

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi merupakan hal yang sangat penting dalam perancangan suatu pabrik, karena berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Untuk itu pemilihan lokasi yang tepat sangat diperlukan sejak tahap perancangan dengan memperhatikan berbagai macam pertimbangan. Pertimbangan utama yaitu lokasi yang dipilih harus memberikan biaya produksi dan distribusi yang minimum, dengan tetap memperhatikan ketersediaan tempat untuk pengembangan pabrik dan kondisi yang aman untuk operasi pabrik (Peter and Timmerhaus, 1990).

Pabrik bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit dengan kapasitas produksi 40.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Kotawaringin Barat, Kalimantan Tengah. Berikut adalah faktor – faktor yang mempengaruhi penentuan lokasi pabrik :

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

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

1. Ketersediaan Bahan Baku

Penyediaan bahan baku relatif mudah karena, banyaknya lahan luas yang ditanami kelapa sawit di daerah Kotawaringin Barat, Kalimantan Tengah dengan luas lahan yang cukup banyak. Berikut adalah hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku:

- Jarak bahan baku dengan pabrik
- Kapasitas dari bahan baku yang ada di sumber
- Penanganan dari bahan baku

- Kemungkinan memperoleh bahan baku dari sumber yang lain

2. Pemasaran Produk

Bioetanol hasil dari produksi akan digunakan sebagai campuran pembuatan bahan bakar ramah lingkungan yang ada di Indonesia. Fokus area pemasaran bioetanol yaitu pulau Jawa, Sulawesi, Sumatera dan Kalimantan, dimana sarana transportasi yang tersedia sudah cukup lengkap dan memasarkan produk ke pasar internasional (ekspor) mengingat persaingan dunia industri yang semakin bebas.

Berikut adalah hal yang perlu diperhatikan mengenai pemasaran :

- Daerah pemasaran produk
- Jumlah pesaing (competitor) yang ada dan pengaruhnya
- Kemampuan daya serap pasar
- Jarak pemasaran dari lokasi pabrik
- Sistem pemasaran yang digunakan

3. Kebutuhan Listrik dan Bahan Bakar

Tenaga listrik dan bahan bakar merupakan faktor penunjang yang sangat penting. Kebutuhan tenaga listrik untuk operasi pabrik diperoleh dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Selain tenaga listrik dari PLN disediakan pula pembangkit listrik cadangan dari generator diesel yang bahan bakar diperoleh dari Pertamina.

4. Kebutuhan Air

Air merupakan komponen penting bagi suatu pabrik industri kimia. Kebutuhan air pada pabrik bioetanol diperoleh dari air sungai yang lebih dulu di *treatment*. Air berguna untuk proses, sarana utilitas, dan keperluan domestik.

5. Tenaga kerja

Tenaga kerja merupakan modal utama pendirian suatu pabrik, Untuk tenaga kerja dengan kualitas tertentu dapat dengan mudah diperoleh meski tidak dari daerah setempat. Sedangkan untuk tenaga buruh diambil dari daerah setempat atau dari para pendatang pencari kerja.

6. Transportasi

Lokasi yang dipilih dalam rencana pendirian pabrik merupakan kawasan yang telah memiliki sarana pelabuhan dan pengangkutan darat sehingga pembelian bahan baku dan distribusi produk dapat dilakukan melalui jalan darat atau laut.

7. Kondisi Iklim dan Cuaca

Kondisi cuaca dan iklim sekitar pabrik relatif stabil dan belum pernah terjadi bencana alam yang berarti sehingga memungkinkan pabrik berjalan dengan lancar.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

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

1. Perluasan Areal Pabrik

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

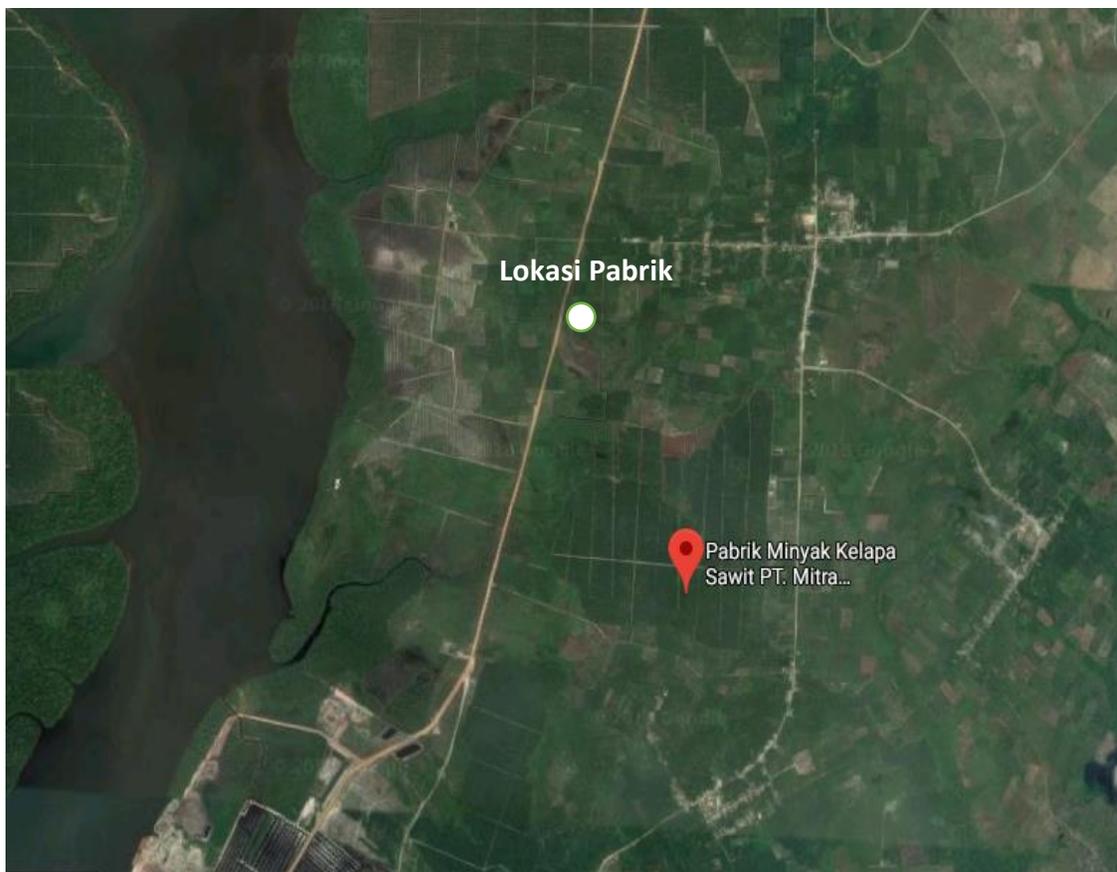
2. Perizinan

Lokasi pabrik dipilih pada daerah khusus untuk kawasan industri, sehingga memudahkan dalam perizinan pendirian pabrik. Pengaturan tata letak pabrik merupakan bagian yang penting dalam proses pendirian pabrik, hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain :

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

3. Prasarana dan Fasilitas Sosial

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



**Gambar 4.1 Peta Lokasi Pabrik
Kotawaringin Barat, Kalimantan Tengah**

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik merupakan rencana dari pengaturan yang sangat efektif dari fasilitas – fasilitas fisik dan tenaga kerja untuk menghasilkan produk. Tata letak pabrik meliputi perencanaan kebutuhan ruangan untuk semua aktivitas pabrik meliputi kantor, gudang, kamar dan semua fasilitas lain yang berhubungan dengan proses dalam menghasilkan produk. Tata letak suatu pabrik memiliki peranan penting dalam menentukan biaya konstruksi, biaya produksi, efisiensi dan keselamatan kerja. Oleh karena itu tata letak pabrik harus disusun secara cermat untuk menghindari kesulitan dikemudian hari. Selain peralatan proses, beberapa bangunan fisik lain seperti kantor, bengkel, poliklinik, laboratorium, kantin, pemadam kebakaran, pos penjaga, dan sebagainya ditempatkan pada bagian yang tidak mengganggu lalu lintas, barang dan proses.

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

1. Daerah Administrasi/Perkantoran dan Laboratorium

Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium sebagai pusat pengendalian kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang akan yang dijual.

2. Daerah Proses dan Ruang Kontrol

Daerah proses adalah daerah yang digunakan untuk menempatkan alat-alat yang berhubungan dengan proses produksi. Dimana daerah proses ini diletakkan pada daerah yang terpisah dari bagian lain.. Ruang control sebagai pusat pengendalian berlangsungnya proses

3. Daerah Pergudangan, Umum, Bengkel, dan Garasi

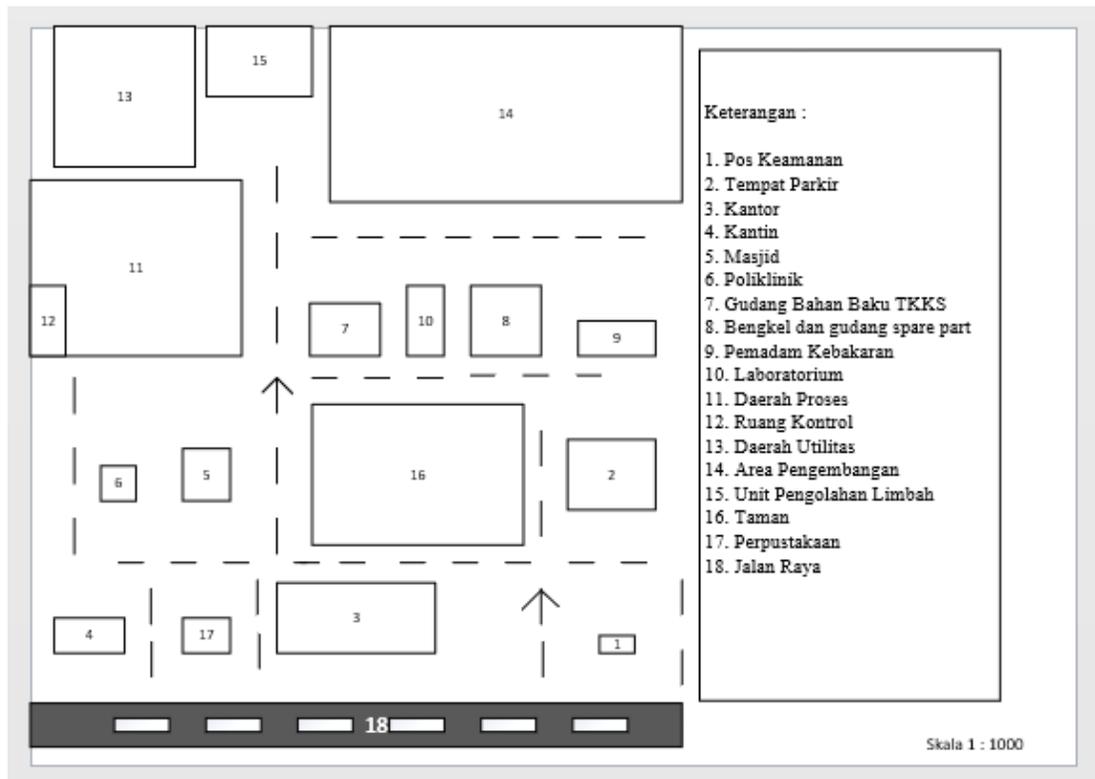
4. Daerah utilitas dan *power station*

Merupakan daerah dimana kegiatan penyediaan air dan tenaga listrik dipusatkan. Pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, udara, steam, dan listrik akan membantu kemudahan kerja dan perawatan.

Perencanaan pabrik bioetanol ini diperkirakan dibuat di atas tanah seluas 34.300 m² atau 3,42 hektar. Adapun perincian luas tanah dan tata letak pabrik yang akan dibangun dapat dilihat pada tabel 4.1 dan gambar 4.2 di bawah ini :

Tabel 4.1 Perkiraan Luas Area Pabrik Bioetanol

No	Lokasi	ukuran (m)	luas (m ²)
1.	Pos Keamanan	5 × 10	50
2.	Tempat parker	25 × 20	500
3.	Kantor	50 × 20	1000
4.	Kantin	20 × 10	200
5.	Masjid	10 × 30	300
6.	Poliklinik	10 × 10	100
7.	Gudang Bahan Baku TKKS	20 × 15	300
8.	Bengkel dan gudang spare part	20 × 20	400
9.	Pemadam Kebakaran	20 × 10	200
10.	Laboratorium	10 × 20	300
11.	Daerah Proses	50 × 40	2000
12.	Ruang Kontrol	10 × 20	200
13.	Daerah Utilitas	40 × 40	1600
14.	Area pengembangan	100 × 50	5000
15.	Unit Pengolahan Limbah	30 × 20	600
16.	taman dan jalan	60 × 40	2400
17.	Perpustakaan	15 × 10	150
	Luas Bangunan		15300
	Luas Tanah		19000



Gambar 4.2 *Layout* Pabrik Bioetanol

4.3 Tata Letak Alat Proses

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

1. Aliran bahan baku dan produk

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

2. Aliran Udara

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

3. Cahaya

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

4. Lalu lintas manusia

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

5. Tata letak alat proses

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

6. Jarak antar alat proses

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

7. *Maintenance*

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

Perawatan *preventif* dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara

terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat memproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan. Perawatan alat-alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada tiap-tiap alat. Perawatan tiap alat meliputi :

