

**PRA RANCANGAN PABRIK ETANOL  
DARI PATI JAGUNG  
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**

**TUGAS AKHIR**

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



**Oleh :**

**Nama : Vrylitha Rarasati Nurdiandini**

**No. Mahasiswa : 01521259**

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

**2012**

# **LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL**

## **PRA RANCANGAN PABRIK**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Vrylitha Rarasati Nurdiandini

No. Mahasiswa : 01521259

Yogyakarta, April 2012

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

Vrylitha Rarasati Nurdiandini

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**  
**PRA RANCANGAN PABRIK ETANOL DARI PATI JAGUNG**  
**KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**

**TUGAS AKHIR**

Oleh :

Nama : Vrylitha Rarasati Nurdyandini

No. Mahasiswa : 01521259

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

Yogyakarta, April 2012

Tim Penguji,

Dr. Ir. Farham HM. Saleh, MSIE.

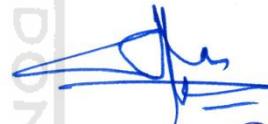
Ketua

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

Anggota I

Dalyono, S.Teks., MSI.

Anggota II



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



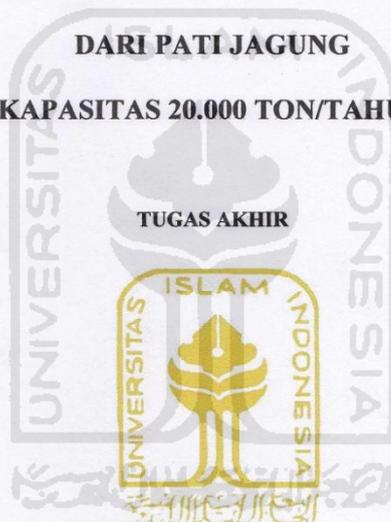
Dra. Kamariah Anwar, MS

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**PRA RANCANGAN PABRIK ETANOL**

**DARI PATI JAGUNG**

**KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**



**TUGAS AKHIR**

**Oleh :**

**Nama : Vrylitha Rarasati Nurdiandini**

**No. Mahasiswa : 01521259**

**Yogyakarta, April 2012**

**Pembimbing,**

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Farham HM. Saleh', is written over the name of the supervisor.

**Dr. Ir. Farham HM. Saleh, MSIE**

“Keimanan yang paling utama diantara kalian adalah yang paling bagus  
akhlaknya”

“Pandangan seorang anak kepada kedua orang tuanya atas dasar cinta merupakan  
ibadah”

“Cara terbaik keluar dari suatu masalah adalah memecahkannya”

“Kegagalan hanya akan terjadi bila kita menyerah”

**Karya ini aku persembahkan untuk :**

1. Terima kasih yang tak terhingga untuk Ibu dan Bapak yang telah merawatku dengan kasih sayang dan penuh kesabaran serta selalu mendoakanku tanpa henti.
2. Ummi dan Abi yang selalu memberikan doa dan motivasi sehingga aku bisa sampai di titik ini. Terima kasih sudah sabar menghadapi aku selama ini.
3. Bapak atas doa, dukungan, dan cerita-ceritanya selama ini.
4. Mbak En, mbak Nung, mbak Anis, om Ir, om Asnun, om Arif, kakak Hamidah, adek Aminah, mas Dhito, mas Faiz, mas Fino, kakak Fadhilah, adek Hasna, dan semua keluarga besarku makasih ya buat doa-doanya. I love u all.
5. Emi, Dini, Pipit, Ana, Ican makasih ya sudah menemaniku selama ini. Tanpa kalian hidupku ga berwarna. Jangan sering galau ya. Juga buat para alumni (Apay, Uli, mbak Di, Erlin, Ratna). Kangen sama kalian dan kegilaan-kegilaan masa lalu kita. Good luck buat kalian semua.

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini. Tugas Akhir Pra Rancangan ini berjudul Pra Rancangan Pabrik Etanol Dari Pati Jagung dengan kapasitas 20.000 ton/tahun.

Tugas akhir ini disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan di Jurusan Teknik kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

1. Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya.
2. Rasulullah SAW.
3. Bapak Ir. Gumbolo Hadi Susanto, M.Sc., selaku Dekan FTI.
4. Ibu Dra. Kamariah Anwar, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia.
5. Bapak Dr., Ir., Farham HM Saleh, MSIE., selaku dosen pembimbing yang dengan penuh kesabaran dalam membimbing sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Ummi, Abi, Ibu, Bapak, Ayah, dan keluarga besar yang sudah tiada henti memberikan doa dan dukungannya.
7. Seluruh teman-teman yang selalu memberi semangat dan motivasi.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu hingga terselesaikannya laporan ini.

Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat penyusun harapkan. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, April 2012

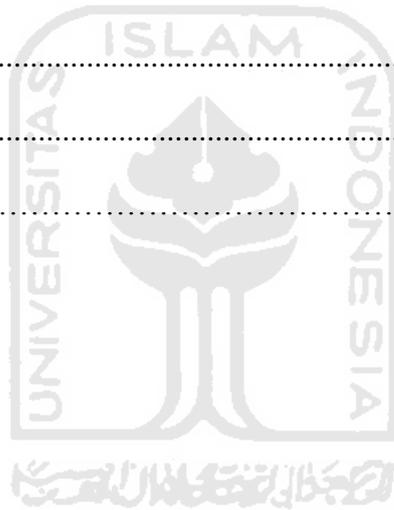


Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL TUGAS AKHIR PRA RANCANGAN PABRIK.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PRA RANCANGAN PABRIK.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tinjauan Pustaka.....	2
BAB II PERANCANGAN PRODUK.....	7
2.1 Spesifikasi Produk.....	7
2.2 Spesifikasi Bahan Baku.....	7
2.3 Pengendalian Kualitas.....	9
BAB III PERANCANGAN PROSES.....	11
3.1 Uraian Proses.....	11
3.2 Spesifikasi Alat/Mesin Produk.....	12
3.3 Perencanaan Produksi.....	39

BAB IV PERANCANGAN PABRIK .....	40
4.1 Lokasi Pabrik.....	40
4.2 Tata Letak Pabrik .....	42
4.3. Tata Letak Alat Proses .....	44
4.4. Alir Proses dan Material.....	49
4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas).....	58
4.6 Organisasi Perusahaan.....	90
4.7 Evaluasi Ekonomi .....	111
BAB V PENUTUP.....	123
DAFTAR PUSTAKA .....	125
LAMPIRAN.....	A-1



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Kebutuhan Etanol di Indonesia.....	2
Tabel 4.1 Perincian Luas Tanah Sebagai Bangunan Pabrik.....	43
Tabel 4.2 Neraca Massa Mixer-01.....	51
Tabel 4.3 Neraca Massa Reaktor-01.....	51
Tabel 4.4 Neraca Massa Mixer-02.....	52
Tabel 4.5 Neraca Massa Netralizer.....	52
Tabel 4.6 Neraca Massa Thickener.....	53
Tabel 4.7 Neraca Massa Reaktor-02.....	54
Tabel 4.8 Neraca Massa Menara Distilasi-01.....	54
Tabel 4.9 Neraca Massa Menara Distilasi-02.....	55
Tabel 4.10 Neraca Panas Reaktor-0.....	55
Tabel 4.11 Neraca Panas Netralizer.....	56
Tabel 4.12 Neraca Panas Reaktor-02.....	57
Tabel 4.13 Neraca Panas Menara Distilasi-01.....	57
Tabel 4.14 Neraca Panas Menara Distilasi-02.....	58
Tabel 4.15 Kebutuhan Steam.....	65
Tabel 4.16 Kebutuhan Listrik di Alat Proses.....	66
Tabel 4.17 Kebutuhan Listrik di Alat Utilitas.....	68
Tabel 4.18 Jadwal Kerja Masing-masing Regu Shift.....	105
Tabel 4.19 Perincian Tingkat Pendidikan.....	106
Tabel 4.20 Perincian Jumlah Karyawan dan Gaji.....	107

Tabel 5.1. Hasil Evaluasi Ekonomi.....123

Tabel A.1 Konsentrasi A.....A-3

Tabel A.2 Massa, densitas, dan laju alir masing-masing komponen.....A-6



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1. Tata letak pabrik etanol.....	47
Gambar 4.2. Tata letak peralatan proses pabrik etanol.....	48
Gambar 4.3. Diagram alir kualitatif .....	49
Gambar 4.4. Diagram alir kuantitatif.....	50
Gambar 4.5. Struktur organisasi perusahaan.....	93
Gambar 4.6. Hubungan tahun dengan indeks harga.....	112
Gambar 4.7. Nilai bep dan sdp.....	122
Gambar A.1. Torispherical flanged and dished head.....	A-12



# DAFTAR LAMPIRAN

## LAMPIRAN A. REAKTOR FERRMENTER

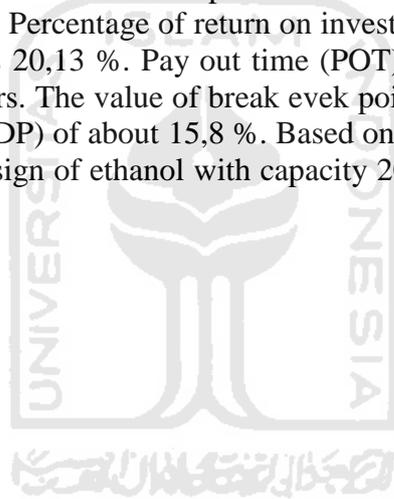
A.1. Mekanisme Reaksi.....	A-1
A.2 Perancangan Fermenter.....	A-8
A.2.1 Dimensi Fermenter.....	A-8
A.2.2. Menghitung Tinggi Cairan.....	A-10
A.2.3. Menentukan Tekanan Design.....	A-10
A.2.4. Menentukan Bahan Konstruksi Fermenter.....	A-11
A.2.5. Perancangan Dimensi Head.....	A-12
A.2.6. Menentukan Luas Muka Reaktor.....	A-17
A.2.7. Perancangan Pengaduk.....	A-18
A.2.8. Menentukan Kecepatan Putaran dan Power Pengaduk.....	A-20

## ABSTRACT

Preliminary design of ethanol plant from corn starch with capacity 20,000 ton/year is planned to be built in Gresik, East Java. This chemical plant will be operated for 330 day/year or 24 hours a day with 165 employees.

Raw material needed is corn starch 4.825,5912 kg/hour. The production process will be operated at temperature 105°C for hydrolysis and 35°C for fermentation, at pressure about of 1 atm using Continuous Stirred Tank Reactor. The utility consist of 12.241,1 kg/hour of cooling water, 22.021,7615 kg/hour of steam, 398,23 kW of fuel while the power of electricity of about 290 kVA provided by PLN. This chemical plant also use generator set as reserve.

An economic analysis shows that this chemical plant need to be covered by fixed capital of about Rp. 39.224.687.943, working capital of about Rp. 43.767.553.527. The profit before tax is Rp. 52.281.300.120 while the profit after tax is Rp. 26.140.650.060. Percentage of return on investemen (ROI) before tax is 40,26 % while after tax is 20,13 %. Pay out time (POT) before tax is 1,96 years while after tax is 3,28 years. The value of break even point (BEP) for about 41,39 % and shut down point (SDP) of about 15,8 %. Based on the economic analysis, it is concluded that plant design of ethanol with capacity 20,000 ton/years visible to be built.



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Seiring perkembangan zaman, kebutuhan akan bahan kimia mengalami peningkatan. Sehingga industri kimia juga berkembang dengan pesat, baik yang memproduksi bahan kimia hulu maupun hasil olahannya. Salah satu bahan kimia yang banyak digunakan saat ini adalah etanol. Etanol telah banyak diproduksi dari berbagai macam bahan baku seperti singkong, ubi, dan lain sebagainya.

Etanol digunakan sebagai bahan baku di dalam industri asam asetat, ester, etilen, dan bahan bakar. Selain itu juga digunakan di dalam industri farmasi, industri kosmetik, dan kedokteran. Oleh karena itu pendirian pabrik etanol akan sangat bermanfaat bagi industri-industri yang lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan etanol dalam negeri dan tidak menutup kemungkinan untuk ekspor, sebagai salah satu alternatif ekspor non migas, maka perlu didirikan pabrik pembuat etanol dalam skala industri di Indonesia.

Disamping itu keuntungan lain yang diperoleh dari pendirian pabrik etanol ini adalah :

1. Memacu penggunaan etanol sebagai bahan bakar alternatif yang bebas polusi.
2. Memacu pendirian industri lain yang menggunakan etanol sebagai bahan baku.
3. Mengurangi import etanol.
4. Membuka lapangan pekerjaan sehingga jumlah pengangguran dapat dikurangi.

Dari data yang didapat dari BPS diketahui jika jumlah kebutuhan akan etanol semakin tahun semakin meningkat. Tabel 1.1 memperlihatkan jumlah data kebutuhan etanol di Indonesia.

Tabel 1.1 Data kebutuhan etanol di indonesia

Tahun	Kebutuhan (ton/tahun)
2001	31415
2002	33315
2003	36485
2004	45331
2005	52418
2006	56673

Dengan menggunakan regresi linier, diperkirakan kebutuhan etanol pada tahun 2014 sebanyak 89345,69 ton sehingga akan didirikan perusahaan dengan kapasitas produksi 20.000 ton/tahun.

Dengan adanya pabrik etanol di Indonesia maka kebutuhan etanol di dalam negeri akan terpenuhi dan jika memungkinkan akan diekspor sehingga dapat menambah devisa negara.

## 1.2 Tinjauan Pustaka

Etanol mempunyai rumus molekul  $C_2H_5OH$ . Etanol mempunyai sifat-sifat mudah menguap dan mudah terbakar, apabila dicampur dengan air akan terjadi peristiwa kontraksi atau penyusutan volume, mempunyai bau dan rasa yang khas, dapat bercampur dengan air, metil alkohol, eter, kloroform, dan aseton. Etanol termasuk ke dalam alkohol rantai tunggal. Alkohol merupakan isomer

konstitusional dari dimetil eter. Etanol banyak digunakan sebagai pelarut berbagai bahan kimia yang ditujukan untuk konsumsi manusia. Dalam industri kimia, etanol menjadi bahan antara untuk memproduksi bahan kimia lainnya. Etanol juga digunakan sebagai bahan bakar.

Beberapa metode dalam pembuatan etanol adalah :

#### 1. Metode fermentasi

Fermentasi adalah proses pembuatan alkohol dengan bantuan aktivitas kehidupan dari mikroba. 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, penicilin, dan antibiotika lainnya, riboflavin, dan vitamin lainnya serta enzim-enzim.

Fermentasi alkohol hampir selalu berkaitan dengan yeast terutama *saccharomyces cereviceae*. Hampir 95 % produksi alkohol diproses dari fermentasi menggunakan yeast tersebut.

Pertumbuhan yeast sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor :

1. Kadar gula
2. Penambahan zat makanan (nutrien)
3. Derajat keasaman
4. Suhu fermentasi

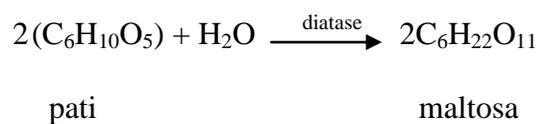
Metode fermentasi dibedakan berdasarkan bahan bakunya yaitu :

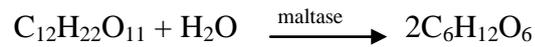
a. Bahan yang mengandung gula

Bahan baku yang biasa digunakan antara lain adalah molase, gula tebu, dan buah-buahan. Bahan baku yang mengandung gula diencerkan terlebih dahulu agar kadar gulanya tidak terlalu tinggi. Karena jika kadar gulanya terlalu tinggi akan menghambat proses fermentasi atau mungkin akan dapat membunuh yeast. Kemudian bahan yang mengandung gula dicampurkan dengan yeast sambil diaduk agar homogen. Campuran tersebut difermentasikan pada tangki fermenter. Alkohol diperoleh dengan metode distilasi.

b. Bahan yang mengandung pati

Bahan yang mengandung pati antara lain adalah jagung, kentang, gandum, dan ketela. Bahan yang mengandung pati dipotong-potong dan dipanaskan pada suhu 140°C–150°C. Sehingga dinding sel yang mengandung pati akan rusak dan patinya akan terlarut. Pati kemudian dihidrolisa dengan enzim diatase untuk diubah menjadi maltosa. Larutan maltosa yang terbentuk ditambah yeast. Yeast akan menghasilkan enzim maltase dan enzim zymase. Enzim maltase akan mengubah maltosa menjadi glukosa dan enzim zymase akan mengubah glukosa menjadi etanol.





maltosa glukosa



glukosa etanol

c. Bahan yang mengandung selulosa

Selulosa biasanya berupa limbah antara lain bonggol jagung, limbah kayu, dan limbah kertas. Bahan yang mengandung selulosa tidak dapat langsung digunakan tetapi harus dihidrolisa terlebih dahulu. Di Jerman, etanol diperoleh dari serbuk gergaji. Diperoleh dengan cara menambahkan asam sulfat dan steam dengan tekanan.



selulosa glukosa

Larutan yang dihasilkan difermentasi dengan menggunakan yeast dan dinetralkan dengan kapur.

