

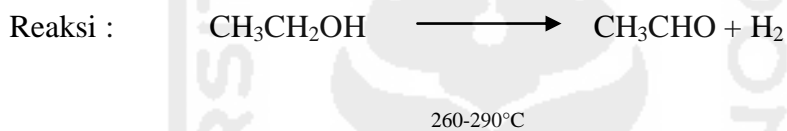
BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

3.1.1 Dasar Reaksi

Asetaldehid secara komersial dibuat dengan dehidrogenasi fasa uap etil alcohol.



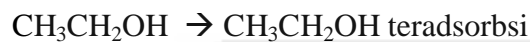
Ethanol diuapkan dan direaksikan diatas katalis Cu pada tekanan atmosfer dan temperature 260-290°C pada suhu tersebut kondisi reaktan adalah fasa gas, maka digunakan reaktor fixed bed multitube.

Dengan demikian diperlukan adanya tambahan panas dari luar untuk mempertahankan suhu di dalam reaktor. Dalam hal ini digunakan steam sebagai pemanas. Panas penguapan yang dihasilkan dari reaksi tersebut relatif besar maka dipilih reaktor jenis fixed bed multi tube untuk dapat mensuplai panas yang relatif besar. Pada reaksi ini digunakan bahan baku ethanol dengan kadar min 95% yang diproduksi dari pabrik-pabrik yang terdapat di Indonesia.

3.1.2 Mekanisme Reaksi

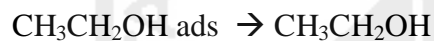
Mekanisme reaksi dapat diterangkan dengan persamaan sebagai berikut :

1. Penyerapan fluida oleh padatan



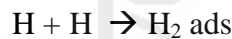
Pada tahap ini diperlukan temperatur yang tinggi dan tekanan yang rendah.

2. Aktivitas zat teradsorpsi



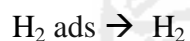
Pada tahap ini diperlukan suhu yang tinggi

3. Reaksi pada katalis



Pada tahap ini diperlukan temperatur yang tinggi

4. Desorpsi dari zat hasil



Pada tahap ini diperlukan temperatur yang tinggi dan tekanan yang rendah.

3.1.3 Kondisi Operasi

Asetaldehid secara komersial dibuat dengan dehidrogenasi fasa uap etil alkohol. Ethanol diuapkan dan direaksikan diatas katalis Cu pada tekanan

atmosfer dan temperature 260-290°C. Pada suhu tersebut kondisi reaktan adalah fasa gas maka digunakan reaktor jenis fixed bed.

3.1.4 Tinjauan Kinetika

Ditinjau dari kinetika reaksinya, kecepatan reaksi dehidrogenasi akan bertambah dengan naiknya suhu. Hal ini ditunjukkan oleh persamaan Archenius :

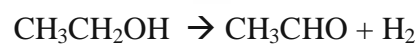
$$K = A \exp (-E/RT)$$

$$K = (1,2909 \cdot 10^7 \cdot e^{-39630/RT})$$

Kecepatan reaksi tidak hanya dipengaruhi oleh suhu, besarnya energi aktivasi juga berpengaruh . Adanya katalis dapat menurunkan energi aktivasi yang dibutuhkan dalam reaksi. Dengan turunnya energi aktivasi, maka dapat menaikkan kecepatan reaksi. Katalis yang digunakan adalah Cu yang mempunyai range 260-290°C.

3.1.5 Tinjauan Termodinamika

Reaksi yang terjadi :



$$\Delta H_{298} = \Delta H \text{ produk} - \Delta H \text{ reaktan}$$

$$= -166,47 - (-243,96)$$

$$= 68,49 \text{ kkal/mol}$$

Ternyata ΔH menunjukkan harga positif, maka reaksinya endothermis.

Dari persamaan Van Hoff

$$\frac{d \ln K}{dt} = \frac{-\Delta H}{RT}$$

Dimana, K = Konstanta

T = Temperatur

ΔH = Panas reaksi

Dari persamaan diatas terlihat bahwa semakin tinggi suhu maka konversi yang diperoleh semakin besar. Panas reaksi yang dibutuhkan relatif besar, dengan demikian dibutuhkan adanya tambahan panas dari luar untuk mempertahankan temperatur didalam reaktor. Dalam hal ini digunakan steam sebagai pemanas.

3.1.6 Alir Proses

Secara garis besar ada tiga tahapan utama dalam pembuatan asetaldehid ini, yaitu :

1. Penyiapan bahan baku
2. Reaksi dehidrogenasi etanol
3. Pemurnian produk

3.1.6.1 Penyiapan Bahan Baku

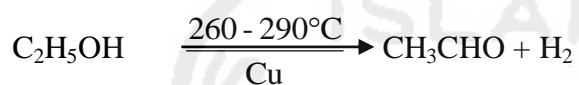
Penyiapan bahan baku bertujuan untuk mengkondisikan bahan baku agar sesuai dengan persyaratan kondisi operasi dalam reaktor. Hal-hal yang diatur dalam tahapan menyangkut kondisi penyimpanan bahan baku dan proses fisis yang diperlukan untuk mengubah kondisi bahan baku agar sesuai kondisi umpan reaktor. Bahan baku Ethanol disimpan dalam fase cair pada tangki penyimpan. Kondisi penyimpanan ethanol ini adalah pada tekanan atmosfer dan suhu kamar.