1. *Over head* 1 x 1 tahun

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

2. *Repairing*

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

a. Umur alat

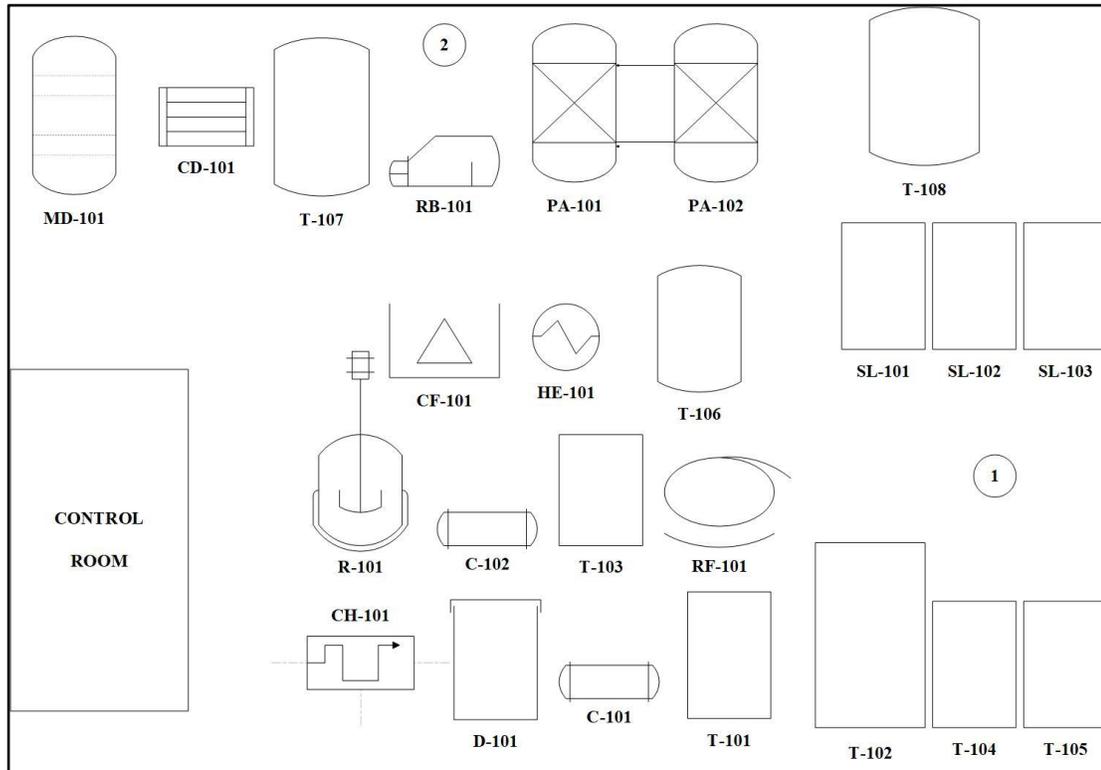
Semakin tua umur alat semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan

b. Bahan baku

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

Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

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



Keterangan :

1. Daerah penyimpanan bahan pendukung

2. Daerah pemurnian produk

CH-101	: Chopper	CF-101	: Centrifuge
D-101	: Digester	H-101	: Heater
C-101	: Cooler 1	T-106	: Tangki penampung glukosa
T-101	: Tangki delignifikasi	MD-101	: Menara distilasi
RF-101	: Rotary Filter	CD-101	: Kondensor
T-103	: Tangki Pengenceran	T-107	: Tangki akumulasi distilat
C-102	: Cooler 2	R-101	: Reaktor
RB-101	: Reboiler	SL-103	: Silo Yeast
PA-101/102	: Pressure Swing Adsorption		

SL-101	: Silo enzim selulosa
SL-102	: Silo enzim novozym
T-102	: Tangki penyimpanan NaOH
T-104	: Tangki penyimpanan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
T-105	: Tangki penyimpanan H_2SO_4
T-108	: Tangki penyimpanan produk

4.4 Material dan Alir Proses

1. Screening

Kode	: SC-201
Fungsi	: Menyaring partikel – partikel padatan dari air sungai
Tipe	: bar screen
Bahan konstruksi	: stainless steel
Lebar bar	: 5 mm
Tebal bar	: 20 mm
Bar clear spacing	: 20 mm
Panjang screening	: 2 m
Lebar screening	: 2 m
Jumlah bar	: 50 buah
Jumlah	: 1 unit
Harga alat	: \$15.995

2. Bak Pengendapan

Kode	: B-201
Fungsi	: Menampung air sungai dan mengendapkan sebagian kotoran serta padatan halus yang terbawa
Tipe	: bak dengan permukaan persegi

Bahan konstruksi	: beton
Kapasitas	: 12467 m ³
Tinggi	: 12,8 m
Panjang	: 38,3 m
Lebar	: 25 m
Jumlah	: 1 unit
Harga alat	: \$1.485

3. Bak Flokulator

Kode	: B-202
Fungsi	: Mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan.
Tipe	: Bak dengan permukaan persegi
Bahan konstruksi	: beton
Kapasitas	: 493,5 m ³
Tinggi	: 8,6 m
Diameter	: 8,6 m
Jumlah	: 1 unit
Jumlah impeller	: 1 buah
Diameter impeller	: 2,9 m
Jenis pengaduk	: Marine propeller 3 blade
Jumlah Pengaduk	: 4 buah
Jarak cairan dalam tangki:	7,7 m
Lebar baffle	: 0,3 m
Daya motor pengaduk	: 2 Hp
Harga alat	: \$1.485

4. Clarifier

Kode	: CL-201
Fungsi	: Mengendapkan flok yang terbentuk karena penambahan alum dan soda abu
Tipe	: Tangki dengan bagian bawah berbentuk konis
Bahan konstruksi	: Beton
Kapasitas	: 65,73 m ³
Jumlah	: 1 unit
Tinggi	: 4,7 m
Diameter	: 4,2 m
Tebal shell	: 2 in
Tebal head	: 2 in
Jenis pengaduk	: <i>flat six – blade turbine with disk</i>
Jumlah baffle	: 4 buah
Daya motor pengaduk	: 0,5 Hp
Harga alat	: \$65.808

5. Sand Filter / Bak Penyaring

Kode	: B-203
Fungsi	: Menyaring kotoran - kotoran yang masih tertinggal di dalam air dari bak penampung air clarifier
Tipe	: silinder vertical dengan tutup atas dan bawah datar
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA – 129 grade A</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 52 m ³
Tinggi	: 2,4 m
Lebar	: 4,7 m
Panjang	: 4,7 m
Harga alat	: \$48.251

6. Tangki Air Bersih

Kode	: T-201
Fungsi	: Tempat penampungan air bersih sebelum dilakukan pendistribusian untuk air sanitasi, dan air diolah pada kation exchanger dan anion exchanger
Tipe	: Silinder vertikal dengan tutup atas dan bawah datar
Bahan konstruksi	: <i>carbon steel SA – 129 grade A</i>
Kapasitas	: 2646 m ³
Jumlah	: 1 unit
Tinggi	: 15 m
Diameter	: 15 m
Tebal shell	: 2 in
Tebal head	: 2 in
Harga alat	: \$96.427

7. Tangki Air Pendingin

Kode	: T-202
Fungsi	: Tempat penampungan air pendingin
Tipe	: Silinder vertikal dengan tutup atas dan bawah datar
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA – 129 grade A</i>
Kapasitas	: 1359 m ³
Jumlah	: 1 unit
Tinggi	: 12 m
Diameter	: 12 m
Tebal shell	: 0,2 in
Tebal head	: 0,2 in
Harga alat	: \$64.696

8. Cooling Tower

Kode	: CT-201
Fungsi	: Mendinginkan air sirkulasi dari pabrik agar dapat digunakan kembali
Tipe	: <i>Induced draft cooling tower</i>
Jumlah	: 1 unit
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA – 129 grade A</i>
Luas cooling tower	: 26,2 m ²
Panjang	: 5,1 m
Lebar	: 5,1 m
Tinggi	: 5,5 m
Suhu masuk	: 100°C
Suhu keluar	: 30°C
Harga alat	: \$1.142

9. Blower Cooling Tower

Kode	: BCT-201
Fungsi	: Menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang akan didinginkan
Suhu masuk	: 100°C
Suhu keluar	: 30°C
Power motor	: 40 Hp
Harga alat	: \$1.028

10. Tangki Klorinasi

Kode	: T-203
Fungsi	: Mencampur klorin ke dalam air sanitasi
Tipe	: Silinder vertikal dengan tutup atas dan bawah datar
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA – 129 grade A</i>

Kapasitas	: 2,8 m ³
Jumlah	: 1 unit
Tinggi	: 1,5 m
Diameter	: 1,5 m
Harga alat	: \$8.569

11. Tangki Air Sanitasi

Kode	: T-204
Fungsi	: Tempat penampungan air sanitasi
Tipe	: Silinder vertikal dengan tutup atas dan bawah datar
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA – 129 grade A</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 66,1 m ³
Tinggi	: 4,4 m
Diameter	: 4,4 m
Tebal shell	: 3/8 in
Tebal head	: 3/8 in
Harga alat	: \$38.274

12. Tangki Kation Exchanger

Kode	: T-205
Fungsi	: Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation - kation seperti Ca dan Mg
Tipe	: Silinder vertikal dengan tutup atas dan bawah elipsoidal
Jumlah	: 2 unit (1 standby)
Bahan konstruksi	: <i>carbon steel SA-516 70</i>
Volume resin	: 0,2 m ³
Tinggi bed resin	: 1,02 m
Diameter	: 0,5 m

Tinggi	: 1,22 m
Tebal shell	: 5/16 in
Tebal head	: 5/16 in
Harga alat	: \$20.793

13. Tangki Anion Exchanger

Kode	: T-206
Fungsi	: Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh anion - anion seperti Cl, SO ₄ dan NO ₃
Tipe	: Silinder vertikal dengan tutup atas dan bawah elipsoidal
Jumlah	: 2 unit (1 standby)
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA-516 70</i>
Volume resin	: 0,2 m ³
Tinggi bed resin	: 1,02 m
Diameter	: 0,5 m
Tinggi	: 1,22 m
Tebal shell	: 5/16 in
Tebal head	: 5/16 in
Harga alat	: \$21.250

14. Tangki H₂SO₄

Kode	: T-207
Fungsi	: Menampung/ menyimpan H ₂ SO ₄ yang akan digunakan untuk meregenerasi kation exchanger
Tipe	: Silinder vertikal dengan tutup atas dan bawah datar
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA – 129 grade A</i>
Kapasitas	: 5,89 m ³

Jumlah	: 1 unit
Tinggi	: 1,96 m
Diameter	: 1,96 m
Harga alat	: \$1.485

15. Tangki NaOH

Kode	: T-208
Fungsi	: Menampung/menyimpan H ₂ SO ₄ yang akan digunakan untuk meregenerasi kation exchanger
Tipe	: Silinder vertikal dengan tutup atas dan bawah datar
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA – 129 grade A</i>
Kapasitas	: 0,93 m ³
Jumlah	: 1 unit
Tinggi	: 1,06 m
Diameter	: 1,06 m
Harga alat	: \$1.485

16. Tangki N₂H₄

Kode	: T-209
Fungsi	: Menyimpan larutan N ₂ H ₄ (hydrazin)
Tipe	: Silinder vertikal dengan tutup atas dan bawah datar
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA – 129 grade A</i>
Kapasitas	: 2,8 m ³
Jumlah	: 1 unit
Tinggi	: 1,53 m
Diameter	: 1,53 m
Harga alat	: \$1.485

17. Tangki Air Proses

Kode	: T-210
Fungsi	: Tempat penampungan air proses
Tipe	: Silinder vertikal dengan tutup atas dan bawah datar
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA – 129 grade A</i>
Kapasitas	: 3744,6 m ³
Jumlah	: 1 unit
Tinggi	: 16,83 m
Diameter	: 16,83 m
Tebal shell	: 0,75 in
Tebal head	: 0,75 in
Harga alat	: \$64.696

18. Tangki Umpan Boiler

Kode	: T-211
Fungsi	: Tempat penampungan air umpan boiler
Tipe	: Silinder vertikal dengan tutup atas dan bawah datar
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA – 129 grade A</i>
Kapasitas	: 1363,12 m ³
Jumlah	: 1 unit
Tinggi	: 12,01 m
Diameter	: 12,01 m
Tebal shell	: 0,75 in
Tebal head	: 0,75 in
Harga alat	: \$73.120

19. Daerator

Kode	: DE-201
Fungsi	: Menghilangkan gas CO ₂ dan O ₂ yang terikat dalam <i>feed water</i> yang menyebabkan kerak pada boiler
Tipe	: Silinder horizontal dengan tutup ellipsoidal
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA – 129 grade A</i>
Kapasitas	: 2,75 m ³
Jumlah	: 1 unit
Tinggi	: 1,52 m
Diameter	: 1,52 m
Harga alat	: \$24.264

20. Boiler

Kode	: BL-201
Fungsi	: Menyiapkan uap 220°C untuk keperluan proses
Tipe	: <i>Water tube boiler</i>
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA – 129 grade A</i>
Volume bahan bakar	: 284,6 m ³
Jumlah	: 1 unit
Tinggi	: 11,3 m
Diameter	: 5,7 m
Harga alat	: \$138.699

21. Kompresor

Kode	: C-201
Fungsi	: Mengalirkan udara dari lingkungan ke area proses untuk kebutuhan instrumentasi
Tipe	: <i>Single stage reciprocating compressor</i>
Daya kompresor	: 5 Hp

Tekanan keluar : 6 atm
 Harga alat : \$8.226

22. Tangki Silica Gel

Kode : T-212
 Fungsi : Tempat penyimpanan silika gel. Silika gel sebagai penjerap air yang terkandung dalam udara
 Tipe : *Single stage reciprocating compressor*
 Volume silika gel : 0,04 m³
 Diameter : 0,32 m
 Harga alat : \$1.485

23. Pompa I

Kode : P-201
 Fungsi : Mengalirkan air dari screening menuju bak pengendap
 Tipe : *Centrifugal pump*
 Jumlah : 2 unit (1 cadangan)

Kondisi operasi

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 30°C

Jenis pipa : *Carbon Steel SA 285 grade A (ASME II)*
 Diameter nominal : 8 in
Static head : 9,84 ft.lbf/lbm
 Daya pompa : 6,75 Hp
 Daya motor : 7,5 Hp (standard NEMA)
 Harga alat : \$30.733

24. Pompa II

Kode	: P-202
Fungsi	: Mengalirkan air dari bak pengendap menuju bak flokulator
Tipe	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 unit (1 cadangan)

Kondisi operasi

• Tekanan	: 1 atm
• Suhu	: 30°C
Jenis pipa	: <i>Carbon Steel SA 285 grade A (ASME II)</i>
Diameter nominal	: 8 in
<i>Static head</i>	: 9,84 ft.lbf/lbm
Daya pompa	: 6,75 Hp
Daya motor	: 7,5 Hp (standard NEMA)
Harga alat	: \$30.733

25. Pompa III

Kode	: P-203
Fungsi	: Mengalirkan air dari bak flokulator menuju <i>clarifier</i>
Tipe	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 unit (1 cadangan)

Kondisi operasi

• Tekanan	: 1 atm
• Suhu	: 30°C
Jenis pipa	: <i>Carbon Steel SA 285 grade A (ASME II)</i>
Diameter nominal	: 8 in
<i>Static head</i>	: 9,84 ft.lbf/lbm
Daya pompa	: 6,4 Hp

Daya motor : 7,5 Hp (standard NEMA)
 Harga alat : \$30.733

26. Pompa IV

Kode : P-204
 Fungsi : Mengalirkan air dari *clarifier* menuju *sand filter*
 Tipe : *Centrifugal pump*
 Jumlah : 2 unit (1 cadangan)