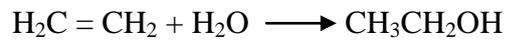
2. Metode sintesis

Dalam proses pembuatan alkohol secara sintesis, yang dipakai sebagai bahan dasar adalah gas etilen yang diperoleh dari gas cracking minyak bumi. Proses pembuatan alkohol dengan bahan dasar etilen adalah :

a. Cara Langsung

Yaitu proses hidrasi etilen dengan memakai katalisator asam fosfat, pada suhu 300°C dan tekanan tinggi dengan perbandingan etilen dan air 1: 0,6.

Reaksi yang terjadi adalah :

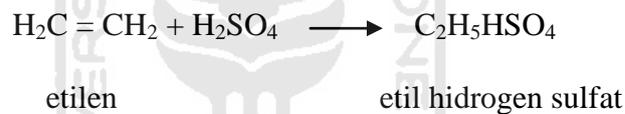


Alkohol yang terbentuk dari hasil reaksi, didinginkan, dan dilewatkan dalam scrubber dimana alkohol dilarutkan dalam air. Sedangkan gas-gas yang keluar dikembalikan ke dalam proses.

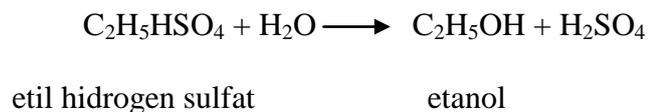
b. Cara tidak langsung

Dalam proses ini alkohol dibuat dengan penyerapan etilen dari proses cracking. Hasil dari proses cracking dipompa dari bawah menara penyerap (absorber), kemudian dari atas disemburkan asam sulfat pekat.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Dari proses tersebut dihasilkan etil hidrogen sulfat. Kemudian dinginkan, 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  $\text{H}_2\text{SO}_4$  cair dipekatkan untuk dipakai kembali.

## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

#### 2.1 Spesifikasi Produk

Etanol

Rumus molekul :  $C_2H_5OH$

Bentuk : cairan tidak berwarna

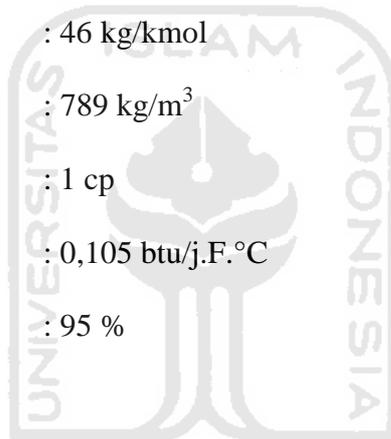
Berat molekul : 46 kg/kmol

Densitas :  $789 \text{ kg/m}^3$

Viskositas : 1 cp

Konduktivitas panas :  $0,105 \text{ btu/j.F.}^\circ\text{C}$

Kemurnian : 95 %



#### 2.2 Spesifikasi Bahan Baku

##### 2.2.1 Bahan Baku Utama

###### 1. Pati Jagung

Rumus molekul :  $(C_6H_{10}O_5)_n$

Fase : padat

Berat molekul : 162 kg/kmol

Komposisi : - pati : 85 % berat

- air : 11 % berat

- abu : 4 % berat

Densitas : 1 gr/ml

## 2. Air

Rumus molekul	: $H_2O$
Bentuk	: cairan bening
Berat molekul	: 18 kg/kmol
Densitas	: $998 \text{ kg/m}^3$
Viskositas	: 1 cp
Kapasitas panas	: $0,950 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$

## 2.2.2 Bahan Baku Pembantu

## 1. Yeast

Bentuk	: oval
Ukuran (diameter)	: 0,004 mm - 0,010 mm
Densitas	: $1000 \text{ kg/m}^3$
Kapasitas panas	: $0,950 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$
Konduktivitas panas	: $0,372 \text{ Btu/j.ft}^\circ\text{F}$
Derajat keasaman	: 4,5-5,5

## 2. Asam Sulfat

Rumus molekul	: $H_2SO_4$
Bentuk	: cair
Berat molekul	: 98 kg/kmol
Densitas	: $1831 \text{ kg/m}^3$
Kapasitas panas	: $0,352 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$
Viskositas	: 4,5 cp

Konduktivitas panas : 0,21 btu/j.ft°F

Kemurnian : 98 %

### 3. Kalsium Karbonat

Rumus molekul :  $\text{CaCO}_3$

Bentuk : padat

Berat molekul : 100 kg/kmol

Densitas : 2710 kg/m<sup>3</sup>

Kapasitas panas : 19,9 cal/gmol°C

Konduktivitas panas : 0,21 btu/j.ft°F

## 2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas (Quality Control) yang dilakukan adalah pengendalian kualitas terhadap bahan baku, proses, dan produk yang dihasilkan.

### 2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian bahan baku dilakukan agar kualitas bahan baku yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Sebelum proses produksi dilakukan, akan dilakukan pengujian kualitas terhadap bahan baku yaitu pati jagung, air serta bahan baku pembantu yaitu yeast, asam sulfat, dan kalsium karbonat.

### 2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses

Pengendalian kualitas proses meliputi pengendalian alat sistem kontrol dan aliran sistem kontrol. Alat sistem kontrol berupa sensor, *controller*, dan indikator

serta *actuator*. Sensor digunakan untuk identifikasi variabel proses seperti tekanan dan suhu. *Controller* dan indikator yang digunakan antara lain *temperatur indicator control* dan *pressure control*. *Actuator* digunakan untuk memanipulasi agar variabelnya sama dengan variabel *controller*. *Actuator* yang digunakan antara lain *manual hand valve* dan *automatic control valve*.

Aliran sistem kontrol yang digunakan adalah aliran pneumatis (aliran udara tekan), aliran elektrik, dan aliran mekanik. Aliran pneumatis digunakan untuk *valve* dari *controller* ke *actuator*. Aliran elektrik digunakan untuk suhu dari sensor ke *controller*. Aliran mekanik digunakan untuk aliran dari sensor ke *controller*.

### **2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk**

Pengendalian kualitas produk dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan. Pengendalian kualitas ini dilakukan sejak dari bahan baku sampai menjadi produk sehingga akan dihasilkan produk yang berkualitas tinggi.

## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

#### 3.1 Uraian Proses

Bahan baku berupa pati jagung diangkut dengan menggunakan belt conveyor (BC-01) bersama-sama dengan asam sulfat dari tangki penyimpanan (T-02) dimasukkan ke dalam mixer (M-01) untuk disuspensikan ke dalam air. Selanjutnya suspensi pati dipanaskan dalam heater (HE-01) dan dimasukkan ke reaktor (R-01). Reaksi yang terjadi adalah hidrolisis pati menjadi glukosa. Kondisi operasi R-01 yaitu suhu 105°C dan tekanan 1 atm. Persamaan reaksi dituliskan sebagai berikut :



Hasil dari reaktor (R-01) dimasukkan ke dalam netralizer (N-01). Di dalam netralizer, hasil dari reaktor (R-01) akan dihilangkan kandungan asam sulfatnya dengan mereaksikannya dengan kalsium karbonat. Padatan kalsium sulfat yang terbentuk diendapkan di thickener (TC-01). Larutan glukosa lalu dimasukkan ke dalam reaktor fermenter (R-02). Glukosa difermentasi dengan bantuan yeast. Kondisi operasi di reaktor fermenter adalah suhu 35°C dan tekanan 1 atm. Reaksi yang terjadi adalah :



Hasil fermentasi yaitu etanol akan dipanaskan dengan pemanas (HE-02) sebelum diumpankan ke menara distilasi (MD-01) untuk dimurnikan etanolnya. Hasil atas reaktor fermenter berupa etanol 60 %. Hasil bawah didinginkan dengan

pendingin (CL-02) sebelum dibuang ke unit pembuangan limbah (UPL). Etanol 60 % diumpankan ke menara distilasi (MD-02) untuk menaikkan kadar menjadi 95 %. Etanol hasil distilasi didinginkan dengan pendingin (CL-04). Kemudian disimpan di tangki etanol (T-03) sebelum dipasarkan. Sedangkan hasil bawah didinginkan dengan pendingin (CL-03) dan dibuang ke unit pembuangan limbah (UPL).

### 3.2 Spesifikasi Alat/Mesin Produk

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

Fungsi	:	untuk mensuspensikan pati yang keluar dari G-01
Jenis	:	tangki alir tegak berpengaduk
Bahan	:	stainless steel
Spesifikasi	:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- diameter : 3,3258 m</li> <li>- tinggi : 3,3258 m</li> <li>- volume : 28,5858 m<sup>3</sup></li> <li>- tinggi suspensi dalam shell : 3,2752 m</li> <li>- tebal shell : 5/16 in</li> <li>- tebal head : 7/16 in</li> <li>- pengaduk : flat blade turbine impellers</li> <li>- jumlah blade : 6</li> <li>- jumlah baffle : 4</li> <li>- diameter impeller : 1,1109 m</li> </ul>

- tinggi impeller : 0,6665 m
- lebar impeller : 0,8332 m
- lebar baffle : 0,3333 m
- daya pengadukan : 25 HP

## 2. Reaktor 01 (R-01)

Fungsi : untuk merubah pati menjadi glukosa dengan katalisator asam sulfat

Jenis : reaktor alir tangki berpengaduk

Kondisi operasi : - suhu : 105°C

- tekanan : 1 atm

Spesifikasi : - diameter : 3,3151 m

- tinggi : 3,3151 m

- volume : 28,5983 m<sup>3</sup>

- tinggi suspensi dalam reaktor : 3,2969 m

- tebal shell : 5/16 in

- tebal head : 7/16 in

- pengaduk : flat blade

turbine impellers

- jumlah blade : 6

- jumlah baffle : 4

- diameter impeller : 1,1111 m

- tinggi impeller : 0,2222 m

- lebar impeller : 0,2778 m
- lebar baffle : 0,3333 m
- daya pengadukan : 20 HP

### 3. Mixer 02 (M-02)

Fungsi : untuk mensuspensikan  $\text{CaCO}_3$  yang keluar dari G-02

Jenis : tangki alir tegak berpengaduk

Bahan : stainless steel

- Spesifikasi :
- diameter : 0,3481 m
  - tinggi : 0,3481 m
  - volume : 0,026 m<sup>3</sup>
  - tinggi suspensi dalam mixer : 0,2964 m
  - tebal shell : 3/16 in
  - tebal head : 3/16 in
  - pengaduk : flat blade turbine  
impellers
  - jumlah blade : 6
  - jumlah baffle : 4
  - diameter impeller : 0,116 m
  - tinggi impeller : 0,0232 m
  - lebar impeller : 0,029 m
  - lebar baffle : 0,0348 m
  - daya pengadukan : 0.75 HP

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

Fungsi : untuk menetralkan asam sulfat dengan mereaksikannya dengan  $\text{CaCO}_3$

Jenis : tangki alir silinder tegak berpengaduk

Bahan : stainlees steel

Spesifikasi :

- diameter : 3,3333 m
- tinggi : 3,3333 m
- volume : 28,419 m<sup>3</sup>
- tinggi suspensi dalam netralizer : 3,2798 m
- tebal shell : 5/16 in
- tebal head : 7/16 in
- pengaduk : flat blade turbine  
impellers
- jumlah blade : 6
- jumlah baffle : 4
- diameter impeller : 1,1111 m
- tinggi impeller : 0,2222 m
- lebar impeller : 0,2778 m
- lebar baffle : 0,3333 m
- daya pengadukan : 25 HP

### 5. Thickener (TC-01)

Fungsi : untuk memisahkan glukosa dan H<sub>2</sub>O dari larutan slurry

Jenis : batch sedimentation

Kondisi operasi : - suhu : 30°C  
- tekanan : 1 atm

kapasitas : 56628,9508 kg/jam

Spesifikasi : - pipa umpan masuk : - diameter dalam : 5,563 in  
- diameter luar : 5,563 in  
- pipa overflow : - diameter dalam : 2,063 in  
- diameter luar : 2,375 in  
- pipa underflow : - diameter dalam : 5,5047 in  
- diameter luar : 5,563 in

### 6. Reaktor Fermenter (R-02)

Fungsi : untuk merubah glukosa menjadi alkohol dengan bantuan yeast

Jenis : reaktor batch

Spesifikasi : - diameter : 2,1193 m  
- tinggi : 2,1193 m  
- volume : 6,6089 m  
- tinggi suspensi dalam fermenter : 1,9229 m  
- tebal shell : 5/16 in

- tebal head : 5/16 in
- pengaduk : flat blade turbine  
impellers
- jumlah blade : 6
- jumlah baffle : 4
- diameter impeller : 0,7064 m
- tinggi impeller : 0,5298 m
- lebar impeller : 0,1766 m
- lebar baffle : 0,2119 m
- daya pengadukan : 15 HP

#### 7. Menara Distilasi 01 (MD-01)

Fungsi : untuk memisahkan etanol dari air dan glukosa

Jenis : sieve tray

Tinggi menara : 7,56 m

Diameter menara : 3,30 m

Bahan konstruksi : carbon steel

Tebal shel : 0,3125 in

Jenis head : torispherical dished head

Tebal head : 3/8 in

Jumlah plate : 15

Tekanan : 1 atm

Suhu top : 99,4°C

Suhu bottom : 103,3°C

Plate spacing : 0,5 m

### 8. Menara Distilasi 02 (MD-02)

Fungsi : untuk memisahkan air dan etanol

Jenis : sieve plate

Tinggi menara : 14,4 m

Diameter menara : 2,1859 m

Bahan konstruksi : carbon steel

Tebal shell : 0,25 in

Jenis head : torispherical dished head

Tebal head : 5/16 in

Jumlah plate : 27

Tekanan : 1 atm

Suhu top : 82,1°C

Suhu bottom : 107,5°C

Plate spacing : 0,5 m

### 9. Heater 01 (HE-01)

Fungsi : untuk memanaskan fluida yang keluar dari M-01 sebelum diumpankan ke reaktor

Jenis : shell and tube

Spesifikasi : - Luas transfer panas : 47,2705 m<sup>3</sup>

- Panjang : 12 ft
- Jumlah pipa : 2
- Shell side
  - Fluida : fluida proses
  - IDs : 17,25 in
  - Baffle space : 3,45 in
  - Jumlah pass : 1
  - Pressure drop : 7,9764 psi
- Tube side
  - Fluida : steam
  - ODt : 0,75 in
  - IDt : 0,62 in
  - Panjang : 12 ft
  - Pitch : square pitch 1,25 ODt
  - BWG : 16
  - Nt : 224
  - Jumlah pass : 2
  - Pressure drop : 1,7049 psi

#### 10. Heater 02 (HE-02)

Fungsi : untuk memanaskan produk fermenter sebelum masuk

MD-01

Jenis : double pipe heat exchanger

- Spesifikasi : - Luas transfer panas : 58,688 ft<sup>2</sup>
- Panjang : 16 ft
  - Jumlah pipa : 4
  - Inner pipe
    - Fluida : steam
    - ODt : 1,38 in
    - IDt : 1,66 in
    - Pressure drop : 0,01 psi
  - Outer pipe
    - Fluida : fluida proses
    - Diameter dalam (ID) : 2,07 in
    - Pressure drop : 0,07 psi

#### 11. Cooler 01 (CL-01)

Fungsi : untuk mendinginkan produk reaktor

Jenis : shell and tube

Spesifikasi : - Shell side

Fluida : larutan glukosa

IDs : 27 in

Baffle space : 5,4 in

Jumlah pass : 1

Pressure drop : 3,9583 psi

- Tube side
  - Fluida : air pendingin
  - ODt : 0,75 in
  - IDt : 0,62 in
  - Panjang : 16 ft
  - Pitch : square pitch 1,25 ODt
  - BWG : 16
  - Nt : 602
  - Jumlah pass : 2
  - Pressure drop : 1,9439 psi

## 12. Cooler 02 (CL-02)

- Fungsi : untuk mendinginkan hasil bawah MD-01
- Jenis : double pipe heat exchanger
- Spesifikasi : - Luas transfer panas : 14.672 ft<sup>2</sup>
  - Panjang : 16 ft
  - Jumlah pipa : 1
  - Inner pipe
    - ODt : 1,38 in
    - IDt : 1,66 in
    - Fluida : air pendingin
    - Pressure drop : 0,001 psi

