i>Static head</i> : 16,0000 ft • <i>Friction head</i> : 0,8152 ft • Total Head : 16,8152 ft
Power pompa	:	0,0082 Hp
Power motor	:	0,03125 Hp
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 22
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless steel</i>

37. POMPA UTILITAS-13

Kode	:	PU-13
Fungsi	:	Mengalirkan air deaerator (DAU) menuju tangki umpan boiler (TUB) dengan kecepatan 371,1672 kg/jam
Tipe	:	<i>Centrifugal pump</i>
Dimensi pipa	:	- Diameter Nominal : 0,75 in - <i>Inside Diameter (ID)</i> : 0,742 in - <i>Flow area per pipa (at)</i> : 0,4324 in ² - <i>Schedule Number</i> : 80
Spesifikasi pompa	:	- Kapasitas pompa: 1,6341 gpm - Head pompa : <ul style="list-style-type: none"> • <i>Static head</i> : 16,0000 ft • <i>Friction head</i> : 0,7857 ft • Total Head : 16,7857 ft
Power pompa	:	0,0082 Hp
Power motor	:	0,03125 Hp
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 100
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless steel</i>

38. POMPA UTILITAS-14

Kode	:	PU-14
Fungsi	:	Mengalirkan air dari Tangki umpan Boiler (TUB) menuju boiler (BLU) dengan kecepatan 371,1672 kg/jam
Tipe	:	<i>Centrifugal pump</i>
Dimensi pipa	:	- Diameter Nominal : 0,75 in - <i>Inside Diameter (ID)</i> : 0,742 in - <i>Flow area per pipa (at)</i> : 0,4324 in ² - <i>Schedule Number</i> : 80
Spesifikasi pompa	:	- Kapasitas pompa: 1,6341 gpm - Head pompa : <ul style="list-style-type: none"> • <i>Static head</i> : 12 ft • <i>Friction head</i> : 0,7857 ft • <i>Total Head</i> : 12,7857 ft
Power pompa	:	0,0062 Hp
Power motor	:	0,03125 Hp
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 100
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless steel</i>

39. POMPA UTILITAS-15

Kode	:	PU-15
Fungsi	:	Mengalirkan air dari Tangki air rumah tangga dan kantor dengan kecepatan 32.830,000 kg/jam
Tipe	:	<i>Centrifugal pump</i>
Dimensi pipa	:	- Diameter Nominal : 5 in - <i>Inside Diameter (ID)</i> : 4,813 in - <i>Flow area per pipa (at)</i> : 18,19 in ² - <i>Schedule Number</i> : 80
Spesifikasi pompa	:	- Kapasitas pompa: 144,5334 gpm - Head pompa : <ul style="list-style-type: none"> • <i>Friction head</i> : 0,5858 ft • <i>Total Head</i> : 0,1786 ft
Power pompa	:	0,0256 Hp
Power motor	:	0,0625 Hp
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 236
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless steel</i>

4.5. Pelayanan Teknik (Utilitas)

Unit pendukung proses atau sering disebut dengan unit utilitas merupakan bagian penting untuk menunjang berlangsungnya suatu proses dalam pabrik. Unit pendukung proses antara lain terdiri dari penyediaan dan pengolahan air, pembuatan steam, penyediaan bahan bakar dan listrik dan udara tekan.

Unit pendukung proses yang terdapat dalam Pabrik *Fuel Grade Etanol* antara lain:

1. Unit pengadaan air dan pengolahan air
2. Unit pengadaan steam
3. Unit pengadaan listrik
4. Unit pengadaan bahan bakar
5. Unit pengolahan air limbah

4.5.1. Unit Pengadaan Air dan Pengolahan Air

1. Unit Pengadaan Air

Dalam memenuhi kebutuhan air suatu industri, pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air. Dalam perancangan Pabrik *Fuel Grade Etanol* ini, sumber air yang digunakan berasal dari air sungai yang terdekat dengan pabrik. Pertimbangan menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah:

1. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
2. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.

Air bersih pada pabrik biasanya digunakan untuk memenuhi keperluan antara lain:

a. Air Pendingin

Pada umumnya digunakan air sebagai media pendingin. Hal ini dikarenakan faktor-faktor sebagai berikut:

- 1) Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar
- 2) Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya
- 3) Dapat menyerap sejumlah panas persatuan volume yang tinggi
- 4) Tidak terdekomposisi

b. Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk kebutuhan air minum, laboratorium, kantor, dan perumahan.

Syarat air sanitasi meliputi:

- 1) Syarat fisik
 - Suhu di bawah suhu udara luar
 - Warna jernih

- Tidak mempunyai rasa
 - Tidak berbau
- 2) Syarat kimia
- Tidak mengandung zat organik maupun anorganik
 - Tidak beracun
- 3) Syarat bakteriologis

Tidak mengandung bakteri-bakteri terutama bakteri yang patogen.

c. Air Umpan Boiler

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

1) Zat- zat yang dapat menyebabkan korosi

Korosi disebabkan karena air mengandung larutan- larutan asam, gas- gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S yang masuk ke badan air.

2) Zat yang menyebabkan kerak (*scale forming*)

Pembentukan kerak disebabkan karena suhu tinggi dan kesadahan yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silikat. Dan air yang diambil dari proses pemanasan bisa menyebabkan kerak pada boiler karena adanya zat-zat organik, anorganik dan zat- zat yang tidak larut dalam jumlah besar.

2. Unit Pengolahan Air

Dalam perancangan Pabrik *Etanol* ini, kebutuhan air diambil dari air sungai yang terdekat dengan pabrik. Kebutuhan air pabrik dapat diperoleh

dari sumber air yang ada disekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisik dan kimia.

Tahapan-tahapan pengolahan air sebagai berikut :

a. Penyaringan

Penyaringan air dari sumber untuk mencegah terikutnya kotoran berukuran besar yang masuk ke dalam bak pengendapan awal.

b. Pengendapan secara fisis

Mula-mula air dialirkan ke bak penampungan atau pengendapan awal (BU-01) setelah melalui penyaringan dengan memasukkan alat penyaring. *Level Control System* (LCS) yang terdapat di bak penampung berfungsi untuk mengatur aliran masuk sehingga sesuai dengan keperluan pabrik. Dalam bak pengendapan awal kotoran-kotoran akan mengendap karena gaya berat. Waktu tinggal dalam bak ini berkisar 4-24 jam (Powell,ST hal 14).

c. Pengendapan secara kimia

Air dari bak pengendap awal di alirkan ke Tangki *Flokulator* (TFU-01). Tangki *Flokulator* berfungsi mencampur air dengan menambahkan bahan-bahan tawas 5 % , FeSO_4 5 % , dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 5%. Pada Tangki *Flokulator* terjadi proses alkalinity reduction dan koagulasi-flokulasi. *Alkalinity reduction* terjadi dengan menambahkan $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Alkalinity reduction adalah proses penurunan kandungan alkalinitas (senyawa CO_3^{2-} , HCO_3^- , dan OH^-) dalam air yang biasanya berikatan dengan Ca, Mg, dan Na. Sebagian besar senyawa alkali yang ada dalam air adalah senyawa yang larut dalam air. Untuk memisahkan alkalinity, tidak hanya dilakukan dengan filtrasi biasa melainkan dengan serangkaian proses yang diawali dengan mengubah alkali terlarut menjadi tidak terlarut yang kemudian dipisahkan dari air dengan proses koagulasi-flokulasi.

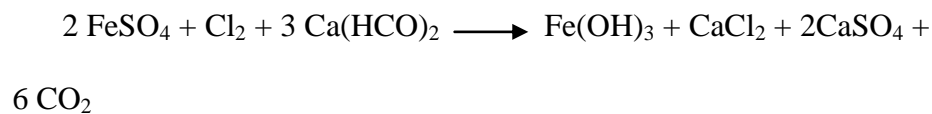
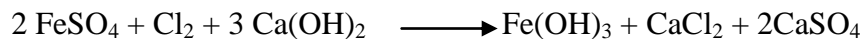
Untuk mengubah substansi alkali terlarut menjadi tidak terlarut digunakan $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Proses terbentuknya alkali tidak terlarut ini menurut persamaan reaksi sebagai berikut :



Proses selanjutnya adalah koagulasi-flokulasi. Koagulasi adalah proses pentidakstabilan partikel yang ada dalam air sehingga membentuk gelatin. Flokulasi adalah proses penggabungan partikel-partikel yang tidak stabil dari hasil proses koagulasi. Sebagai koagulan ditambahkan FeSO_4 .

Pada tahap awal terjadinya proses koagulasi-flokulasi adalah pembentukan senyawa koagulan aktif. FeSO_4 saat ditambahkan ke dalam air, ion Fe^{2+} nya akan teroksidasi menjadi Fe^{3+} dengan bantuan senyawa klorin. Pada tahap selanjutnya adalah pembentukan gelatin, flok $\text{Fe}(\text{OH})_3$, yang berfungsi sebagai trapping lengket. Pada proses ini dibutuhkan adanya ion hidroksida dan oksigen dalam air.

Keberadaan ion OH^- dari alkalinity dan penambahan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ akan mempercepat terbentuknya senyawa $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Sehingga didapatkan air berada dalam range pH 6,5-7,5. Waktu yang diperlukan 5 menit Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Selanjutnya gelatin ini akan bersatu dan membentuk flok yang lebih besar serta mengikat senyawa-senyawa terdispersi dalam air termasuk senyawa-senyawa yang tidak larut dan *foreign matter* lainnya yang ada termasuk mikroorganisme. Fungsi tawas pada *tangki flokulator* ini adalah sebagai disinfektan untuk menghambat pertumbuhan mikroba yang ada di dalam air.

