

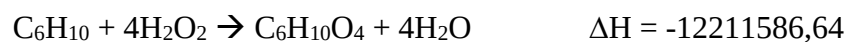
BAB III

PERANCANGAN PROSES

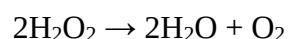
3.1 Uraian Proses

Produk asam adipat ($C_6H_{10}O_4$) menggunakan bahan baku utama berupa sikloheksena (C_6H_{10}) dan hidrogen peroksida 30% (H_2O_2) serta katalis asam fosfat (H_3PO_4), asam sulfat (H_2SO_4), dan asam tungstat (H_2WO_4). Perbandingan mol antara $C_6H_{10} : H_2O_2 : H_3PO_4 : H_2SO_4 : H_2WO_4$ sebesar 50 : 220 : 0,56 : 1,04 : 1. Semua bahan baku disimpan di dalam tangki yang dilengkapi dengan level indikator. Proses yang pertama yaitu pencampuran di dalam Mixer-01 (M-01) antara hidrogen peroksida 30% dengan katalis asam sulfat, asam fosfat, dan asam tungstat, dimana hidrogen peroksida 30% didapatkan melalui pengenceran hidrogen peroksida 50% dengan air yang berasal dari utilitas. Mixer dilengkapi dengan *level controller* yang berfungsi mengontrol aliran keluaran mixer agar level cairan tidak lebih rendah dari pengadukan sehingga pengadukan berjalan sempurna.

Di dalam reaktor terjadi reaksi:



Reaksi yang terjadi merupakan reaksi eksotermis dan berlangsung pada suhu 80 °C dan tekanan 1 atm. Selain reaksi utama, terdapat reaksi dekomposisi pada H_2O_2 sebagai berikut:



Reaksi ini menggunakan sepuluh buah reaktor alir tangki berpengaduk yang disusun secara seri serta dilengkapi dengan koil yang dialiri air pendingin. Pada

setiap reaktor dilengkapi dengan *level controller* agar level cairan tetap pada level dimana seluruh lilitan koil tercelup sempurna, *temperature controller* yang mengatur laju alir pendingin dalam koil sehingga suhu reaktor terjaga pada suhu optimum. Konversi total yang diinginkan adalah 94%.

Arus keluaran reaktor disaring menggunakan *filter* untuk memisahkan katalis padat H_2WO_4 dengan cairannya kemudian dipompa menuju separator untuk memisahkan oksigen yang terbentuk dari hasil dekomposisi hidrogen peroksida, kemudian oksigen tersebut mengalir menjadi hasil atas separator. Pada separator juga dilengkapi dengan *level controller* untuk mengatur aliran pipa pengeluaran agar level cairan tidak terlalu tinggi yang dapat mengganggu proses pemisahan oksigen. Hasil bawah separator dipompa ke evaporator untuk menguapkan sikloheksena dan sebagian besar air. Evaporator dilengkapi dengan *temperature* dan *pressure controller* untuk menjaga kondisi operasi sehingga proses dapat berjalan dengan baik. Hasil atas evaporator yang berupa sikloheksena dan sebagian besar air diumpankan menuju kompresor untuk dinaikkan tekanannya, kemudian air digunakan kembali sebagai steam pada alat proses sedangkan sikloheksena dialirkan menuju unit pengolahan limbah.

Hasil bawah evaporator yang merupakan campuran asam adipat, katalis asam, dan air dialirkan menuju crystallizer untuk mengkristalkan produk asam adipat dengan cara menurunkan suhunya menjadi 20 °C. Crystallizer dilengkapi dengan *temperature controller* yang mengatur masuknya aliran air pendingin. Selanjutnya padatan asam adipat yang berbentuk slurry dialirkan menuju centrifuge yang dilengkapi *level controller* sehingga padatan asam adipat terpisah dengan

cairannya. Cairan asam katalis yang sudah terpisah dari slurry dialirkan menuju unit *treatment* katalis yang berupa *acid bed resin* dan dipekatkan dengan evaporator untuk nantinya kembali digunakan sebagai katalis cair. Slurry asam adipat kemudian diumpankan ke rotary dryer untuk mengeringkan asam adipat hingga 99,7%. Padatan asam adipat kemudian diumpankan ke ball mill untuk mengurangi ukuran butiran kristal asam adipat, lalu dilewatkan pada *screener* untuk menyaring butiran kristal asam adipat berukuran 100-300 mesh sebelum diumpankan ke dalam silo menggunakan bucket elevator.