- Outer pipe
  - Diameter dalam (ID) : 2,07 in
  - Fluida : fluida proses
  - Pressure drop : 0,051 psi

### 13. Cooler 03 (CL-03)

Fungsi : untuk mendinginkan hasil bawah MD-02

Jenis : double pipe heat exchanger

- Spesifikasi :
- Luas transfer panas : 102,704 ft<sup>2</sup>
  - Panjang : 16 ft
  - Jumlah pipa : 7
  - Inner pipe :
    - ODt : 1,38 in
    - IDt : 1,66 in
  - Fluida : air pendingin
  - Pressure drop : 0,001 psi
  - Outer pipe :
    - ID : 2,07 in
    - Fluida : fluida proses
    - Pressure drop : 0,051 psi

### 14. Cooler 04 (CL-04)

Fungsi : untuk mendinginkan hasil atas MD-02

Jenis : double pipe

Spesifikasi : - Luas transfer panas : 29,344 ft<sup>2</sup>

- Panjang : 16 ft
- Jumlah pipa : 2
- Inner pipe :
  - ODt : 1,38 in
  - IDt : 1,66 in
  - Fluida : air pendingin
  - Pressure drop : 0,02 psi
- Outer pipe :
  - ID : 2,07 in
  - Fluida : fluida proses
  - Pressure drop : 0,47 psi

#### 15. Condensor 01 (CD-01)

Fungsi : untuk mengembunkan hasil atas MD-01

Jenis : horisontal shell and tube heat exchanger

Bahan : carbon steel

Jumlah : 1

Spesifikasi : - Shell side

Fluida : embunan atas MD-01

ID shell : 17,3 in

Baffle space : 17,3 in

Pass	: 1
Pressure drop	: 0,002 psi
- Tube side	
Fluida	: air pendingin
OD	: 0,75 in
ID	: 0,62 in
Panjang	: 8 ft
BWG	: 16
Nt	: 224
Pass	: 2
Pitch	: 15/16 triangular pitch
Pressure drop	: 1,06 psi

#### 16. Condensor 02 (CD-02)

Fungsi : mengembunkan hasil atas MD-02

Jenis : horisontal shell and tube heat exchanger

Spesifikasi :- Shell side

Fluida	: embunan atas MD-02
ID shell	: 19,3 in
Baffle space	: 19,3 in
Pass	: 1
Pressure drop	: 0,0003 psi

- Tube side

Fluida : air pendingin

OD : 0,75 in

ID : 0,62 in

Panjang : 8 ft

BWG : 16

Nt : 282

Pass : 2

Pitch : 15/16 triangular pitch

Pressure drop : 1,06 psi

### 17. Reboiler 01 (RB-01)

Fungsi : menguapkan sebagian hasil dari MD-01 sebagai hasil bawah

Jenis : kettle reboiler

Spesifikasi : - Shell side

Fluida : hasil bawah MD-01

IDs : 15,25 in

- Tube side

Fluida : steam

ODt : 0,75 in

IDt : 0,62 in

Panjang : 12 ft

BWG	: 16
Nt	: 160
Jumlah pass	: 2
Pitch	: triangular pitch
Pressure drop	: 1,7519 psi

### 18. Reboiler 02 (RB-02)

Fungsi : menguapkan sebagian hasil dari MD-02 sebagai hasil bawah

Jenis : kettle reboiler

Spesifikasi : - Shell side

Fluida : hasil bawah MD-02

ID shell : 19,25 in

- Tube side

Fluida : air pendingin

OD : 0,75 in

ID : 0,62 in

Panjang : 12ft

BWG : 16

Nt : 282

Pass : 2

Pitch : triangular pitch

Pressure drop : 1,4784 psi

**19. Tangki Penyimpan 01 (T-01)**

Fungsi	: untuk menyimpan bahan baku air selama 8 jam
Jenis	: flat bottomed cylindrical vessel
Jumlah	: 1
Bahan konstruksi	: carbon steel
Volume	: 480,14 m <sup>3</sup>
Diameter	: 9,114 m
Tinggi	: 7,3152 m

**20. Tangki Penyimpan 02 (T-02)**

Fungsi	: untuk menyimpan bahan baku asam sulfat selama 1 minggu
Jenis	: flat bottomed cylindrical vessel
Jumlah	: 1
Bahan konstruksi	: stainless steel
Volume	: 26,6745 m <sup>3</sup>
Diameter	: 3,048 m
Tinggi	: 3,6576 m

**21. Tangki Penyimpan 03 (T-03)**

Fungsi	: untuk menyimpan produk etanol selama 1 minggu
Jenis	: flat bottom cylindrical vessel
Jumlah	: 1

Bahan konstruksi : carbon steel  
Volume : 600.176 m<sup>3</sup>  
Diameter : 9.144 m  
Tinggi : 9.144 m

## 22. Pompa 01 (P-01)

Fungsi : untuk memompa air dari tangki penyimpanan ke M-01  
Jenis : single stage centrifugal pump  
Jumlah : 1  
Kapasitas : 52,6607 m<sup>3</sup>/jam  
Spesifikasi : - Pipa  
Nominal pipe size : 3 in  
Schedule number : 40  
Inside diameter : 3,07 in  
- Head pompa : 0,81 m  
Power motor : 0,5 HP

## 23. Pompa 02 (P-02)

Fungsi : untuk memompa suspensi pati dari M-01 ke R-01  
Jenis : single stage centrifugal pump  
Jumlah : 1  
Kapasitas : 59,5 m<sup>3</sup>/jam

Spesifikasi : - Pipa

Nominal pipe size : 4 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 4,07 in

- Head pompa : 1,3152 m

Power motor : 0,5 HP

#### **24. Pompa 03 (P-03)**

Fungsi : untuk memompa asam sulfat dari T-02 ke M-01

Jenis : single stage centrifugal pump

Jumlah : 1

Kapasitas : 0,0702 m<sup>3</sup>/jam

Spesifikasi : - Pipa

Nominal pipe size : 0,125 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 0,7 in

- Head pompa : 1,56 m

Power motor : 0,5 HP

#### **25. Pompa 04 (P-04)**

Fungsi : untuk memompa CaCO<sub>3</sub> dari M-02 ke N-01

Jenis : single stage centrifugal pump

Jumlah : 1

Kapasitas : 0,06 m<sup>3</sup>/jam

Spesifikasi :- Pipa

Nominal pipe size : 0,125 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 0,27 in

- Head pompa : 1,5495 m

Power motor : 0,5 HP

#### **26. Pompa 05 (P-05)**

Fungsi : untuk memompa produk R-01 ke N-01

Jenis : single stage centrifugal pump

Jumlah : 1

Kapasitas : 59,5463 m<sup>3</sup>/jam

Spesifikasi :- Pipa

Nominal pipe size : 4 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 4,03 in

- Head pompa : 1,8486 m

Power motor : 1 HP

#### **27. Pompa 06 (P-06)**

Fungsi : untuk memompa produk N-01 ke TC-01

Jenis : single stage centrifugal pump

Jumlah : 1

Kapasitas : 59,6 m<sup>3</sup>/jam

Spesifikasi : - Pipa

Nominal pipe size : 4 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 4,03 in

- Head pompa : 1,849 m

Power motor : 1 HP

#### 28. Pompa 07 (P-07)

Fungsi : untuk memompa produk TC-01 ke R-02

Jenis : single stage centrifugal pump

Jumlah : 1

Kapasitas : 10,8 m<sup>3</sup>/jam

Spesifikasi : - Pipa

Nominal pipe size : 1,5 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 1,61 in

- Head pompa : 1,9753 m

Power motor : 0,5 HP

#### 29. Pompa 08 (P-08)

Fungsi : untuk memompa produk R-02 ke MD-01

Jenis : single stage centrifugal pump

Jumlah : 1

Kapasitas : 8,41 m<sup>3</sup>/jam

Spesifikasi :- Pipa

Nominal pipe size : 1,5 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 1,61 in

- Head pompa : 9,7887 m

Power motor : 0,5 HP

### 30. Pompa 09 (P-09)

Fungsi : untuk memompa hasil bawah dari MD-01

Jenis : single stage centrifugal pump

Jumlah : 1

Kapasitas : 0,65 m<sup>3</sup>/jam

Spesifikasi :- Pipa

Nominal pipe size : 0,5 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 0,622 in

- Head pompa : 0,6684 m

Power motor : 0,5 HP

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

Fungsi : untuk memompa hasil atas MD-01

Jenis : single stage centrifugal pump

Jumlah : 1

Kapasitas : 7,74 m<sup>3</sup>/jam

Spesifikasi : - Pipa

Nominal pipe size : 1,5 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 1,61 in

- Head pompa : 14,7448 m

Power motor : 1 HP

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

Fungsi : untuk memompa etanol dari AC-02 ke T-03

Jenis : single stage centrifugal pump

Jumlah : 1

Kapasitas : 3,72 m<sup>3</sup>/jam

Spesifikasi : - Pipa

Nominal pipe size : 1 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 1,05 in

- Head pompa : 11,8588 m

Power motor : 0,5 HP

**33. Pompa 12 (P-12)**

Fungsi : untuk memompa hasil bawah MD-02

Jenis : single stage centrifugal pump

Jumlah : 1

Kapasitas : 4,46 m<sup>3</sup>/jam

Spesifikasi : - Pipa

Nominal pipe size : 1 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 1,05 in

- Head pompa : 0,4921 m

Power motor : 0,5 HP

**34. Pompa 13 (P-13)**

Fungsi : untuk memompa air dari tangki utilitas ke T-01

Jenis : single stage centrifugal pump

Jumlah : 1

Kapasitas : 52,7 m<sup>3</sup>/jam

Spesifikasi : - Pipa

Nominal pipe size : 3 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 3,07 in

- Head pompa : 0,8067 m

Power motor : 0,5 HP

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

Fungsi : untuk memompa asam sulfat dari tank truck ke T-02

Jenis : single stage centrifugal pump

Jumlah : 1

Kapasitas : 0,07 m<sup>3</sup>/jam

Spesifikasi : - Pipa

Nominal pipe size : 0,125 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 0,27 in

- Head pompa : 1,56 m

Power motor : 0,5 HP

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

Fungsi : untuk memompa etanol dari T-03 ke tank truck

Jenis : single stage centrifugal pump

Jumlah : 1

Kapasitas : 3,72 m<sup>3</sup>/jam

Spesifikasi : - Pipa

Nominal pipe size : 1 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 1,05 in

- Head pompa : 11,8587 m

Power motor : 0,5 HP

**37. Gudang 01 (G-01)**

Fungsi	: untuk menyimpan pati jagung untuk keperluan proses 1 minggu
Jenis	: bangunan tertutup
Jumlah	: 1
Kapasitas	: 5677,17 kg/jam
Panjang	: 65 m
Lebar	: 40 m
Tinggi tumpukan pati	: 5 m

**38. Gudang 02 (G-02)**

Fungsi	: untuk menyimpan bahan baku $\text{CaCO}_3$ untuk keperluan proses 1 minggu
Jenis	: bangunan tertutup
Jumlah	: 1
Kapasitas	: 83,71 kg/jam
Panjang	: 11 m
Lebar	: 5 m
Tinggi tumpukan $\text{CaCO}_3$	: 3 m

**39. Gudang 03 (G-03)**

Fungsi	: untuk menyimpan yeast untuk keperluan proses 1 minggu
--------	---

Jenis	: bangunan tertutup
Jumlah	: 1
Kapasitas	: 104,4 kg/jam
Panjang	: 15 m
Lebar	: 5 m
Tinggi tumpukan yeast	: 3 m

#### 40. Accumulator 01 (AC-01)

Fungsi	: untuk menampung cairan sementara hasil CD-01
Jenis	: tangki silinder horizontal
Jumlah	: 1
Bahan konstruksi	: carbon steel
Volume	: 1,44 m <sup>3</sup>
Diameter	: 0,97 m
Panjang	: 1,94 m

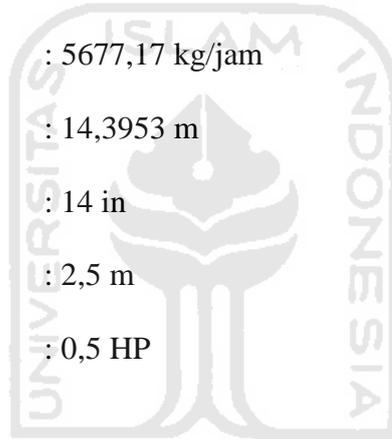
#### 41. Accumulator 02 (AC-02)

Fungsi	: untuk menampung cairan sementara hasil CD-02
Jenis	: tangki silinder horizontal
Jumlah	: 1
Bahan konstruksi	: carbon steel

Volume	: 0,64 m <sup>3</sup>
Diameter	: 0,74 m
Panjang	: 1,48 m

#### 42. Belt Conveyor 01 (BC-01)

Fungsi	: untuk mengangkut pati dari G-01 ke M-01
Jenis	: belt conveyor continuous closed
Jumlah	: 1
Kapasitas	: 5677,17 kg/jam
Panjang belt	: 14,3953 m
Lebar belt	: 14 in
Tinggi	: 2,5 m
Power motor	: 0,5 HP



#### 43. Belt Conveyor 02 (BC-02)

Fungsi	: untuk mengangkut CaCO <sub>3</sub> dari G-02 ke M-02
Jenis	: belt conveyor continuous closed
Jumlah	: 1
Kapasitas	: 83,71 kg/jam
Panjang belt	: 47,2 ft
Lebar belt	: 14 in
Tinggi	: 2,5 m
Power motor	: 0,5 HP

#### 44. Belt Conveyor 03 (BC-03)

Fungsi	: untuk mengangkut yeast dari gudang-03 ke fermenter
Jenis	: belt conveyor continuous closed
Jumlah	: 1
Kapasitas	: 104,04 kg/jam
Panjang belt	: 47,2 ft
Lebar belt	: 14 in
Tinggi	: 2,5 m
Power motor	: 0,5 HP

### 3.3 Perencanaan Produksi

#### 3.3.1 Analisis Kebutuhan Bahan Baku/Pembantu

Analisis kebutuhan bahan baku berkaitan dengan analisis hasil perhitungan kebutuhan bahan baku yang diperlukan. Bahan baku berupa pati jagung diperoleh dari daerah Jawa Timur sebagai daerah penghasil jagung terbesar di Indonesia. Bahan baku yang diperlukan sebanyak 4825,5912 kg.

#### 3.3.2 Analisis Kebutuhan Mesin/Peralatan Proses

Analisis kebutuhan mesin/peralatan proses berkaitan dengan jumlah kebutuhan alat, kemampuan kerja alat, dan perawatannya. Berdasarkan analisis ini dapat ditentukan jumlah anggaran yang diperlukan. Anggaran ini meliputi anggaran pembelian maupun anggaran perawatan alat.

## **BAB IV**

### **PERANCANGAN PABRIK**

#### **4.1 Lokasi Pabrik**

Pabrik etanol direncanakan akan didirikan di Gresik, Jawa Timur dengan pertimbangan sebagai berikut :

##### **4.1.1 Faktor utama**

1. Sumber bahan baku

Sumber bahan baku pati jagung yang digunakan dalam pembuatan etanol diperoleh dari Jawa Timur sehingga memudahkan pengiriman bahan baku.

2. Pemasaran

Etanol sebagian besar digunakan sebagai gasohol. Lokasi tidak terlalu jauh dari kota besar seperti Surabaya sehingga pemasaran mudah dilakukan.

3. Penyediaan Air

Didalam perencanaan pabrik ini, air diperlukan untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan selama berlangsungnya proses produksi. Air tersebut dipergunakan sebagai air proses, air sanitasi, dan air umpan boiler. Kebutuhan akan air ini diperoleh dari Sungai Bengawan Solo.

#### 4. Keadaan geografis dan iklim

Lokasi yang dipilih merupakan daerah bebas banjir, gempa, dan angin topan sehingga keamanan bangunan pabrik terjamin.

#### 4.1.2 Faktor Khusus

##### 1. Transportasi

Di Gresik telah sekitar banyak industri sehingga sistem transportasi untuk mengangkut bahan baku dan produk telah tersedia dengan baik.

##### 2. Tenaga Kerja

Tenaga kerja sebagian besar akan diambil dari penduduk sekitar karena lokasinya cukup dekat dengan pemukiman penduduk. Sehingga dapat memenuhi kebutuhan tenaga kerja dan juga dapat membantu meningkatkan taraf hidup penduduk sekitarnya.

##### 3. Limbah Pabrik

Limbah meliputi padatan, cairan, dan lumpur. Kotoran-kotoran ini memerlukan penanganan yang serius untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan sebagai akibat bahan-bahan polutan tersebut. Karena itu hasil buangan pabrik sebelum di buang ke lingkungan, diolah terlebih dahulu dan juga disediakan tempat penimbunan bahan buangan padat.