Selanjutnya air dari *tangki flokulator* (TU-01) di umpankan ke *Clarifier* (CLU) berfungsi mengendapkan flok-flok yang terbentuk dalam pencampuran di *tangki flokulator*. Waktu tinggal dalam *Clarifier* ini berkisar 2-8 jam (Powell,ST hal 47). Didalam *Clarifier* kotoran yang telah mengendap di *blow down*, sedangkan air yang keluar dari bagian atas dialirkan ke *sand filter* atau bak saringan pasir (SPU), yang berfungsi untuk menyaring sisa-sisa kotoran yang masih terdapat dalam air terutama kotoran berukuran kecil yang tidak dapat mengendap di *Clarifier*.

Air dari *sand filter* diumpankan ke *Carbon filter* (CFU) yang berfungsi untuk mengurangi kadar Cl_2 yang dapat merusak resin, menghilangkan bau dan warna dan menghilangkan zat-zat organik. Air dari bak *Carbon filter* (CFU) ditampung di bak penampung sementara (BU-02), air dari bak penampung sementara (BU-02) dapat digunakan langsung untuk *make up* air pendingin yang sebelumnya ditampung di bak penampung sementara (BU-03) bak ini berfungsi untuk menampung air dari (BU-02) dan recycle air proses untuk pendingin. Sedangkan air untuk perkantoran, pabrik dan air umpan boiler perlu diolah terlebih dahulu

d. Unit pengolahan air untuk perumahan dan perkantoran

Air ini digunakan untuk keperluan sehari-hari. Air dari *Carbon filter* (CFU) dialirkan ke bak penampung sementara (BU-02). Selanjutnya air masuk ke tangki klorinator (TU-02). Dalam tangki ini bertugas mencampur klorin dalam bentuk kaporit CaOCl_2 ke dalam air untuk membunuh kuman, Setelah itu air dialirkan ke tangki penampung air bersih dan dapat digunakan untuk keperluan sehari – hari (keperluan umum). Kebutuhan air untuk keperluan domestik sebesar $232,1501 \text{ m}^3/\text{hari}$.

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

Unit pengolahan air untuk umpan boiler

Dalam unit ini meliputi :

1. Unit Demineralisasi Air

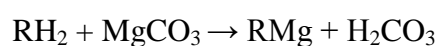
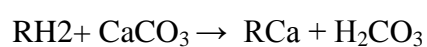
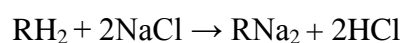
Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral – mineral yang terkandung di dalam air, seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , HCO_3^- , SO_4^{4-} , Cl^- , dan lain – lain dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan boiler (*Boiler Feed Water*).

Demineralisasi air dapat diperlukan karena air umpan boiler harus memenuhi syarat – syarat sebagai berikut:

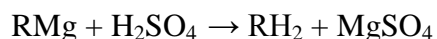
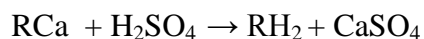
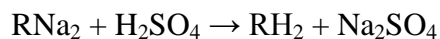
- Tidak menimbulkan kerak pada kondisi steam yang dikehendaki maupun pada *tube exchanger*, jika steam digunakan sebagai pemanas. Hal ini akan mengakibatkan turunnya efisiensi operasi, bahkan dapat mengakibatkan tidak dapat beroperasi sama sekali.
- Bebas dari gas- gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas O_2 dan CO_2 .

Air dari (BU-2) diumpankan ke *Kation Exchanger* untuk menghilangkan kation – kation mineralnya. Kemungkinan jenis kation yang ada adalah Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Fe^{2+} , Mn^{2+} , dan Al^{3+} . Kation- kation ini dapat menyebabkan kesadahan sehingga kation ini harus diserap dengan menggunakan resin.

Reaksi:

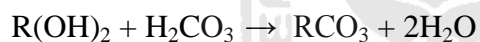


Resin yang telah berkurang kereaktifannya kemudian di regenerasi dengan menggunakan H_2SO_4 reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Air yang keluar dari *Kation Exchanger* diumpungkan ke *Anion Exchanger* untuk menghilangkan anion – anion mineralnya. Kemungkinan jenis anion yang ditemui adalah HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- , NO_3^- , dan SiO_3^{2-} .

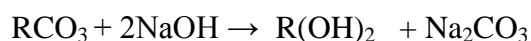
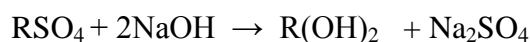
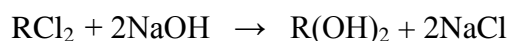
Reaksi:



Air yang keluar dari unit ini diharapkan mempunyai pH sekitar 6, 1 – 6, 2.

Regenerasi Anion Exchanger dilakukan dengan menambahkan larutan

NaOH reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Kemudian dari Anion Exchanger dialirkan ke unit Deaerator.

2. Unit Deaerator

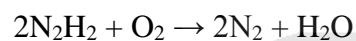
Air yang sudah mengalami demineralisasi masih mengandung gas – gas terlarut terutama oksigen. Gas tersebut dihilangkan dari air karena dapat menimbulkan korosi. Gas tersebut dihilangkan dari air karena dapat

menimbulkan korosi. Gas tersebut dihilangkan dalam suatu deaerator.

Pada deaerator diinjeksikan bahan – bahan kimia:

➤ Steam yang berfungsi untuk mengikat O_2 yang terkandung dalam air. O_2 tidak dapat dihilangkan sepenuhnya oleh steam, sehingga perlu ditambahkan Hidrazin.

➤ Hidrazin yang berfungsi mengikat sisa oksigen berdasarkan reaksi berikut:



Nitrogen sebagai hasil reaksi bersama dengan gas – gas lain dihilangkan melalui stripping dengan uap bertekanan rendah.

Keluar dari deaerator, ke dalam air umpan boiler kemudian diinjeksikan larutan phosphate $Na_3PO_4H_2O$ untuk mencegah terbentuknya kerak *silica* dan kalsium pada steam drum dan boiler tube. Sebelum diumpankan ke boiler, air terlebih dulu diberi dispersan. Kebutuhan air yang akan digunakan untuk umpan boiler sebesar 16.525,8121 kg/jam.

Air pendingin yang digunakan dalam proses sehari – hari berasal dari air pendingin yang telah digunakan dalam pabrik yang kemudian didinginkan pada *cooling tower*. Kehilangan air karena penguapan, terbawa tetesan oleh udara maupun dilakukannya *blow down* di *cooling tower* diganti dengan air yang disediakan oleh bak penampung sementara (BU-2) .

Air pendingin harus mempunyai sifat – sifat yang tidak korosif, tidak menimbulkan kerak dan tidak mengandung hal diatas, maka ke dalam air pendingin diinjeksikan bahan – bahan kimia sebagai berikut:

- ❖ Fosfat, berguna untuk mencegah timbulnya kerak.
- ❖ Klorin, untuk membunuh mikroorganisme.
- ❖ Zat dispersan, untuk mencegah terjadinya penggumpalan (pengendapan fosfat)

Kebutuhan air pendingin yang masuk ke cooling tower sebesar 2.718.395,9119 kg/jam



A. Kebutuhan Air Pendingin dan air proses

Tabel 4.2. Kebutuhan air untuk pendingin dan air proses

Nama alat	Jumlah (kg/jam)
Koil R-01	55.525,1899
Jaket N-01	274.300,1704
Koil FR	11.712,1254
CL-01	6.892,6881
CL-02	18.604,0263
CL-03	2.517,4255
CL-04	24.072,1094
CL-05	2.115,5022
CD-01	44.876,9743
CD-02	32.755,7106
Air proses	1.996,6198
Total	271.839,9119

❖ Menghitung Make Up Water (Wm).

Laju massa air masuk menara pendingin.

$$W_c = 475.368,5421 \text{ kg/jam}$$

Make up water.

$$W_m = W_e + W_d + W_b \dots\dots\dots(Perry's \text{ equation } 12 - 9)$$

Menghitung jumlah air yang menguap (We)

$$W_e = 0,00085 \cdot W_c \cdot (T_{in} - T_{out}) = 21.819,4161 \text{ kg/jam}$$

Menghitung Blow Down (W_b)

$$W_b = \frac{W_c}{\text{siklus} - 1} \dots\dots\dots(Perry's \text{ equation } 12 - 9)$$

$$= 5.454,8540 \text{ kg/jam} \quad (\text{siklus berkisar } 3 - 5 \text{ putaran, dipilih } 5)$$

Menghitung jumlah air yang terbawa aliran uap keluar tower (W_d).

$$W_d = 0,15 \% \times W_c = 713,0528 \text{ kg/jam}$$

(*drift loss* mempunyai harga antara 0,1 – 0,2 % W_c , dipilih 0,15 % W_c)

Sehingga jumlah air make up (W_m)

$$W_m = W_c + W_d + W_b = 27.987,3229 \text{ kg/jam}$$

Kebutuhan total air pendingin 475.368,5421 kg./jam

B. Kebutuhan Steam

Tabel 4.3. Kebutuhan steam

Nama alat	Jumlah (kg/jam)
HE-01	364,5628
HE-02	34,7870
RB-01	264,2840
RB-02	264,2840
Total	927,9179