Kondisi operasi

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 30°C

Jenis pipa : *Carbon Steel SA 285 grade A (ASME II)*
 Diameter nominal : 8 in
Static head : 9,84 ft.lbf/lbm
 Daya pompa : 6,4 Hp
 Daya motor : 7,5 Hp (standard NEMA)
 Harga alat : \$30.733

27. Pompa V

Kode : P-205
 Fungsi : Mengalirkan air dari *sand filter* menuju bak air bersih
 Tipe : *Centrifugal pump*
 Jumlah : 2 unit (1 cadangan)

Kondisi operasi

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 30°C

Jenis pipa : *Carbon Steel SA 285 grade A (ASME II)*
 Diameter nominal : 8 in

<i>Static head</i>	: 9,84 ft.lbf/lbm
Daya pompa	: 6,1 Hp
Daya motor	: 7,5 Hp (standard NEMA)
Harga alat	: \$27.306

28. Pompa VI

Kode	: P-206
Fungsi	: Mengalirkan air dari bak bersih menuju area Kebutuhan air
Tipe	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 unit (1 cadangan)

Kondisi operasi

• Tekanan	: 1 atm
• Suhu	: 30°C
Jenis pipa	: <i>Carbon Steel SA 285 grade A (ASME II)</i>
Diameter nominal	: 8 in
<i>Static head</i>	: 9,84 ft.lbf/lbm
Daya pompa	: 5,8 Hp
Daya motor	: 7,5 Hp (standard NEMA)
Harga alat	: \$27.306

29. Pompa VII (P-207)

Kode	: P-207
Fungsi	: Mengalirkan air dari bak bersih menuju bak air pendingin
Tipe	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 unit (1 cadangan)

Kondisi operasi

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 30°C
- Jenis pipa : *Carbon Steel SA 285 grade A (ASME II)*
- Diameter nominal : 8 in
- Static head* : 9,84 ft.lbf/lbm
- Daya pompa : 2,6 Hp
- Daya motor : 3 Hp (standard NEMA)
- Harga alat : \$12.682

30. Pompa VIII

- Kode : P-208
- Fungsi : Mengalirkan air dari bak air pendingin menuju *cooling tower*
- Tipe : *Centrifugal pump*
- Jumlah : 2 unit (1 cadangan)

Kondisi operasi

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 30°C
- Jenis pipa : *Carbon Steel SA 285 grade A (ASME II)*
- Diameter nominal : 8 in
- Static head* : 9,84 ft.lbf/lbm
- Daya pompa : 2,6 Hp
- Daya motor : 3 Hp (standard NEMA)
- Harga alat : \$12.682

31. Pompa IX

Kode	: P-209
Fungsi	: Mengalirkan air <i>cooling tower</i> menuju unit proses
Tipe	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 unit (1 cadangan)

Kondisi operasi

• Tekanan	: 1 atm
• Suhu	: 30°C
Jenis pipa	: <i>Carbon Steel SA 285 grade A (ASME II)</i>
Diameter nominal	: 8 in
<i>Static head</i>	: 9,84 ft.lbf/lbm
Daya pompa	: 2,6 Hp
Daya motor	: 3 Hp (standard NEMA)
Harga alat	: \$12.682

32. Pompa X

Kode	: P-210
Fungsi	: Mengalirkan air dari bak bersih menuju tangki klorinasi
Tipe	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 unit (1 cadangan)

Kondisi operasi

• Tekanan	: 1 atm
• Suhu	: 30°C
Jenis pipa	: <i>Carbon Steel SA 285 grade A (ASME II)</i>
Diameter nominal	: 8 in
<i>Static head</i>	: 9,84 ft.lbf/lbm
Daya pompa	: 0,04 Hp

Daya motor : 0,05 Hp (standard NEMA)
 Harga alat : \$6.398

33. Pompa XI

Kode : P-211
 Fungsi : Mengalirkan air dari tangki klorinasi menuju tangki air sanitasi
 Tipe : *Centrifugal pump*
 Jumlah : 2 unit (1 cadangan)

Kondisi operasi

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 30°C

Jenis pipa : *Carbon Steel SA 285 grade A (ASME II)*
 Diameter nominal : 8 in
Static head : 9,84 ft.lbf/lbm
 Daya pompa : 0,04 Hp
 Daya motor : 0,05 Hp (standard NEMA)
 Harga alat : \$6.398

34. Pompa XII

Kode : P-212
 Fungsi : Mengalirkan air dari tangki air sanitasi menuju area kebutuhan sanitasi
 Tipe : *Centrifugal pump*
 Jumlah : 2 unit (1 cadangan)

Kondisi operasi

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 30°C

Jenis pipa	: <i>Carbon Steel SA 285 grade A (ASME II)</i>
Diameter nominal	: 8 in
<i>Static head</i>	: 9,84 ft.lbf/lbm
Daya pompa	: 6,7 Hp
Daya motor	: 10 Hp (standard NEMA)
Harga alat	: \$30.733

35. Pompa XIII

Kode	: P-213
Fungsi	: Mengalirkan air dari tangki air bersih menuju tangki kation exchanger
Tipe	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 unit (1 cadangan)

Kondisi operasi

• Tekanan	: 1 atm
• Suhu	: 30°C
Jenis pipa	: <i>Carbon Steel SA 285 grade A (ASME II)</i>
Diameter nominal	: 8 in
<i>Static head</i>	: 9,84 ft.lbf/lbm
Daya pompa	: 0,04 Hp
Daya motor	: 0,05 Hp (standard NEMA)
Harga alat	: \$6.398

36. Pompa XIV

Kode	: P-214
Fungsi	: Mengalirkan H ₂ SO ₄ dari tangki H ₂ SO ₄ menuju tangki kation exchanger
Tipe	: <i>Centrifugal pump</i>

Jumlah : 2 unit (1 cadangan)

Kondisi operasi

• Tekanan : 1 atm

• Suhu : 30°C

Jenis pipa : *Carbon Steel SA 285 grade A (ASME II)*

Diameter nominal : 8 in

Static head : 9,84 ft.lbf/lbm

Daya pompa : 0,0008 Hp

Daya motor : 0,05 Hp (standard NEMA)

Harga alat : \$6.398

37. Pompa XV

Kode : P-215

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

Tipe : *Centrifugal pump*

Jumlah : 2 unit (1 cadangan)

Kondisi operasi

• Tekanan : 1 atm

• Suhu : 30°C

Jenis pipa : *Carbon Steel SA 285 grade A (ASME II)*

Diameter nominal : 8 in

Static head : 9,84 ft.lbf/lbm

Daya pompa : 0,04 Hp

Daya motor : 0,05 Hp (standard NEMA)

Harga alat : \$8.340

38. Pompa XVI

Kode	: P-216
Fungsi	: Mengalirkan NaOH dari tangki NaOH menuju tangki anion exchanger
Tipe	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 unit (1 cadangan)

Kondisi operasi

• Tekanan	: 1 atm
• Suhu	: 30°C
Jenis pipa	: <i>Carbon Steel SA 285 grade A (ASME II)</i>
Diameter nominal	: 8 in
<i>Static head</i>	: 9,84 ft.lbf/lbm
Daya pompa	: 0,0001 Hp
Daya motor	: 0,05 Hp (standard NEMA)
Harga alat	: \$6.398

39. Pompa XVII

Kode	: P-217
Fungsi	: Mengalirkan air dari tangki anion exchanger menuju daerator
Tipe	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 unit (1 cadangan)
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 30°C
Jenis pipa	: <i>Carbon Steel SA 285 grade A (ASME II)</i>
Diameter nominal	: 8 in
<i>Static head</i>	: 9,84 ft.lbf/lbm
Daya pompa	: 0,04 Hp

Daya motor : 0,05 Hp (standard NEMA)
 Harga alat : \$6.398

40. Pompa XVIII

Kode : P-218
 Fungsi : Mengalirkan N_2H_4 dari tangki H_2N_4 menuju daerator
 Tipe : *Centrifugal pump*
 Jumlah : 2 unit (1 cadangan)

Kondisi operasi

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 30°C

Jenis pipa : *Carbon Steel SA 285 grade A (ASME II)*
 Diameter nominal : 8 in
Static head : 9,84 ft.lbf/lbm
 Daya pompa : 0,000001 Hp
 Daya motor : 0,05 Hp (standard NEMA)
 Harga alat : \$6.398

41. Pompa XIX

Kode : P-219
 Fungsi : Mengalirkan air dari daerator menuju boiler
 Tipe : *Centrifugal pump*
 Jumlah : 2 unit (1 cadangan)

Kondisi operasi

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 30°C

Jenis pipa : *Carbon Steel SA 285 grade A (ASME II)*

Diameter nominal	: 8 in
<i>Static head</i>	: 9,84 ft.lbf/lbm
Daya pompa	: 0,04 Hp
Daya motor	: 0,05 Hp (standard NEMA)
Harga alat	: \$8.340

4.5 Utilitas

Unit pendukung proses atau unit utilitas adalah suatu unit yang sangat diperlukan dalam kegiatan produksi, untuk menunjang kelancaran proses produksi. Unit pendukung proses antara lain terdiri dari penyediaan dan pengolahan air, pembuatan steam, penyediaan bahan bakar, listrik dan udara tekan. Unit utilitas yang terdapat dalam pabrik etanol antara lain :

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

4.5.1 Unit Penyediaan Air dan Pengolahan Air

1. Unit Penyediaan Air

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

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

2. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.

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

a. Unit Proses

Air proses merupakan air yang digunakan sebagai campuran dalam fluida proses ataupun bahan hidrolisis, bahan baku spesifikasi dan jumlah kebutuhan air proses pada tabel 4.2 berikut ini :

Tabel 4.2 Syarat Baku Mutu Air Proses

Spesifikasi	Nilai	Satuan
Turbiditas	<0,1	FTU
pH	6,5 – 7,5	
M-Alkali	<10	mg/l
Iron	<0,1	mg/l
SiO ₂	2	mg/l

Sumber : Batan.go.id

Tabel 4.3 Jumlah Kebutuhan Air Proses

No	Kebutuhan	Jumlah	satuan
1.	<i>Digester</i>	89353,40	kg/jam
2.	<i>Rotary Filter</i>	28948,59	kg/jam
3.	Tangki Pengenceran	3616,70	kg/jam
Total		121918,69	kg/jam
Make up 10%		12191,87	kg/jam
Total Kebutuhan		134110,56	kg/jam

b. Air Pendingin

Air pendingin merupakan air yang digunakan sebagai pendingin peralatan proses dan pertukaran/perpindahan panas dalam heat exchanger dengan tujuan untuk memindahkan panas suatu zat di dalam aliran ke dalam air. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam penyediaan air untuk keperluan pendinginan sebagai berikut :

1. Kسادahan air yang dapat menyebabkan terjadinya *scale* (kerak) pada sistem perpipaan
2. Mikroorganisme seperti bakteri, plankton yang tinggal dalam air sungai, berkembang dan tumbuh, sehingga menyebabkan fouling alat heat exchanger
3. Besi, yang dapat menimbulkan korosi
4. Minyak, yang merupakan penyebab terganggunya *film corrosion inhibitor*, menurunkan *heat transfer coefficient*, dapat menjadi makanan mikroba sehingga menimbulkan endapan.
5. Bahan-bahan penyebab korosi dan bahan-bahan penyebab penurunan efisiensi perpindahan panas seperti senyawa asam kuat.

Kualitas standar air pendingin dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut ini :

Tabel 4.4 Syarat Baku Mutu Air Pendingin

Spesifikasi	Nilai	Satuan
Ca hardness sebagai CaCO ₃	< 150	Ppm
Mg hardness sebagai MgCO ₃	< 100	ppm
Silika sebagai SiO ₂	< 200	ppm
Turbiditas	<10	ppm
Cl- dan SO ₄ ²⁻	< 1.000	ppm
pH	6,5 – 8	
Ca ²⁺	Max. 300	ppm
Silika	Max. 150	ppm
TDS	Max 2.500	ppm

Sumber : Batan.go.id

Tabel 4.5 Jumlah Kebutuhan Air Pendingin

No	Kebutuhan	Jumlah	satuan
1.	<i>Cooler Digester</i>	96576,20	kg/jam
2.	<i>Cooler</i>	87725,70	kg/jam
3.	<i>Condensor Parsial</i>	8688,39	kg/jam
4.	<i>Condensor -02</i>	2772,27	kg/jam
5.	Reaktor	40169,98	kg/jam
Total		157305,95	kg/jam
Make up 20%		31461,19	kg/jam
Total Kebutuhan		188767,15	kg/jam

c. Air untuk keperluan umum dan sanitasi

Air untuk keperluan umum adalah air yang dibutuhkan untuk sarana dalam pemenuhan kebutuhan pegawai seperti untuk mandi, cuci, kakus (MCK) dan

untuk kebutuhan kantor lainnya, serta kebutuhan rumah tangga. Air sanitasi diperlukan untuk pencucian atau pembersihan peralatan pabrik, utilitas, laboratorium, dan lainnya. Beberapa persyaratan untuk air sanitasi adalah sebagai berikut

- Syarat fisis : di bawah suhu kamar, tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau, tingkat kekeruhan $< 1 \text{ mg SiO}_2/\text{Liter}$.
- Syarat kimia; tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air, logam-logam berat lainnya yang beracun.
- Syarat biologis (bakteriologis) : tidak mengandung kuman/bakteri terutama bakteri patogen

Kebutuhan air sanitasi dapat diperkirakan sebagai berikut :

a. Air untuk karyawan kantor

Kebutuhan air untuk per karyawan = 100 liter/hari

Jumlah pekerja dalam pabrik 120 orang maka dalam 1 hari dibutuhkan air sebanyak = $12.000 \text{ liter/hari} = 500 \text{ kg/jam}$

b. Air untuk laboratorium

Air untuk keperluan ini diperkirakan = $3000 \text{ liter/hari} = 125 \text{ kg/jam}$

c. Air untuk kebersihan, pertamanan dll

Air untuk keperluan ini diperkirakan = $4500 \text{ liter/hari} = 187,5 \text{ kg/jam}$

d. Air pemadam kebakaran (hydrant)

Salah satu bagian dari utilitas pabrik ini adalah air pemadam kebakaran. Kebutuhan air ini sangat diperlukan jika suatu saat terjadi musibah kebakaran yang menimpa salah satu bagian dari pabrik. Jadi, penggunaan air untuk keperluan ini tidak dilakukan secara kontinyu tetapi hanya bersifat insidental hanya bila terjadi kebakaran. Dalam praktiknya, kebutuhan air ini disalurkan melalui pipa *hydrant* yang tersambung melalui saluran yang melintasi seluruh lokasi pabrik. Pipa-pipa *hydrant* terutama dipersiapkan pada lokasi pabrik yang cukup strategis dengan

pertimbangan utama adalah agar memudahkan menjangkau semua area pabrik. Perkiraan jumlah air yang dibutuhkan untuk pemadam kebakaran sekitar 1100 kg/jam yang akan ditampung dalam bak penampung. Fasilitas pemadam kebakaran seperti *fire hydrant* perlu ditempatkan pada tempat-tempat yang strategis, disamping itu disediakan pula *portable fire fighting equipment* pada setiap ruangan dan tempat-tempat yang mudah dicapai. Dengan adanya fasilitas ini diharapkan keselamatan dan kesehatan kerja pabrik dapat tetap terjaga.