Ada beberapa tahapan yang harus dilakukan sebelum mengumpankan bahan baku ke reaktor, yaitu menaikkan suhu menjadi suhu reaksi yang telah ditetapkan (260°C) dan tekanan sebesar 1,5 atm serta fase gas. Dan langkah awal yang harus dilakukan adalah persiapan bahan baku. Pertama-tama, bahan baku disimpan dalam fase cair dengan suhu sebesar 30°C dan tekanan sebesar 1 atm. Kemudian bahan baku diumpankan ke P-01 (Pompa 1) untuk dinaikkan tekanannya menjadi 1,5atm. Setelah melewati pompa, bahan baku diumpankan ke mixer. Fungsi utama dari mixer adalah untuk mendapatkan komposisi umpan masuk reaktor sesuai dengan yang diinginkan. Bahan baku yang dipersyaratkan sebagai umpan reaktor mempunyai komposisi minimal 95% mol ethanol.

Reaksi dehidrogenasi ethanol menjadi Asetaldehid berlangsung pada tekanan 1,5 atm dan suhu 260°C . Pompa disini diperlukan untuk menaikkan tekanan supaya memenuhi kondisi reaksi sesuai yang dipersyaratkan. Setelah melewati pompa, kemudian bahan baku yang berasal dari tangki pembelian dan *recycle* hasil atas Menara Distilasi 1, diumpankan ke vaporizer untuk mengubah fase bahan baku menjadi fase gas. Setelah keluar dari vaporizer, bahan baku diumpankan menuju separator. Tujuan separator adalah untuk memisahkan bahan baku yang sudah sempurna menjadi gas, dan bahan baku yang masih dalam fase cair. Bahan baku dengan fase gas masuk ke furnace untuk dipanaskan menjadi 260°C lalu diumpankan ke reaktor, sedangkan bahan baku yang tidak sempurna menjadi gas, diumpankan kembali ke vaporizer.

3.1.6.2 Reaksi Dehidrogenasi Ethanol

Reaksi dehidrogenasi ethanol menjadi asetaldehid berlangsung dalam fase gas. Kondisi operasi dalam reaktor adalah tekanan 1,5 atm dan suhu 260°C, dengan menggunakan katalis Cu. Katalis disini berbentuk padat, terletak di antara tube-tube yang terdapat di dalam reaktor. Reaksi yang terjadi adalah :



Konversi dari reaksi ini ±50%.

3.1.6.3 Pemurnianan Produk

Produk keluar dari reaktor masih belum dapat dipasarkan karena tidak memenuhi standar kemurnian produk. Supaya produk memiliki harga jual yang lebih tinggi, produk hasil reaksi dimurnikan terlebih dahulu sebelum dipasarkan.

Setelah keluar dari reaktor, produk yang masih berfase gas diumpankan ke cooler untuk diturunkan suhunya dari 260°C menjadi 100°C, kemudian produk masuk ke kondensor supaya fasenya berubah menjadi cair. Setelah keluar dari kondensor, produk diumpankan ke separator untuk dipisahkan antara asetaldehid 50% dan gas hidrogen. Gas hidrogen lalu diumpankan ke flare gas system, dan asetaldehid 50% dengan komposisi asetaldehid, etanol, dan air diumpankan ke menara distilasi 1. Menara distilasi 1 ini bertujuan untuk memperoleh asetaldehid dengan kemurnian 99,5%. Hasil atas menara distilasi 1 adalah asetaldehid 95% yang terdiri dari; Asetaldehid 99,5%, Etanol 0,4%, dan Air 0,1%.

Hasil atas menara distilasi masuk ke tangki produk yang kemudian siap untuk dipasarkan. Sedangkan hasil bawah dari menara distilasi 1 berupa etanol dan air yang kemudian diumpankan ke menara distilasi 2.

Menara distilasi 2 berfungsi untuk memisahkan antara etanol dan air. Oleh karena titik didih etanol lebih rendah dibanding air, maka hasil atas menara distilasi 2 adalah etanol dengan kemurnian 95% yang kemudian menjadi arus *recycle* karena diumpankan kembali ke mixer untuk dicampur dengan bahan baku.

Sedangkan hasil bawah menara distilasi 2 merupakan air yang akan diproses ke Unit Pengolahan Limbah. Selengkapnya bisa dilihat di lampiran.

3.2 Spesifikasi Alat Proses dan Utilitas

3.2.1 Peralatan Proses

3.2.1.1 Tangki penyimpanan ethanol

- Fungsi : Untuk menyimpan bahan baku ethanol
- Kode : ST- 01
- Kondisi : $T = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 1\text{ atm}$
- Bahan : Carbon Steel SA-283 grade C
- Tipe : Silinder tegak dan beratap kerucut
- Waktu penyimpanan : 15 hari
- Jumlah : 5

- Volume tiap tangki : 682 m³
- Dimensi tangki : Diameter = 13.2277m
Tinggi = 4.9604 m
- Tebal shell : ½ in
- Harga : \$52.963,27

3.2.1.2 Tangki penyimpanan asetaldehid

- Fungsi : Untuk menyimpan produk asetaldehid
- Kode : ST- 02
- Kondisi : T =30 °C , P = 1,6 atm
- Bahan : Carbon Steel SA-283 grade C
- Tipe : Silinder tegak dan beratap kerucut
- Waktu penyimpanan : 15 hari
- Jumlah : 5
- Volume tiap tangki : 642.1947 m³
- Dimensi tangki : Diameter = 12.9655 m
Tinggi = 4.8621 m
- Tebal shell : ½ in
- Harga : \$71.533,37