Steam yang digunakan = 927,9179 kg/jam

❖ **Menghitung besarnya air make up blow down dan air menguap**

Jumlah air make up yang digunakan untuk menyediakan uap (steam) adalah sebesar 20 %.

$$M \text{ air make up} = 20 \% \times \text{Steam} = 185,5836 \text{ kg/jam}$$

Blow down pada boiler adalah 15 % dari kebutuhan air boiler

$$\text{Blow down} = 15 \% \times \text{steam} = 139,1877 \text{ kg/jam}$$

Air yang menguap adalah 15 % dari kebutuhan air boiler

$$\text{Air yang menguap} = 5 \% \times \text{steam} = 46,3959 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Kebutuhan air untuk steam} = 371,1672 \text{ kg/jam}$$

C. Penyediaan Air Untuk Domestik

❖ **Air Kantor**

Kebutuhan air untuk sanitasi dapat diperkirakan sebagai berikut :

a. Kebutuhan air per karyawan sebesar = 150 liter/hari

sehingga untuk: 83 orang diperlukan air sebanyak = 12.201 liter/hari

c. Air untuk kebersihan, pertamanan dan lain-lain = $0,1967 \text{ m}^3/\text{jam}$

e. Air perumahan

Diperkirakan perumahan sebanyak 10 rumah. Jika masing-masing rumah dihuni

4 orang, maka kebutuhan air untuk perumahan tersebut sekitar :

f. Kantin = $0,1967 \text{ m}^3/\text{jam}$

4.5.2. Unit Pengadaan Steam

Dalam perancangan pabrik Etanol ini, untuk menghasilkan uap air yang digunakan dalam proses adalah dengan menggunakan boiler atau ketel uap. Dalam hal ini yang digunakan adalah boiler pipa api (*fire tube boiler*), karena memiliki kelebihan sebagai berikut:

- ❖ Air umpan tidak perlu terlalu bersih karena berada di luar pipa.
- ❖ Tidak memerlukan flat tebal untuk shell, sehingga harganya lebih murah.
- ❖ Tidak memerlukan tembok dan batu tahanan api.
- ❖ Pemasangannya murah
- ❖ Memerlukan ruang dengan ketinggian rendah.
- ❖ Beroperasi dengan baik pada beban yang naik turun.

Kebutuhan air untuk steam adalah 371,1672 kg/jam. Dianggap setelah digunakan di area proses dapat direcycle dan dipakai lagi, sehingga banyaknya *make up* air untuk keperluan steam sebanyak 185,5836 kg/jam.

4.5.3. Unit Pengadaan Listrik

Unit ini berfungsi untuk memenuhi kebutuhan listrik di seluruh area pabrik. Pemenuhan kebutuhan listrik dipenuhi oleh PLN dan sebagai cadangan adalah generator untuk menghindari gangguan yang mungkin terjadi pada PLN. Generator yang digunakan adalah generator arus bolak-balik yaitu berdasarkan pertimbangan:

- Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar.

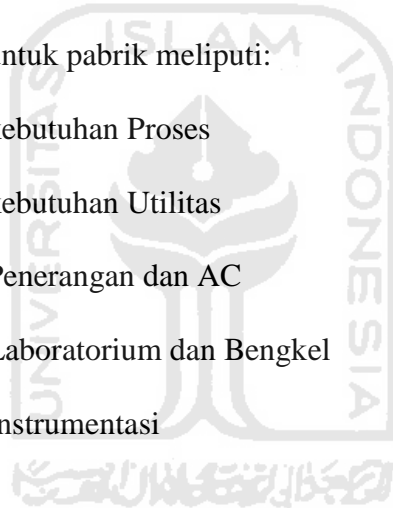
- Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai dengan kebutuhan, dengan menggunakan Transformator.

Generator AC yang digunakan jenis generator AC tiga fase yang mempunyai keuntungan:

- ❖ Tegangan listrik stabil.
- ❖ Daya kerja lebih besar.
- ❖ Kawat penghantar yang digunakan lebih sedikit.
- ❖ Motor tiga fase harganya lebih murah dan sederhana.

Kebutuhan listrik untuk pabrik meliputi:

1. Listrik untuk kebutuhan Proses
2. Listrik untuk kebutuhan Utilitas
3. Listrik untuk Penerangan dan AC
4. Listrik untuk Laboratorium dan Bengkel
5. Listrik untuk Instrumentasi



Tabel 4.4 Konsumsi listrik untuk keperluan alat proses

Nama Alat	Jumlah	Power	Nama Alat	Jumlah	Power
Mixer-01	1	1,00	Pompa-07	1	0,20
Mixer-02	1	0,50	Pompa-08	1	0,20
Reaktor-01	1	1,00	Pompa-09	1	0,20
Netralizer-01	1	0,00	Pompa-10	1	0,20
Filter-01	1	0,09	Pompa-11	1	0,20
Reaktor Fermentor	10	10,00	Pompa-12	1	0,20
Centrifuge-01	1	20,00	Pompa-13	1	0,20
Screw Conveyor-01	1	1,00	Pompa-14	1	0,20
Screw Conveyor-02	1	0,50	Pompa-15	1	0,20
Screw Conveyor-03	1	0,50	Pompa-16	1	0,20
Bucket Elevator-01	1	1,00	Pompa-17	1	0,03
Bucket Elevator-02	1	1,00	Pompa-18	1	0,03
Bucket Elevator-03	1	1,00	Pompa-19	1	0,25
Pompa-01	1	0,13	Pompa-20	1	0,17
Pompa-02	1	0,13	Pompa-21	1	0,17
Pompa-03	1	0,06	Pompa-22	1	1,00
Pompa-04	1	0,03	Pompa-23	1	0,03
Pompa-05	1	0,03	Pompa-24	1	0,06
Pompa-06	1	0,13	Pompa-25	1	0,03
Total				46	41,83

Kebutuhan listrik untuk keperluan alat proses = 41,8296 Hp

Maka total power yang dibutuhkan = 30,0859 KW

Tabel 4.5 Konsumsi listrik untuk keperluan alat utilitas

Nama Alat	Power (hp)
Pompa Utilitas-01	1,00
Pompa Utilitas-02	1,00
Pompa Utilitas-03	1,00
Pompa Utilitas-04	0,03
Pompa Utilitas-05	1,00
Pompa Utilitas-06	0,55
Pompa Utilitas-07	0,58
Pompa Utilitas-08	0,59
Pompa Utilitas-09	0,61
Pompa Utilitas-10	1,00
Pompa Utilitas-11	0,01
Pompa Utilitas-12	0,01
Pompa Utilitas-13	0,01
Pompa Utilitas-14	0,01
Pompa Utilitas-15	0,03
Tangki flokulator	0,17
Clarifier	6,25
Cooling tower	15,00
Total	28.82

kebutuhan listrik untuk keperluan alat utilitas = 28,8242 Hp
 maka total power yang dibutuhkan = 21,5028 Kw

- **Kebutuhan Listrik Alat Instrumentasi dan Kontrol**

Jumlah kebutuhan listrik untuk alat instrumentasi, kontrol, dan AC diperkirakan sebesar 0,3 KW.

- **Kebutuhan Listrik Laboratorium, Rumah tangga, Perkantoran dan lain – lain.**

Jumlah kebutuhan listrik untuk laboratorium, rumah tangga, perkantoran, dan lain – lain, diperlukan sebesar 9,16 KW

- **Kebutuhan Listrik Total**

Jumlah kebutuhan listrik total sebesar = 39,4600 KW

Total kebutuhan daya listrik = 91,0487 KW

Listrik sebesar ini dipenuhi dari PLN. Apabila terjadi pemadaman, digunakan 1 Generator cadangan berkekuatan 100 kW dengan bahan bakar diesel oil dan 1 Generator cadangan dengan kapasitas yang sama.

4.5.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar

Mengingat sebagian kebutuhan listrik di pabrik Etanol ini dipenuhi sendiri dengan menggunakan generator set, maka diperlukan adanya unit penyediaan bahan bakar yang akan menyuplai kebutuhan bahan bakar. Selain generator juga menggunakan boiler.

Spesifikasi bahan bakar untuk pembangkit steam khususnya boiler sebagai berikut:

- ❖ Jenis bahan bakar : fuel oil grade 4,1⁰ API
- ❖ Heating Value : 145,100 Btu/gal

❖ Effisiensi pembakaran : 80 %

Kebutuhan bahan bakar = 0,0046 gal/det

Bahan bakar ini ditampung dalam tangki bahan bakar untuk persediaan selama 1 bulan. Maka kebutuhan bahan bakar selama 1 Tahun = 38.343,2599 gal/tahun .

Bahan bakar yang digunakan generator biasanya solar.

Spesifikasi generator :

tipe : AC generator

Kapasitas : 100 kW

Tegangan : 220/440 volt

Efisiensi : 80%

Kebutuhan untuk 1 tahun generator memerlukan 38.343,2599 gal/thn

4.5.5. Unit Pengolahan Air Limbah

Unit pengolahan limbah berfungsi untuk mengolah limbah yang dihasilkan dari seluruh area pabrik, sehingga air buangan pabrik tidak mencemari lingkungan.