2. Unit Pengolahan Air

Dalam perancangan Pabrik Etanol ini, kebutuhan air diambil dari air sungai yang terdekat dengan pabrik. Kebutuhan air pabrik dapat diperoleh dari sumber air yang ada disekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisik dan kimia.

Tahapan-tahapan pengolahan air sebagai berikut:

a. Penyaringan

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

b. Pengendapan secara fisis

Mula-mula air dialirkan ke bak penampungan atau pengendapan awal (B-201) setelah melalui penyaringan dengan memasukkan alat penyaring. *Level Control System (LCS)* yang terdapat di bak penampung berfungsi untuk mengatur aliran masuk sehingga sesuai dengan keperluan pabrik. Dalam bak pengendapan awal kotoran-kotoran akan mengendap karena gaya berat. Waktu tinggal dalam bak ini berkisar 4-24 jam (Powell,ST hal 14).

c. Koagulasi dan Flokulasi

Air sungai diambil dari sungai dengan menggunakan pompa yang pada ujung penyedot disertai saringan. Saringan bertujuan untuk mengurangi kotoran yang

ikut tersedot pompa. Air lewat saring kemudian diproses sedimentasi. Sedimentasi bertujuan memisahkan padatan dan lumpur yang terbawa. Lumpur dan partikel padatan dipisahkan agar tidak terjadi fouling. Partikel yang besar dihilangkan dengan penyaringan, tetapi partikel koloidal yang ada dipisahkan melalui proses klarifikasi dalam penetralan dan penggumpalan (koagulasi).

Pada proses koagulasi, digunakan bahan kimia sebagai bahan penggumpal, yaitu;

- Larutan Alum (aluminium sulfat)
Berupa tepung berwarna putih, dapat larut dalam air, stabil dalam udara, tidak mudah terbakar, tidak dapat larut dalam alkohol dan dapat dengan cepat membentuk gumpalan. Alum berfungsi sebagai bahan penggumpal (flocculants) untuk menjernihkan air. Pembentukan flock terbaik pada pH 6,5 – 7,5. Jumlah alum yang diinjeksikan sebanyak 0,06% dari air umpan dengan konsentrasi 17% volume.
- Soda kaustik
Soda kaustik diinjeksikan untuk mengatur pH atau memberikan kondisi basa pada air sungai, sehingga mempermudah pembentukan flock oleh alum karena air sungai cenderung bersifat asam. Jumlah soda abu yang diinjeksikan sebanyak 0,05% dari air umpan dengan konsentrasi 11% volume.
- Kaporit
Kaporit berfungsi untuk membunuh bakteri, jamur, dan mikroorganisme. Jumlah kaporit yang diinjeksikan sebanyak 1,2 % dari umpan dengan konsentrasi 33 % volume.

Reaksi yang terjadi adalah;



Tahapan proses koagulasi, flokulasi dan penjernihan adalah sebagai berikut;

1. Zat-zat pengotor dalam bentuk senyawa suspensi koloidal tersusun dari ion - ion bermuatan negatif yang saling tolak-menolak.
2. Aluminium Sulfat dalam air akan larut membentuk ion Al^{3+} dan OH^- serta menghasilkan asam sulfat sebagai berikut :

$$Al_2(SO_4)_3 + 6 H_2O \longrightarrow 2 Al^{3+} + 6 OH^- + 3 H_2SO_4$$
3. Ketika ion yang bermuatan positif dalam koagulan (Alum, Al^{3+}) bertemu/kontak dengan ion negatif tersebut pada kondisi pH tertentu maka akan terbentuk *flock* (butiran gelatin).
4. Butiran partikel *flock* ini akan terus bertambah besar dan berat sehingga cenderung akan mengendap ke bawah.
5. Pada proses pembentukan *flock*, pH cenderung turun (asam) karena terbentuk juga H_2SO_4 . Untuk mengontrol pH, diinjeksikan NaOH.
6. Untuk menjamin koagulasi yang efisien pada dosis bahan kimia yang minimal maka koagulan harus dicampur secara cepat dengan air.
7. Tahap selanjutnya adalah menjaga pembentukan flock (flokulasi) dan mengendapkan partikel *flock* sambil memperhatikan pembentukan lapisan lumpur (sludge blanket) dengan pengadukan pelan, sehingga air yang jernih akan terpisah dari endapan *flock*. Proses ini terjadi di *Clarifier/Flock creator*.
8. Lapisan lumpur juga berfungsi menahan *flock* yang baru terbentuk, oleh karena itu harus dijaga tetap ada.
9. Untuk menjaga supaya lumpur merata dan tidak terlalu padat dilakukan pengadukan lambat.
10. Level lapisan lumpur dijaga dengan melakukan *blowdown*.

d. Penyaringan (Filtration)

Air hasil koagulasi masih terkandung partikel. Partikel tersebut masih dapat menjadi penyebab *fouling* pada alat maupun perpipaan. Untuk memisahkan partikel yang masih tersisa dilakukan filtrasi. Filtrasi menggunakan *sand filter*.

Partikel yang tersaring akan terkumpul di lapisan permukaan *bed*. Apabila *bed* sudah banyak terisi oleh partikel pengotor setelah durasi tertentu, maka tekanan aliran akan tinggi. Apabila tekanan sudah tinggi, maka dilakukan *backwash* untuk membuang partikel pengotor yang terakumulasi pada *bed* selama penyaringan. Air *backwash* yang kaya akan pengotor dibuang sebagai limbah dan diolah lebih lanjut.

Proses filtrasi menggunakan beberapa jenis lapisan *bed*. Lapisan terdiri dari *antrasit*, *coarse sand*, *fine sand*, dan *activated carbon*. Lapisan tersebut tersusun berurutan. Urutan tersebut menyaring dari partikel yang besar (*antrasit*), sedang (*coarse sand*), kecil (*fine sand*) dan penyaring bau, warna dan klorin (*activated carbon*). Air keluaran proses filtrasi ini sudah memenuhi spesifikasi air proses, air pendingin dan sanitasi. Jadi, dari tangki produk filtrasi digunakan sebagai air proses, air pendingin, air *hydrant* dan air sanitasi. Bila filter ini telah jenuh maka perlu dilakukan regenerasi, dengan cara cuci aliran balik (*backwash*) dengan aliran yang lebih tinggi dari aliran filtrasi, hal ini dilakukan untuk melepaskan kotoran (*suspended matters*) dari permukaan filter dan untuk memperluas bidang penyaringan. Setelah di-*backwash* dan filter dioperasikan kembali, air hasil saringan untuk beberapa menit pertama dikirim ke pembuangan, hal ini dilakukan untuk membersihkan sistem dari benda-benda padat yang masih terbawa dan setelah itu dibuang. *Backwash* filter secara otomatis terjadi bila hilang tekan tinggi (*high pressure drop*) tercapai atau waktu operasi (*duration time*) tercapai. Larutan kaporit diinjeksikan untuk mencegah tumbuhnya mikroorganisme pada produk air filter yang masuk ke tangki penyimpanan air filter. Dari tangki air filter air didistribusikan ke perumahan, unit demineralisasi, dll.

e. Demineralisasi Air

Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral - mineral yang terkandung di dalam air, seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} , HCO_3^{-} , SO_4^{-} , Cl^{-} , dan lain - lain dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan

diproses lebih lanjut menjadi air umpan boiler (Boiler Feed Water). Demineralisasi air dapat diperlukan karena air umpan boiler harus memenuhi syarat - syarat sebagai berikut:

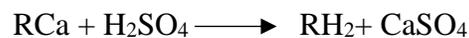
- Tidak menimbulkan kerak pada kondisi steam yang dikehendaki maupun pada *tube exchanger*, jika *steam* digunakan sebagai pemanas. Hal ini akan mengakibatkan turannya efisiensi operasi, bahkan dapat mengakibatkan tidak dapat beroperasi sama sekali.
- Bebas dari gas- gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas O₂ dan CO₂

Air dari (T-201) diumpankan ke Kation *Exchanger* untuk menghilangkan kation- kation mineralnya. Kemungkinan jenis kation yang ada adalah Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Fe²⁺, Mn²⁺, dan Al³⁺. Kation- kation ini dapat menyebabkan kesadahan sehingga kation ini harus diserap dengan menggunakan resin.

Reaksi:

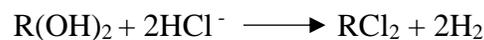


Resin yang telah berkurang kereaktifannya kemudian di regenerasi dengan menggunakan H₂SO₄ reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Air yang keluar dari Kation *Exchanger* diumpankan ke *Anion Exchanger* untuk menghilangkan anion - anion mineralnya. Kemungkinan jenis anion yang ditemui adalah HCO³⁻, CO₃²⁻, Cl⁻, NO⁻, dan SiO₃²⁻.

Reaksi:





Air yang keluar dari unit ini diharapkan mempunyai pH sekitar 6,1 - 6,2. Regenerasi Anion Exchanger dilakukan dengan menambahkan larutan NaOH. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



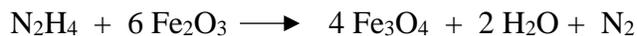
Kemudian dari Anion Exchanger dialirkan ke unit Deaerator

f. Deaerasi

Air demin sebelum menjadi air umpan boiler harus dihilangkan dulu gas-gas terlarutnya terutama oksigen dan CO₂ melalui proses deaerasi. Oksigen dan CO₂ dapat menyebabkan korosi pada perpipaan dan tube-tube boiler. Proses deaerasi dilakukan dalam deaerator dalam 2 tahap yaitu secara mekanis dan kimia.

1. Mekanis: Proses stripping dengan steam. Cara ini mampu menghilangkan oksigen sampai 0,007 ppm. Air demin berkontak dengan steam secara *counter current* yang dispraykan dari bawah. *Demin water* yang sudah bebas dari komponen udara ditampung dalam drum dari deaerator. Deaerator memiliki waktu tinggal 15 menit.

2. Kimia: mereaksikan dengan hydrazine (N₂H₄). Cara ini mampu menghilangkan sisa oksigen. Reaksi yang terjadi adalah:



3. Air demin selanjutnya menjadi air umpan boiler (BFW)

3. Unit Pembangkit Boiler (Steam)

Air produk deaerasi akan digunakan sebagai umpan boiler. Air tersebut akan menuju boiler (unit penyedia listrik) dan kemudian berubah fasa menjadi uap bertekanan tinggi. Energi uap bertekanan tinggi tersebut digunakan untuk menggerakkan turbin, dan sisa energinya berupa steam bertekanan rendah/sedang digunakan sebagai pemanas di unit proses. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler:

- Zat-zat penyebab korosi
Korosi yang terjadi di dalam ketel disebabkan air pengisi mengandung larutan asam dan gas-gas terlarut, seperti O₂, CO₂, H₂S, NH₃.
- Zat-zat penyebab *foaming*
Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan foam (busa) pada boiler. Karena adanya zat-zat organik, anorganik, dan zat-zat yang tidak terlarut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalinitas yang tinggi.
- Zat-zat yang menyebabkan *scale foaming*
Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi yang bisa berupa garam-garam karbonat dan silika.

Spesifikasi dan kebutuhan air umpan boiler adalah sebagai berikut :

Tabel 4.6 Syarat Baku Mutu Air Umpan Boiler

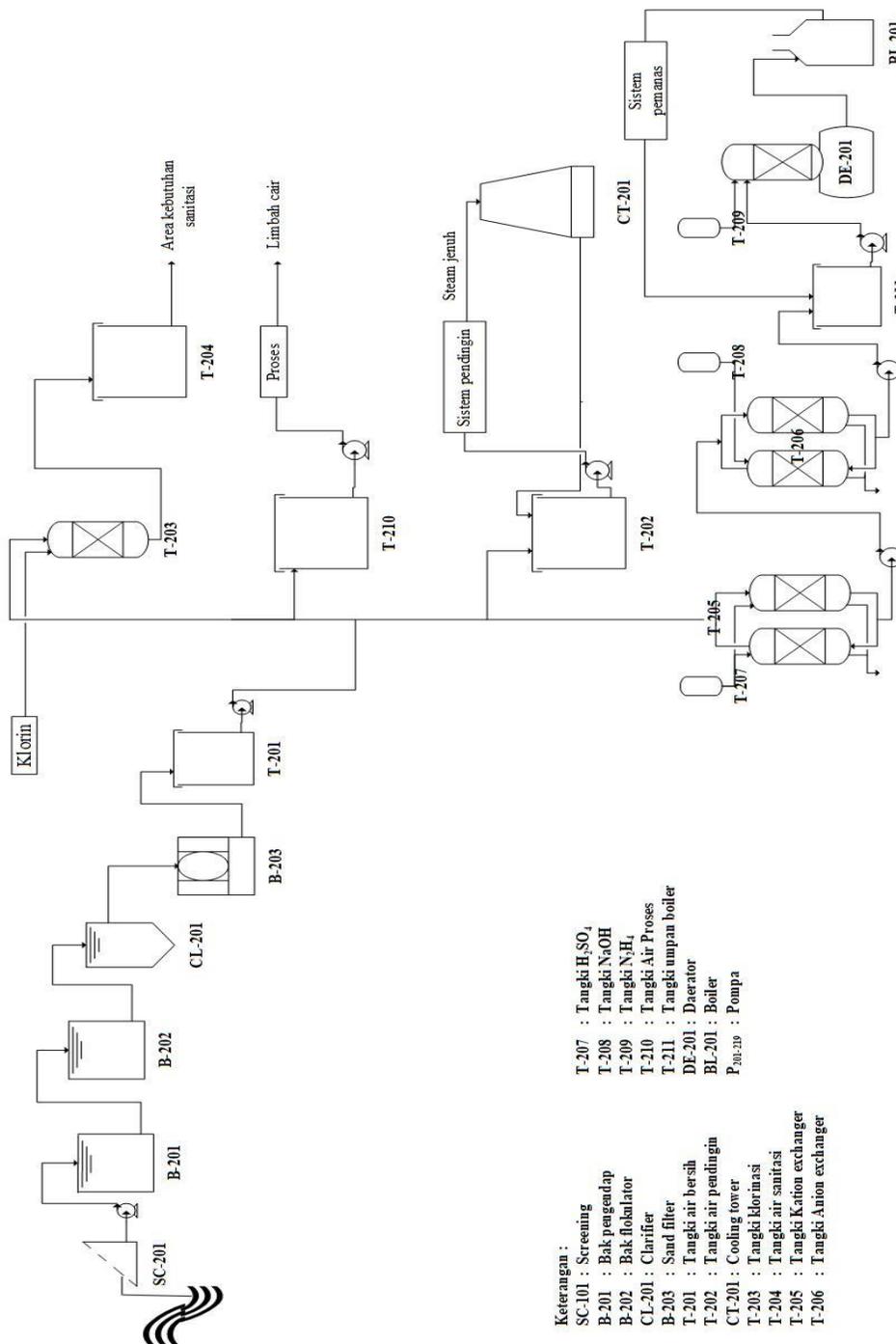
Spesifikasi	nilai	Satuan
Kandungan silika	Max. 0,01	ppm
Konduktivitas	1	μs/cm
O ₂ terlarut	< 10	ppm
pH	8,8 – 9,2	