3.2.1.3 Mixer

- Kode : M-01
- Fungsi : Tempat mencampur bahan baku dari tangki dengan recycle dari MD-02 agar sesuai dengan spesifikasi bahan baku yang diinginkan.
 - Type : Tangki Silinder tegak berpengaduk
 - Dimensi Mixer
 - Diameter : 0.6394 m
 - Tinggi : 2.1596 m
 - Tebal shell : 3/16 in
 - Tebal head : 3/16 in
 - Jumlah : 1 buah
 - Digunakan Marine Propeller dengan 3 blade
 - Diameter impeller : 0.2170 m
 - Kecepatan pengaduk : 354.3123 rpm
 - Power motor : 0,4035 Hp
 - Harga : \$1.889,98

3.2.1.4 Vaporizer

- Fungsi : Menguapkan dan memanaskan ethanol sebagai umpan reaktor.
- Kode : V-01
- Tipe : Shell and tube
- Spesifikasi tube
 - OD : 3/4 in
 - ID tube : 0,532 in
 - BWG : 12
 - Susunan : Triangular pitch, 1 in
 - Jumlah tube : 122 tube
 - Passes : 2
 - Flow area : 479,53 ft²
 - Panjang tube : 20 ft
 - Surface per lin ft : 0,1963 ft²
- Spesifikasi shell
 - Ids : 25 in
 - Baffle spacing : 18,8 in
 - Passes : 1
 - Harga : \$5.933,64

3.2.1.5 Separator - 01

- Kode : S-01
- Fungsi : Memisahkan cairan dan uap sebelum masuk reaktor
 - Kondisi operasi : P = 1,5 atm
T = 90,46 °C
 - Bentuk : Vertikal separator single stage
 - Bahan : Carbon Steel SA 283 Grade C
 - Diameter separator : 1,5240 m
 - Tinggi separator : 5,6050 m
 - Tebal shell : 3/16 in
 - Tebal head : 3/16 in
 - Harga : \$8.735,64

3.2.1.6 Separator - 02

- Kode : S-02
- Fungsi : Memisahkan komponen uap dan cairan yang keluar dari reactor
 - Kondisi operasi : P = 1,5 atm
:T = 40.0820 °C
 - Bentuk : Horizontal separator single stage
 - Bahan : Carbon Steel SA 283 Grade C

- Diameter separator : 0.3810 m
- Panjang separator : 1.5062 m
- Tebal shell : 3/16 in
- Tebal head : 3/16 in
- Harga : \$8.735,64

3.2.1.7 Cooler - 01

- Fungsi : Mendinginkan gas yang keluar dari reaktor
- Kode : C1-01
- Tipe : Double pipe
- Spesifikasi iner pipe
 - D : 1,38 in
 - Sch.Num : 40
 - Passes : 2
 - Surface per lin ft : 42 ft²
- Pressure drop : 0.0075 psia
- Spesifikasi Anulus
 - D1 : 2.067 in
 - D2 : 1.66 in
 - Sch.Num : 40
 - Passes : 1
 - Pressure drop : 0,1515 psi
 - Harga : \$ 1.100

3.2.1.8 Cooler - 02

- Fungsi : Mendinginkan kembali gas yang keluar dari cooler-01
- Kode : C1-02
- Tipe : Double pipe Spesifikasi iner pipe
- D : 1,38 in
- BWG : 40
- Required length : 12 ft
- Surface per lin ft : 0,1963 ft²
- Pressure drop : 0.096 psi
- Spesifikasi anulus
- D1 : 2.067 in
- D2 : 1.66 in
- Sch.Num : 40
- Passes : 1
- Pressure drop : 0.1237psi
- Harga : \$ 1.200

3.2.1.9 Heater - 01

- Fungsi : Memanaskan bahan baku (ethanol) sebelum masuk vaporizer.
- Kode : HE-01
- Tipe : Double pipe

Spesifikasi iner pipe

- D : 1.38 in
- Sch.Num : 40
- Passes : 2
- Panjang tube : 21 ft
- Surface per lin ft : 0.0082 ft²
- Pressure drop : 0,0036 psia

Spesifikasi Anulus

- D1 : 1.66 in
- D2 : 2.067 in
- Passes : 2
- Pressure drop : 0,0096psi
- Harga : \$ 3.955,5

3.2.1.10 Heater - 02

- Fungsi :Memanaskan umpan sebelum
Masukmenara distilasi 1.

Kode : HE-02

- Tipe : Double pipe

Spesifikasi iner pipe

- D : 1,38 in
- Sch.Numb : 40
- Passes : 2

- Panjang : 56 ft
- Surface per lin ft : 0,0822 ft²
- Pressure drop : 0,0095 psi

Spesifikasi anulus

- D1 : 1,66 in
- D2 : 2,067 in
- Passes : 1
- Pressure drop : 0,00822 psi
- Harga : \$ 3.955,5

3.2.1.11 Furnace

- Tugas : Memanaskan umpan reaktor
sampai suhu 280 °C
- Jenis : Furnace box
Bagian radiasi
- Diameter luar pipa : 2,4 in
- Jumlah pipa : 10 buah
Bagian konveksi
- Diameter luar pipa : 2 in
- Jumlah pipa : 7 buah
Bagian cerobong
- Diameter dalam cerobong : 0,6751 ft
- Tinggi cerobong : 64,5786 ft

- Jumlah flue gas : 523.8186 kg/jam
- Harga : \$496.667,98

3.2.1.12 Reaktor

- Kode : R-01
- Fungsi : Tempat berlangsungnya Reaksi dehidrogenasi etanol menjadi asetaldehid
- Jenis : Fixed Bed Multi Tube
- Kondisi operasi : Non adiabatik – non Isothermal
- Temperatur : 260 °C
- Tekanan : 1,5 Atm
- Fase reaksi : Reaktan gas dengan katalis padat
- Jumlah : 1 buah
- Ud : 1.4185 Btu/h.ft².F
- Uc : 1,4215 Btu/h.ft².F
- Rd (dirt factor) : 0,0015
- Tinggi reaktor : 2.1512 m
- Volume reaktor : 0.6571 m³/jam
- Bahan Konstruksi : SA 283 Grade C
- Tube Side