Limbah yang dihasilkan oleh pabrik etanol antara lain air dan cake sisa proses. Air buangan dari unit proses dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dalam lumpur aktif, aerasi, dan injeksi chlorin yang berfungsi membunuh mikroorganisme yang menimbulkan penyakit. Sedangkan untuk limbah gas, dibuat cerobong yang tinggi supaya limbah gas langsung terbawa keatas bersama udara sehingga tidak mencemari lingkungan

4.6. Organisasi Perusahaan

4.6.1. Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada Prarancangan Pabrik *Fuel Grade Etanol* adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam Perseroan Terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap- tiap saham. Pabrik etanol ini akan didirikan pada tahun 2015 direncanakan mempunyai:

- Bentuk : Perseroan Terbatas (PT)
- Lapangan Usaha : Industri
- Lokasi Perusahaan : Menggala, Lampung Utara.
- Kapasitas : 5.000.000 Liter/tahun

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini adalah didasarkan atas beberapa faktor sebagai berikut:

1. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh perusahaan. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain (pemilik perusahaan adalah para

pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris) sehingga kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stsfnya atau karyawan perusahaan.

3. Effisiensi dari Manajemen

Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur yang cakap dan berpengalaman.

4. Lapangan usaha lebih luas

Suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.

5. Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.

6. Mudah mendapatkan kredit dari Bank dengan jaminan perusahaan yang ada.

7. Mudah bergerak di pasar modal.

Ciri- ciri Perseroan Terbatas (PT) yaitu:

1. Didirikan dengan akta notaris berdasarkan Kitab Undang-Undang Hukum dagang
2. Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham
3. Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham.

4. Pabrik dipimpin oleh seorang Direktur yang dipilih oleh para pemegang saham.
5. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada Direktur dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

4.6.2. Struktur Organisasi

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang terdapat dan dipergunakan oleh perusahaan tersebut. Untuk mendapatkan suatu sistem yang baik maka perlu diperhatikan pendelegasian wewenang, pembagian tugas kerja yang jelas, kesatuan perintah dan tanggung jawab, sistem pengontrolan atas pekerjaan yang telah dilaksanakan dan organisasi perusahaan yang fleksibel.

Dengan berdasar pada pedoman tersebut maka diperoleh struktur organisasi yang baik, yang salah satunya yaitu *sistem line and 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 staf ahli yang terdiri dari orang-orang ahli di bidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf ini, yaitu:

1. Sebagai staf, yaitu orang-orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya, dalam hal ini berfungsi untuk memberi saran-saran kepada unit operasional.
2. Sebagai garis atau line yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam menjalankan tugas sehari-harinya diwakili oleh dewan komisaris yang dipimpin oleh Presiden Komosaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan direktur dibantu oleh direktur produksi dan teknik serta direktur keuangan dan umum. Direktur produksi dan teknik membawahi bidang teknik dan produksi sementara itu direktur keuangan dan umum membawahi bidang pemasaran, keuangan dan umum. Direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang bertanggung jawab atas bawahannya sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi yang dikepalai oleh kepala seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya.

Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu dan masing-masing kepala regu akan bertanggung jawab kepada kepala seksi.

Manfaat adanya struktur organisasi sebagai berikut:

- Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, wewenang dan lain-lain.
- Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.

- Penempatan pegawai yang lebih tepat.
- Penyusunan program pengembangan manajemen.
- Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

4.6.3. Tugas dan Wewenang

A. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan yang mempunyai bentuk Perseroan Terbatas (PT) adalah rapat umum pemegang saham (RUPS). Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang:

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

B. Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari daripada pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas-tugas dewan komisaris meliputi:

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarah pemasaran.
2. Mengawasi tugas-tugas direktur.

3. Membantu direktur dalam tugas-tugas penting.

C. Dewan Direksi

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab kepada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur utama membawahi direktur teknik dan produksi serta direktur keuangan dan umum.

Tugas direktur utama antara lain:

1. Tugas kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada akhir masa jabatannya.
2. Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan.
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
4. Mengkoordinir kerjasama dengan direktur produksi serta keuangan dan umum.

Tugas direktur teknik dan produksi antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada direktur dalam bidang produksi dan teknik.
2. Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

Tugas direktur keuangan dan umum antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada direktur dalam bidang keuangan, pemasaran, K3 dan Litbang serta pelayanan umum.
2. Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

D. Staf Ahli

Staf ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf ahli bertanggung jawab kepada direktur utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang:

1. Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
2. Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi.
3. Mempertinggi efisiensi kerja.

E. Kepala Bagian

1. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi.

Kepala bagian produksi membawahi:

➤ Seksi Proses

Tugas seksi proses meliputi :

- ❖ Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.
- ❖ Mengawasi jalannya proses produksi

➤ Seksi Pengendalian

Tugas seksi Pengendalian meliputi:

- ❖ Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

➤ Seksi Laboratorium

Tugas seksi Laboratorium meliputi:

- ❖ Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu
- ❖ Mengawasi dan menganalisa produk
- ❖ Mengawasi kualitas buangan pabrik

2. Kepala Bagian Teknik

Tugas kepala bagian teknik antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang peralatan, proses dan utilitas.
2. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian teknik membawahi:

➤ Seksi Pemeliharaan

Tugas seksi pemeliharaan antara lain:

- ❖ Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik
- ❖ Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik

➤ Seksi Utilitas

Tugas seksi utilitas antara lain:

- ❖ Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas memenuhi kebutuhan proses, air, steam, dan tenaga listrik.

3. Kepala Bagian Pemasaran

Tugas kepala bagian pemasaran antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang pengadaan bahan baku dan pemasaran hasil produksi.
2. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian pemasaran membawahi:

➤ Seksi Pembelian

Tugas seksi pembelian antara lain:

- ❖ Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan.
- ❖ Mengetahui harga pemasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

➤ Seksi Pemasaran

Tugas seksi pemasaran antara lain:

- ❖ Merencanakan strategi penjualan hasil produksi.
- ❖ Mengatur distribusi barang dari gudang.

4. Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan

Tugas kepala bagian administrasi dan keuangan antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang administrasi dan keuangan.
2. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian administrasi dan keuangan membawahi:

➤ Seksi Administrasi

Tugas seksi kas antara lain:

- ❖ Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan serta masalah pajak.

➤ Seksi Kas

Tugas seksi kas antara lain:

- ❖ Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan.
- ❖ Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan membuat prediksi keuangan masa depan

5. Kepala Bagian Umum

Tugas kepala bagian umum antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.
2. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian umum membawahi:

➤ Seksi Personalia

Tugas seksi personalia antara lain:

- ❖ 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 dinamis.
- ❖ Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

➤ Seksi Humas

Tugas seksi humas antara lain:

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

➤ Seksi Keamanan

Tugas seksi keamanan antara lain:

- ❖ Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas yang ada di perusahaan.
- ❖ Mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan maupun bukan ke dalam lingkungan perusahaan.
- ❖ Menjaga dan meelihara karahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

6. Kepala Bagian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dan Litbang

Tugas kepala bagian K3 dan Litbang antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang K3 serta penelitian dan pengembangan produksi.
2. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian K3 dan Litbang membawahi:

- Seksi Keselamatan dan Kesehatan Kerja
- Seksi Kesehatan
- Seksi Penelitian dan Pengembangan

F. Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bidangnya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagiannya masing-masing sesuai dengan seksinya.

4.6.4. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

Pada pabrik Ethanol ini sistem penggajian karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian.

Menurut statusnya karyawan dibagi menjadi 3 golongan sebagai berikut :

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 Surat Keputusan (SK) direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap-tiap akhir pekan.

3. Karyawan Borongan.

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

4.6.5. Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik Etanol beroperasi 330 hari dalam setahun dan 24 jam sehari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan dan *shutdown*. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan, yaitu:

1. Karyawan Non-Shift

Karyawan non shift adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Karyawan yang termasuk non shift adalah direktur, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi serta bagian administrasi.

Dalam satu minggu jam kantor adalah 40 jam dengan perincian sebagai berikut :

- Senin – Jum'at : 08.00 – 17.00 WIB.
- Istirahat : 12.00 – 13.00 WIB.
- *Coffee Break I* : 09.45 – 10.00 WIB.
- *Coffee Break II* : 14.45 – 15.00 WIB.

2. Karyawan Shift

Karyawan Shift adalah karyawan yang secara langsung menengani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gudang, bagian keamanan, dan bagian- bagian yang harus selalu siaga untuk menjaga keselamatan dan keamanan pabrik. Para karyawan shift bekerja secara bergantian sehari semalam.