##### 4. Peraturan Pemerintah dan Peraturan Daerah

Pemerintah saat ini sedang menggalakkan iklim investasi di daerah. Apalagi saat ini era otonomi daerah (otda) dimana pemerintah kabupaten

sangat membuka kesempatan investasi di daerahnya sehingga akan dapat menambah pemasukan pendapatan asli daerah tersebut.

#### 5. Karakteristik Tanah

Struktur tanah di Gresik tergolong stabil sehingga tidak perlu untuk diragukan.

#### 6. Kemungkinan Perluasan Pabrik

Lahan yang tersedia cukup luas sehingga memungkinkan untuk melakukan perluasan pabrik.

### 4.2 Tata Letak Pabrik

Beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik yaitu kemungkinan perluasan pabrik, aliran bahan, elevasi peralatan, keamanan, dan keselamatan kerja.

Beberapa hal pokok yang juga harus diperhatikan antara lain :

- Penentuan letak alat harus sedemikian sehingga memberikan ruang gerak yang cukup dalam perbaikan, pemasaran, dan perawatan alat.
- Pengaturan tata letak peralatan harus menurut aliran proses sehingga memudahkan aliran bahan, aliran pipa, alat kontrol, pengawasan, dan keamanan.
- Susunan peralatan pabrik diatur untuk memberikan kemudahan kerja pemadam kebakaran, kepastian keamanan, dan keselamatan kerja. Disamping itu harus tersedia lebih dari satu jalan keluar bila terjadi kecelakaan di satu lokasi.

- Adanya area yang cukup untuk pengembangan pabrik ataupun pemasangan alat baru.

Hasil perancangan tata letak pabrik etanol terlihat dalam Tabel 4.2 dan Gambar 4.1

Tabel 4.1. Perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik

Luas tanah : 18.000 m<sup>2</sup>

No	Lokasi	Luas (m <sup>2</sup> )
1	Pos jaga	12
2	Taman	250
3	Area Parkir	1000
4	Mushola	340
5	Klinik	170
6	Kantin	150
7	Laboratorium	170
8	Bengkel	340
9	Kantor	1000
10	Pemadam	280
11	Ruang kontrol	180
12	Area proses	1050
13	Area utilitas	1500
14	UPAL	450
15	Area pengembangan	1000
16	Area tangki	1700

### 4.3. Tata Letak Alat Proses

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

#### 1. Aliran bahan baku dan produk

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

#### 2. Aliran udara

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

#### 3. Cahaya

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

#### 4. Lalu lintas manusia

Dalam hal perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat menjangkau seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Jika terjadi

gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu keamanan pekerja dalam menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

#### 5. Tata letak alat proses

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

#### 6. Jarak antar alat proses

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

#### 7. Maintenance

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

Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat berproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

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

a. Over head 1 x 1 tahun

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

b. Repairing

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

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi maintenance adalah :

◆ Umur alat

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

◆ Bahan baku

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

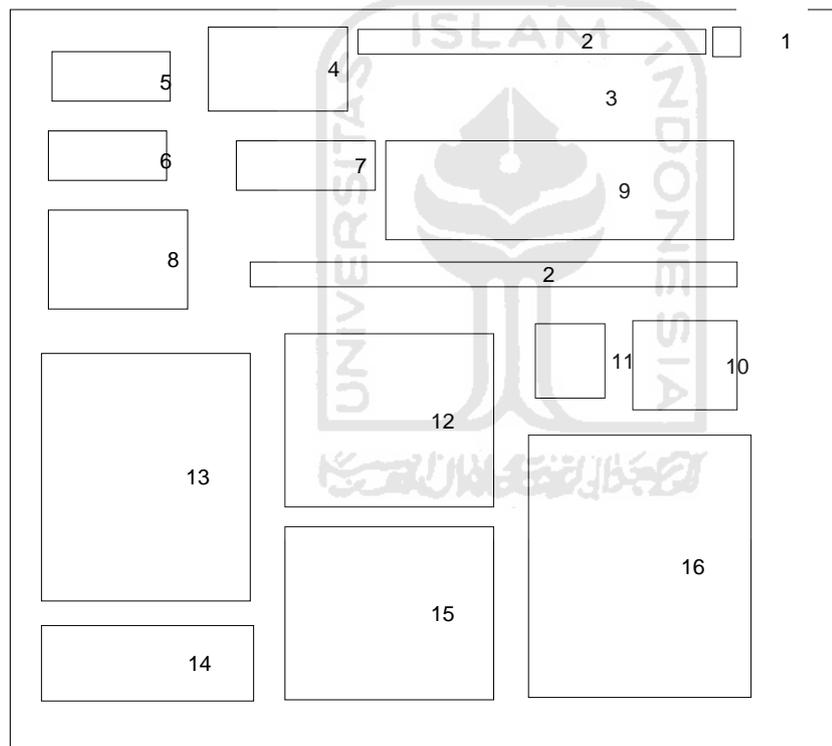
Tata letak alat proses harus harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

a. Kelancaran proses produksi dapat terjamin

b. Dapat mengefektifkan penggunaan ruangan

- c. Biaya material dikendalikan agar lebih rendah sehingga dapat mengurangi biaya kapital yang tidak penting.
- d. Jika tata letak peralatan proses sudah benar dan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu memakai alat angkut dengan biaya mahal.

Gambar 4.1. memperlihatkan tata letak pabrik etanol dan gambar 4.2. memperlihatkan tata letak peralatan pabrik etanol.

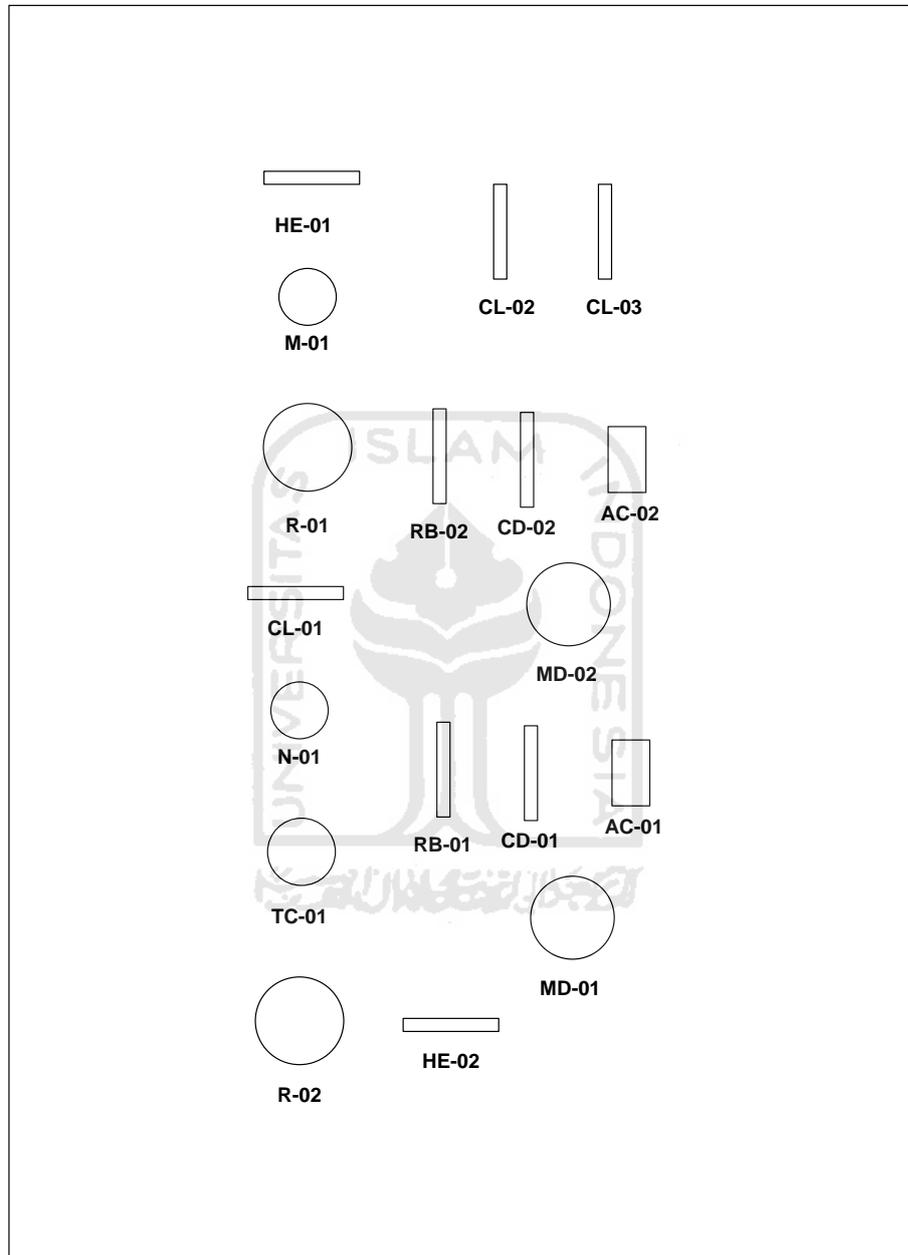


Skala 1 : 1000

Keterangan Gambar :

- |                  |                        |
|------------------|------------------------|
| 1 . Pos Jaga     | 9 . Kantor             |
| 2 . Taman        | 10 . Pemadam           |
| 3 . Area Parkir  | 11 . Ruang kontrol     |
| 4 . Mushola      | 12 . Area proses       |
| 5 . Klinik       | 13 . Area utilitas     |
| 6 . Kantin       | 14 . UPL               |
| 7 . Laboratorium | 15 . Area pengembangan |
| 8 . Bengkel      | 16 . Area tangki       |

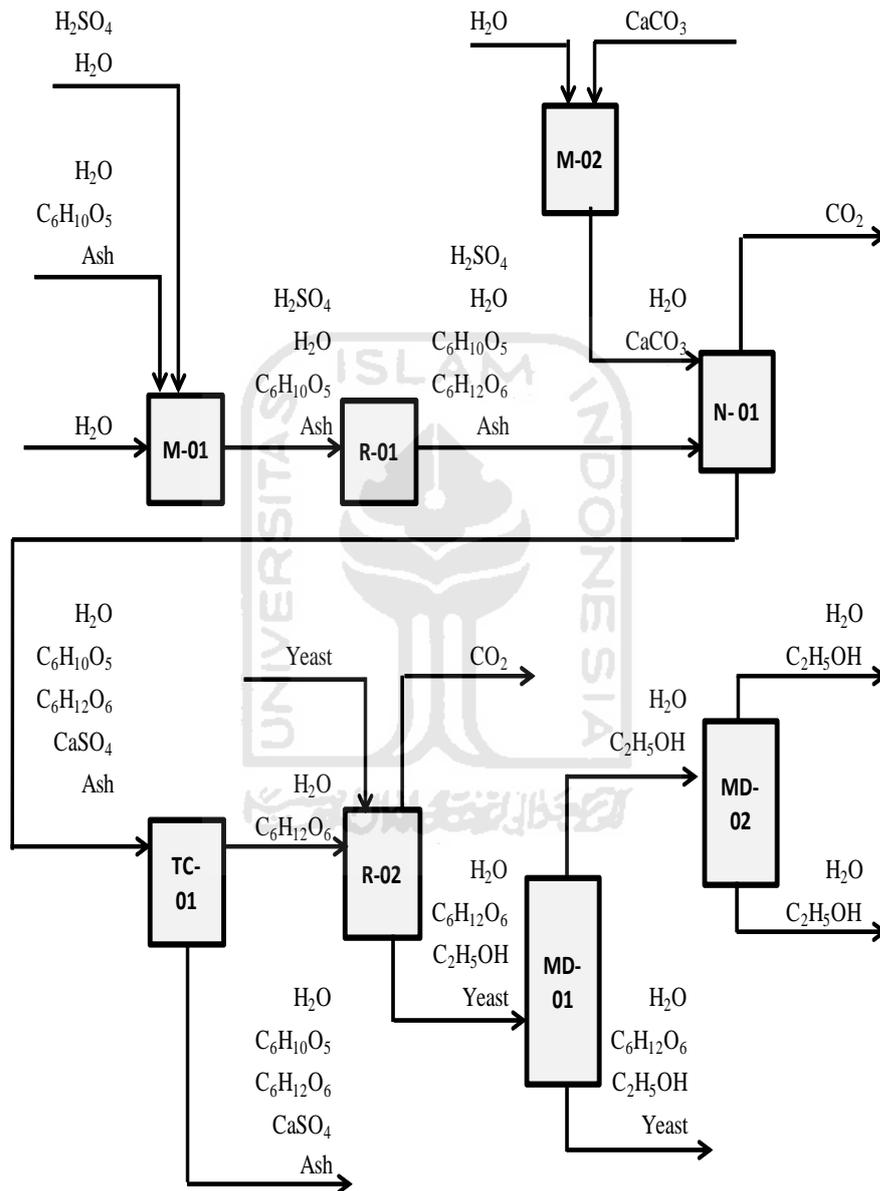
Gambar 4.1. Tata letak pabrik etanol



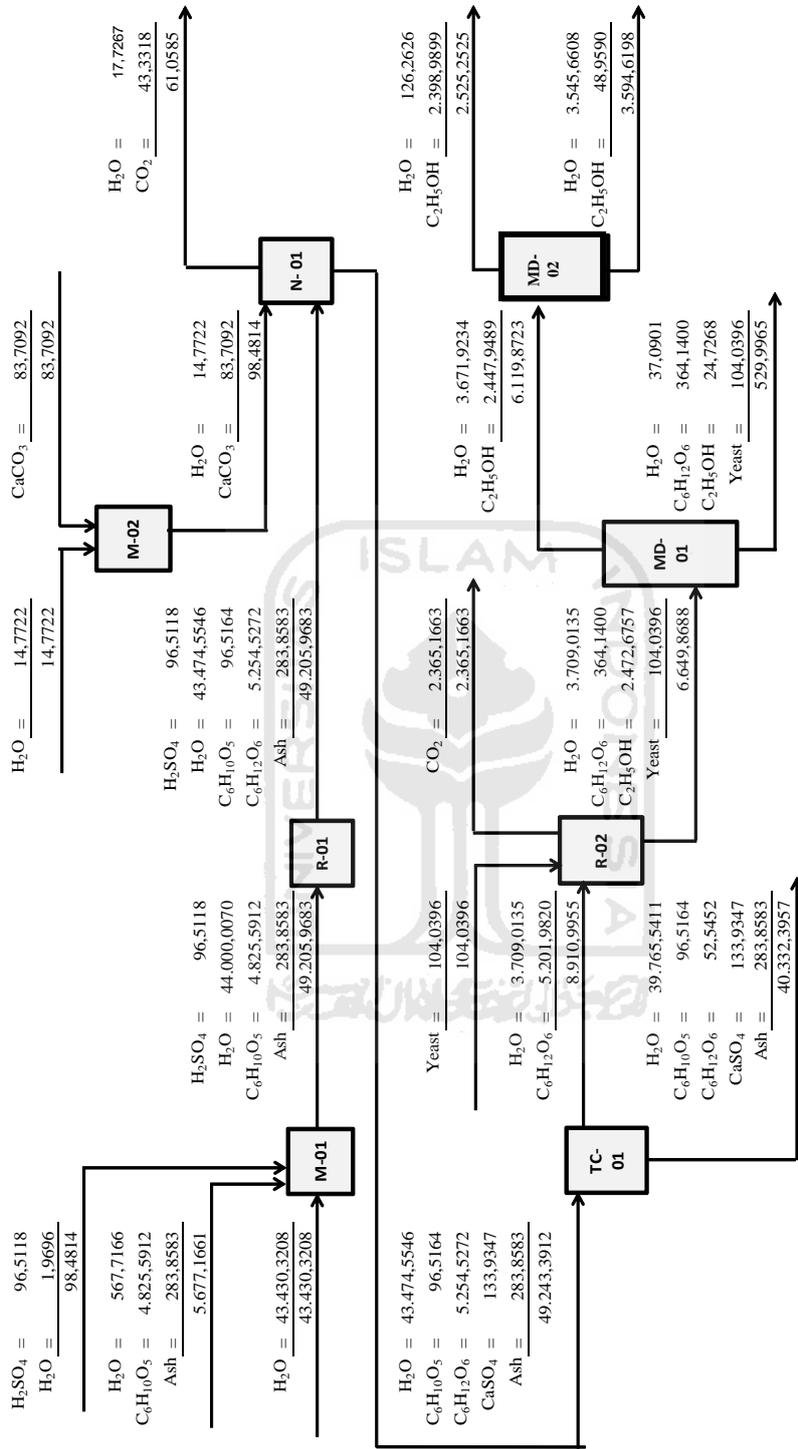
Gambar 4.2. Tata letak peralatan proses pabrik etanol

#### 4.4. Alir Proses dan Material

Diagram alir proses terlihat dalam Gambar 4. 3 dan 4.4.