- Jumlah Tube : 240 buah
- Panjang Tube : 1,7 m
- Jumlah Pass : 1
- Diameter luar : 1,32 in
- Diameter dalam : 1,049 in
- Waktu Tinggal : 2,4903 detik
- Berat Katalis : 11753,623 kg
- Shell tube
- Isi : Steam
- Tebal dinding : 3/16 in
- Diameter dalam : 26.8481 in
- Diameter luar : 30 in
- Tebal head : 3/16 in
- Harga : \$580.618,05

3.2.1.13 Menara Distilasi - 01

- Kode : MD-01
- Fungsi : Memisahkan asetaldehid dari ethanol dan air
- Jenis Menara : Tray tower
- R minimal : 0,0078
- R : 0,0109
- Kondisi umpan

- T : 324,7679 K = 51,6197°C
- P : 1,5 atm
- Puncak Menara :

T : 305,0646 K = 31,9146°C

P : 1,4 atm
 - Dasar menara :

T : 363,5355 K = 90,3855 °C

P : 1,5 atm
 - Dimensi menara :

Diameter menara :

 - Enriching section : 0,6239 m
 - Stripping section : 1,6638 m

Tinggi menara : 12,0119 m

Tebal shell :

 - Enriching section : 3/16in
 - Stripping section : 3/16in

Tebal head : 1/4 in
 - Jumlah plate :
 1. Jumlah plate seksi rectifiying (Nr) : 17 plat
 2. Jumlah plate seksi stripping (Ns) : 13 plate
 - Harga : \$346.349,00

3.2.1.14 Menara Distilasi - 02

Kode	: MD-02
• Fungsi	: Memisahkan ethanol dari air
• Jenis Menara	: Tray tower
• R minimal	: 1,7081
• R	: 2,1351
• Kondisi umpan	T: 372,953 K: 90,38°C P: 1,5 atm
• Puncak Menara :	T: 371,729 K: 98,58°C P: 1 atm
• Dasar menara:	T: 372,953 K: 95,03°C P: 1 atm
• Dimensi menara:	
Diameter menara:	
- Enriching section	: 2,2611 m
- Stripping section	: 2,2611 m
Tinggi menara	: 14,0576 m
Tebal shell:	
- Enriching section	: 5/16 in
- Stripping section	: 3/16 in

- Tebal head : 7/16 in
- Jumlah plate :
 - 1. Jumlah plate seksi rectifying (Nr) : 4 plate
 - 2. Jumlah plate seksi stripping (Ns) : 7 plate
- Harga : \$346.349,00

3.2.1.15 Kondensor – 01

- Fungsi : Mengembunkan uap yang keluar dari reaktor.
- Kode : CD - 01
- Tipe : Double Pipe
- Spesifikasi iner pipe :
- D : 3/4 in
- Sch.Num : 40
- Passes : 2
- Surface per lin ft : 0,0826 ft²
- Pressure drop : 0,0108 psia
- Spesifikasi annulus:
- D1 : 1,66 in
- D2 : 2,067 in
- Passes : 1
- Pressure drop : 0,092 psia
- Harga : \$7.362,11

3.2.1.16 Kondensor – 02

- Fungsi : Mengembunkan uap hasil MD 01.
Kode : CD – 02
- Tipe : Double pipe
Spesifikasi iner pipe:
 - D : 1,38 in
 - Sch.Number : 40
 - Passes : 1
 - Surface per lin ft : 0,0082 ft²
 - Pressure drop : 0,0006 psiaSpesifikasi anulus
 - D1 : 1,66 in
 - D2 : 2,067 in
 - Passes : 1
 - Pressure drop : 0,00975 psi
 - Harga : \$7.362,11

3.2.1.17 Kondensor - 03

- Fungsi : Mengembunkan uap hasil atas MD 02
- Kode : CD – 0
Tipe : Double Pipe
Spesifikasi iner pipe :

- D : 1,38 in
- Sch.Number : 40
- Passes : 1
- Panjang tube : 24 ft
- Surface per lin ft : 0,0082 ft²
- Pressure drop : 0,005 psi

Spesifikasi shell :

- D1 : 1,66 in
- D2 : 2,067 in
- Passes : 1
- Pressure drop : 0,0699 psia
- Harga : \$7.362,11

3.2.1.18 Akumulator - 01

- Fungsi : Sebagai penampung Arus keluaran Kondensor padame nara distilasi 1 untuk menjaga kontinuitas dan kestabilan aliran keluar
- Kode : AC-01
- Tipe : Tangki silinder

- Bahan : Carbon steel SA-283
grade C
- Waktu tinggal : 5 menit
- Jumlah : 1
- Volume : 0,1689 m³
- Dimensi tangki:
 - Diameter : 0,8643 m
 - Panjang : 5,1859 m
 - Panjang tangki total : 5,5841
 - Tebal shell : 3/16 in
 - Tebal Head : 3/16 in
- Harga : \$6.812,70

3.2.1.19 Akumulator - 02

- Fungsi : Sebagai penampung
 arus keluaran
 kondensor pada
 menara distilasi 2
 untuk
 menjaga kontinuitas
 aliran keluar
- Kode : AC-02
- Tipe : Tangki silinder