Sumber : Batan.go.id

Tabel 4.7 Jumlah kebutuhan steam

No	Kebutuhan	Jumlah	Satuan
1.	<i>Digester</i>	34653,31	kg/jam
2.	Tangki delignifikasi	2322,35	kg/jam
3.	<i>Heater</i>	1422,60	kg/jam
4.	<i>Reboiler</i>	343,08	kg/jam
	Total	38806,50	kg/jam
	Make up 10%	3880,65	kg/jam
	Total Kebutuhan	42687,15	kg/jam

UNIT PENGOLAHAN AIR INDUSTRI



- Keterangan :
- SC-101 : Screening
 - B-201 : Bak pengendap
 - B-202 : Bak flokulator
 - CL-201 : Clarifier
 - B-203 : Sand filter
 - T-201 : Tangki air bersih
 - T-202 : Tangki air pendingin
 - CT-201 : Cooling tower
 - T-203 : Tangki klorinasi
 - T-204 : Tangki air sanitasi
 - T-205 : Tangki Kation exchanger
 - T-206 : Tangki Anion exchanger
 - T-207 : Tangki H₂SO₄
 - T-208 : Tangki NaOH
 - T-209 : Tangki N₂H₄
 - T-210 : Tangki Air Proses
 - T-211 : Tangki uapman boiler
 - DE-201 : Daerator
 - BL-201 : Boiler
 - P₂₀₁₋₂₁₀ : Pompa

Gambar 4.4 Diagram Alir Pengolahan Air

4. Unit Penyediaan Listrik

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

- Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar.
- Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai dengan kebutuhan, dengan menggunakan Transformator.

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

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

Kebutuhan listrik untuk pabrik meliputi:

1. Listrik untuk Kebutuhan Proses

Di bawah ini rincian penggunaan listrik untuk alat proses :

Tabel 4.8 Konsumsi Listrik Untuk Keperluan Alat Proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Pompa-01	P-201	210,0000	156597,0000
Pompa-02	P-202	3,0000	2237,1000
Pompa-03	P-203	6,0000	4474,2000
Pompa-04	P-204	3,0000	2237,1000
Pompa-05	P-205	3,0000	2237,1000
Pompa-06	P-206	0,0500	37,2850
Pompa-07	P-207	0,0500	37,2850
Pompa-08	P-208	3,0000	2237,1000
Pompa-09	P-209	3,0000	2237,1000
Pompa-10	P-210	0,5000	372,8500
Belt Conveyor-01	BC-101	3,0000	2237,1000
Chopper-01	CH-101	45,0000	33556,5000
Bucket Elevator-01	BE-101	5,0000	3728,5000
Screw Conveyor-01	SC-101	0,5000	372,8500
Digester-01	D-101	3,0000	2237,1000
Rotary Filter-01	RF-101	13,5000	10066,9500
Bucket Elevator-02	BE-102	5,0000	3728,5000
Reaktor-01	R-101	1,0000	745,7000
Pompa-11	P-111	1,0000	745,7000
Pompa-12	P-112	0,05	37,2850
Pompa-13	P-113	0,05	37,2850
Pompa-14	P-114	0,5000	372,8500
Pompa-15	P-115	3,0000	2237,1000
Centrifuge-01	CF-101	125,0000	93212,5000
Tangki Pengencer-01	T-103	0,05	37,2850
Expander	E-101	7,5000	5592,7500
Kompresor	CP-101	10,0000	7457,0000
Total		456,7500	340.598,4750

Power yang dibutuhkan = 340.598 Watt

= 340 kW

2. Listrik untuk kebutuhan Utilitas

Di bawah ini adalah rincian konsumsi listrik untuk keperluan utilitas :

Tabel 4.9 Konsumsi Listrik Untuk Keperluan Alat Utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Bak Flokulator	B-202	3,0000	2237,1000
Blower Cooling Tower	BCT-201	40,0000	29828,0000
Kompresor	CP-201	5,0000	3728,5000
Pompa-01	P-201	7,5000	5592,7500
Pompa-02	P-202	7,5000	5592,7500
Pompa-03	P-203	7,5000	5592,7500
Pompa-04	P-204	7,5000	5592,7500
Pompa-05	P-205	7,5000	5592,7500
Pompa-06	P-206	7,5000	5592,7500
Pompa-07	P-207	3,0000	2237,1000
Pompa-08	P-208	3,0000	2237,1000
Pompa-09	P-209	3,0000	2237,1000
Pompa-10	P-210	0,0500	37,2850
Pompa-11	P-211	0,0500	37,2850
Pompa-12	P-212	10,0000	7457,0000
Pompa-13	P-213	0,0500	37,2850
Pompa-14	P-214	0,0500	37,2850
Pompa-15	P-215	0,0500	37,2850
Pompa-16	P-216	0,0500	37,2850
Pompa-17	P-217	0,0500	37,2850
Pompa-18	P-218	0,0500	37,2850
Pompa-19	P-219	0,0500	37,2850
Clarifier-01	CL-101	3,0000	2237,1000
TOTAL		115,4500	86.091,0650

Maka total power yang dibutuhkan = 86.091 Watt
 = 86 kW

3. Listrik untuk Penerangan dan AC

a. listrik untuk barang elektronik (AC, computer, dll)

diperkirakan listrik untuk AC, computer, dll adalah = 250 kW

b. listrik untuk penerangan

diperkirakan listrik untuk penerangan adalah = 80 Kw

4. Listrik untuk Laboratorium dan Bengkel

Listrik yang diperlukan diperkirakan sebesar = 50 Kw

5. Listrik untuk Instrumentasi dan kontrol

Listrik yang diperlukan diperkirakan sebesar = 50 Kw

Jumlah kebutuhan listrik untuk alat proses, utilitas, laboratorium, instrumentasi, penerangan dan lain – lain diperkirakan sebesar 856 kW.

5. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Mengingat sebagian kebutuhan listrik di pabrik bioetanol ini dipenuhi sendiri dengan menggunakan generator set, maka diperlukan adanya unit penyediaan bahan bakar yang akan menyuplai kebutuhan bahan bakar. Selain generator juga menggunakan boiler. Bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar cair yaitu solar (untuk generator) dan fuel oil (untuk boiler) yang diperoleh dari PERTAMINA atau distribusinya.

Pemilihan didasarkan pada pertimbangan bahan bakar cair:

- mudah didapat
- tersedia secara kontinyu
- mudah dalam penyimpanannya

Spesifikasi bahan bakar untuk pembangkit steam khususnya boiler sebagai berikut:

- Jenis bahan bakar : fuel oil grade 4,1°API
- Heating value : 19.676 btu/lb
- Effisiensi pembakaran : 80 %
- Kebutuhan bahan bakar : 1942 liter/jam

Bahan bakar yang digunakan generator adalah solar.

Spesifikasi generator :

- tipe : AC generator
- Kapasitas : 949 Kwatt
- Tegangan : 220/360 volt
- Efisiensi : 90%
- Kebutuhan : 82,87 kg/jam

6. Unit Penyediaan Udara Tekan

Unit penyediaan udara tekan digunakan untuk menjalankan instrumentasi seperti untuk menggerakkan *control valve* serta untuk pembersihan peralatan pabrik. Udara tekan perlu didistribusi pada tekanan 15 – 20 psig serta dalam kondisi bersih dan kering. Udara instrumen bersumber dari udara di lingkungan pabrik, hanya saja udara tersebut harus dinaikkan tekanannya dengan menggunakan *compressor*. Untuk memenuhi kebutuhan digunakan *compressor* dan didistribusikan melalui pipa-pipa. Dalam pabrik bioetanol kebutuhan udara tekan diperkirakan 61,68 m³/jam. Mekanisme pembuatan udara tekan dapat diuraikan berikut ini : Udara lingkungan ditekan menggunakan *compressor* yang dilengkapi dengan *filter* sehingga mencapai tekanan 20 psig kemudian dilewatkan pada tumpukan *silica gel* sehingga diperoleh udara kering. Selanjutnya udara kering tersebut dialirkan pada alat kontrol yang memerlukannya.

7. Unit Pengolahan Limbah

Beberapa limbah yang dihasilkan dari pabrik bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit sebagai berikut :

1. Air buangan sanitasi

Air buangan sanitasi yang berasal dari seluruh toilet di kawasan pabrik, pencucian, dan dapur dapat langsung dibuang ke pembuangan umum, sedangkan kotoran yang berasal dari toilet dibuang ke tempat pembuangan khusus septic tank.

2. Air buangan dari peralatan proses

Air buangan ini mengandung bahan organik yang mungkin disebabkan oleh:

- Kebocoran dari suatu peralatan.
- Kebocoran karena tumpah pada saat pengisian.
- Pencucian atau perbaikan peralatan.

Air buangan yang mengandung bahan organik dilakukan pemisahan berdasarkan perbedaan berat jenisnya. Larutan organik di bagian atas dialirkan ke tungku pembakaran, sedangkan air di bagian bawah dialirkan ke penampungan akhir, yang kemudian dapat dibuang ke pembuangan umum.

3. Limbah lindi hitam (lignin)

Limbah ini masih bernilai jual. Dikatakan limbah, karena spesifikasinya belum memenuhi spesifikasi jual di pasaran. Namun, limbah ini berpotensi untuk dijadikan sebagai pupuk.

8. Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produksi. Dengan data yang diperoleh dari laboratorium maka proses produksi akan selalu dapat dikendalikan dan kualitas produk dapat dijaga sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Disamping itu juga

berperan dalam pengendali pencemaran lingkungan. Laboratorium mempunyai tugas pokok antara lain :

1. Sebagai pengendali kualitas bahan baku dan pengendali kualitas produk.
2. Sebagai pengendali terhadap proses produksi dengan melakukan analisis terhadap pencemaran lingkungan yang meliputi polusi udara, limbah cair dan limbah padat yang dihasilkan unit-unit produksi.
3. Sebagai pengendali terhadap mutu air proses, air pendingin, air umpan boiler, Steam, dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi.

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

a. Kelompok Non-Shift

Kelompok ini bertugas melakukan analisis khusus, yaitu Analisis yang sifatnya tidak rutin dan menyediakan reagen kimia yang diperlukan oleh laboratorium. Dalam membantu kelancaran kinerja kelompok shift, kelompok ini melaksanakan tugasnya di laboratorium utama dengan tugas - tugas antara lain :

- Menyediakan reagen kimia untuk analisis laboratorium.
- Melakukan Analisis bahan buangan penyebab polusi.
- Melakukan penelitian/percobaan untuk membantu kelancaran produksi.

b. Kelompok Shift

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

Dalam pelaksanaan tugasnya, seksi laboratorium dikelompokkan menjadi :

a. Laboratorium Fisika

Bagian ini mengadakan pemeriksaan atau pengamatan terhadap sifat-sifat fisis bahan baku dan produk. Pengamatan yang dilakukan antara lain : spesifik gravity, viskositas kinematik dan kandungan air.

b. Laboratorium Analitik

Bagian ini mengadakan pemeriksaan terhadap bahan baku dan produk mengenai sifat-sifat kimianya.

Analisis yang dilakukan antara lain :

- Kadar impuritis pada bahan baku
- Kandungan logam berat
- Kandungan metal

c. Laboratorium Penelitian dan Pengembangan

Bagian ini bertujuan untuk mengadakan penelitian, misalnya :

- Diversifikasi produk
- Pemeliharaan lingkungan (pembersihan air buangan).

Disamping mengadakan penelitian rutin, laboratorium ini juga mengadakan penelitian yang sifatnya non-rutin, misalnya saja penelitian terhadap produk di unit tertentu yang tidak biasanya dilakukan penelitian, guna mendapatkan alternatif lain tentang penggunaan bahan baku.

d. Laboratorium Analisis Air

Pada laboratorium Analisis air ini yang di analisis antara lain :

1. Bahan baku air
2. Air demineralisasi
3. Air pendingin

4. Air umpan boiler

Parameter yang diuji antara lain warna, pH, kandungan klorin, tingkat kekeruhan, total kesadahan, jumlah padatan, total alkalinitas, kadar minyak, sulfat, silika dan konduktivitas air.

Alat- alat yang digunakan dalam laboratorium Analisis air adalah :

- pH meter, digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman / kebasaan.
- Spektrometer, untuk menentukan konsentrasasi suatu senyawa terlarut dalam air dengan syarat larutan harus berwarna.
- Spektroskopi, untuk menentukan kadar sulfat.
- *Gravimetric*, untuk mengetahui jumlah kandungan padatan dalam air.
- Peralatan titrasi , untuk mengetahui kandungan klorida, kasadahan dan alkalinitas.
- *Conductivity meter* , untuk mengetahui konduktivitas suatu zat yang terlarut dalam air.

Air terdeminerasasi yang dihasilkan unit terdemineralizer juga diuji oleh departemen ini. Parameter yang diuji antara lain pH, konduktivitas dan kandungan silikat (SiO_2). Sedangkan parameter air umpan boiler yang dianalisis antara lain kadar hidrazin, amonia dan ion fosfat.

e. Alat Analisis

Alat Analisis yang digunakan :

- *Water Content Tester*, untuk menganalisis kadar air dalam produk.
- *Viskometer Bath*, untuk mengukur viskositas produk keluar reaktor.
- *Hydrometer*, untuk mengukur *spesific gravity*.