Karyawan shift dibagi dalam tiga shift dengan pengaturan sebagai berikut:

Karyawan Operasi

- a. Shift pagi : Pukul 07.00 – 15.00 WIB
- b. Shift sore : Pukul 15.00 – 23.00 WIB
- c. Shift malam : Pukul 23.00 – 07.00 WIB

Tabel 4.6. Jadwal kerja karyawan *shift*

Hari ke - / jam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
07.00 – 15.00	A	A	A	B	B	B	C	C	C	D	D	D
15.00 – 23.00	D	D	D	A	A	A	B	B	B	C	C	C
23.00 – 07.00	C	C	C	D	D	D	A	A	A	B	B	B
LIBUR	B	B	B	C	C	C	D	D	D	A	A	A

Keterangan: A, B, C dan D adalah nama regu *shift*

4.6.6. Tingkat Pendidikan dan Gaji Karyawan

A. Tingkat Pendidikan Karyawan

1. Direktur utama : Minimal S – 2 Teknik Kimia
2. Direktur teknik dan produksi : Sarjana Teknik Kimia
3. Direktur keuangan dan umum : Sarjana Ekonomi
4. Direktur Litbang : Sarjana Teknik Kimia
5. Staf Ahli : S-2 Teknik Kimia
6. Sekretaris : Ahli Madya Sekretaris
7. Kepala bagian umum & personalia : Sarjana Sosial
8. Kepala bagian produksi & utilitas : Sarjana Teknik Kimia
9. Kepala bagian teknik : Sarjana Teknik Mesin
10. Kepala bagian keuangan : Sarjana Ekonomi
11. Kepala bagian pemasaran : Sarjana Ekonomi
12. Karyawan litbang : Sarjana Teknik Kimia
13. Kepala seksi keamanan : SMU

14. Kepala seksi humas : Sarjana Sosial
15. Kepala seksi personalia : Sarjana Sosial
16. Kepala seksi pemasaran : Sarjana Ekonomi
17. Kepala seksi pembelian : Sarjana Ekonomi
18. Kepala seksi administrasi : Sarjana Ekonomi
19. Kepala seksi kas : Sarjana Ekonomi
20. Kepala seksi proses : Sarjana Teknik Kimia
21. Kepala seksi pengendalian proses : Sarjana Teknik Kimia
& Laboratorium
22. Kepala seksi pemeliharaan : Sarjana Teknik Mesin
23. Kepala seksi utilitas : Sarjana Teknik Lingkungan
24. Kepala seksi keselamatan kerja : Sarjana Teknik Mesin
25. Kepala seksi pemadan kebakaran : SMU
26. Karyawan keamanan : SMU
27. Karyawan humas : Ahli Madya FISIP
28. Karyawan bagian pemasaran : Ahli Madya Ekonomi
29. Karyawan bagian pembelian : Ahli Madya Ekonomi
30. Karyawan bagian administrasi : Ahli Madya Tata Niaga
31. Karyawan bagian keuangan : Ahli Madya Akuntansi
32. Karyawan bagian alat proses : Ahli Madya Teknik Kimia / STM
33. Karyawan bagian laboratorium : Sarjana Teknik Kimia
34. Karyawan Pemeliharaan : Ahli Madya Teknik Mesin / STM

35. Karyawan Utilitas : Ahli Madya Teknik Lingkungan /
SMU
36. Medis : Dokter
37. Paramedis : Perawat
38. Sopir : SLTP / SMU
39. Pesuruh : SLTP / SMU
40. *Cleaning Service* : SLTP / SMU

B. Gaji Pegawai

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi tiga golongan yaitu:

1. Gaji bulanan
2. Gaji lembur

Gaji ini diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja yang telah ditetapkan. Besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan. Besarnya gaji yang diberikan kepada para pegawai, berdasarkan perkiraan dari gaji pegawai pabrik yang sudah berdiri.

Tabel 4.7. Perincian golongan dan gaji

Jabatan	Jmlh	Gaji, US\$/Bulan	Total, US\$/Bulan
Direktur Utama	1	1.000,00	1.000,00
Direktur Teknik&Produksi	1	700,00	700,00
Direktur keuangan dan umum	1	700,00	700,00
Direktur Litbang	1	700,00	700,00
Staf Ahli	2	450,00	900,00
Kepala Bagian Umum&Personalia	1	250,00	250,00
Kepala Bagian Pemasaran	1	250,00	250,00
Kepala Bagian Keuangan	1	250,00	250,00

Jabatan	Jmlh	Gaji, US\$/Bulan	Total, US\$/Bulan
Kepala Bagian Teknik	1	250,00	250,00
Kepala Bagian Produksi&Utilitas	1	250,00	250,00
Kepala Seksi Personalia	1	150,00	150,00
Kepala Seksi Humas	1	150,00	150,00
Kepala Seksi Keamanan	1	150,00	150,00
Kepala Seksi Pembelian	1	150,00	150,00
Kepala Seksi Pemasaran	1	150,00	150,00
Kepala Seksi Administrasi	1	150,00	150,00
Kepala Seksi Kas	1	150,00	150,00
Kepala Seksi Proses	1	150,00	150,00
Kepala Seksi Pengendalian Proses&Lab	1	250,00	250,00
Kepala Seksi Pemeliharaan	1	150,00	150,00
Kepala Seksi Utilitas	1	150,00	150,00
Kepala Seksi K3	1	150,00	150,00
Kepala Seksi Pemadam Kebakaran	1	200,00	200,00
Karyawan Litbang	2	250,00	500,00
Sekretaris	2	200,00	400,00
Karyawan HuMas	2	150,00	300,00
Karyawan Pembelian	2	150,00	300,00
Karyawan Pemasaran	4	150,00	600,00
Karyawan Administrasi	3	150,00	450,00
Karyawan Kas	2	150,00	300,00
Karyawan Pengendali Proses&Lab	4	250,00	1.000,00
Karyawan Alat Proses	13	150,00	1.950,00
Karyawan Pemeliharaan	3	150,00	450,00
Karyawan Utilitas	5	150,00	750,00
Medis	1	500,00	500,00
Paramedis	2	125,00	250,00
Keamanan	4	125,00	500,00
Sopir	3	80,00	240,00
Pesuruh	4	80,00	320,00
Cleaning Service	3	80,00	240,00
Total	83	9.790,00	16.650,00

4.6.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan yang diberikan perusahaan pada karyawan antara lain berupa:

1. Tunjangan

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

2. Cuti

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

3. Pakaian Kerja

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

4. Pengobatan

- a. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kerja ditanggung perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku.

- b. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

5. Asuransi Tenaga Kerja (ASTEK)

ASTEK diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawannya lebih dari 10 orang atau dengan gaji karyawan US\$ 1.000 per bulan

4.6.8. Manajemen Produksi

Manajemen Produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang berfungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk jadi dengan mengatur penggunaan faktor-faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan agar diperoleh kualitas produksi yang sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatnya kegiatan produksi maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindarkan 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 diketahui dan selanjutnya dikendalikan ke arah yang sesuai.

4.6.9. Perencanaan Produk

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu dipertimbangkan 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.

1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan:

- a. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- b. Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik.

Ada tiga alternatif yang dapat diambil, yaitu:

- a. Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
- b. Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
- c. Mencari daerah pemasaran lain

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain:

a. Material (Bahan Baku)

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

b. Manusia (Tenaga Kerja)

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

c. Mesin (Peralatan)

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

4.6.10. Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi di harapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal.

1. Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku jelek, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor/analisa pada bagian laboratorium pemeriksaan.

2. 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 peremcanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

3. Pengendalian Waktu

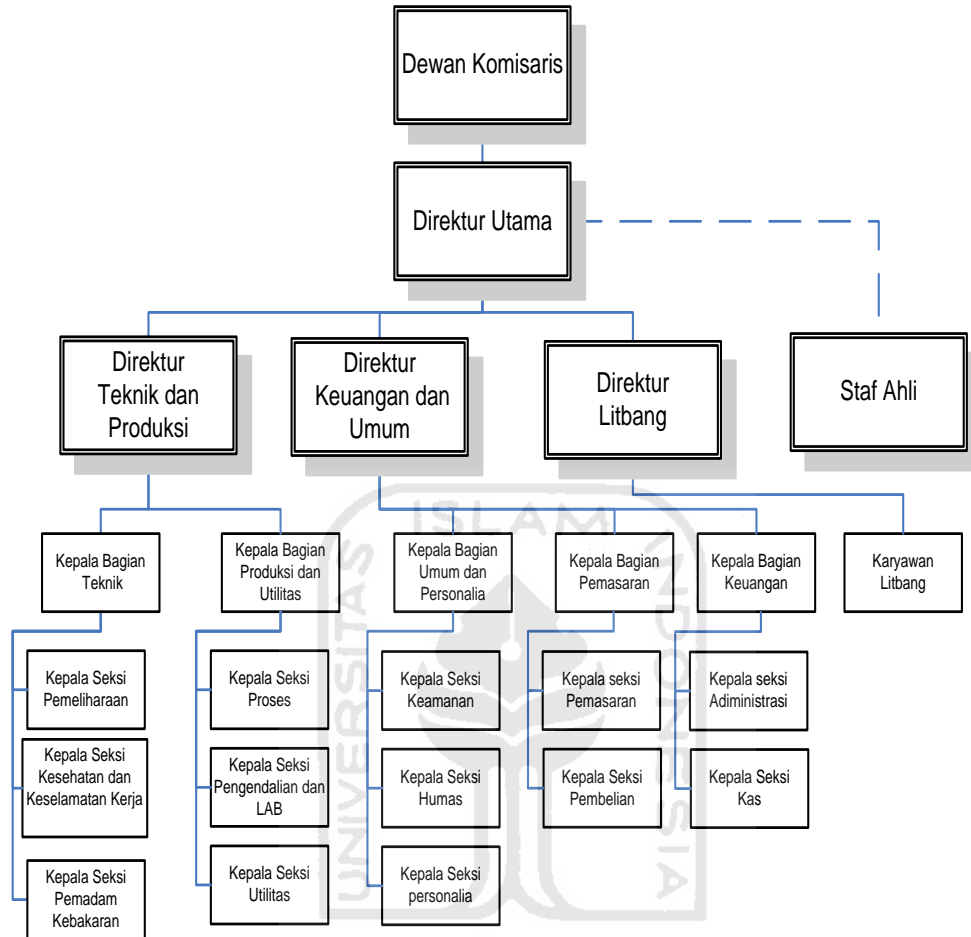
Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

4. Pengendalian Bahan Proses

Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan untuk proses harus mencukupi. Karenanya diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.



STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN



Gambar 4.3. Struktur Organisasi Perusahaan

4.7. Evaluasi Ekonomi

Dalam prarancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan (*estimation*) tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan.

4.7.1. Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan akan berubah setiap saat tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangatlah sulit, sehingga diperlukan suatu metode atau cara untuk memperkirakan harga alat pada tahun tertentu dan perlu diketahui terlebih dahulu harga indeks peralatan teknik kimia pada tahun tersebut.

Pabrik beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2015. Di dalam analisa ekonomi harga – harga alat maupun harga – harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari index pada tahun analisa.

Harga indeks tahun 2015 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1987 sampai 2015, dicari dengan persamaan regresi linier.

Tabel 4.8. Harga indeks

X (Tahun)	Y (Indeks)
1987	324
1988	343
1989	355
1990	357,6
1991	361,3
1992	358,2
1993	359,2
1994	368,1
1995	381,1
1996	381,7
1997	386,5
1998	389,5
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,3

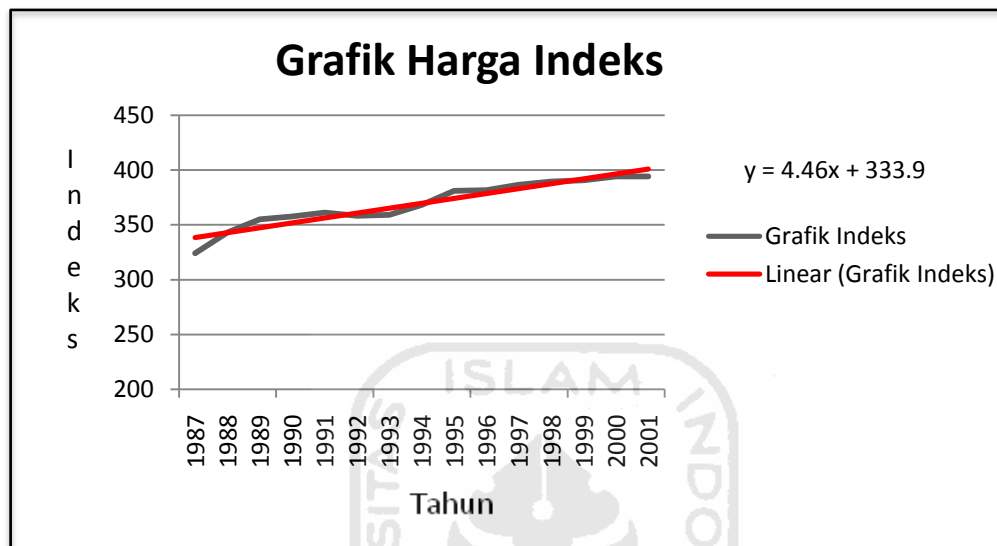
Sumber : www.che.com

Persamaan yang diperoleh adalah: $y = 4,46x - 333,9$

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2010 adalah:

$$Y = 4.46x - 333.9 = 440.9$$

Jadi index pada tahun 2015 = 454.3. Index pada tahun 1993 = 3,592. Index pada tahun 1954 = 86,1



Gambar 4.4. Grafik index harga

Harga – harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Harga alat dan lainnya ditentukan dengan (Peter Timmerhaus, pada tahun 1990 dan Aries Newton, pada tahun 1954).

Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan:

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny}$$

Dalam hubungan ini:

Ex : Harga pembelian pada tahun 2015

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi (1954/1990)

Nx : Index harga pada tahun 2015

Ny : Index harga pada tahun referensi (1954/1990)

4.7.2. Dasar Perhitungan

Kapasitas Produksi	= 5.000.000 Liter/tahun
Satu tahun operasi	= 330 hari
Umur pabrik	= 25 tahun
Pabrik didirikan	= 2015
Kurs mata uang (1 US\$)	= Rp 10.000,00

4.7.3. Perhitungan Biaya

1. *Capital Investment*

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

Capital investment terdiri dari:

1. *Fixed Capital Investment*

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

2. *Working Capital Investment*

Working Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

2. *Manufacturing Cost*

Manufacturing Cost merupakan jumlah *Direct Cost*, *Indirect Cost* dan *Fixed Manufacturing Cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

Menurut Aries & Newton (Tabel 23), manufacturing cost meliputi:

1. *Direct Cost*

Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

2. *Indirect Cost*

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

3. *Fixed Cost*

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

3. *General Expense*

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

4.7.3. Analisa Kelayakan

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

Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

1. *Percent Return On Investment*

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

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

2. *Pay Out Time (POT)*

Pay out time adalah:

- Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan *profit* sebelum dikurangi depresiasi.
- Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.
- Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

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

3. Break Event Point (BEP)

Break event point adalah:

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

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

Dalam hal ini:

Fa : Annual Fixed Manufacturing Cost Pada produksi maksimum

Ra : Annual Regulated Expenses pada produksi maksimum

Va : Annual Variable Value pada produksi maksimum

Sa : Annual Sales Value pada produksi maksimum.

4. *Shut Down Point (SDP)*

Shut down point adalah:

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

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

5. *Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)*

Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR) adalah:

- Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan “DCFR” dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.

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

Persamaan untuk menentukan DCFR:

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

Dimana:

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

C : *Cash flow*

: *profit after taxes + depresiasi + finance*

n : Umur pabrik = 25 tahun

i : Nilai DCFR

4.6.4. Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana pendirian pabrik *Fuel Grade Etanol* memerlukan rencana PPC, PC, MC, serta General Expense. Hasil rancangan masing – masing disajikan pada tabel:

Tabel 4.9. Physical Plant Cost

No	Komponen	Harga (US\$)
1	Harga alat (DEC)	3.120.298,94
2	Biaya pemasangan	1.323.006,75
3	Biaya pemipaan	2.396.389,59
4	Biaya instrumentasi	354.465,96
5	Biaya listrik	381.550,15
6	Biaya isolasi	381.924,59
7	Biaya bangunan	358.500,00
8	Biaya tanah dan Perbaikan	305.100,00
9	Biaya utilitas	568.888,66
Physical Plant Cost (PPC)		9.190.124,64

Tabel 4.10. Direct Plant Cost (DPC)

No	Komponen	Harga (US\$)
1	PPC	9.190.124,64
2	<i>Engineering & Construction</i>	1.838.024,93
Direct Plant Cost (DPC)		11.028.149,57

Tabel 4.11. Fixed Capital Investment (FCI)

No	Komponen	Harga (US\$)
1	DPC	11.028.149,57
2	<i>Contractor's fee</i>	551.407,48
3	<i>Contingency</i>	1.102.814,96
	Total	12.682.372,01

Tabel 4.12. Direct Manufacturing Cost (DMC)

No	Komponen	Harga (US\$)
1	Bahan Baku	837.805,68
2	Gaji karyawan	199.800,00
3	Pengawas	19.980,00
4	<i>Maintenance</i>	380.471,16
5	<i>Plant Supplies</i>	57.070,67
6	<i>Royalty and Patents</i>	250.000,00
7	Utilitas	880.902,03
	Total DMC	2.626.029,55

Tabel 4.13. Indirect Manufacturing Cost (IMC)

No	Komponen	Harga (US\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	29.970,00
2	<i>Laboratory</i>	19.980,00
3	<i>Plant Overhead</i>	99.900,00
4	<i>Packaging & Shipping</i>	650.000,00
Total IMC		799.850,00

Tabel 4.14. Fixed Manufacturing Cost (FMC)

No	Komponen	Harga (US\$)
1	Depresiasi	317.059,30
2	Pajak Properti	126.823,72
3	Asuransi	126.823,72
Total FMC		570.706,74

Tabel 4.15. Total Manufacturing Cost (MC)

No	Komponen	Harga (US\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	2.626.029,55
2	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	799.850,00
3	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	570.706,74
Total MC		3.996.586,29

Tabel 4.16. Working Capital (WC)

No	Komponen	Harga (US\$)
1	<i>Raw material inventory</i>	76.164,15
2	<i>In process inventory</i>	12.110,87
3	<i>Product inventory</i>	363.326,03
4	<i>Extendad credit</i>	363.326,03
5	<i>Available cost</i>	363.326,03
Total WC		1.178.253,10

Tabel 4.17. General Expense (GE)

No	Komponen	Harga (US\$)
1	<i>Administrasi</i>	100.000,00
2	<i>Sales</i>	150.000,00
3	<i>Research</i>	100.000,00
4	<i>Finance</i>	277.212,50
Total GE		627.212,50

Tabel 4.18. Total Biaya Produksi

No	Komponen	Harga (US\$)
1	<i>Manufacturing cost</i>	3.996.586,29
2	<i>General expense</i>	627.212,50
Total		4.623.798,79

Tabel 4.19. Fixed cost (Fa)

No	Komponen	Harga (US\$)
1	Depresiasi	317.059,30
2	Pajak properti	126.823,72
3	Asuransi	126.823,72
	Total Fa	570.706,74

Tabel 4.20. Variable Cost (Va)

No	Komponen	Harga (US\$)
1	Biaya bahan baku	837.805,68
2	<i>Packaging & shipping</i>	65.000,00
3	Utilitas	880.902,03
4	<i>Royalties & patents</i>	250.000,00
	Total Va	2.618.707,71

Tabel 4.21. Regulated Cost (Ra)