Gambar 4.3. Diagram alir kualitatif



Gambar 4.4. Diagram alir kuantitatif

#### 4.4.1 Perhitungan Neraca Massa

##### a. Neraca Massa Pada Mixer-01

Neraca massa pada mixer-01 terlihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Neraca massa mixer-01

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	96,5118	96,5118
H <sub>2</sub> O	44000,0070	44000,0070
C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	4825,5912	4825,5912
Ash	283,8583	283,8583
Total	49205,9683	49205,9683

##### b. Neraca Massa Pada Reaktor-01

Neraca massa pada reaktor-01 terlihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Neraca massa reaktor-01

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	96,5118	96,5118
H <sub>2</sub> O	44000,0070	43474,5546
C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	4825,5912	96,5164
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	-	5254,5272
Ash	283,8583	283,8583
Total	49205,9683	49205,9683

## c. Neraca Massa Pada Mixer-02

Neraca massa pada mixer-02 terlihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Neraca massa mixer-02

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
CaCO <sub>3</sub>	83,7092	98,4814
H <sub>2</sub> O	14,7722	-
Total	98,4814	98,4814

## d. Neraca Massa Pada Netralizer

Neraca massa pada netralizer terlihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Neraca massa netralizer

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		Hasil Atas	Hasil Bawah
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	96,5118	-	-
H <sub>2</sub> O	43474,5546	17,7267	43474,5546
C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	96,5164	-	96,5164
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	5254,5272	-	5254,5272
CaCO <sub>3</sub>	98,4814	-	-
CaSO <sub>4</sub>	-	-	133,9347
CO <sub>2</sub>	-	43,3318	-
Ash	283,8583	-	283,8583
Total	49304,4497	61,0585	49243,3912
		49304,4497	

## e. Neraca Massa Pada Thickener

Neraca massa pada thickener terlihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Neraca massa thickener

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		Hasil Atas	Hasil Bawah
H <sub>2</sub> O	43474,5546	3709,0135	39765,5411
C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	96,5164	-	96,5164
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	5254,5272	5201,982	52,5452
CaSO <sub>4</sub>	133,9347	-	133,9347
Ash	283,8583	-	283,8583
Total	49243,3912	8910,9955	40332,3957
		49243,3912	

## f. Neraca Massa Pada Reaktor Fermenter

Neraca massa pada reaktor fermenter terlihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Neraca massa reaktor-02

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		Hasil Atas	Hasil Bawah
$C_6H_{12}O_6$	5201,982	-	364,14
$H_2O$	3709,0135	-	3709,0135
$C_2H_5OH$	-	-	2472,6757
yeast	104,0396	-	104,0396
$CO_2$	-	2365,1663	-
Total	9015,0351	2365,1663	6649,8688
		9015,0351	

## g. Neraca Massa Pada Menara Distilasi-01

Neraca massa pada menara distilasi-01 terlihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Neraca massa menara distilasi-01

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		Hasil Atas	Hasil Bawah
$C_6H_{12}O_6$	364,1400	-	364,1400
$H_2O$	3709,0135	3671,9234	37,0901
$C_2H_5OH$	2472,6757	2447,9489	24,7268
Yeast	104,0396	-	104,0396
Total	6649,8688	6119,8723	529,9965
		6649,8688	

## h. Neraca Massa Pada Menara Distilasi-02

Neraca massa pada menara distilasi terlihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Neraca massa menara distilasi-02

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		Hasil Atas	Hasil Bawah
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	2447,9489	2398,9899	48,9590
H <sub>2</sub> O	3671,9234	126,2626	3545,6608
Total	6119,8723	2525,2525	3594,6198
		6119,8723	

## 4.4.2 Neraca Panas

## a. Neraca Panas Reaktor-01

Neraca panas pada reaktor-01 terlihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Neraca panas reaktor-01

Komponen	Masuk (kJ/jam)		Keluar (kJ/jam)	
	Arus 6	$\Delta H_{reaksi}$	Arus 7	Qpendingin
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	11425,667		11425,67	
H <sub>2</sub> O	14719118,30		14543341,15	
C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	548187,16		10964,26	
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>			575896,18	
Ash	18846,87		18846,87	
Panas Reaksi		111133,26		
Pendingin				248237,13
Total	15408711,26		15408711,26	

## b. Neraca Panas Netralizer

Neraca panas pada netralizer terlihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Neraca panas netralizer

Komponen	Masuk (kJ/jam)			Keluar (kJ/jam)		
	Arus 7	Arus 9	$\Delta H_{reaksi}$	Arus 10	Arus 11	Qpendingin
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1383,92					
H <sub>2</sub> O	1822383,18	309,82		743,07	1822383,18	
C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	1370,53				1370,53	
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	71987,02				7198,02	
CaSO <sub>4</sub>					980,56	
CaCO <sub>3</sub>		348,15				
CO <sub>2</sub>				563,31		
Ash	2355,86				2355,86	
Panas Reaksi			5248,57			
Pendingin						5003,52
Total	1905387,06			1905387,06		

## c. Neraca Panas Reaktor Fermenter

Neraca panas pada reaktor fermenter terlihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Neraca panas reaktor-02

Komponen	Masuk (kJ/jam)			Keluar (kJ/jam)		
	Arus 13	Arus 14	$\Delta H_{reaksi}$	Arus 15	Arus 16	Qpendingin
H <sub>2</sub> O	155475,86				155475,86	
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	71267,15				4988,72	
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH					37090,14	
CO <sub>2</sub>				30747,16		
Yeast		780,30			1560,59	
Panas Reaksi			57570,32			
Pendingin						55231,16
Total	285093,63			285093,63		

## d. Neraca Panas Menara distilasi-01

Neraca panas pada menara distilasi-01 terlihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Neraca panas menara distilasi-01

Komponen	Masuk (kJ/jam)		Keluar (kJ/jam)		
	Arus 16	Beban reboiler	Arus 17	Arus 18	Beban Kondenser
H <sub>2</sub> O	1145627,72		12140,26	1142372,19	
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	36863,08		39054,33		
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	274069,77		2903,62	273283,63	
Yeast	11531,68		12217,16		
Beban Reboiler		4569547,36			
Beban Kondenser					4555668,43
Total	6037639,62		6037639,62		

## e. Neraca Panas Menara Distilasi-02

Neraca panas pada menara distilasi-02 terlihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Neraca panas menara distilasi-02

Komponen	Masuk (kJ/jam)		Keluar (kJ/jam)		
	Arus 18	Beban Reboiler	Arus 19	Arus 20	Beban Kondenser
H <sub>2</sub> O	1142372,19		1223139,65	30118,40	
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	273283,63		6057,38	205430,66	
Beban Reboiler		7395323,53			
Beban Kondenser					7346233,25
Total	8810979,35		8810979,35		

#### 4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Dalam suatu proses produksi diperlukan sarana penunjang agar proses produksi dapat berjalan lancar sesuai dengan yang diinginkan. Salah satu sarana penunjang adalah utilitas. Utilitas yang diperlukan dalam proses produksi etanol adalah :

1. Unit penyediaan dan pengolahan air
2. Unit pembuatan steam
3. Unit penyediaan listrik
4. Unit penyediaan bahan bakar
5. Unit penyediaan udara tekan

#### 4.5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

##### a. Unit Penyediaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air, digunakan air sungai dengan pertimbangan :

1. Letak sungai tidak terlalu jauh dari lokasi pabrik.
2. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah.
3. Biayanya lebih murah jika dibandingkan dengan mengolah air laut.
4. Air

Secara keseluruhan kebutuhan air digunakan untuk :

##### 1. Air Pendingin

Air digunakan sebagai pendingin dengan pertimbangan sebagai berikut :

- a. Air dapat diperoleh dengan jumlah yang banyak.
- b. Mudah dalam mengolah dan mengaturnya.
- c. Dapat menyerap dan melepaskan panas per satuan volume yang tinggi.
- d. Tidak terdekomposisi.

Air yang digunakan sebagai air pendingin tidak boleh mengandung zat-zat sebagai berikut :

- a. Besi karena dapat menimbulkan kerak.
- b. Kesadahan karena dapat menimbulkan kerak.
- c. Silika karena dapat menimbulkan kerak.
- d. Oksigen terlarut karena dapat menyebabkan korosi.

- e. Minyak karena dapat menyebabkan terganggunya film corrotion inhibitor, dapat menurunkan heat transfer coefficient, dan dapat menjadi makanan mikroba sehingga dapat menimbulkan endapan.

Kebutuhan air pendingin :

$$\text{CL-01} = 211610,47 \text{ kg/jam}$$

$$\text{CL-02} = 855,38 \text{ kg/jam}$$

$$\text{CL-03} = 16041,79 \text{ kg/jam}$$

$$\text{CL-04} = 22770,80 \text{ kg/jam}$$

$$\text{CD-01} = 73042,62 \text{ kg/jam}$$

$$\text{CD-02} = 117784,72 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Total} = 422105,80 \text{ kg/jam}$$

Dari fig.3-10 Kurita, diperoleh kisaran make up water sebesar 2,9 %-3,8 %. Dipakai make up water = 22,9 %.

$$\begin{aligned} \text{Make up water pendingin proses} &= 422105,80 \text{ kg/jam} \times 2,9 \% \\ &= 12241,1 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

## 2. Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk kebutuhan air kantor, perumahan, laboratorium, taman, dan hidran. Air hidran digunakan jika terjadi kebakaran. Air hidran tidak memiliki persyaratan yang khusus.

Air dapat digunakan sebagai air sanitasi jika memenuhi syarat :

- a. Syarat fisik : mempunyai suhu dibawah suhu udara, jernih, tidak berasa, tiidak berbau.
- b. Syarat kimia : tidak beracun, tidak mengandung zat organik dan zat anorganik.
- c. Syarat biologis : tidak mengandung bakteri.

Kebutuhan air sanitasi :

- Air kebutuhan kantor

Jumlah karyawan shift = 84 orang

Diperkirakan kebutuhan air setiap orang sebanyak = 1,3 kg/jam

Jumlah karyawan non shift = 81 orang

Diperkirakan kebutuhan air setiap orang sebanyak = 1,3 kg/jam

Maka kebutuhan air untuk kantor =  $165 \times 1,3$  kg/jam

$$= 208,3 \text{ kg/jam}$$

- Air kebutuhan perumahan

Jumlah direktur = 3 orang

Diperkirakan kebutuhan air setiap rumah sebanyak = 10,4 kg/jam

Maka kebutuhan air untuk perumahan =  $3 \times 10,4$  kg/jam

$$= 31,25 \text{ kg/jam}$$

- Air kebutuhan laboratorium, taman, dan hidran

Diperkirakan kebutuhan air untuk laboratorium, taman, dan hidran sebanyak = 500 kg/jam

### 3. Air Umpan Boiler

Air umpan boiler adalah air yang digunakan untuk menghasilkan steam. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah :

- a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

Korosi pada boiler disebabkan oleh air yang mengandung larutan-larutan asam dan gas-gas terlarut seperti  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$ , dan  $NH_3$ .

- b. Zat-zat yang dapat menyebabkan kerak.

Kerak pada boiler disebabkan oleh suhu yang tinggi dan kesadahan yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika.

- c. Zat-zat yang menyebabkan foaming.

Foaming pada boiler biasanya disebabkan oleh air yang diambil dari proses pemanasan yang mengandung zat-zat organik, anorganik, dan zat-zat yang tak terlarut dalam jumlah besar. Foaming atau pembusaan biasanya terjadi pada alkalinitas tinggi.

Kebutuhan air umpan boiler :

$$\text{HE-01} = 15756,72 \text{ kg/jam}$$

$$\text{HE-02} = 600,15 \text{ kg/jam}$$

$$\text{RB-01} = 2163,50 \text{ kg/jam}$$

$$\text{RB-02} = 3501,39 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Total} = 22021,76 \text{ kg/jam}$$

Dari hal. 2-53 Kurita, diperoleh kisaran *blowdown* sebesar 0,5 %-2 %. Dipakai *blowdown* sebesar 2 %.

$$\begin{aligned} \text{Maka make up boiler feed water} &= 22021,8 \text{ kg/jam} \times 2 \% \\ &= 440,4 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

#### 4. Air Proses

$$\text{Kebutuhan air proses} = 43445,1 \text{ kg/jam}$$

Total kebutuhan air yang harus disediakan

$$= (12241,1 + 208,3 + 31,25 + 500 + 440,4 + 43445,1) \text{ kg/jam}$$

$$= 56866,2 \text{ kg/jam}$$

$$= 56,92 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 1366,15 \text{ m}^3/\text{hari}$$

## **b. Unit Pengolahan Air**

Unit pengolahan air digunakan untuk mengolah air yang diambil dari sungai agar dapat memenuhi syarat untuk dipergunakan. Tahapan pengolahan air meliputi :

### **1. Penyaringan**

Penyaringan air bertujuan untuk memisahkan air dari kotoran yang berukuran besar. Penyaringan dengan menggunakan saringan kasar (SK-01)

### **2. Pengendapan secara fisik**

Air setelah melalui penyaringan dimasukkan ke bak penampung (BP-01). Waktu tinggal dalam bak penampung yaitu 6 jam (Powell, hal 14).

### **3. Pengendapan secara kimia**

Air kemudian dialirkan menuju tangki penggumpal (TPG-01) untuk dicampur dengan tawas. Tawas berfungsi untuk menggumpalkan pengotor. Waktu tinggal di dalam tangki penggumpal yaitu 5 menit (Kurita, hal 4-9). Setelah itu air dialirkan ke clarifier (CLF-01) dengan tujuan untuk mengendapkan bahan-bahan yang tersuspensi/koloid. Waktu tinggal di dalam clarifier yaitu 1 jam. Air yang keluar dari bagian bawah clarifier dialirkan ke sand filter (SF-01). Sand filter berfungsi untuk menyaring partikel yang masih terbawa oleh air.

#### 4. Pengolahan air

Air yang sudah disaring dengan sand filter ditampung ke dalam bak penampung (BP-02). Air kemudian ditambahkan kaporit di dalam tangki klorinasi (TCL-01) untuk membunuh kuman. Waktu tinggal di tangki klorinasi yaitu 10 menit (Cipollina, hal 68). Air kemudian ditampung ke dalam bak penampung (BP-03) jandengan waktu tinggal 24. Air ini dapat digunakan untuk keperluan kantor, laboratorium, taman, dan hidran.

#### 4.5.2 Unit Pembangkit Steam

Unit ini berfungsi untuk memenuhi kebutuhan steam untuk proses produksi. Untuk memenuhi kebutuhan steam digunakan boiler dengan kapasitas sebesar 6,12 kg/detik. Jumlah kebutuhan steam diperlihatkan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Kebutuhan steam

Alat	Kebutuhan Steam (kg/jam)
Heat-exchanger-01	15756,7209
Heat-exchanger-02	600,1506
Reboiler-01	2163,499
Reboiler-02	3501,391
Total	22021,7615

#### 4.5.3 Unit Pembangkit listrik

Unit pembangkit listrik berfungsi untuk memenuhi kebutuhan listrik pabrik. Untuk memenuhi kebutuhan listrik, digunakan pasokan listrik dari PLN dan

generator diesel sebagai tenaga cadangan. Kebutuhan listrik yang digunakan sebesar 293,649 kW dan jika terjadi pemadaman akan digunakan generator diesel dengan daya sebesar 183 kW. Prinsip kerja dari generator diesel adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas yang dihasilkan akan digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator. Listrik yang dihasilkan oleh generator didistribusikan ke panel dan dialirkan ke unit-unit yang memerlukan.