4.6 Organisasi Perusahaan

Organisasi perusahaan merupakan hal yang penting karena berhubungan dengan efektifitas dalam peningkatan kemampuan perusahaan dalam memproduksi dan mendistribusikan produk yang telah dihasilkan. Dengan adanya pengaturan organisasi perusahaanyang teratur dan baik maka akan tercipta sumber daya manusia yang baik pula.

4.6.1 Bentuk Hukum Badan Usaha

Dalam mendirikan suatu perusahaan yang dapat mencapai tujuan dari perusahaan itu secara terus-menerus, maka harus dipilih bentuk perusahaan apa yang harus didirikan agar tujuan itu tercapai. Bentuk-bentuk badan usaha yang ada dalam praktek di Indonesia, antara lain adalah:

1. Perusahaan Perorangan
2. Persekutuan dengan Firma
3. Persekutuan Komanditer
4. Perseroan Terbatas
5. Koperasi
6. Perusahaan Negara
7. Perusahaan Daerah

Bentuk badan usaha yang digunakan dalam pabrik bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan badan hukum yang didirikan berdasarkan perjanjian, melakukan kegiatan usaha dengan modal dasar yang seluruhnya terbagi dalam saham, dan memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan dalam UU No. 1 tahun 1995 tentang Perseroan Terbatas (UUPT) dalam peraturan pelaksanaannya.

Pemilihan bentuk badan usaha Perseroan Terbatas (PT) berdasarkan pertimbangan-pertimbangan berikut:

- a. Kedudukan antar pemimpin perusahaan dengan pemegang saham terpisah satu sama lain.
- b. Tanggung jawab para pemegang saham terbatas karena segala sesuatu mengenai perusahaan dipegang oleh pimpinan perusahaan.
- c. Modal lebih mudah didapatkan selain dari bank juga diperoleh dari penjualan saham.
- d. Kelangsungan kehidupan PT lebih terjamin karena tidak dipengaruhi oleh berhetinya salah seorang pemegang saham, direktur atau karyawan.
- e. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur yang cukup cakap dan berpengalaman.
- f. Suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.

4.6.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Menurut pendapat ahli, arti kata organisasi adalah kelompok orang yang secara sadar bekerjasama untuk mencapai tujuan bersama dengan menekankan wewenang dan tanggung jawab masing – masing. Berikut adalah tiga unsur utama dalam organisasi :

1. Adanya sekelompok orang.
2. Adanya hubungan dan pembagian tugas.
3. Adanya tujuan yang ingin dicapai.

Menurut pola hubungan kerja, serta lalu lintas wewenang dan tanggung jawab, maka bentuk – bentuk organisasi dapat dibedakan menjadi :

1. Bentuk organisasi garis

2. Bentuk organisasi fungsional
3. Bentuk organisasi garis dan staff
4. Bentuk organisasi fungsional dan staff

Struktur organisasi yang digunakan pada perusahaan adalah sistem organisasi garis dan staf dengan pertimbangan sebagai berikut :

- a. Dapat digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi terus menerus dan secara masal.
- b. Disiplin kerja lebih baik karena terdapat satu kesatuan pimpinan dan perintah.
- c. Tiap kepala bagian secara langsung bertanggung jawab atas aktivitas yang dilakukan agar tujuan tercapai.
- d. Direktur memegang pimpinan tertinggi yang bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris. Anggota Dewan Komisaris merupakan perwakilan dari pemegang saham yang dilengkapi dengan staff ahli yang memiliki tugas memberikan saran kepada Direktur.
- e. Staff ahli memudahkan pengambilan keputusan.
- f. Perwujudan "*The Right Man in The Right Place*" dapat dengan mudah dilaksanakan.

4.6.3 Tugas dan Wewenang

4.6.3.1 Pemegang Saham

Pemegang saham merupakan pemilik perusahaan yang terdiri dari beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan

terbatas terletak pada rapat umum pemegang saham. Berikut adalah tujuan dari rapat umum pemegang saham :

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

4.6.3.2 Dewan Komisaris

Dewan komisaris bertugas untuk melaksanakan perintah dari para pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Berikut adalah tugas dari dewan komisaris :

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber – sumber dana, dan pengarahan target pemasaran.
2. Mengawasi kinerja dari direktur.

4.6.3.3 Direktur Utama

Direktur utama memiliki pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya dalam perkembangan perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang dilakukan sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Produksi dan Teknik, serta Direktur Keuangan dan Umum.

Berikut adalah direktur – direktur yang membawahi direktur utama :

1. Direktur Teknik dan Produksi

Tugas Direktur Teknik dan Produksi memiliki tugas dalam memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi, teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium.

2. Direktur Keuangan dan Umum

Direktur Keuangan dan Umum memiliki tugas bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, personalia, keuangan, pemasaran, humas, keamanan, dan keselamatan kerja.

4.6.3.4 Kepala Bagian

Kepala bagian memiliki tugas mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai kebijakan pimpinan perusahaan. Kepala bagian juga bertindak sebagai staff direktur. Kepala bagian bertanggung jawab kepada direktur teknik dan produksi atau direktur. Berikut adalah perincian kepala bagian dan tugasnya :

1. Kepala Bagian Proses dan Utilitas

Kepala bagian proses dan utilitas memiliki tugas mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang proses, penyediaan bahan baku, dan utilitas.

2. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik dan Instrument

Kepala bagian pemeliharaan, listrik, dan instrument memiliki tanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi

3. Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan, dan Pengendalian Mutu

Kepala bagian penelitian, pengembangan, dan penngendalian mutu bertugas untuk mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu.

4. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

Kepala bagian keuangan dan pemasaran bertugas untuk mengkoordinasikan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.

5. Kepala Bagian Administrasi

Kepala bagian administrasi memiliki tanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan tata usaha, personalia dan rumah tangga perusahaan.

6. Kepala Bagian Humas dan Keamanan

Kepala bagian humas dan keamanan memiliki tanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan antar perusahaan dan masyarakat serta menjaga keamanan perusahaan.

7. Kepala Bagian Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan

Kepala bagian kesehatan keselamatan kerja dan lingkungan memiliki tanggung jawab terhadap keamanan pabrik dan kesehatan dan keselamatan kerja karyawan.

4.6.3.5 Kepala Seksi

Kepala seksi memiliki tugas melaksanakan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan peraturan Kepala Bagian masing- masing. Setiap kepala seksi memiliki tanggung jawab terhadap kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya. Berikut adalah perincian kepala bagian dan tugasnya :

1. Kepala Seksi Proses

Kepala seksi proses bertugas memimpin secara langsung dan memantau kelancaran proses produksi.

2. Kepala Seksi Bahan Baku dan Produk

Kepala seksi bahan baku dan produk memiliki tanggung jawab terhadap penyediaan bahan baku, menjaga kemurnian bahan baku, serta mengontrol produk yang dihasilkan.

3. Kepala Seksi Utilitas

Kepala seksi utilitas memiliki tanggung jawab terhadap penyediaan air, bahan bakar, steam, udara tekan untuk proses dan instrumentasi.

4. Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

Kepala seksi pemeliharaan dan bengkel bertanggung jawab atas kegiatan perawatan, penggantian alat- alat serta fasilitas pendukungnya.

5. Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi

Kepala seksi listrik dan instrumentasi memiliki tanggung jawab terhadap penyediaan listrik serta kelancaran alat-alat instrumentasi.

6. Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan

Kepala seksi penelitian dan pengembangan bertugas untuk mengkoordinasi kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan peningkatan produksi dan efisiensi seluruh proses.

7. Kepala Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu

Kepala seksi laboratorium dan pengendalian mutu memiliki tugas melakukan pengendalian mutu untuk bahan baku, bahan pembantu, produk dan limbah.

8. Kepala Seksi Keuangan

Kepala seksi keuangan memiliki tanggung jawab terhadap pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.

9. Kepala Seksi Pemasaran

Kepala seksi pemasaran mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik.

10. Kepala Seksi Tata Usaha

Kepala seksi tata usaha memiliki tanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan dan tata usaha kantor.

11. Kepala Seksi Personalia

Kepala seksi personalia memiliki tugas mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.

12. Kepala Seksi Humas

Kepala seksi humas bertugas mengadakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan, pemerintah, dan masyarakat.

13. Kepala Seksi Keamanan

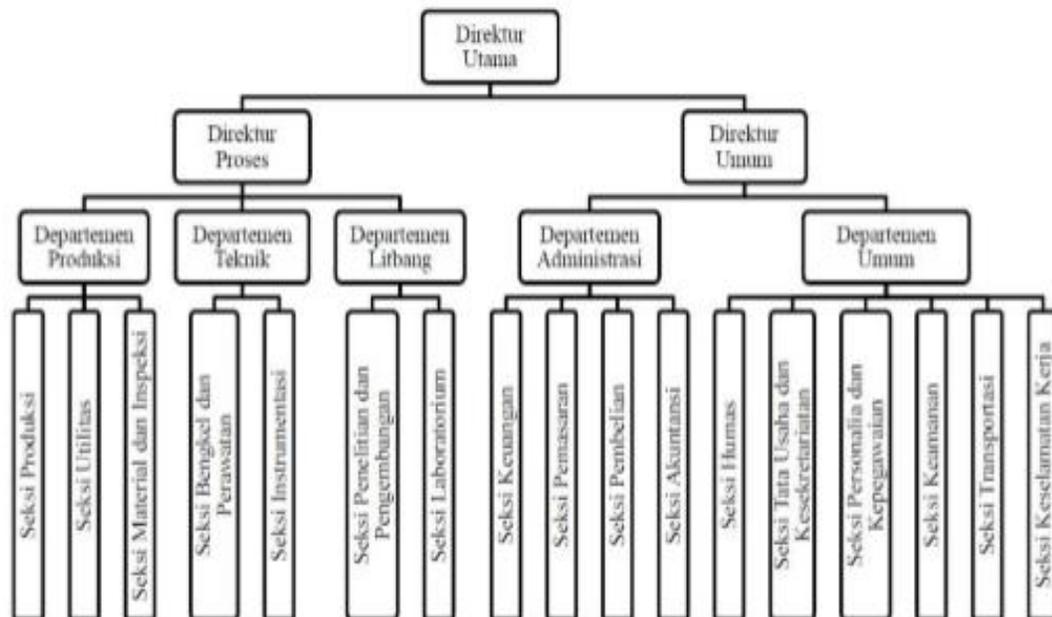
Kepala seksi keamanan memiliki tugas mengawasi masalah keamanan perusahaan.

14. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Kepala seksi kesehatan dan keselamatan kerja memiliki tugas mengatur dan mengawasi kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

15. Kepala Seksi Unit Pengolahan Limbah

Kepala seksi unit pengolahan limbah bertanggung jawab terhadap limbah pabrik agar sesuai dengan baku mutu limbah.



Gambar 4.5 Struktur Organisasi Perusahaan

4.6.4 Pembagian Jam Kerja

Pabrik bioethanol dari tandan kosong kelapa sawit akan beroperasi 330 hari selama satu tahun dalam 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan merupakan hari libur digunakan untuk perbaikan, perawatan atau shut down. Pembagian jam kerja karyawan digolongkan menjadi dua golongan, yaitu :

a. Pegawai non shift yang bekerja selama 8 jam dalam seminggu dengan total kerja 40 jam per minggu. Sedangkan hari minggu dan hari besar libur. Pegawai non shift termasuk karyawan tidak langsung menangani operasi pabrik yaitu direktur, kepala departemen, kepala divisi, karyawan kantor atau administrasi, dan divisi-divisi di bawah tanggung jawan non teknik atau yang bekerja di pabrik dengan jenis pekerjaan tidak kontinu. Berikut adalah ketentuan jam kerja pegawai non shift:

Senin- Kamis : 08.00 - 16.00 (istirahat 12.00 – 13.00)

Jum'at : 08.00 – 16.00 (istirahat 11.00 – 13.00)

Sabtu : 08.00 – 12.00

Minggu : Libur, termasuk hari libur nasional

b. Pegawai shift bekerja 24 jam perhari yang terbagi dalam 3 shift. Karyawan shift adalah karyawan yang langsung menangani proses operasi pabrik yaitu kepala shift, operator, karyawan-karyawan shift, gudang serta keamanan dan keselamatan kerja. Berikut adalah ketentuan jam kerja pegawai shift sebagai berikut :

Shift I : 08.00 - 16.00

Shift II : 16.00 - 24.00

Shift III : 24.00- 08.00

Jadwal kerja terbagi menjadi empat minggu dan empat kelompok. Setiap kelompok kerja mendapatkan libur satu kali dari tiga kali shift.

4.6.5 Sistem Gaji dan Fasilitas Karyawan

4.6.5.1 Sistem Gaji Karyawan (Pegawai)

Sistem pembagian gaji pada perusahaan terbagi menjadi 3 jenis yaitu:

- a. Gaji Bulanan. Gaji yang diberikan kepada pegawai tetap dengan jumlah sesuai peraturan perusahaan.
- b. Gaji Harian. Gaji yang diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.
- c. Gaji Lembur. Gaji yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok. Berikut adalah perincian jumlah dan gaji karyawan sesuai dengan jabatan :

Tabel 4.10 Daftar Gaji Pegawai

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan	Total Gaji
1	Komisaris	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000
2	Manajer	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
3	Kepala Bagian	3	Rp 15.000.000	Rp 45.000.000
4	Dokter	1	Rp 4.500.000	Rp 4.500.000
5	Staff Ahli	3	Rp 12.000.000	Rp 36.000.000
6	Kepala Seksi	12	Rp 8.000.000	Rp 96.000.000
7	Foreman	20	Rp 6.000.000	Rp 120.000.000
8	Operator proses/utilitas	30	Rp 5.000.000	Rp 150.000.000
9	Sekretaris	1	Rp 4.000.000	Rp 4.000.000
10	Karyawan	20	Rp 4.000.000	Rp 80.000.000
11	supir	3	Rp 3.000.000	Rp 9.000.000
12	Cleaning Service	11	Rp 2.700.000	Rp 29.700.000
13	Perawat	2	Rp 3.500.000	Rp 7.000.000
14	keamanan & fire	12	Rp 3.500.000	Rp 42.000.000
	Total	120		Rp 673.200.000

Total gaji/bulan : Rp 673.200.000

Total gaji/tahun : Rp 8.078.400.000

4.6.5.4 Kesejahteraan Karyawan

Peningkatan efektifitas kerja pada perusahaan dilakukan dengan cara pemberian fasilitas untuk kesejahteraan karyawan. Upaya yang dilakukan selain memberikan upah resmi adalah memberikan beberapa fasilitas lain kepada setiap tenaga kerja berupa :

1. Fasilitas cuti tahunan selama 12 hari.
2. Fasilitas cuti sakit berdasarkan surat keterangan dokter.
3. Tunjangan hari raya dan bonus berdasarkan jabatan.
4. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja lebih dari jumlah jam kerja pokok.
5. Fasilitas asuransi tenaga kerja, meliputi tunjangan kecelakaan kerja dan tunjangan kematian, yang diberikan kepada keluarga tenaga kerja yang meninggal dunia baik karena kecelakaan sewaktu bekerja.
6. Pelayanan kesehatan berupa biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit akibat kecelakaan kerja.
7. Penyediaan kantin, tempat ibadah dan sarana olah raga.
8. Penyediaan seragam dan alat-alat pengaman (sepatu dan sarung tangan).
9. Family Gathering Party (acara berkumpul semua karyawan dan keluarga) setiap satu tahun sekali.