- horizontal
- Bahan :Carbon steel SA-283
grade C
- Waktu tinggal :5 menit
- Jumlah :1
- Volume :0,1749 m³
- Dimensi tangki:
 - Diameter : 0,3277 m
 - Panjang : 1,9661 m
 - Panjang tangki total : 2,1849 m
 - Tebal shell : 3/16 in
 - Tebal Head : 3/16 in
 - Harga :\$6.812,70

3.2.1.20 Reboiler - 01

- Fungsi :Menguapkan cairan yang keluar dari MD-01 sebagai hasil bawah
- Kode : RB – 01
- Tipe :Kettle Reboiler
- Spesifikasi iner pipe:
 - D :1,38 in
 - Sch.Number :40

- Passes : 1
- Panjang tube : 16 ft
- Surface per lin ft : 0,0082 ft²
- Pressure drop : 0,0245 psia

Spesifikasi anulus:

- D1 : 1,66 in
- D2 : 2,067 in
- Passes : 1
- Harga : \$13.405,64

3.2.1.21 Reboiler - 02

- Fungsi : Menguapkan cairan yang keluar dari MD-02 sebagai hasil bawah
- Kode : RB – 02
- Tipe : Kettle Reboiler

Spesifikasi iner

- D : 0,75 in
- Sch.Num : 40
- Passes : 1
- Flow area : 257,5468 ft²
- Panjang tube : 16 ft
- Surface per lin ft : 0,1963 ft²

- Pressure drop : 0,7911 psia

Spesifikasi Anulus:

- D1 : 1,66 in
- D2 : 2,067 in
- Passes : 1
- Harga : \$13.405,64

3.2.1.22 Pompa - 01

- Fungsi : Mengalirkan bahan baku dari pembelian ke tangki penyimpanan
- Kode : P-01
- Tipe : Centrifugal pump
- Laju alir pompa : 7,593 gpm
- Head pompa : 20,2965 ft
- Power pompa : 0,0693 hp
- Power motor : 0,0866 hp
- Ukuran pipa:
 - D nominal : 1,25 in
 - Sch : 40
 - ID : 1,38 in
 - OD : 1,66 in
 - flow area per pipe (at) : 1,38 in²

- Harga : \$ 900

3.2.1.23 Pompa - 02

- Fungsi :Mengalirkan cairan umpan dari tangki penyimpanan ke mixer

Kode : P-02

- Tipe : Centrifugal pump

- Laju alir pompa : 7,593 gpm

- Head pompa : 10,2315 ft

- Power pompa : 0,1145 hp

- Power motor : 0,1432 hp

- Ukuran pipa:

- D nominal : 1,25 in

- Sch : 40

- ID : 1,38 in

- OD : 1,66 in

flow area per pipe (at) : 1,38 in²

- Harga : \$ 900

3.2.1.24 Pompa - 03

- Fungsi : Mengalirkan cairan umpan dari mixer ke vaporizer
- Kode : P-03
- Tipe : Centrifugal pump
- Laju alir pompa : 14,933 gpm
- Head pompa : 1,4274 ft
- Power pompa : 0,0086 hp
- Power motor : 0,018 hp
- Ukuran pipa:
 - D nominal : 1,5 in
 - Sch : 40
 - ID : 1,61 in
 - OD : 1,9 in
 - flow area per pipe (at) : 2,04 in²
- Harga : \$ 900

3.2.1.25 Pompa - 04

- Fungsi : Mengalirkan cairan dari hasil bawah separator 2 ke menara distilasi 1

- Kode : P-04
- Tipe : Centrifugal pump
- Laju alir pompa : 14,617 gpm
- Head pompa : 41,8376 ft
- Power pompa : 0,2457 hp
- Power motor : 0,3071 hp
- Ukuran pipa:
 - D nominal : 1,5 in
 - Sch : 40
 - ID : 1,61 in
 - OD : 1,9 in
 - flow area per pipe (at) : 2,04 in²
- Harga : \$ 900

3.2.1.26 Pompa - 05

- Fungsi : Mengalirkan cairan dari hasil atas MD 1 ke tangki penyimpanan produk
- Kode : P-05
- Tipe : Centrifugal pump
- Laju alir pompa : 7,149 gpm
- Head pompa : 0,5332 ft

- Power pompa : 0,0019 hp
- Power motor : 0,0023 hp
- Ukuran pipa:
 - D nominal : 1,25 in
 - Sch : 40
 - ID : 1,380 in
 - OD : 1,66 in
 - flow area per pipe (at) : 1,50 in²
- Harga : \$ 900

3.2.1.27 Pompa - 06

- Fungsi : Mengalirkan umpan dari hasil bawah MD 1 ke MD 2
- Kode : P-06
- Tipe : Centrifugal pump
- Laju alir pompa : 7,476 gpm
- Head pompa : 20,0472 ft
- Power pompa : 0,0681 hp
- Power motor : 0,0852 hp
- Ukuran pipa:
 - D nominal : 1,25 in
 - Sch : 40
 - ID : 1,380 in

- OD : 1,66 in
- flow area per pipe (at) : 1,50 in²
- Harga : \$ 900

3.2.1.28 Pompa - 07

- Fungsi : Mengalirkan cairan dari hasil atas MD 2 ke mixer sebagai recycle
- Kode : P-07
- Tipe : Centrifugal pump
- Laju alir pompa : 7,340 gpm
- Head pompa : 0,6218 ft
- Power pompa : 0,0021 hp
- Power motor : 0,0026 hp
- Ukuran pipa:
 - D nominal : 1,25 in
 - Sch : 40
 - ID : 1,38 in
 - OD : 1,66 in
 - flow area per pipe (at) : 1,50 in²
- Harga : \$ 900