Kebutuhan listrik :

- a. Kebutuhan listrik di alat-alat proses

Jumlah kebutuhan listrik di alat-alat proses diperlihatkan pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Kebutuhan listrik di alat proses

Alat	Power (HP)
Reaktor-01	20,0
Reaktor-02	15,0
Netralizer-01	25,0
Mixer-01	25,0
Mixer-02	1,0
Belt conveyor-01	0,5
Belt conveyor-02	0,5
Belt conveyor-03	0,5
Pompa-01	0,5
Pompa-02	0,5
Pompa-03	0,5

Lanjutan Tabel 4.16

Pompa-04	0,5
Pompa-05	1,0
Pompa-06	1,0
Pompa-07	0,5
Pompa-08	0,5
Pompa-09	0,5
Pompa-10	1,0
Pompa-11	0,5
Pompa-12	0,5
Pompa-13	0,5
Pompa-14	0,5
Pompa-15	0,5
Total	96,3

Total kebutuhan listrik = 96,3 HP

$$= 72 \text{ kW}$$

b. Kebutuhan listrik alat-alat utilitas

Jumlah kebutuhan listrik di alat-alat utilitas diperlihatkan pada Tabel 4.17

Tabel 4.17 Kebutuhan listrik di alat utilitas

Alat	Power (HP)
Kompresor udara tekan	5,0
Tangki penggumpal	5,0
Tangki klorinasi	15,0
Pompa utilitas-01	5,0
Pompa utilitas-02	3,0
Pompa utilitas-03	0,5
Pompa utilitas-04	1,0
Pompa utilitas-05	1,0
Pompa utilitas-06	0,5
Pompa utilitas-07	25
Pompa utilitas-08	15
Pompa utilitas-09	2,0
Pompa utilitas-10	0,5
Pompa utilitas-11	0,5
Pompa utilitas-12	3,0
Pompa utilitas-13	2,0
Pompa utilitas-14	1,0
Cooling tower	7,5
total	92,5

Total kebutuhan listrik = 92,5 HP

$$= 69 \text{ kW}$$

c. Kebutuhan listrik umum perkantoran

Total kebutuhan listrik diperkirakan 100 kW

d. Kebutuhan listrik perumahan

Jumlah direksi = 3

Daya listrik tiap rumah = 1300 W

Jumlah kebutuhan listrik = 3 x 1300 W

$$= 3900 \text{ W}$$

$$= 3,9 \text{ kW}$$

Kebutuhan daya listrik total = 245 kW

Jika digunakan over design 20 %, total kebutuhan daya listrik sebesar 293,649 kW

#### 4.5.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini berfungsi untuk menyediakan kebutuhan bahan bakar. Untuk bahan bakar digunakan fuel oil no 4. Jumlah bahan bakar yang disediakan sebanyak 16,593 kg/jam. Untuk kebutuhan bahan bakar selama 2 hari disediakan sebanyak 796,46 kg bahan bakar.

#### 4.5.6 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan digunakan untuk menjalankan sistem instrumentasi. Udara tekan dihasilkan oleh kompresor dan didistribusikan melalui pipa.

#### 4.5.7 Spesifikasi Alat-alat Utilitas

##### 1. Saringan Kasar (SK-01)

Fungsi : untuk menyaring kotoran berukuran besar yang terdapat di air sungai agar tidak merusak pompa

Jenis : pelat berlubang

Diameter lubang : 8 mm

Bahan : stainless steel

##### 2. Bak Penampung (BP-01)

Fungsi : untuk mengendapkan kotoran tersuspensi yang terbawa air sungai sebelum diolah lebih lanjut

Jenis : bak persegi panjang

Jumlah : 1 buah

Volume : 426,9 m<sup>3</sup>

Dimensi : panjang : 16,9 m

lebar : 8,44 m

tinggi : 3 m

diambil tebal : 20 cm

luas : 152 m<sup>2</sup>

Waktu tinggal : 6 jam

##### 3. Tangki Penggumpal (TPG-01)

Fungsi : untuk mencampur air dari bak pengendap-01

dengan tawas untuk menggumpalkan pengotor

Jenis	: tangki silinder tegak berpengaduk
Volume	: 5,9295 m <sup>3</sup>
Dimensi	: diameter : 1,7 m tinggi : 2,6 m
Pengaduk	: dipilih tipe marine propeller dengan 4 buah baffle
Diameter impeller	: 0,571 m
Jarak impeller dari dasar	: 0,571 m
Lebar impeller blade	: 0,114 m
Panjang impeller blade	: 0,143 m
Lebar baffle	: 0,143 m
Power motor	: 5 HP

#### 4. Clarifier (CLF-01)

Fungsi	: untuk mengendapkan gumpalan-gumpalan bahan tersuspensi/koloid
Jenis	: silinder tegak dari beton bertulang
Jumlah	: 1 buah
Volume	: 71,154 m <sup>3</sup>
Diameter	: 7,47 m
Tinggi	: 1,63 m
Tebal dinding	: 25 cm
Waktu tinggal	: 1 jam

### 5. Sand Filter (SF-01)

Fungsi	: untuk menyaring partikel yang masih terbawa dalam air
Jenis	: tangki silinder tegak berisi anthracite coal dan pasir
Jumlah	: 2 buah yang bekerja secara bergantian
Luas penampang saringan	: 3,9 m <sup>2</sup>
Diameter saringan	: 2,2 m
Lapisan coal dan pasir	: 2,08 m
Tebal	: 2,1 m

### 6. Bak Penampung (BP-02)

Fungsi	: untuk menampung air bersih hasil penyaringan dengan SP-01
Jenis	: bak persegi dengan penutup
Jumlah	: 1 buah
Volume	: 426,92 m <sup>3</sup>
Panjang	: 10,331 m
Lebar	: 10,331 m
Tinggi	: 4 m
Tebal	: 25 cm
Luas	: 165,3 m <sup>2</sup>
Waktu tinggal	: 6 jam

### 7. Tangki Klorinasi (TCL-01)

Fungsi	: untuk menambahkan kaporit ke dalam air dari BP-02 untuk membunuh kuman
Jenis	: tangki silinder tegak berpengaduk
Volume	: 11,859 m <sup>3</sup>
Diameter tangki	: 2,2 m
Tinggi tangki	: 3,2 m
Pengaduk	: - Diameter impeller : 0,72 m - Jarak impeller dari dasar : 0,72 m - Lebar impeller blade : 0,14 m - Panjang impeller blade : 0,18 m - Lebar baffle : 0,18 m
Power motor	: 15 HP
Waktu tinggal	: 10 menit

### 8. Bak Penampung (BP-03)

Fungsi	: untuk menampung air keperluan perkantoran, laboratorium, taman, dan hidran
Jenis	: bak persegi dengan penutup
Jumlah	: 1 buah
Volume	: 21,271 m <sup>3</sup>
Panjang	: 2,663 m
Lebar	: 2,663 m

Tinggi	: 3 m
Tebal	: 25 cm
Luas	: 31,953 m
Waktu tinggal	: 24 jam

### 9. Bak Penampung (BP-04)

Fungsi	: untuk menampung air hangat dari alat proses sebelum diumpankan ke cooling tower
Jenis	: bak persegi dengan penutup
Jumlah	: 1 buah
Volume	: 1055,3 m <sup>3</sup>
Panjang	: 13,262 m
Lebar	: 13,262 m
Tinggi	: 6 m
Tebal	: 25 cm
Luas	: 318,29 m
Waktu tinggal	: 2 jam

### 10. Cooling Tower (CT-01)

Fungsi	: untuk mendinginkan kembali air pendingin yang sudah terpakai alat-alat proses
Jenis	: induced draft cooling tower

Jumlah air yang didinginkan : 1861 gpm

### 11. Kation Exchanger (KE-01)

Fungsi : untuk mengikat ion-ion positif yang ada di dalam air yang diolah

Jenis : tangki silinder tegak berisi tumpukan butir-butir penukar kation

Jumlah : 2

Resin : polystirene sulfonate

### 12. Anion Exchanger (AE-01)

Fungsi : untuk mengikat ion-ion negatif yang ada di dalam air yang diolah

Jenis : tangki silinder tegak berisi tumpukan butir-butir penukar anion

Jumlah : 2

Resin : polystirene based

### 13. Deaerator (DA-01)

Fungsi : untuk menghilangkan oksigen dan karbon dioksida terlarut yang terdapat di air make up boiler

Jenis : spray deaerator

Volume : 4,6 m<sup>3</sup>

Dimensi : diameter : 1,57 m

tinggi : 2,36 m

Waktu tinggal : 10 menit

**14. Boiler (BO-01)**

Fungsi	: untuk menyediakan steam jenuh untuk memenuhi kebutuhan steam pada bagian proses
Kapasitas	: 6,12 kg/detik
Kebutuhan bahan bakar	: 1359,3 l/jam
Tekanan steam	: 73,5 psi
Suhu steam	: 148°C

**15. Tangki Air Demin (TU-01)**

Fungsi	: untuk menampung sementara air bebas ion berasal dari anion exchanger
Jenis	: flat bottomed cylindrical vessel
Volume	: 1318 m <sup>3</sup>
Dimensi	: diameter : 10,38 m tinggi : 15,57 m
Waktu tinggal	: 24 jam

**16. Tangki H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (TU-02)**

Fungsi	: untuk menyimpan kebutuhan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> selama 1 minggu. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> sebagai regenerasi kation exchanger
Jenis	: flat bottomed cylindrical vessel
Volume	: 8,9 m <sup>3</sup>
Dimensi	: diameter : 1,96 m

tinggi : 2,94 m  
 Waktu tinggal : 1 minggu

### 17. Tangki NaOH (TU-03)

Fungsi : untuk menyimpan kebutuhan NaOH selama 1 minggu.  
 NaOH berfungsi sebagai regenerasi anion exchanger  
 Jenis : flat bottomed cylindrical vessel  
 Volume : 3,6 m<sup>3</sup>  
 Dimensi : diameter : 1,45 m  
 tinggi : 2,18 m  
 Waktu tinggal : 1 minggu

### 18. Tangki Kondensat (TU-04)

Fungsi : untuk menampung sementara kondensat dari alat-alat pemanas proses  
 Jenis : silinder horizontal  
 Volume : 14 m<sup>3</sup>  
 Dimensi : diameter : 1,8 m  
 tinggi : 5,41 m  
 Waktu tinggal : 0,5 jam

**19. Tangki Sodium Hipoklorit (TU-05)**

Fungsi : untuk menampung kebutuhan sodium hipoklorit selama 1 minggu

Jenis : flat bottomed cylindrical vessel

Volume : 0,4 m<sup>3</sup>

Dimensi : diameter : 0,7 m  
tinggi : 1,05 m

Waktu tinggal : 1 minggu

**20. Tangki Alum (TU-06)**

Fungsi : untuk menampung kebutuhan alum/tawas selama 1 minggu

Jenis : flat bottomed cylindrical vessel

Volume : 12 m<sup>3</sup>

Dimensi : diameter : 2,17 m  
tinggi : 3,25 m

Waktu tinggal : 1 minggu

**21. Tangki Polifosfat (TU-07)**

Fungsi : untuk menampung kebutuhan polifosfat selama 1 minggu

Jenis : flat bottomed cylindrical vessel

Volume : 1,2 m<sup>3</sup>

Dimensi : diameter : 1,01 m

tinggi : 1,51 m

Waktu tinggal : 1 minggu

## 22. Tangki N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (TU-08)

Fungsi : untuk menampung kebutuhan hydrazine selama 1 minggu

Jenis : flat bottomed cylindrical vessel

Volume : 3,6 m<sup>3</sup>

Dimensi : diameter : 1,45 m

tinggi : 2,18 m

Waktu tinggal : 1 minggu

## 23. Pompa Utilitas 01 (PU-01)

Fungsi : mengalirkan air ke bak penampung 01

Jenis : centrifugal pump

Jumlah : 1

Kapasitas : 62,6154 m<sup>3</sup>/jam

Bahan pipa : carbon steel

Spesifikasi : - Pipa

Nominal pipe size: 4 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 4,03 in

- Pompa

Friction head : 4,30174 m

Pressure head : 0  
 Static head : 8 m  
 Total head : 12,3017 m

Power motor : 5 HP

#### 24. Pompa Utilitas 2 (PU-02)

Fungsi : untuk mengalirkan air dari BP-01 ke TPG-01

Jenis : centrifugal pump

Jumlah : 1

Kapasitas : 62,6154 m<sup>3</sup>/jam

Bahan pipa : carbon steel

Spesifikasi : - Pipa

Nominal pipe size : 4 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 4,03 in

- Pompa

Friction head : 2,37745 m

Pressure head : 0

Static head : 5 m

Total head : 7,37745 m

Power motor : 3 HP

### 25. Pompa Utilitas 3 (PU-03)

Fungsi : untuk mengalirkan air dari TPG-01 ke CLF-01

Jenis : centrifugal pump

Jumlah : 1

Kapasitas : 62,6154 m<sup>3</sup>/jam

Bahan pipa : carbon steel

Spesifikasi : - Pipa

Nominal pipe size : 4 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 4,03 in

- Pompa

Friction head : 3,12199 m

Pressure head : 0

Static head : 0 m

Total head : 3,12199 m

Power motor : 2 HP

### 26. Pompa Utilitas 4 (PU-04)

Fungsi : untuk mengalirkan air dari CLF-01 ke BP-02

Jenis : centrifugal pump

Jumlah : 1

Kapasitas : 62,6154 m<sup>3</sup>/jam

Bahan pipa : carbon steel

Spesifikasi : - Pipa

Nominal pipe size : 4 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 4,03 in

- Pompa

Friction head : 3,80797 m

Pressure head : 0

Static head : 1 m

Total head : 2,80797 m

Power motor : 1 HP

### 27. Pompa Utilitas 5 (PU-05)

Fungsi : untuk mengalirkan air dari BP-02 ke berbagai alat

Jenis : centrifugal pump

Jumlah : 1

Kapasitas : 62,6154 m<sup>3</sup>/jam

Bahan pipa : carbon steel

Spesifikasi : - Pipa

Nominal pipe size : 4 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 4,03 in

- Pompa

Friction head : 2,926 m

Pressure head : 0  
 Static head : 1 m  
 Total head : 1,926 m

Power motor : 1 HP

## 28. Pompa Utilitas 6 (PU-06)

Fungsi : untuk mengalirkan air sungai dari TCL-01 ke BP-03

Jenis : centrifugal pump

Jumlah : 1

Kapasitas : 0,55055 m<sup>3</sup>/jam

Bahan pipa : carbon steel

Spesifikasi : - Pipa

Nominal pipe size : 0,25 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 0,36 in

- Pompa

Friction head : 10,4611 m

Pressure head : 0

Static head : 5 m

Total head : 15,4611 m

Power motor : 0,5 HP

**29. Pompa Utilitas 7 (PU-07)**

Fungsi : untuk mengalirkan air dari BP-04 ke CT-01

Jenis : centrifugal pump

Jumlah : 1

Kapasitas : 464,781 m<sup>3</sup>/jam

Bahan pipa : carbon steel

Spesifikasi : - Pipa

Nominal pipe size : 12 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 12,09 in

- Pompa

Friction head : 1,85701 m

Pressure head : 0

Static head : 7 m

Total head : 8,85701 m

Power motor : 25 HP

**30. Pompa Utilitas 8 (PU-08)**

Fungsi : untuk mengalirkan air dari CT-01 ke proses pendinginan

Jenis : centrifugal pump

Jumlah : 1

Kapasitas : 464,781 m<sup>3</sup>/jam

Bahan pipa : carbon steel

Spesifikasi : - Pipa

Nominal pipe size : 12 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 12,09 in

- Pompa

Friction head : 2,62359 m

Pressure head : 0

Static head : 3 m

Total head : 5,62359 m

Power motor : 15 HP

### 31. Pompa Utilitas 9 (PU-09)

Fungsi : untuk mengalirkan air dari TU-04 ke BO-01

Jenis : centrifugal pump

Jumlah : 1

Kapasitas : 24,2482 m<sup>3</sup>/jam

Bahan pipa : carbon steel

Spesifikasi : - Pipa

Nominal pipe size : 2,5 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 2,47 in

- Pompa

Friction head : 9,372 m

Pressure head : 0  
 Static head : 2 m  
 Total head : 11,372 m  
 Power motor : 2 HP

### 32. Pompa Utilitas 10 (PU-10)

Fungsi : untuk mengalirkan air dari KE-01 ke AE-01

Jenis : centrifugal pump

Jumlah : 1

Kapasitas : 0,48496 m<sup>3</sup>/jam

Bahan pipa : carbon steel

Spesifikasi : - Pipa

Nominal pipe size : 0,25 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 0,33 in

- Pompa

Friction head : 9,03469

Pressure head : 0

Static head : 10 m

Total head : 19,03469 m

Power motor : 0,5 HP

**33. Pompa Utilitas 11 (PU-11)**

Fungsi : untuk mengalirkan air dari AE-01 ke TU-01

Jenis : centrifugal pump

Jumlah : 1

Kapasitas : 0,48496 m<sup>3</sup>/jam

Bahan pipa : carbon steel

Spesifikasi : - Pipa

Nominal pipe size : 0,25 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 0,33 in

- Pompa

Friction head : 9,0347 m

Pressure head : 0

Static head : 10 m

Total head : 19,0347 m

Power motor : 0,5 HP

**34. Pompa Utilitas 12 (PU-12)**

Fungsi : untuk mengalirkan air dari TU-01 ke BO-01 dan T-03

Jenis : centrifugal pump

Jumlah : 1

Kapasitas : 48,3708 m<sup>3</sup>/jam

Bahan pipa : carbon steel

Spesifikasi : - Pipa

Nominal pipe size : 4 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 4,03 in

- Pompa

Friction head : 1,74614 m

Pressure head : 0

Static head : 10 m

Total head : 11,7461 m

Power motor : 3 HP

### 35. Pompa Utilitas 13 (PU-13)

Fungsi : untuk mengalirkan asam sulfat dari TU-02 ke KE-01

Jenis : centrifugal pump

Jumlah : 1

Kapasitas : 31,3037 m<sup>3</sup>/jam

Bahan pipa : carbon steel

Spesifikasi : - Pipa

Nominal pipe size : 3 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 3,07 in

- Pompa

Friction head : 2,25115 m

Pressure head : 0  
 Static head : 10 m  
 Total head : 12,25115 m  
 Power motor : 2 HP

### 36. Pompa Utilitas 14 (PU-14)

Fungsi : untuk mengalirkan larutan NaOH dari TU-03 ke AE-01

Jenis : centrifugal pump

Jumlah : 1

Kapasitas : 12,777 m<sup>3</sup>/jam

Bahan pipa : carbon steel

Spesifikasi : - Pipa

Nominal pipe size : 2 in

Schedule number : 40

Inside diameter : 2,07 in

- Pompa

Friction head : 1,94456 m

Pressure head : 0

Static head : 10 m

Total head : 11,94456 m

Power motor : 1 HP

## **4.6 Organisasi Perusahaan**

### **4.6.1 Bentuk Perusahaan**

Bentuk perusahaan yang direncanakan adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas adalah bentuk perusahaan yang modalnya diperoleh dari penjualan saham dimana tiap sekutu mengambil bagian satu bagian atau lebih. Saham merupakan surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan tersebut. Orang yang sudah membeli saham berarti telah menyetorkan saham ke perusahaan tersebut. Para pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap-tiap saham.