4.7 Evaluasi Ekonomi

Pada prarancangan pabrik bioetanol ini dilakukan evaluasi untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang menguntungkan dari segi ekonomi atau tidak. Bagian terpenting dari prarancangan ini adalah estimasi harga dari alat – alat. Karena harga alat digunakan sebagai dasar untuk estimasi analisis ekonomi. Analisis ekonomi sebagai tolak ukur untuk mendapatkan perkiraan tentang kelayakan investasi modal dalam kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi. Untuk itu pada prarancangan pabrik bioetanol ini, kelayakan investasi modal pada sebuah pabrik akan dianalisis meliputi :

1. Modal (Capital Investment)
 - a) Modal tetap (Fixed Capital Investment)
 - b) Modal kerja (Working Capital Investment)
2. Biaya Produksi (Manufacturing Cost)
 - a) Biaya Produksi langsung (Direct Manufacturing Cost)
 - b) Biaya Produksi tak langsung (Indirect Manufacturing Cost)
 - c) Biaya tetap (Fixed Manufacturing Cost)
3. Pengeluaran Umum (General Cost)
4. Analisis kelayakan
 - a) *Percent return on investment* (ROI)
 - b) *Pay out time* (POT)
 - c) *Break even point* (BEP)
 - d) *Shut down point* (SDP)
 - e) *Discounted cash flow* (DCF)

4.7.1 Penaksiran Harga Peralatan

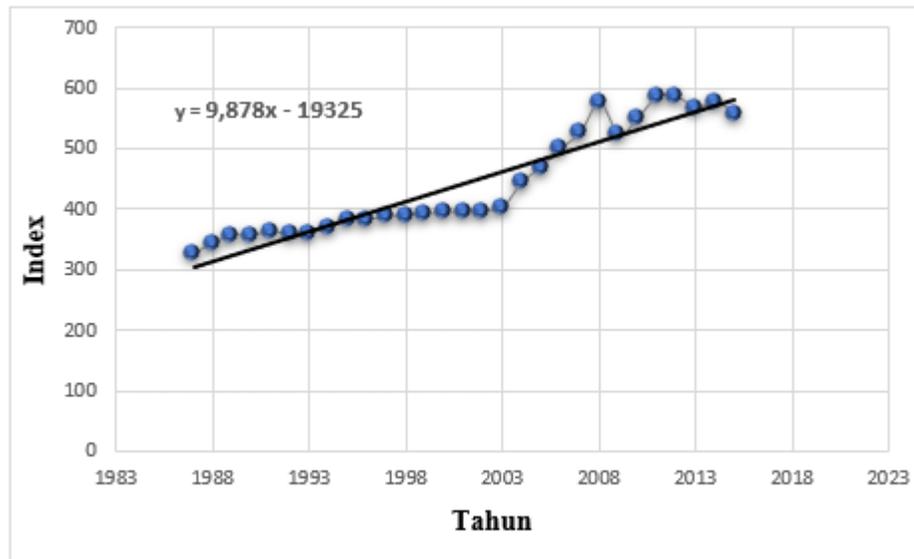
Harga peralatan akan berubah setiap saat tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangatlah sulit, sehingga diperlukan suatu metode untuk memperkirakan harga alat pada tahun tertentu dan perlu diketahui terlebih dahulu harga indeks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

Pabrik beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2023. Di dalam analisa ekonomi harga - harga alat maupun harga - harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari index pada tahun analisa. Harga indeks tahun 2023 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1987 sampai 2015.

Di bawah ini adalah daftar harga indeks dari tahun 1987 sampai 2015 :

Tabel 4.11 Index Harga Tiap Tahun

No	(Xi)	Indeks (Yi)
1	1987	324
2	1988	343
3	1989	355
4	1990	356
5	1991	361,3
6	1992	358,2
7	1993	359,2
8	1994	368,1
9	1995	381,1
10	1996	381,7
11	1997	386,5
12	1998	389,5
13	1999	390,6
14	2000	394,1
15	2001	394,3
16	2002	395,6
17	2003	402
18	2004	444,2
19	2005	468,2
20	2006	499,6
21	2007	525,4
22	2008	575,4
23	2009	521,9
24	2010	550,8
25	2011	585,7
26	2012	584,6
27	2013	567,3
28	2014	576,1
29	2015	556,8



Gambar 4.6 Grafik Tahun vs Index harga

Dengan asumsi kenaikan index linear, maka dapat diturunkan persamaan *least square* sehingga didapatkan persamaan berikut :

$$Y = 9,878 x - 19325$$

Dengan : Y = Harga index

X = Tahun Pembelian

Dari persamaan tersebut diperoleh harga index tahun 2023 yaitu 658,194.

Harga-harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Harga alat dan lainnya ditentukan dengan Peters 2003. Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan :

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

Dengan hubungan :

Ex : Harga alat pada tahun x

Ey : Harga alat pada tahun y

Nx : Indeks harga pada tahun x

Ny : Indeks harga pada tahun y

1. Harga Alat Proses

Tabel 4.12 Daftar Harga Alat Proses

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Ey	Ex
			2014	2023
Hopper-01	HP-101	1	\$13.700	\$15.652
Pompa-01	P-101	2	\$35.800	\$81.803
Pompa-02	P-102	2	\$14.000	\$31.990
Pompa-03	P-103	2	\$14.000	\$31.990
Pompa-04	P-104	2	\$8.600	\$19.651
Pompa-05	P-105	2	\$8.600	\$19.651
Pompa-06	P-106	2	\$800	\$1.828
Pompa-07	P-107	2	\$800	\$1.828
Pompa-08	P-108	2	\$7.200	\$16.452
Pompa-09	P-109	2	\$7.200	\$16.452
Pompa-10	P-110	2	\$6.300	\$14.395
Bucket Elevator-01	BE-101	1	\$12.300	\$14.053
Belt Conveyor-01	BC-101	1	\$22.400	\$25.592
Chopper-01	CH-101	1	\$30.000	\$34.275
Bucket Elevator-02	BE-101	1	\$12.300	\$14.053
Screw Conveyor-01	SC-101	1	\$2.900	\$3.313
Digester-01	D-101	1	\$89.000	\$101.682

Rotary Filter-01	RF-101	1	\$430.400	\$491.732
Expansion Valve	V-101	1	\$2.000	\$2.285
Reaktor-01	R-101	2	\$458.100	\$523.379
Reaktor-02	R-101	2	\$458.100	\$523.379
Centrifuge-01	CF-101	1	\$59.300	\$67.750
Tangki Pengencer	T-103	1	\$192.000	\$219.360
Cooler-01	E-101	1	\$96.200	\$109.908
Cooler-02	E-102	1	\$91.100	\$104.082
Tangki Enzim Selulase	SL-101	1	\$36.700	\$41.930
Tangki Enzim Novozym	SL-102	1	\$10.700	\$12.225
Tangki Penampung H ₂ SO ₄	T-105	1	\$19.000	\$21.707
Tangki penampung (NH ₄) ₂ SO ₄	T-104	1	\$21.900	\$25.021
Tangki Yeast	SL-103	1	\$26.900	\$30.733
Heater	E-103	1	\$19.700	\$22.507
Menara Distilasi	MD-101	1	\$120.000	\$137.100
Kondensor-01	CD-101	1	\$93.300	\$106.595
Kondensor-02	CD-102	1	\$144.100	\$164.634
Reboiler-01	E-105	1	\$24.800	\$28.334
Pressure Swing Adsorption	PA-101	2	\$95.000	\$217.075
Tangki Penampung Produk	T-108	1	\$36.000	\$41.130
Tangki Akumulasi Distilat	T-106	1	\$2.600	\$2.970
Tangki Penampung Etanol Sementara	T-107	1	\$10.900	\$12.453
Tangki Penampung NaOH	T-102	1	\$3.600	\$4.113
Tangki Delignifikasi	T-101	1	\$24.500	\$27.991

Kompresor	C-201	1	\$12.500	\$14.281
Ekspander	E-101	1	\$30.500	\$34.846
Pompa-11	P-111	2	\$800	\$1.828
Pompa-12	P-112	2	\$1.200	\$2.742
Pompa-13	P-113	2	\$800	\$1.828
Pompa-14	P-114	2	\$800	\$1.828
Pompa-15	P-115	2	\$1.000	\$2.285
Tangki Penampung Sementara	T-104	1	\$10.900	\$12.453
Total		56	\$ 2.401.000	\$ 3.507.245

Sumber : Ulrich 1982 , www.matche.com, www.proconwater.web.id

2. Harga Alat Utilitas

Tabel 4.13 Daftar Harga Alat Utilitas

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Ey	Ex
			2014	2023
Pompa 1	P-201	2	\$26.900	\$61.466
Pompa 2	P-202	2	\$26.900	\$61.466
Pompa 3	P-203	2	\$26.900	\$61.466
Pompa 4	P-204	2	\$26.900	\$61.466
Pompa 5	P-205	2	\$23.900	\$54.611
Pompa 6	P-206	2	\$23.900	\$54.611
Pompa 7	P-207	2	\$11.100	\$25.363
Pompa 8	P-208	2	\$11.100	\$25.363
Pompa 9	P-209	2	\$11.100	\$25.363
Pompa 10	P-210	2	\$5.600	\$12.796

Pompa 11	P-211	2	\$5.600	\$12.796
Pompa 12	P-212	2	\$26.900	\$61.466
Pompa 13	P-213	2	\$5.600	\$12.796
Pompa 14	P-214	2	\$5.600	\$12.796
Pompa 15	P-215	2	\$7.300	\$16.680
Pompa 16	P-216	2	\$5.600	\$12.796
Pompa 17	P-217	2	\$5.600	\$12.796
Pompa 18	P-218	2	\$5.600	\$12.796
Pompa 19	P-219	2	\$7.300	\$16.680
Screening	SC-201	1	\$14.000	\$15.995
Bak Pengendap	B-201	1	\$1.300	\$1.485
Bak Flokulator	B-202	1	\$1.300	\$1.485
Tangki Air Pendingin	BP	1	\$56.627	\$64.696
Tangki Klorin	BAP	1	\$7.500	\$8.569
Tangki Alum	TP-01	1	\$6.939	\$7.928
Tangki Air Sanitasi	TP-02	1	\$33.500	\$38.274
Tangki Asam Sulfat	TP-03	1	\$1.300	\$1.485
Tangki Natrium Hidroksida	TP-04	1	\$1.300	\$1.485
Tangki Hydrazine	TP-05	1	\$1.300	\$1.485
Tangki Air Bersih	TP-06	1	\$56.627	\$64.696
Tangki Air Proses	TP-07	1	\$56.627	\$64.696
Boiler	TP-08	1	\$121.400	\$138.699
Tangki Umpan Boiler	TP-09	1	\$64.000	\$73.120
Clarifier	CLU	1	\$57.600	\$65.808
Sand Filter	SFU	1	\$42.233	\$48.251
Kation Exchanger	KEU	2	\$18.200	\$41.587
Anion Exchanger	AEU	2	\$18.600	\$42.501

Deaerator	DAU	1	\$21.238	\$24.264
Cooling Tower	CTU	1	\$1.000	\$1.142
Generator	GU	1	\$170.296	\$194.563
Tangki Bahan Bakar	TP-10	1	\$55.000	\$62.837
Tangki Bahan Bakar Boiler	TP-11	1	\$25.343	\$28.954
Blower	BCT-201	1	\$900	\$1.028
Tangki Silica Gel	T-212	1	\$1.300	\$1.485
Kompresor	CP-201	1	\$7.200	\$8.226
Total		64	\$1.112.030	\$1.620.327

Biaya pembelian alat proses tahun 2023 : \$ 3.507.245

Biaya pembelian alat utilitas tahun 2023 : \$ 1.62.327

Estimation cost (EC) : \$ 5.127.572

3. Biaya Bahan Baku

Tabel 4.14 Daftar Harga Bahan Baku

Bahan	Kebutuhan		Harga (Rp)	Biaya (Rp)	
	Kg/jam	kg/tahun		Rp/jam	Rp/tahun
Tandan Kosong Kelapa Sawit	17.889	141.677.470	300	5.366.571	42.503.241.000
NaOH	35.741	283.071.585	1.300	46.463.770	636.911.066.385
H ₂ SO ₄	63	506.145	2.700	172.549	1.036.624.718
Enzim Selulase	521	4.124.775	15.000	7.812.074	211.196.511.426
Enzim Novozym	0,03	258	15.000	488	13199782
Saccharomyces Cerevisiae	109	859.328	15.000	16.27.515	43.999.273.214
(NH ₄) ₂ SO ₄	87	687.463	02850	203.982	1.671.972.382
Alumina Gel	0,72	5.700	6.000	4.318	34.201.496
Total	54.410	430.927.024	51.650	61.646.950	488.243.845.401

4. Biaya Bahan Utilitas

Tabel 4.15 Daftar Harga Bahan Baku

Bahan	Kebutuhan/tahun		Harga satuan (Rp)	Biaya (Rp)	
	kg/jam	kg/th		Rp/jam	Rp/th
N ₂ H ₂ (Hydrazine)	0,07	495,72	1.200	83	594.864
Kaporit	0,017	118,80	7.500	124	891.004
H ₂ SO ₄	63,91	460.132	2.400	153.377	942.386.107
NaOH	9,17	66.000	2.250	20.625	148.500.131
Al ₂ (SO ₄) ₃	14	100.800	2700	37.800	272.160.000
Na ₂ CO ₃	2,45	17.640	3800	9.310	67.032.000
Bahan Bakar	82,87	596.680	9.600	795.573	23.786.895.427
Listrik (kWh)	853,37	6.144.272	1.467	1.251.896	8.997.894.935
Total	1.025,85	7.386.139	30.917	2.268.787	16.335.269.675

4.7.2 Dasar Perhitungan

- a. Kapasitas produksi : 40.000 ton/tahun
- b. Pabrik beroperasi : 330 hari kerja
- c. Umur alat : 10 tahun
- d. Nilai kurs : 1 US \$: Rp. 15.000 (26 September 2018)
- e. Tahun evaluasi : 2023
- f. Untuk buruh asing : \$ 13/Jam
- g. Gaji karyawan Indonesia : Rp. 15.000/Jam
- h. Tenaga kerja asing : 5% tenaga asing
- i. Tenaga kerja Indonesia : 95% tenaga Indonesia

4.7.3. Perhitungan Biaya

1. *Capital Investment*

Capital investment adalah banyaknya pengeluaran - pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas - fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya. *Capital investment* terdiri dari:

a. *Fixed Capital Investment*

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

b. *Working Capital Investment*

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

2. *Manufacturing cost*

Manufacturing cost merupakan jumlah dari *direct* dan *fixed manufacturing cost* yang bersangkutan dengan produk.

a. *Direct cost* adalah pengeluaran yang bersangkutan khusus dalam pembuatan produk

b. *Indirect cost* adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung dan bukan langsung karena operasi pabrik.

c. *Fixed cost* merupakan harga yang berkenaan dengan *fixed capital* dan pengeluaran yang bersangkutan di mana harganya tetap, tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi.