No	Komponen	Harga (US\$)
1	Gaji karyawan	199.800,00
2	<i>Payroll overhead</i>	29.970,00
3	<i>Plant overhead</i>	99.900,00
4	<i>Supervisi</i>	19.980,00
5	<i>Laboratorium</i>	19.980,00
6	<i>Maintenance</i>	380.471,16
7	<i>General expense</i>	627.212,50
8	<i>Plant supplies</i>	57.070,67
	Total Ra	1.434.384,34

7. 5. Keuntungan

Harga Jual = US\$ 7.500.000,00

Total Cost = US\$ 5.251.280,61

Keuntungan sebelum pajak = US\$ 2.248.719,39

Keuntungan setelah pajak = US\$ 1.911.411,48

4.6.5. Hasil Kelayakan Ekonomi**1. Percent Return On Investment (ROI)**

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

ROI sebelum pajak = 17,7311 %

ROI sesudah pajak = 15,0714 %

2. Pay Out Time (POT)

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

POT sebelum pajak = 4,9429 tahun

POT sesudah pajak = 5,6911 tahun

3. Break Event Point (BEP)

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

BEP = 31,9186 %

4. Shut Down Point (SDP)

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

SDP = 14,6401 %

5. Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

Umur pabrik = 25 tahun

Fixed Capital Investment = US\$ 12.682372,01

Working Capital = US\$ 1.302,344,01

Salvage value (SV) = US\$ 340.950,00

Cash flow (CF) = Annual profit + depresiasi + finance

$$CF = US\$ 914.042,83$$

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error*

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

$$R = S$$

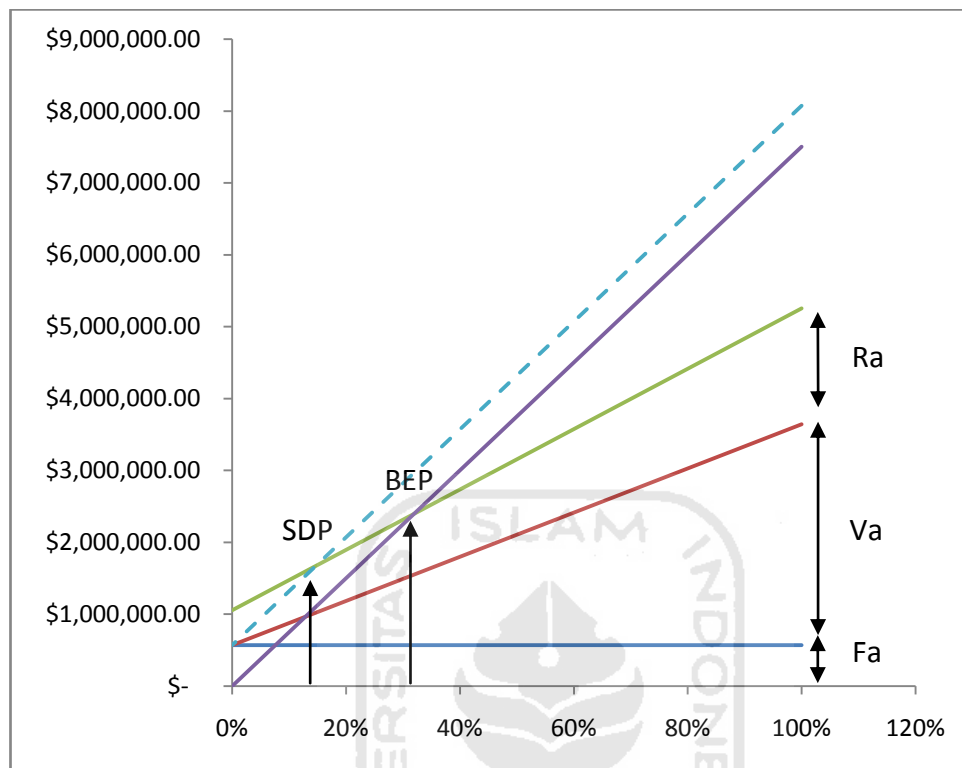
Dengan *trial & error* diperoleh nilai $i = 16,4734 \%$



Tabel 4.22 Ringkasan Evaluasi Ekonomi

Kriteria	Terhitung	Kriteria	Pustaka
1. Sebelum Pajak			
ROI (a)	17,7311 %	Minimum 11 %	Aries Newton,1948
POT (a)	4,9429 tahun	Maximum 5 tahun	Aries Newton,1948
2. Sesudah Pajak			
ROI (b)	15,0714 %		
POT (b)	5,6911 tahun		
3. BEP	31,9186 %	40 % - 60 %	Aries Newton,1948
4. SDP	14,6401 %	< BEP	Aries Newton,1948
5. DCFR	16,4734 %	Suku Bunga: 8 % -10 % (1,5 x Suku Bunga)	Besarnya suku bunga diperoleh dari media massa: Bisnis Indonesia, edisi 14 september 2010

Gambar 4.1 Grafik Evaluasi Ekonomi



Keterangan :

Fa = Fixed Cost

Va = Variable Cost

Ra = Regulated Cost

SDP = Shut Down Point

BEP = Break Event Point

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pabrik Ethanol dari Pati Singkong dengan kapasitas 5.000.000 Liter/tahun digolongkan pabrik beresiko rendah karena proses berjalan pada kondisi operasi yang rendah, bahan baku dan produk yang dihasilkan tidak mudah terbakar dan meledak. Hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut:

1. Keuntungan yang diperoleh:
 - Sebelum pajak US\$ 2.248.719,39 /tahun
 - Sesudah pajak US\$ 1.911.411,48 /tahun
2. Return Of Investment (ROI):
 - Sebelum pajak = 17,7311 %
 - Sesudah pajak = 15,0714 %
3. Pay Out Time (POT):
 - Sebelum pajak = 4,9429 tahun
 - Sesudah pajak = 5,6911 tahun
4. Break Even Point (BEP) pada 31,9186 % dan Shut Down Point(SDP) adalah 14,6401 %
5. Discounted Cash Flow Rate (DCFR) sebesar 16,4734 %. Suku bunga deposito di bank saat ini 8-10 % (Media Massa: Bisnis Indonesia, edisi 14 September 2010)

Dari data hasil perhitungan analisa ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik Fuel Grade Etanol dari Pati Singkong dengan kapasitas 5.000.000 Liter/tahun ini mrmiliki prospek yang baik.



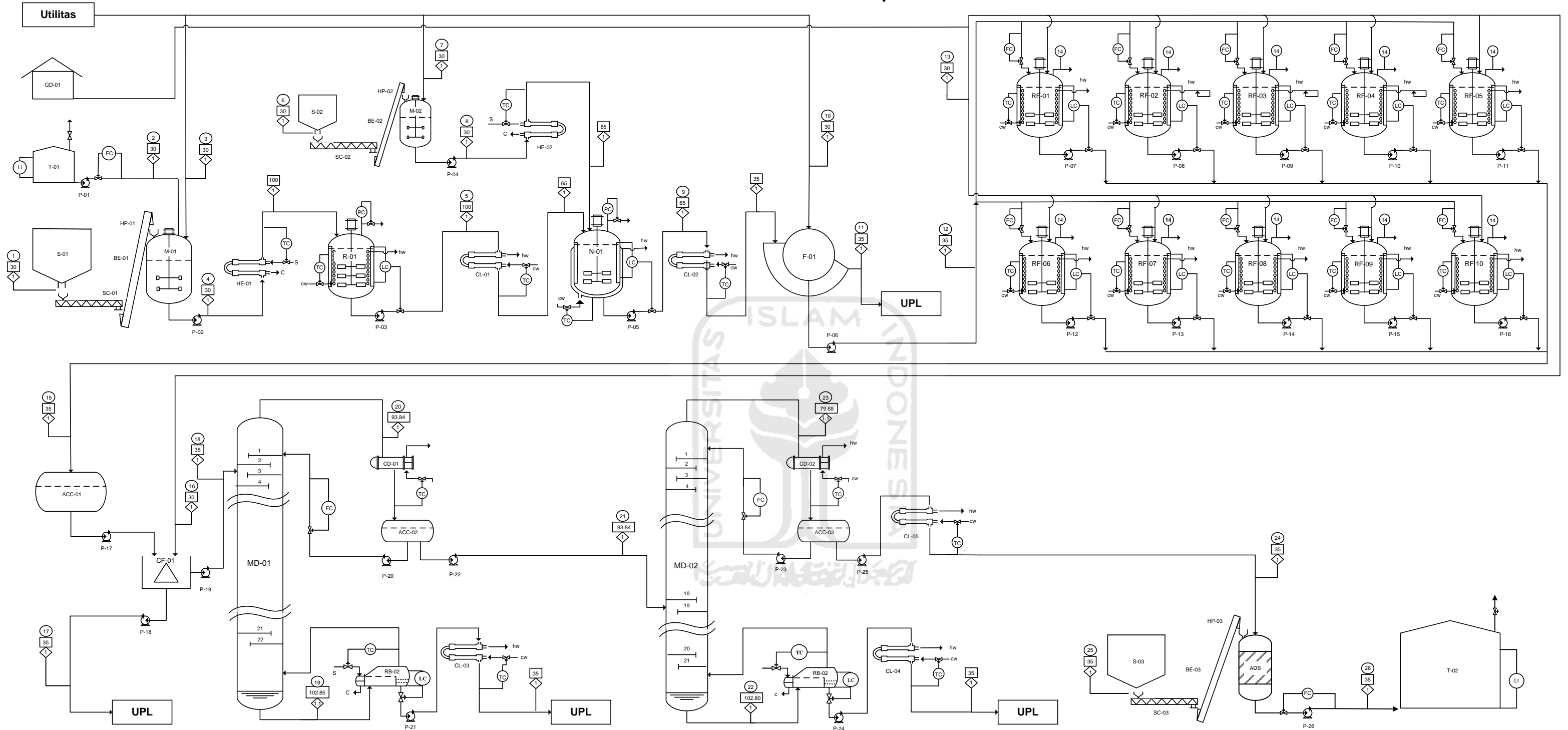
DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Bland, F. William, and Davidson Robert L., "*Petroleum Processing Handbook*", Mc Graw Hill Book Company, USA, 1967.
- 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.