### **4.6.2 Struktur Organisasi**

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

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

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

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

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

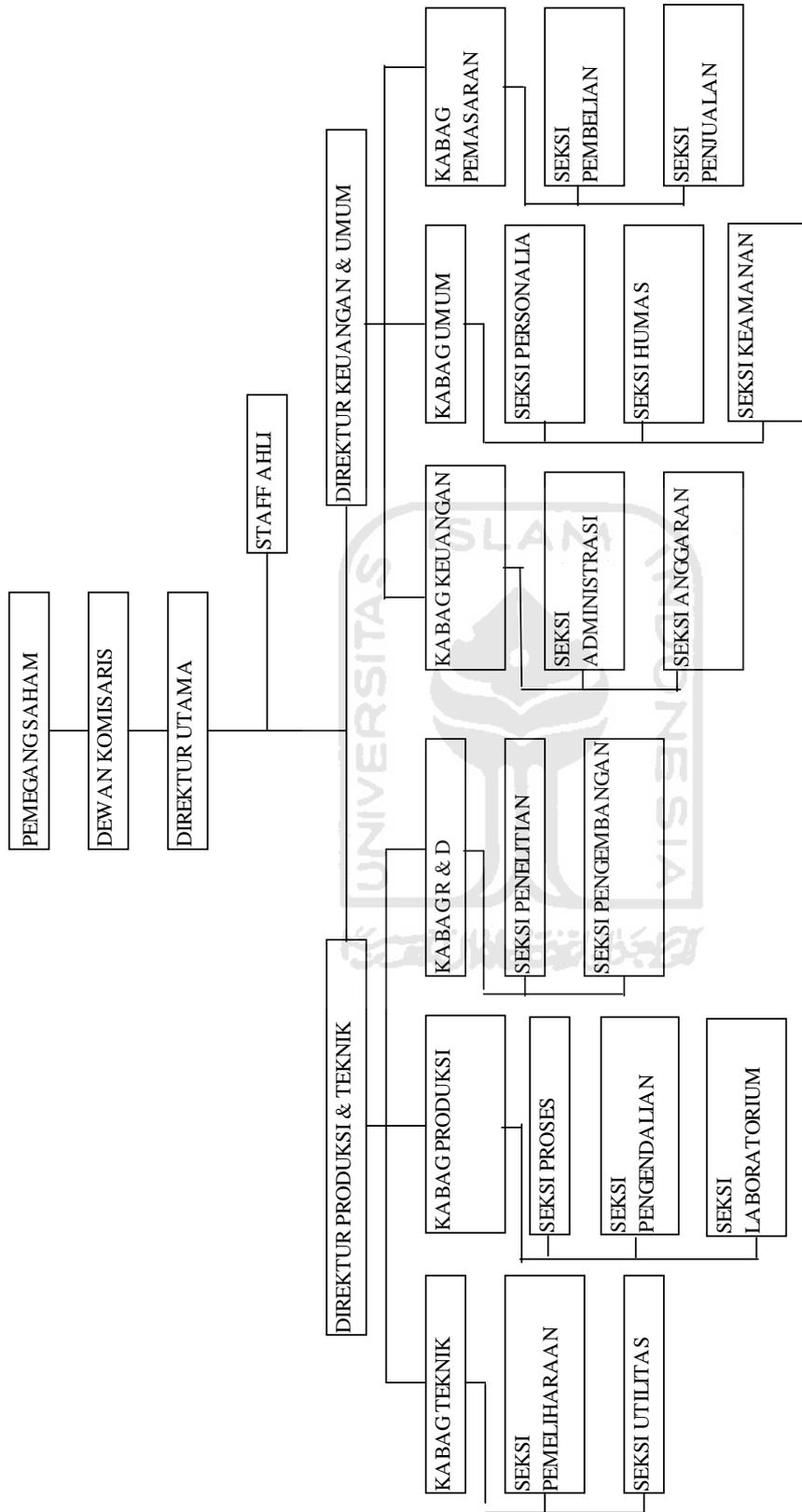
Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur yang dibantu oleh Kepala Bidang Produksi serta Kepala Bidang Keuangan dan Umum. Kepala Bidang membawahi beberapa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

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

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

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

Struktur organisasi diperlihatkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.5. Struktur organisasi perusahaan

### 4.6.3 Tugas dan Wewenang

#### a. Pemegang Saham

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang berbentuk PT adalah rapat umum pemegang saham (RUPS). Pada rapat umum para pemegang saham bertugas untuk :

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

#### b. Dewan Komisaris

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

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

#### c. Dewan Direksi

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggungjawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya

perusahaan. Direktur Utama bertanggungjawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Utama antara lain :

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

Tugas Direktur Teknik dan Produksi antara lain :

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

Tugas Direktur Keuangan dan Umum antara lain :

1. Bertanggungjawab kepada Direktur Utama dalam bidang keuangan, pelayanan umum, K3 dan litbang serta pemasaran.

2. Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan kepala bagian yang dibawahinya.

**d. Staff Ahli**

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

Tugas dan wewenang staff ahli antara lain :

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

**e. Kepala Bagian**

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

**1) Kepala Bagian Produksi**

Kepala Bagian Produksi bertanggungjawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi. Kepala

Bagian Produksi membawahi Seksi Proses, Seksi Pengendalian, dan Seksi Laboratorium.

**2) Kepala Bagian Teknik**

Kepala Bagian Teknik bertanggungjawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang peralatan proses dan utilitas serta mengkoordinasi kepala-kepala seksi yang dibawahinya. Kepala Bagian Teknik membawahi Seksi Pemeliharaan dan Seksi Utilitas.

**3) Kepala Bagian Pemasaran**

Kepala Bagian Pemasaran bertanggungjawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi. Kepala Bagian Pemasaran membawahi Seksi Pembelian dan Seksi Pemasaran/penjualan.

**4) Kepala Bagian Keuangan**

Kepala Bagian Keuangan bertanggungjawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan. Kepala Bagian Keuangan membawahi Seksi Administrasi dan Seksi Kas.

**5) Kepala Bagian Umum**

Kepala Bagian Umum bertanggungjawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan. Kepala Bagian Umum membawahi Seksi Personalia, Seksi Humas, dan Seksi Keamanan.

## **f. Kepala Seksi**

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

### **1) Kepala Seksi Proses**

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

Tugas seksi proses antara lain :

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

### **2) Kepala Seksi Pengendalian**

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

Tugas Seksi Pengendalian antara lain :

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

- ◆ Bertanggung jawab terhadap perencanaan dan pengawasan keselamatan proses, instalasi peralatan, karyawan, dan lingkungan (inspeksi)

### 3) Kepala Seksi Laboratorium

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

Tugas Seksi Laboratorium antara lain :

- ◆ Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu
- ◆ Mengawasi dan menganalisa mutu produksi
- ◆ Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik
- ◆ Membuat laporan berkala kepada Kepala Bagian Produksi

### 4) Kepala Seksi Pemeliharaan

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

Tugas Seksi Pemeliharaan antara lain merencanakan dan melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik serta memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

### 5) Kepala Seksi Utilitas

Tugas Kepala Seksi Penelitian adalah bertanggungjawab kepada Kepala Bagian Teknik dalam hal utilitas.

Tugas Seksi Utilitas antara lain melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air, uap air, dan tenaga kerja.

**6) Kepala Seksi Penelitian**

Tugas Kepala Seksi Penelitian adalah bertanggungjawab kepada Kepala Bagian R & D dalam hal mutu produk.

Tugas Seksi Penelitian antara lain melakukan riset guna mempertinggi mutu suatu produk.

**7) Kepala Seksi Pengembangan**

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

Tugas Seksi Pengembangan antara lain :

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

**8) Kepala Seksi Administrasi**

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

Tugas Seksi Administrasi antara lain menyelenggarakan pencatatan utang piutang, administrasi, persediaan kantor, pembukuan, dan masalah perpajakan.

### 9) **Kepala Seksi Keuangan**

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

Tugas Seksi Keuangan antara lain :

- ◆ Menghitung penggunaan uang perusahaan
- ◆ Mengamankan uang dan meramalkan tentang keuangan masa depan
- ◆ Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan

### 10) **Kepala Seksi Penjualan**

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

Tugas Seksi Penjualan antara lain merencanakan strategi penjualan hasil produksi dan mengatur distribusi hasil produksi dari gudang.

### 11) **Kepala Seksi Pembelian**

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

Tugas Seksi Pembelian antara lain melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan, mengetahui harga pasaran dari suatu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

## 12) Kepala Seksi Personalia

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

Tugas Seksi Personalia antara lain :

- ◆ Mengelola sumber daya manusia dan manajemen
- ◆ Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya
- ◆ Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis
- ◆ Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan

## 13) Kepala Seksi Humas

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

Tugas Seksi Humas antara lain mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

## 14) Kepala Seksi Keamanan

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

Tugas Seksi Keamanan antara lain :

- ◆ Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan

- ◆ Mengawasi keluar masuknya orang baik karyawan atau bukan di lingkungan pabrik
- ◆ Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan

#### **4.6.4 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji**

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

1). Karyawan Tetap

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

2). Karyawan Harian

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

3). Karyawan Borongan

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

#### **4.6.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan**

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

**a. Jadwal Non Shift**

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

- Senin – Jum'at : 08.00 – 16.30 WIB.
- Istirahat : 12.00 – 13.00 WIB.
- Coffee Break I : 09.45 – 10.00 WIB.
- Coffee Break II : 14.45 – 15.00 WIB.
- Sabtu : 08.00 – 13.30 WIB.
- Istirahat Sabtu : 12.00 – 12.30 WIB.

**b. Jadwal Shift**

Jadwal kerja ini diberlakukan kepada karyawan yang berhubungan langsung dengan proses produksi seperti bagian produksi, mekanik, laboratorium, genset dan elektrik, dan instrumentasi. Jadwal kerja pabrik ini dibagi menjadi 3 shift dan jadwal kerja masing-masing regu shift dijelaskan pada Tabel 4.18. Jam kerja masing-masing shift yaitu :

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

Tabel 4.18 Jadwal kerja masing-masing regu shift

Regu	Hari ke													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P
2	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
3	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S
4	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M

Keterangan :

P = pagi

S =Siang

M = malam

L = libur

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

#### 4.6.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji

##### a. Penggolongan Jabatan

Penggolongan jabatan diperinci dalam Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Perincian tingkat pendidikan

No	Jabatan	Pendidikan
1.	Direktur Utama	Sarjana Teknik Kimia
2.	Direktur Teknik dan Produksi	Sarjana Teknik Kimia
3.	Direktur Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi
4.	staff ahli	S2 Teknik Kimia
5.	Kepala Bagian Produksi	Sarjana Teknik Kimia
6.	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Mesin/Elektro
7.	Kepala Bagian R & D	Sarjana Teknik Kimia
8.	Kepala Bagian Keuangan	Sarjana Ekonomi
9.	Kepala Bagian Pemasaran	Sarjana Ekonomi
10.	Kepala Bagian Umum	Sarjana Hukum
11.	Kepala Seksi	Sarjana Muda Teknik Kimia
12.	Operator	STM/SMU/Sederajat
13.	Sekretaris	Akademi Sekretaris
14.	Staff	Sarjana Muda / D III
15.	Medis	Dokter
16.	Paramedis	Perawat
17.	Pembantu umum	SD/SMP/Sederjat

## b. Perincian Jumlah Karyawan dan Sistem Gaji

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi 3 golongan yaitu :

### 1. Gaji Bulanan

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

### 2. Gaji Harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

### 3. Gaji Lembur

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

Penggolongan gaji berdasarkan jabatan diperlihatkan pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Perincian jumlah karyawan dan gaji

Jabatan	Jumlah	Gaji1 orang/bln (Rp)	Total gaji (Rp)
Direktur Utama	1	25.000.000	25.000.000
Direktur Teknik dan Produksi	1	20.000.000	20.000.000
Direktur Keuangan dan Umum	1	20.000.000	20.000.000
Kepala Bagian Umum	1	8.000.000	8.000.000
Kepala Bagian Pemasaran	1	8.000.000	8.000.000
Kepala Bagian Keuangan	1	8.000.000	8.000.000
Kepala Bagian Teknik	1	8.000.000	8.000.000
Kepala Bagian Produksi	1	8.000.000	8.000.000
Kepala Bagian R & D	1	8.000.000	8.000.000
Kepala Seksi Personalia	1	6.000.000	6.000.000
Kepala Seksi Humas	1	6.000.000	6.000.000
Kepala Seksi Keamanan	1	6.000.000	6.000.000

Lanjutan Tabel 4.20

Kepala Seksi Pembelian	1	6.000.000	6.000.000
Kepala Seksi Pemasaran	1	6.000.000	6.000.000
Kepala Seksi Administrasi	1	6.000.000	6.000.000
Kepala Seksi Kas/Anggaran	1	6.000.000	6.000.000
Kepala Seksi Proses	1	6.000.000	6.000.000
Kepala Seksi Pengendalian	1	6.000.000	6.000.000
Kepala Seksi Laboratorium	1	6.000.000	6.000.000
Kepala Seksi Pemeliharaan	1	6.000.000	6.000.000
Kepala Seksi Utilitas	1	6.000.000	6.000.000
Kepala Seksi Pengembangan	1	6.000.000	6.000.000
Kepala Seksi Penelitian	1	6.000.000	6.000.000
Staff Ahli	2	10.000.000	20.000.000
Sekretaris	2	3.000.000	6.000.000
Karyawan Personalia	4	2.500.000	10.000.000
Karyawan Humas	3	2.500.000	7.500.000
Karyawan Keamanan	12	2.500.000	30.000.000
Karyawan Pembelian	4	2.500.000	10.000.000
Karyawan Pemasaran	4	2.500.000	10.000.000
Karyawan Administrasi	3	2.500.000	7.500.000
Karyawan Kas/Anggaran	3	2.500.000	7.500.000
Karyawan Proses (operator)	20	3.000.000	60.000.000
Karyawan Pengendalian	4	2.500.000	10.000.000
Karyawan Laboratorium	6	2.500.000	15.000.000
Karyawan Pemeliharaan	4	2.500.000	10.000.000
Karyawan Utilitas (operator)	32	3.000.000	96.000.000
Karyawan KKK	3	2.500.000	7.500.000

Lanjutan tabel 4.20

Karyawan Litbang	4	2.500.000	10.000.000
Karyawan Pemadam Kebakaran	8	2.500.000	20.000.000
Medis	1	3.000.000	3.000.000
Paramedis	8	2.500.000	20.000.000
Sopir	5	1.000.000	5.000.000
Cleaning Service	10	800.000	8.000.000
Total	165		570.000.000

#### d. Kesejahteraan Sosial Karyawan

Semua karyawan dan staff di perusahaan ini akan mendapatkan :

##### 1. Salary

- a. Salary/bulan
- b. Bonus per tahun untuk staff, min 2 kali basic salary
- c. THR per tahun untuk semua staff, 1 kali basic salary
- d. Natal per tahun untuk semua staff, 1 kali basic salary
- e. Jasa per tahun untuk semua staff, 1 kali basic salary

##### 2. Jaminan sosial dan pajak pendapatan

- a. Pajak pendapatan semua karyawan menjadi tanggungan perusahaan
- b. Jamsostek : 3,5 % kali basic salary.
  - 1,5 % tanggungan perusahaan
  - 2 % tanggungan karyawan

##### 3. Medical

- a. Emergency : tersedia poliklinik pengobatan gratis

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

4. Perumahan

Untuk staff disediakan perumahan

5. Rekreasi dan olahraga

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

b. Olahraga : tersedia lapangan tenis dan bulu tangkis

6. Kenaikan gaji dan promosi

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

b. Promosi dilakukan setiap akhir tahun dengan memperhatikan pendidikan, prestasi kerja, dan lain-lain.