3.2.1.29 Pompa - 08

- Fungsi : Mengalirkan cairan dari hasil bawah MD 2 ke unit pengolahan limbah
- Kode : P-08
- Tipe : Centrifugal pump
- Laju alir pompa : 0,184 gpm
- Head pompa : 0,1138 ft
- Power pompa : 0,0001 hp
- Power motor : 0,0001 hp
- Ukuran pipa:
 - D nominal : 1,25 in
 - Sch : 40
 - ID : 0,364 in
 - OD : 0,54 in
 - flow area per pipe (at) : 0,104 in²
- Harga : \$ 900

3.2.2 Peralatan Utilitas

3.2.2.1 Pompa-01

- Fungsi : Mengalirkan air dari sungai menuju bak

- pengendap awal (BU-1).
- Tipe : Centrifugal pump
 - Laju alir pompa : 60,148 gpm
 - Power pompa : 0,1099 hp
 - Power motor : 0,1373 hp
 - Pemilihan pipa :
 - Dnominal : 4 in
 - Sch : 40
 - ID : 4,026 in
 - flow area per pipe (at) : 12,7 in²
 - Harga : \$1.838,94

3.2.2.2 Bak Pengendap Awal (BU-01)

- Fungsi : Mengendapkan kotoran kasar dalam air.

Pengendapan terjadi karena gravitasi, dengan waktu tinggal 4 jam.

Tipe : Bak berbentuk empat persegi panjang

- Volume bak : 65,5428 m³
- Panjang bak : 6,6102 m
- Lebar : 3,3051 m
- Tinggi : 3 m
- Waktu tinggal : 4 jam
- Harga : \$8.241,17

3.2.2.3 Pompa - 02

- Fungsi : Mengalirkan air dari bak pengendap awal (BU-01) menuju tangki flokulator (TF-01)
- Tipe : Centrifugal pump
- Laju alir pompa : 60,1148 gpm
- Power pompa : 0,1013 hp
- Power motor : 0,1267 hp
- Pemilihan pipa:
 - Dnominal : 4 in
 - Sch : 40
 - ID : 4,026 in
 - flow area per pipe (at) : 12,7 in²
- Harga : \$1.838,94

3.2.2.4 Pompa-03

- Fungsi : Mengalirkan air dari tangki flokulator (TF-01) menuju clarifier (CL-01)
- Tipe : Centrifugal pump
- Laju alir pompa : 60,1148 gpm
- Power pompa : 1,0009 hp
- Power motor : 1,2511 hp
- Pemilihan pipa :
 - Dnominal : 4 in
 - Sch : 40
 - ID : 4,026 in
 - flow area per pipe (at) : 12,7 in²
- Harga : \$1.838,94

3.2.2.5 Tangki Flokulator

- Fungsi : Melarutkan dan membuat campuran yang akan diumpankan ke dalam clarifier (CL-01)
- Tipe : Tangki silinder

- Waktu tinggal : 1/4 jam
- Volume tangki : 4,0082 m³
- Diameter tangki : 1,3667 m
- Tinggi tangki : 2,7335 m
- Harga : \$ 4,894.23

3.2.2.6 Clarifier

- Fungsi : Menggumpalkan dan Mengendapkan kotoran yang bersifat koloid yang berasal dari bak penampung awal (BU-01)
- Tipe : Tangki silinder vertical
- Waktu tinggal : 8 jam
- Volume tangki : 109,2380 m³
- Diameter tangki : 6,2020 m
- Kedalaman tangki : 3,1010 m
- Tinggi cone : 0,7752 m
- Harga : \$45.859,20

3.2.2.7 Tangki Tawas

- Fungsi :Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5% untuk 1 minggu operasi
- Tipe : Tangki silinder vertical
- Volume tangki : 1,65 m³
- Diameter tangki :02 m
- Lebar tangki : 2,03 m
- Harga : \$ 13,989.88

3.2.2.8 Tangki Larutan Soda Abu [Na₂CO₃]

- Fungsi :Menyiapkan dan menyimpan larutan soda abu 5% untuk 1 minggu operasi
- Tipe : Tangki silinder vertical
- Volume tangki : 1,65 m³
- Diameter tangki :2 m
- Lebar tangki : 2,03m

- Harga : \$ 20,052.16

3.2.2.9 Saringan Pasir (SPU-01)

- Fungsi : Menyaring partikel-partikel halus yang belum terendapkan
- Tipe :Bak berbentuk persegi panjang
- Luas penampang saringan : 2,41 ft²
- Diameter tangki : 0,53 m
- Tinggi tangki :
 - Tumpukan pasir : 0,508 m
 - Tumpukan kerikil : 1,020 m
- Harga : \$40.673,12

3.2.2.10 Bak Penampung Air Bersih (BU-02)

- Fungsi :Menampung air bersih berasal dari saringan pasir dengan waktu tinggal 12 jam.
- Tipe :Bak berbentuk empat persegi panjang
- Volume bak : 163,8570 m³
- Panjang bak : 11,4493 m

- Lebar bak : 5,7246 m
- Kedalaman bak : 3 m
- Waktu tinggal : 12 jam
- Harga : \$6.710,19

3.2.2.11 Pompa-04

- Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung bersih (BU-02) menuju proses pemanasan dan pendinginan dan untuk kebutuhan kantor dan rumah
- Tipe : Centrifugal pump
- Laju alir pompa : 60,1148 gpm
- Power pompa : 1,0036 hp
- Power motor : 1,2545 hp
- Pemilihan pipa :
 - Dnominal : 4 in
 - Sch : 40
 - ID : 4,026 in
 - flow area per pipe (at) : 12,7 in²
- Harga : \$1.838,94