3. *General Expense*

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

4.7.3 Analisis Kelayakan

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

Beberapa analisis untuk menyatakan kelayakan :

1. *Percent Return On Investment* (% ROI)

adalah rasio keuntungan tahunan dengan mengukur kemampuan perusahaan dalam mengembalikan modal investasi. ROI membandingkan laba rata - rata terhadap FCI.

$$P_{ra} = \frac{P_a r_a}{I_F} \quad P_{rb} = \frac{P_b r_a}{I_F}$$

Dengan :

P_{rb} = %ROI sebelum pajak

P_{ra} = %ROI sesudah pajak

P_b = keuntungan sebelum pajak

P_a = keuntungan sesudah pajak

I_F = *fixed capital investment*

(Aries – Newton, 1955)

2. *Pay Out Time* (POT)

Pay out time adalah:

- Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.
- Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.

- Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

$$POT = \frac{\text{fixed capital investment}}{(\text{keuntungan tahunan} + \text{depresiasi})}$$

(Aries – Newton, 1955)

3. Break Even Point (BEP)

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

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

Dalam hal ini:

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* Pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum.

(Aries – Newton, 1955)

4. Shut Down Point (SDP)

Shut down point adalah Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain variable cost yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan profit), sehingga pabrik harus ditutup.

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

(Aries – Newton, 1955)

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

Discounted Cash Flow Rate of Return dibuat dengan mempertimbangkan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atas investasi yang tak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik. DCFRR biasanya satu setengah kali bunga pinjaman bank.

$$\text{umur pabrik } (n) = \frac{FCI - SV}{\text{Depresiasi}}$$

$$(FC + WC)(1 + i)^n = (WC + SV) + [(1 + i)^{n-1} + (1 + i)^{n-2} + \dots + 1] \times c$$

(Peters & Timmerhaus, 2003)

Dimana:

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

C : *Cashflow*

: *profit after taxes + depresiasi + finance*

n : Umur pabrik = 10 tahun

i : Nilai DCFR

6. Profitability

Profitability adalah selisih antara total penjualan produk dengan total biaya produksi yang dikeluarkan.

$$\text{Profitability} = \text{Total penjualan produk} - \text{Total biaya produksi}$$

(Donald, 1989)

4.7.4 Hasil Perhitungan

4.7.4.1 Physical Plant Cost (PPC)

Tabel 4.16 Physical Plant Cost (PPC)

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	Rp 76.913.584.911	\$ 5.127.572
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	Rp 19.228.396.228	\$ 1.281.893
3	Instalasi cost	Rp 13.288.300.901	\$ 885.887
4	Pemipaan	Rp 41.657.083.214	\$ 2.777.139
5	Instrumentasi	Rp 19.342.381.799	\$ 1.289.492
6	Insulasi	Rp 3.061.752.322	\$ 204.117
7	Listrik	Rp 7.691.358.491	\$ 512.757
8	Bangunan	Rp 99.450.000.000	\$ 6.630.000
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	Rp 133.000.000.000	\$ 8.866.667
Physical Plant Cost (PPC)		Rp 413.632.857.866	\$ 27.575.524

4.7.4.2 Direct Plant Cost (DPC)

Tabel 4.17 Direct Plant Cost (DPC + PPC)

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Teknik dan Konstruksi	Rp 82.726.571.573	\$ 5.515.105
Total (DPC + PPC)		Rp 496.359.429.439	\$ 33.090.629

4.7.4.3 Fixed Capital Investment (FCI)

Tabel 4.18 Fixed Capital Investment (FCI)

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Total DPC + PPC	Rp 496.359.429.439	\$ 33.090.629
2	Kontraktor	Rp 49.635.942.944	\$ 3.309.063
3	Biaya tak terduga	Rp 49.635.942.944	\$ 3.309.063
Fixed Capital Investment (FCI)		Rp 595.631.315.327	\$ 39.708.754

4.7.4.4 Direct Manufacturing Cost (DMC)

Tabel 4.19 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	Rp 488.243.845.401	\$ 32.549.590
2	<i>Labor</i>	Rp 900.000.000	\$ 60.000
3	<i>Supervision</i>	Rp 90.000.000	\$ 6.000
4	<i>Maintenance</i>	Rp 35.737.878.920	\$ 2.382.525
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp 5.360.681.838	\$ 357.379
6	<i>Royalty and Patents</i>	Rp 10.800.000.000	\$ 720.000
7	<i>Utilities</i>	Rp 16.392.593.606	\$ 1.092.840
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>		Rp 557.524.999.765	\$ 37.168.333

4.7.4.5 Indirect Manufacturing Cost (IMC)

Tabel 4.20 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp 135.000.000	\$ 9.000
2	<i>Laboratory</i>	Rp 90.000.000	\$ 6.000
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp 450.000.000	\$ 30.000
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp 54.000.000.000	\$ 3.600.000
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>		Rp 54.675.000.000	\$ 3.645.000

4.7.4.6 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

Tabel 4.21 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 59.563.131.533	\$ 3.970.875
2	<i>Property taxes</i>	Rp 11.912.626.307	\$ 794.175
3	<i>Insurance</i>	Rp 5.956.313.153	\$ 397.088
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		Rp 77.432.070.993	\$ 5.162.138

4.7.4.7 Manufacturing Cost (MC)

Tabel 4.22 Manufacturing Cost (MC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	Rp 557.524.999.765	\$ 37.168.333
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	Rp 54.675.000.000	\$ 3.645.000
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	Rp 77.432.070.993	\$ 5.162.138
Manufacturing Cost (MC)		Rp 689.632.070.757	\$ 45.975.471

4.7.4.8 Working Capital (WC)

Tabel 4.23 Working Capital (WC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
01	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp 133.157.412.382	\$ 8.877.161
2	<i>In Process Inventory</i>	Rp 94.040.736.921	\$ 6.269.382
3	<i>Product Inventory</i>	Rp 188.081.473.843	\$ 12.538.765
4	<i>Extended Credit</i>	Rp 294.545.454.545	\$ 19.636.364
5	<i>Available Cash</i>	Rp 188.081.473.843	\$ 12.538.765
Working Capital (WC)		Rp 897.906.551.535	\$ 59.860.437

4.7.4.9 General Expense (GE)

Tabel 4.24 General Expense (GE)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Administration</i>	Rp 41.377.924.245	\$ 2.758.528
2	<i>Sales expense</i>	Rp 117.237.452.029	\$ 7.815.830
3	<i>Research</i>	Rp 34.481.603.538	\$ 2.298.774
4	<i>Finance</i>	Rp 29.870.757.337	\$ 1.991.384
General Expense (GE)		Rp 222.967.737.149	\$ 14.864.516

4.7.4.10 Total Production Cost (TPC)

Tabel 4.25 Total Production Cost (TPC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp 689.632.070.757	\$ 45.975.471
2	<i>General Expense (GE)</i>	Rp 222.967.737.149	\$ 14.864.516
Total Production Cost (TPC)		Rp 912.599.807.906	\$ 60.839.987

4.7.4.11 Fixed Cost (Fa)

Tabel 4.26 Fixed Cost (Fa)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 59.563.131.533	\$ 3.970.875
2	<i>Property taxes</i>	Rp 11.912.626.307	\$ 794.175
3	<i>Insurance</i>	Rp 5.956.313.153	\$ 397.088
Fixed Cost (Fa)		Rp 77.432.070.993	\$ 5.162.138

4.7.4.12 Variable Cost (Va)

Tabel 4.27 Variable Cost (Va)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw material</i>	Rp 488.243.845.401	\$ 32.549.590
2	<i>Packaging & shipping</i>	Rp 54.000.000.000	\$ 3.600.000
3	<i>Utilities</i>	Rp 16.392.593.606	\$ 1.092.840
4	<i>Royalties and Patents</i>	Rp 10.800.000.000	\$ 720.000
Variable Cost (Va)		Rp 569.436.439.007	\$ 37.962.429

4.7.4.13 Regulated Cost (Ra)

Tabel 14.28 Regulated Cost (Ra)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Labor cost</i>	Rp 900.000.000	\$ 60.000
2	<i>Plant overhead</i>	Rp 450.000.000	\$ 30.000
3	<i>Payroll overhead</i>	Rp 135.000.000	\$ 9.000
4	<i>Supervision</i>	Rp 90.000.000	\$ 6.000
5	<i>Laboratory</i>	Rp 90.000.000	\$ 6.000
6	<i>Administration</i>	Rp 41.377.924.245	\$ 2.758.528
7	<i>Finance</i>	Rp 29.870.757.337	\$ 1.991.384
8	<i>Sales expense</i>	Rp 117.237.452.029	\$ 7.815.830
9	<i>Research</i>	Rp 34.481.603.538	\$ 2.298.774
100	<i>Maintenance</i>	Rp 35.737.878.920	\$ 2.382.525
11	<i>Plant supplies</i>	Rp 5.360.681.838	\$ 357.379
Regulated Cost (Ra)		Rp 265.731.297.907	\$ 17.715.420

4.7.5 Analisis Keuntungan

Total Penjualan	= Rp. 1.080.000.000.000
Total <i>Production Cost</i>	= Rp. 912.599.192.094
Keuntungan Sebelum Pajak	= Rp. 167.400.192.094
Keuntungan Setelah Pajak	= Rp. 83.700.096.047 (pajak 50% dari laba)

4.7.6 Analisis Kelayakan

1. Percent Return on Investment (ROI)

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{fixed capital}} \times 100\%$$

ROI sebelum pajak = 28,10 %

ROI sesudah pajak = 14,05 %

2. Pay Out Time (POT)

$$POT = \frac{\text{fixed capital investment}}{(\text{keuntungan tahunan} + \text{depresiasi})}$$

POT sebelum pajak = 2,6 tahun

POT sesudah pajak = 4,2 tahun

3. Break Event Point (BEP)

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

BEP = 48,42 %

4. Shut Down Point (SDP)

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

$$SDP = 24,56 \%$$

5. Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

Umur pabrik = 10 tahun

Fixed Capital Investment = Rp. 595.631.315.327

Working Capital = Rp. 897.906.551.523

Salvage value (SV) = Rp. 59.563.131.533

Cashflow (CF) = *Annual profit + depresiasi +finance*

CF = Rp. 222.971.708.025

Discounted cashflow dihitung secara *trial & error*

$$(FC + WC)(1 + i)^n = (WC + SV) + [(1 + i)^{n-1} + (1 + i)^{n-2} + \dots + 1]x c$$

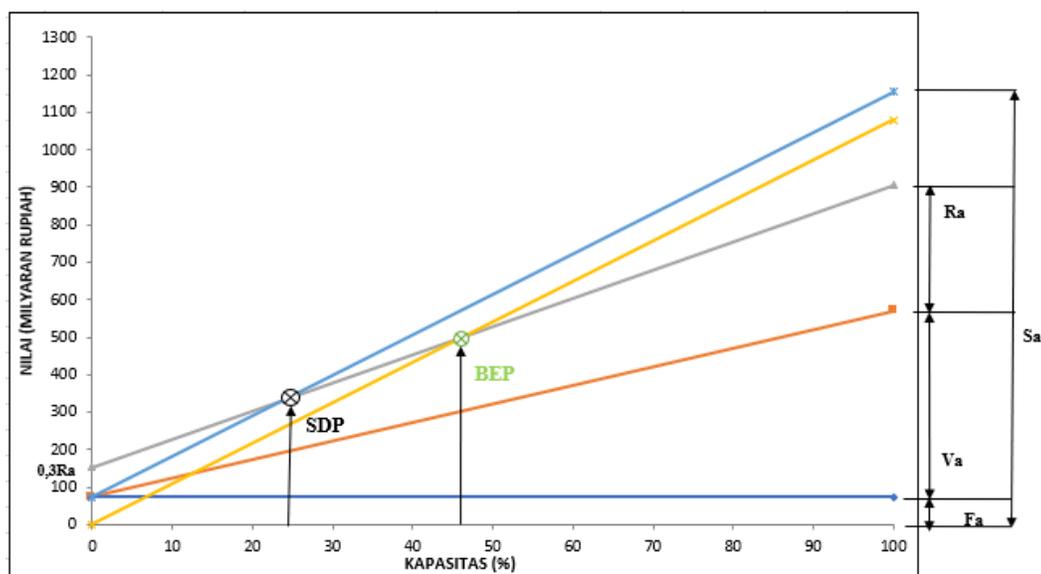
$$R = S$$

Dengan *trial & error* diperoleh nilai $i = 16,62 \%$, suku bunga = $10,11\%$

Evaluasi ekonomi diuraikan pada tabel 4.29 di bawah ini:

Tabel 4.29 Summary Evaluasi Ekonomi

Kriteria	Terhitung	Persyaratan	Referensi
ROI sebelum pajak	28,10 %	ROI before taxes minimum	Aries Newton, P.193
ROI setelah pajak	14,05 %	low 11%, high 44 %	
POT sebelum pajak	2,62 tahun	POT before taxes maksimum, low 5th, high 2th	Aries Newton, P.196
POT setelah pajak	4,16 Tahun		
BEP	48, 42%	Berkisar 40 – 60%	
SDP	24,56 %	Berkisar 20 – 30%	
DCFR	16,62 %	>1,5 bunga bank =min= 10,11%	



Gambar 4.7 Grafik Analisis Kelayakan

Keterangan Gambar :

Ra : *Annual Regulated Cost*

Va : *Annual Variabel Cost*

Fa : *Annual Fixed Cost*

Sa : *Annual Sales Value*

SDP : *Shut Down Point*

BEP : *Break Even Point*