7. Hak cuti dan ijin

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

b. Ijin tidak masuk kerja diatur dalam KKB yang ada.

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

#### **4.7 Evaluasi Ekonomi**

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

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

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

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

##### **4.7.1 Penaksiran Harga Peralatan**

Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun lalu dikalikan dengan rasio indeks harga.

Persamaan pendekatan yang digunakan untuk memperkirakan harga peralatan adalah:

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

Dalam hubungan ini:

$E_x$  = harga alat pada tahun X

$E_y$  = harga alat pada tahun Y

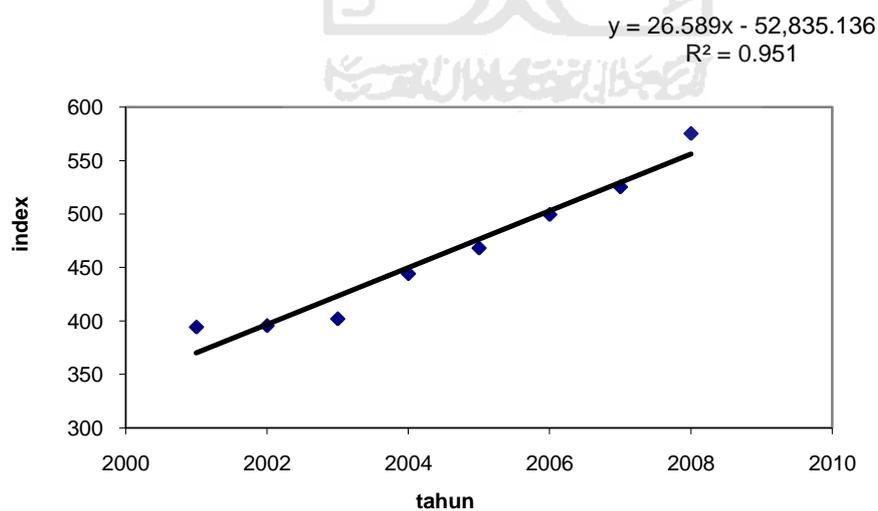
$N_x$  = nilai indeks tahun X

$N_y$  = nilai indeks tahun Y

Index harga yang dipakai :

Chemical Engineering Plant Cost Index

Hubungan indeks harga dengan tahun dari 2001 sampai dengan 2008 terlihat dalam Gambar 4.7 berikut:



Gambar 4.6. Hubungan tahun dengan indeks harga

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

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

Dimana:

$E_a$  = Harga alat dengan kapasitas diketahui.

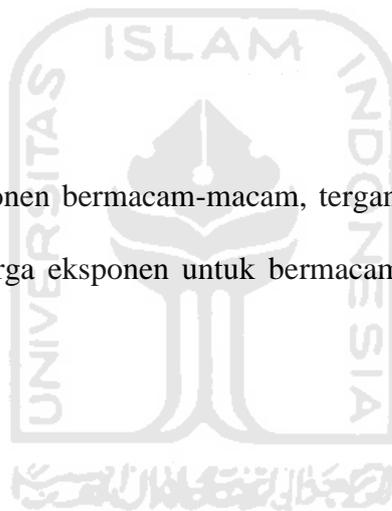
$E_b$  = Harga alat dengan kapasitas dicari.

$C_a$  = Kapasitas alat A.

$C_b$  = Kapasitas alat B.

$x$  = Eksponen.

Besarnya harga eksponen bermacam-macam, tergantung dari jenis alat yang akan dicari harganya. Harga eksponen untuk bermacam-macam jenis alat dapat dilihat pada Ulrich (1984).



#### 4.7.2 Perhitungan Biaya

##### A. Capital Investment

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

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

## **B. Manufacturing Cost**

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

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

## **C. General Expense**

General expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi-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 analisa atau evaluasi kelayakan.

### A. Percent Return on Investment (ROI)

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

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

FCI = Fixed Capital Investment

### B. Pay Out Time (POT)

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

### C. Discounted Cash Flow of Return (DCFR)

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

### D. Break Even Point (BEP)

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

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

Dengan:

Fa = Annual Fixed Expense

Ra = Annual Regulated Expense

Va = Annual Variabel Expense

Sa = Annual Sales Value Expense

### E. Shut Down Point (SDP)

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

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

Asumsi yang dipakai dalam evaluasi ekonomi :

1. Umur alat = 10 tahun
2. Upah buruh asing = US \$ 25 / manhour
3. Upah buruh domestik = Rp 20000 / manhour
4. Komposisi jumlah buruh = Asing : Domestik = 5 % : 95 %
5. Perbandingan manhour = Asing : Domestik = 1 : 2
6. Waktu operasi dalam setahun = 330 hari = 8000 jam
7. Kurs Rupiah terhadap US Dollar Rp. 9.000 /US\$

#### 4.7.4. Hasil Perhitungan

##### A. Penentuan Total Capital Investment (TCI)

##### Modal Tetap (Fixed Capital Investment)

Komponen	Rp	\$
Delivered Equipment		2.538.737
Equipment Instalation	1.073.775.181	278.157
Piping	1.241.552.553	1.122.563
Instrumentation	100.666.423	268.223
Insulation	167.777.372	71.747
Electrical		220.760
Buildings	5.448.000.000	
Land and Yard	18.000.000.000	
Improvement		
Utilities	1.436.497.339	2.354.616
Physical Plant Cost	27.468.268.868	6.854.803
Engineering and	5.493.653.774	1.370.961
Construction		
Direct Plant Cost	32.961.922.641	8.225.763
Contractor's Fee	1.318.476.906	329.031
Contingency	4.944.288.396	1.233.864
Total Fixed Capital	39.224.687.943	9.788.658

**Modal Kerja (Working Capital)**

Komponen	Rp
Raw Material Inventory	5.032.625.485
In Process Inventory	79.377.088
Product Inventory	10.477.775.566
Extended Credit	17.699.999.823
Available Cash	10.477.775.566
<b>Total Working Capital</b>	<b>43.767.553.527</b>



## B. Biaya Produksi Total (Total Production Cost)

### 1. Manufacturing Cost

Komponen	Rp
Raw Materials	60.391.505.817
Labor Cost	902.000.000
Supervision	450.000.000
Maintenance	5.092.904.449
Plant Supplies	763.935.667
Royalties and Patents	236.000
Utilities	18.813.747.744
<b>Direct Manufacturing Cost</b>	<b>88.538.093.656</b>
Payroll and Overhead	135.300.000
Laboratory	90.200.000
Plant Overhead	451.000.000
Packaging and Shipping	21.239.999.788
<b>Indirect Manufacturing Cost</b>	<b>21.916.499.788</b>
Depreciation	12.732.261.122
Property Taxes	1.273.226.112
Insurance	1.273.226.112
<b>Fixed Manufacturing Cost</b>	<b>15.278.713.347</b>
<b>Total Manufacturing Cost</b>	<b>125.733.306.790</b>

## 2. *General Expense*

Komponen	Rp
Administration (AE)	3.771.999.204
Sales (SE)	6.286.665.340
Research (RE)	5.029.332.272
Finance(FE)	19.297.394.151
Total General Expense	160.118.697.756

Total Biaya Produksi = TMC + GE

= Rp 160.118.697.756

### a. **Keuntungan (*Profit*)**

Keuntungan = Total Penjualan Produk – Total Biaya Produksi

Total penjualan produk = 212.399.997.876

Total biaya produksi = 160.118.697.756

Keuntungan sebelum pajak = Rp. 52.281.300.120

Keuntungan sesudah pajak = Rp. 26.140.650.060

### b. **Analisa Kelayakan**

#### I. **Persent Return on Investment (ROI)**

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

◆ ROI sebelum Pajak = 41,06 %

◆ ROI setelah Pajak = 20,53 %

## II. Pay Out Time (POT)

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

- ◆ POT sebelum Pajak = 1,96 tahun
- ◆ POT setelah Pajak = 3,28 tahun

## III. Break Even Point (BEP)

$$\text{Fixed Expense (Fa)} = \text{Rp. } 15.278.713.347$$

$$\text{Regulated Expense (Ra)} = \text{Rp. } 42.270.731.082$$

$$\text{Variabel Expense (Va)} = \text{Rp. } 102.569.253.327$$

$$\text{Sales (Sa)} = \text{Rp. } 212.399.997.876$$

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

$$\text{BEP} = 41,39 \%$$

## IV. Shut Down Point (SDP)

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

$$\text{SDP} = 15,8 \%$$

## V. Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR)

$$\text{Umur alat} = 10 \text{ tahun}$$

$$\text{Fixed Capital (FC)} = \text{Rp. } 127.322.611.221$$

$$\text{Working Capital (WC)} = \text{Rp. } 43.767.553.527$$

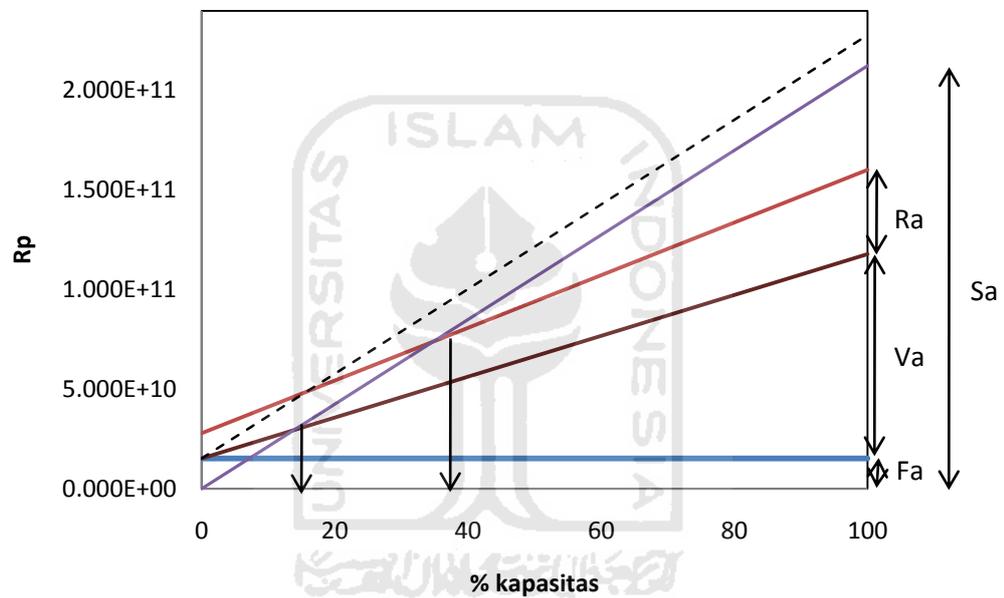
Cash Flow = Rp. 58.170.305.333

Salvage Value (SV) = Rp. 12.732.261.122

DCFRR = 23,0%

Bunga Bank rata-rata saat ini adalah 5,52 %.

Gambar 4.8 memperlihatkan nilai BEP dan SDP



Gambar 4.7 Nilai bep dan sdp

## BAB V

### PENUTUP

Pabrik etanol ini digolongkan pabrik beresiko rendah karena dijalankan pada variabel suhu dan tekanan operasi rendah (kondisi atmosferis), serta bahan baku dan produk bukan bahan yang mudah meledak. Hasil evaluasi ekonomi pabrik pada kapasitas 20.000 ton/tahun ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 5.1. Hasil evaluasi ekonomi

Parameter kelayakan	Hasil hitungan	Standart Kelayakan(Aries and Newton,1954)
Keuntungan (sebelum pajak)	Rp 52.281.300.120 /tahun	
Keuntungan (setelah pajak)	Rp 26.140.650.060 /tahun	
ROI (sebelum pajak)	40,26 %	Minimum 11%
ROI (setelah pajak)	20,13 %	
POT (sebelum pajak)	1,98 tahun	Maksimum 5 tahun
POT (setelah pajak)	3,96 tahun	
BEP	41,39 %	40% - 60%
SDP	15,8 %	
DCFRR	23,00 %	
Bunga bank rata-rata	5,52 %	Bunga bank rata-rata tanggal 27 Januari 2012

Dari hasil analisa ekonomi di atas maka dapat diambil kesimpulan bahwa pabrik etanol dengan kapasitas 20.000 ton/tahun ini layak dikaji ulang untuk didirikan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S and Newton, R.D., 1955, Chemical Engineering Cost Estimation, Mc Grow – Hill Book Company, New York.
- Biro Pusat Statistik, 1995-2006, “Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia”, Indonesia foreign, Trade Statistic Import, Yogyakarta.
- Brown, G.G., 1978, Unit Operation, John Wiley and Sons Inc, New York Modern Asia Edition, Charles Tuttle Co, Tokyo.
- Brownell, L.E., and Young, E.H., 1979, ” Process Equipment Design ”, Willey Eastern Ltd., New Delhi.
- Coulson, J.M., 1983, “ Chemical Engineering ”, Auckland, Mc. Graw Hill, International Student Edition, Singapore.
- Faith, Keyes & Clark., 1955, Industrial Chemical, 4<sup>th</sup> ed, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Foust, Alan S and Wenzel L.A., 1979, “ Principles of Unit Operations ”, 2<sup>nd</sup>.ed. John Willey and Sons, New York.
- Frank L. Evans, Jr., 1974, “ Equipment Design Hand Book for Refineries and Chemical Plants “, Vol. 1 & 2, Texas.
- Hill, C.G, 1996, “ An Introduction to Chemical Engineering Kinetics and Reactor Design “, John Wiley and Sons. Inc, New York
- Kern, D.Q., 1950, Process Heat Transfer, 24<sup>th</sup> ed., Mc.Graw – Hill International Editions, Singapore.

- Kirk Othmer, 1983, " Encyclopedia of Chemical Technology ", 2<sup>nd</sup>.ed. Vol.7. Interscience Willey.
- Levenspiel, Octave, 1972, " Chemical Reaction Engineering", 2<sup>nd</sup> ed., John Willey and Sons Inc., Singapore.
- Ludwig, E.E., 1965, " Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plant ", Vol. 1-3, Gulf Publishing Co., Houston.
- Mc. Adams, W. H., 1954, "Heat Transmision", 3<sup>th</sup> ed., Kogakusha Co. Ltd., Tokyo.
- Mc. Ketta, John, 1983, " Encyclopedia Chemical Process and Design", Marchell Dekker Inc., New York.
- Patnaik, P., 2003, Handbook of Inorganic Chemical, p. 867-870, 899-902, Mc Graw Hill company, Inc. New york.
- Perry, R.H., and Green, D.W., 1984, " Perry's Chemical Engineers Hand Book", 6<sup>th</sup> ed. Mc. Graw Hill Co., International Student edition, Kogakusha, Tokyo.
- Petter, M.S., and Timmerhauss, H.C., 1990, " Plant Design and Economics for Chemical Engineering ", 3<sup>rd</sup>. Ed. Mc. Graw Hill, kogakusha, Tokyo.
- Powell, S.T., 1954, Water Conditioning for Industry, Mc.Graw Hill Kogakusha Book Company, Inc., Tokyo
- Rase, H.F and Barrow, M.H, 1957, " Chemical Reactor Design for Process Plant ", John wiley and Sons. Inc, New York
- Smith, J.M, 1973, " Chemical Engineering Kinetic's ", 3<sup>rd</sup> ed, Mc GrawHill Book Kogakusha, Tokyo

Smith, J.M., and Van Ness,H.C., 1975, “ Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics “, 3<sup>rd</sup>. Ed. Mc. Graw Hill, kogakusha, Tokyo.

Treyball, R.E., 1968, “ Mass Transfer Operations “, 2<sup>nd</sup>. Ed. Mc. Graw Hill, International Student Edition, Singapore.

Ulrich, G.G., 1984, “ A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics “, John Willey and Sons, New York.

Yaws, C. L., 1999, Chemical Properties Handbook, p. 1-29, 185-211, 288-313, McGraw Hill Company, Inc., New York

<http://www.bi.go.id> diakses tanggal 27 Januari 2012