3.2.2.12 Tangki Air Rumah Tangga dan Kantor

- Fungsi :Menampung air kebutuhan rumah tangga dan kantor dari bak penampung air bersih(BU-02) dengan waktu tinggal 24 jam.
- Tipe :Tangki silinder vertical
- Volume tangki : 77,6946 m³
- Diameter tangki :155 m
- Tinggi tangki : 4,9155 m
- Harga : Rp. 6.780.001

3.2.2.13 Pompa-05

- Fungsi :Mengalirkan air dari bak cooling tower menuju sistem pendinginan proses.
- Tipe : Centrifugal pump
- Laju alir pompa : 5,1163 gpm
- Power pompa : 0,01073 hp
- Power motor : 0,1073 hp

- Pemilihan pipa :
 - Dnomina 1 : 4 in
 - Sch : 40
 - ID : 4,026 in
 - flow area per pipe (at) : 12,7 in²
- Harga : \$1.838,94

3.2.2.14 Pompa-06

- Fungsi : Mengalirkan air dari alat proses menuju bak cooling tower (CT-01)
- Tipe : Centrifugal pump
- Laju alir pompa : 5,1163gpm
- Power pompa : 0,1081 hp
- Power motor : 0,1318 hp
- Pemilihan pipa:
 - Dnominal : 4 in
 - Sch : 40
 - ID : 4,026 in
 - flow area per pipe (at) : 12,7 in²
- Harga : \$1.838,94

3.2.2.15 Kation Exchanger

- Fungsi :Mengikat ion-ion positif yang ada dalam air
- Tipe :Tangki silinder tegak yang berisi tumpukan butir-butir resin penukar ion.
- Jenis resin : C-300 dengan notasi RH_2
- Kebutuhan H_2SO_4 : 362,55 kg/tahun
- Volume resin : 1,2327 gallon
- Diameter bed resin : 0,9135 m
- Tinggi bed resin : 0,0007 m
- Luas penampang : 7,0514 ft^2
- Harga : \$2.713,99

3.2.2.16 Tangki Larutan H_2SO_4 (TU-05)

- Fungsi :Menyiapkan dan menyimpan larutan H_2SO_4 untuk regenerasi ion exchanger

- Tipe :Tangki silinder
Vertical
- Volume tangki : 0,0202 m³
- Diameter tangki : 0,23 m
- Tinggi tangki : 0,47 m
- Harga : \$ 12,979.76

3.2.2.17 Pompa-07

- Fungsi : Mengalirkan air dari kation exchanger (KE-01) menuju anion exchanger (AN-01)
- Tipe : Centrifugal pump
- Laju alir pompa : 34,2420 gpm
- Power pompa : 1,0836 hp
- Power motor : 1,3545 hp
- Pemilihan pipa:
 - Dnominal : 2 in
 - Sch : 40
 - ID : 2,067 in
 - flow area per pipe (at) : 2,38 in²
- Harga : \$540,87

3.2.2.18 Anion Exchanger (AN-01)

- Fungsi :Mengikat ion-ion negatif yang ada dalam air
- Tipe : Tangki silinder tegak yang berisi tumpukan butir-butir resin penukar ion.
- Jenis resin : C-500 dengan notasi $R(OH)_2$
- Kebutuhan NaOH : 3.203,18 kg/tahun
- Volume resin : 0,5447 gallon
- Diameter bed resin : 3,8133 m
- Tinggi bed resin : 1,27 m
- Luas penampang : 11,4151 ft²
- Harga : \$ 1,108.5

3.2.2.19 Tangki Larutan NaOH (TU-06)

- Fungsi :Menyiapkan dan menyimpan larutan NaOH untuk regenerasi ion exchanger

- Tipe :Tangki silinder vertikal
- Volume tangki : 0,15 m³
- Diameter tangki : 0,46 m
- Tinggi tangki : 0,92 m
- Harga : \$ 11,979.76

3.2.2.20 Pompa-08

- Fungsi : Mengalirkan air dari anion exchanger (AE-01) menuju daerator
- Tipe : Centrifugal pump
- Laju alir pompa : 34,2413 gpm
- Power pompa : 0,9900 hp
- Power motor : 1,2375 hp
- Pemilihan pipa :
 - Dnominal : 2 in
 - Sch : 40
 - ID : 2,067 in
 - flow area per pipe (at) : 2,38 in²
- Harga : \$ 270

3.2.2.21 Deaerator

- Fungsi : Melepaskan gas-gas yang terlarut dalam air seperti O₂,CO₂ dan lain-lain.
- Tipe :Tangki silinder tegak yang berisi bahan isian, dimana air disemprotkan dari atas dan udara panas dialirkan dari bawah secara counter current.
- Tipe bahan isian : Rascing rin
- Jenis bahan isian : Stone ware
- Ukuran bahan isian : 0,25 in
- Volume bahan isian : 2.603,8316 gallon
- Diameter tangki : 0,8446 m
- Tinggi tangki : 17,6004 m
- Luas penampang : 0,56 m²
- Harga : \$ 38,846.34

3.2.2.22 Pompa-09

- Fungsi : Mengalirkan air dari daerator menuju
- Tipe : Centrifugal pump
- Laju alir pompa : 34,2413 gpm
- Power pompa : 0,7289 hp
- Power motor : 0,9111 hp
- Pemilihan pipa:
 - Dnominal : 2 in
 - Sch : 40
 - ID : 2,067 in
 - flow area per pipe (at) : 2,38 in²
- Harga : \$ 270