- Kent, A. James, "*Riegel's Handbook of Industrial Chemistry*", 7th Ed., Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1974.
- Kern, D.Q., "*Process Heat Transfer*", International Student Edition, Mc. Graw Hill Book Co.Inc., New York, 1983.
- Ketta, Mc. J.John, "*Chemical Processing Handbook*", Marcel Dekker Inc, New York, 1993.
- Kirk, K.E., and Orthmer, D.F., "*Encyclopedia of Chemical Technology*", Vol. 3, Vol. 9, Vol 10, John Willey and Sons. Inc., New York.
- Lowe, Belle, "*Experimental Cookery from the Chemical and Physical Standpoint*", 1955.
- 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 Timmerhaus, 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.
- Radley, J.A., "*Starch and It's Derivatives*", John Wiley and Sons, Inc, New York, 1954.
- Rase, H.F., "*Chemical Reactor Design for Process Plant vol. I and II, Principles and Techniques*", Willey and Sons, Inc, New York, 1977.

- Rase, H.F., and Barrow M.H., "*Project Engineering of Process Plants*", Willey and Sons, Inc, New York, 1957.
- Schmidt, F. Paul, "*Fuel Oil Manual*", 3rd edition, Industrial Press inc, USA, 1969.
- Shreve, R.N., and Brink, J.A., "*Chemical Process Industries*", 4rd edition, Mc Graw Hill International Book Company, New York, 1977.
- Smith, J.M., and Van Ness, H.C., "*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamic*", 3rd edition, Mc. Graw Hill Book Kogokusha Ltd, Tokyo, 1975.
- Stanbury, P.F., and Whitaker, A., "*Principles of Fermentation Technology*", Pergamon Press, Oxford, 1984.
- Treyball, E., "*Mass Transfer Operation*", International Student Edition, Koagakusha Company, Tokyo.
- Ullrich, G.D., "*A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*", John Willey and Sons. Inc., New York, 1984.
- Wallas, S.M., "*Chemical Process Equipment*", Mc. Graw Hill Book Koagakusha Company, Tokyo, 1959.

DIAGRAM ALIR PROSES PRARANCANGAN PABRIK FUEL GRADE ETANOL DARI PATI SINGKONG KAPASITAS 5.000.000 LITER/TAHUN



KOMPONEN	Nomor Arus (kg/jam)																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
(C6H10O5)n	584,5959			584,5959	29,2298				29,2298		29,2298																	
H2O			1980,8777	1980,8777	1919,1704		2,1475		1923,4654	11,9134	30,3035	1905,0752			1,905,0752	3,3824	5,7370	1,903,4178	1,726,9540	176,4638	176,4638	162,5603	13,9035	13,9035			1,3275	
H2SO4		11,6916		11,6919	11,6919																							
C6H12O6					617,0735				617,0735		43,3754	573,6981			28,6849		8,2117	19,6645	19,6645									
CaO						6,6811																						
Ca(OH)2							8,8286																					
CaSO4								16,2255		16,2255																		
C2H5OH																												
Yeast													8,6055		8,6055		8,6055											
CO2																												
Zeolit																											12,5760	
TOTAL	584,5959	11,6919	1980,8777	2,577,1656	2,577,1656	6,6811	2,1475	8,8286	2,585,9942	11,9134	119,1342	2,478,7734	8,6055	266,4509	2,220,9279	3,3824	33,8240	2,188,3085	1,747,1490	441,1595	441,1595	163,0897	278,0699	278,0699	12,5760	265,4938		

Simbol	Keterangan
ACC	Accumulator
BE	Bucket Elevator
CD	Condensor
CF	Centrifuge
CL	Cooler
F	Filter
GD	Gudang
HE	Heater
HP	Hopper

Simbol	Keterangan
M	Mixer
MD	Menara Distilasi
N	Netralizer
P	Pompa
R	Reaktor
RB	Rebaolier
RF	Fermentor
S	Silo
SC	Srew Conveyor
T	Tangki
ADS	Adsorber

Simbol	Keterangan
○	Nomor Arus
◇	Tekanan, atm
□	Subu, °C
⋈	Gate Valve
⋈	Expansion Valve
—	Piping
FC	Flow Controller
LC	Level Controller
LI	Level Indikator
TC	Temperature Controller
PC	Pressure Controller
S	Steam
C	Condensate
CW	Cold Water
HW	Hot Water

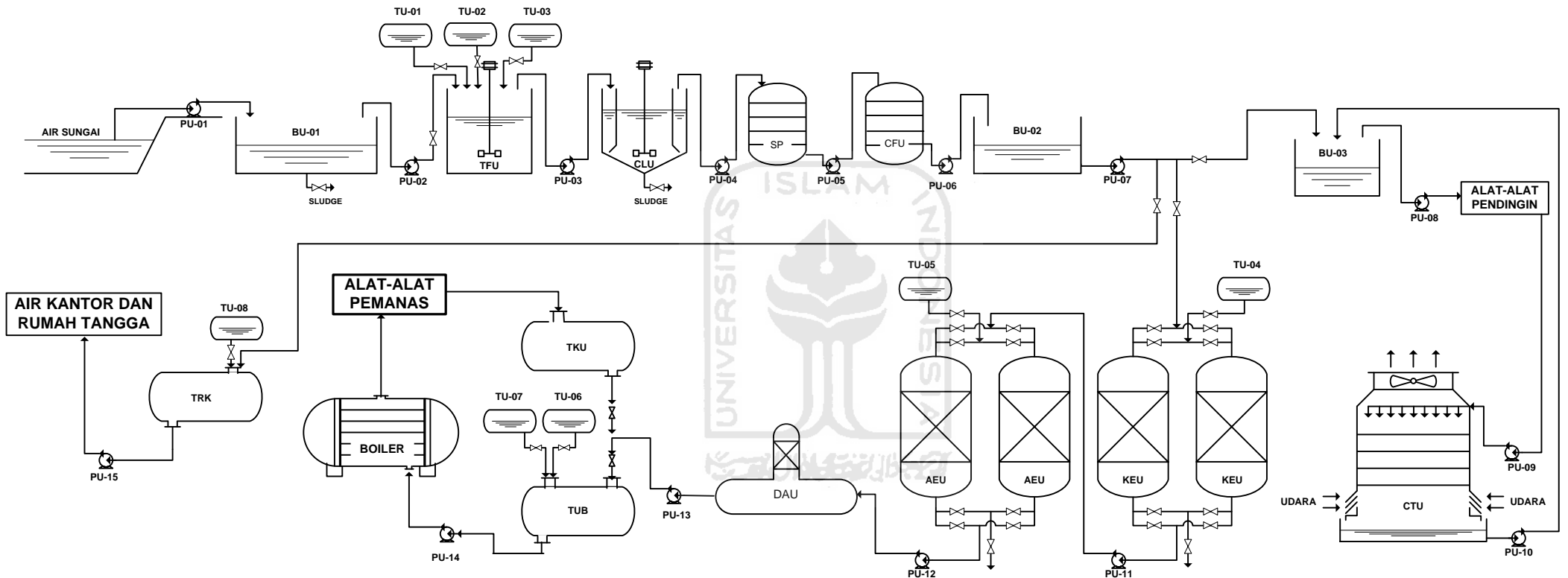
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUAN TEKNIK KIMIA

Gambar :
Proses Engineering Flow Diagram
Pra Rancangan Pabrik Fuel Grade Etanol dari Pati
Singkong Kapasitas 5.000.000 Liter/Tahun

Disusun Oleh :
Tirto Indro Prasetyadi (03 521 077)
Femri Noviawan (04 521 048)

Dosen Pembimbing :
Arif Hidayat ST., MT.

DIAGRAM ALIR UTILITAS
PRARANCANGAN PABRIK FUEL GRADE ETANOL DARI PATI SINGKONG
KAPASITAS 5.000.000 LITER/TAHUN



Simbol	Keterangan
BU-01	Bak pengendap awal
BU-02	Bak penampung air bersih
BU-03	Bak penampung air pendingin
TU-01	Tangki tawas
TU-02	Tangki ferro sulfat
TU-03	Tangki kapur
TU-04	Tangki larutan asam sulfat
TU-05	Tangki larutan natrium hidroksida
TU-06	Tangki larutan hidrazine
TU-07	Tangki larutan NaH ₂ PO ₄
TU-08	Tangki Larutan kaporit

Simbol	Keterangan
PU-	Pompa
TFU	Flokulator
CLU	Clarifier
SP	Saringan pasir
CFU	Carbon filter
CTU	Cooling tower
KEU	Kation exchanger
AEU	Anion exchanger
DAU	Deaerator
TUB	Tangki umpan boiler
TKU	Tangki kondensat
TRK	Tangki RT & kantor