3.2.2.23 Tangki Air Umpan Boiler

- Fungsi :Menampung air umpan boiler sebagai air pembuat steam di dalam boiler dengan waktu tinggal 24 jam.
- Tipe :Tangki silinder tegak, dengan penambahan

- zat hidrazin (N_2H_2)
dan NaH_2PO_4 .
- Hidrazin
 - Fungsi :Untuk menghilangkan sisa-sisa gas yang terlarut terutama oksigen sehingga tidak terjadi korosi.
 - Kadar : 5 ppm
 - Kebutuhan : 307,9985 kg/tahun
 - NaH_2PO_4
 - Fungsi :Untuk mencegah timbulnya kerak di boiler.
 - Kadar : 12-17 ppm, diambil 15 ppm
 - Kebutuhan : 923,9956 kg/tahun
 - Volume tangki : 223,5518 m^3
 - Diameter tangki : 6,5791 m
 - Tinggi tangki : 6,5791 m
 - Harga : Rp 998

3.2.2.24 Tangki Bahan Bakar

- Fungsi :Menyimpan bahan bakar untuk persediaan 1 bulan sebagai bahan bakar boiler.
- Tipe : Tangki silinder vertical
- Waktu tinggal :20 jam
- Kebutuhan : 2.053,8980 lb/jam
- Volume tangki : 847,2953 m³
- Diameter tangki : 10,2578 m
- Tinggi tangki : 10,2578 m
- Harga : \$ 20,518.49

3.2.2.25 Cooling Tower

- Fungsi :Mendinginkan kembali air pendingin yang telah digunakan untuk di sirkulasi kembali.
- Tipe : Deck tower
- Kapasitas : 4,9303 gpm

- Area tower : 3,5217 ft
- Tinggi tower : 8 m
- Power untuk fan : 0,1444 hp
- Pump hp : 0,0592 hp
- Harga : Rp. 116.188.040

3.2.2.26 Tangki kondensat

- Fungsi : Menampung air hasil recycle pada proses pemanasan dan air dari daerator.
- Tipe :Tangki silinder vertikal
- Waktu tinggal : 1 jam
- Volume tangki : 9,8245 m³
- Diameter tangki : 2,3217 m
- Tinggi tangki : 3,3217 m
- Harga : \$ 9,792.92

3.2.2.27 Generator

- Fungsi :Menyediakan energi listrik sebagai cadangan apabila listrik PLN padam.

- Tipe : AC Generator
- Kapasitas : 300 Kw
- Kebutuhan bahan bakar :41.617,06
gallon/tahun
- Tegangan : 220/360 volt
- Efisiensi : 80%
- Jumlah generator : 1 buah
- Bahan bakar : Solar
- Harga : Rp. 200.000.000



3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan asetaldehid di Indonesia, tersedianya baha baku serta ketentuan kapasitas minimal.

Kebutuhan asetaldehid di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri kimia di indonesia. Dari data statistik dibawah ini menunjukkan kenaikan permintaan asetaldehid dari luar negeri.

Tabel 3.1. Data Statistik Kenaikan Permintaan Asetaldehid

Tahun	Jumlah (Kg)
2010	7800
2011	7899
2012	8943
2013	9868
2014	9875

Sumber data badan Statistik

Berdasarkan data statistik diatas, diperkirakan kebutuhan asetaldehid akan terus meningkat pada tahun-tahun mendatang, sejalan dengan berkembangnya industri-industri yang menggunakan asetaldehid sebagai bahan baku. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan dirancang adalah 13.000 ton/tahun. Dengan pertimbangan kapasitas pabrik tersebut, diasumsikan bahwa sisa produk (Asetaldehid) yang sudah memenuhi

kebutuhan pasar dalam negeri bisa diimpor ke luar negeri guna menambah *income* dalam negeri.

Kapasitas perancangan ini didasarkan pada pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

1. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri yang cenderung meningkat dari tahun ke tahun.
2. Kapasitas yang ditetapkan masih menguntungkan, mengingat kapasitas pabriknya sudah ada dan mampu memberikan keuntungan akan berkisar 10.000-90.000 ton/tahun.
3. Tersedianya bahan baku yang memenuhi.

3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Peralatan Proses

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu faktor eksternal dan internal. Yang dimaksud faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

3.3.2.1 Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi dua, yaitu :

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

Ada tiga alternatif yang dapat diambil :

- Rencana produksi sesuai kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
- Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
- Mencari daerah pemasaran yang lain dan menggunakan fasilitas-fasilitas pemasaran yang mudah diakses seperti menggunakan *e-bussines*.

3.3.2.2 Kemampuan pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

- **Material (Bahan Baku)**
 Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan.
- **Manusia (Tenaga Kerja)**
 Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu diperlukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilannya meningkat. Dalam hal ini, pabrik tetap akan mempekerjakan tenaga asing yang memang memiliki kapabilitas untuk mengoperasikan alat. Akan tetapi akan lebih mempertimbangkan faktor membuka lapangan pekerjaan yang besar untuk teknisi dalam negeri, sehingga mayoritas pekerja disini berasal dari dalam negeri.
- **Mesin (Peralatan)**

Ada dua hal yang mempengaruhi keadaan dan kemampuan mesin. Jam efektif mesin adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Oleh karena itu, selain maintenance, perlu juga dipertimbangkan untuk menggunakan suatu alat berdasarkan kemampuan maksimal berdasar jangka waktunya. Apabila alat terlalu dipaksakan untuk digunakan lebih lama dari kemampuan sesungguhnya, yang ditakutkan adalah performa alat dan proses yang terjadi pada alat tersebut tidak akan maksimal, dan akan berdampak pada produk yang dihasilkan.