3.2 Spesifikasi Alat Proses

Spesifikasi alat dirancang dengan pertimbangan efisiensi dan optimasi proses. Adapun spesifikasi dari masing-masing alat yang digunakan meliputi :

3.2.1 Mixer-01 (M-01)

Fungsi : Mencampur H_2O_2 30% dengan katalis H_2SO_4 , H_3PO_4 , dan H_2WO_4

Jenis : *Agitated tank*

Kondisi operasi : $T = 30\text{ }^\circ\text{C}$; $P = 1\text{ atm}$

Bahan konstruksi : *Stainless steel 167 type 316*

Dimensi alat

- Diameter : 1,02 m
- Tinggi : 1,49 m
- Volume : 1,09 m³

- Tebal : 0,1875 in

Pengaduk

- Jenis : *Flat blade turbine impellers*
- Diameter : 0,34 m
- Lebar baffle : 0,08 m
- Putaran : 73 rpm
- Power : 2 Hp

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 3.000

3.2.2 Reaktor (R-01)

Fungsi : Mereaksikan sikloheksena dengan hidrogen peroksida menjadi asam adipat dengan katalis H_2SO_4 , H_3PO_4 , dan H_2WO_4

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Jumlah reaktor : 2 buah

Kondisi operasi : $T = 80\text{ }^\circ\text{C}$; $P = 1\text{ atm}$

Bentuk : *Vertical vessel* dengan *formed head*

Dimensi alat

- Volume shell : $6,61\text{ m}^3$
- Volume head : $1,76\text{ m}^3$
- Volume reaktor : $8,37\text{ m}^3$
- Tinggi reaktor : 3,33 m

- Tinggi head : 0,65 m
- Diameter shell : 2,03 m
- Tinggi shell : 2,03 m
- Tebal shell : 0,31 in
- Tebal head : 0,44 in
- Jenis head : *Torispherical dished head*
- Bahan : *Stainless steel SA 167 type 316*

Pengaduk

- Jenis : *Turbin six blade disk standart*
- Diameter : 0,68 m
- Kecepatan : 125 rpm
- Daya : 15 Hp
- Jumlah turbin : 6

Koil pendingin

- Panjang : 115,71 m
- Tinggi tumpukan : 0,99 m
- Jumlah lilitan : 19

Harga : \$ 214.400 / unit

3.2.3 Filtrasi

Fungsi : Menyaring H_2WO_4 sebelum masuk ke separator

Bahan konstruksi : Stainless steel SA 167 type 316

Rate bahan : 5400,79 kg/jam

Rate volumetrik	: 7,93 ft ³ /menit
Ukuran	: 24 in * 24 in
Kedalaman gasket	: 11,5 in
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 6.600

3.2.4 Separator (SP-01)

Fungsi	: Memisahkan komponen uap dan cairan yang keluar dari reaktor
Jenis	: <i>Knock out drum</i>
Kondisi operasi	: T = 80 °C ; P = 1 atm
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel SA 167 type 316</i>
Dimensi alat	
• Diameter	: 24 in = 0,61 m
• Tinggi	: 108,01 in = 2,97 m
• Waktu tinggal	: 6 menit
• Tebal shell	: 3/16 in
• Tebal head	: 3/16 in
• Tinggi head	: 0,23 m
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 4.900

3.2.5 Evaporator (EV-01)

Fungsi : Menguapkan air (H_2O) dan sikloheksena (C_6H_{10})
untuk dialirkan ke kompresor

Jenis : *Long tube vertical evaporator*

Kondisi operasi : $T = 110\text{ }^\circ\text{C}$; $P = 1,46\text{ atm}$

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA 167 type 316*

Dimensi alat

- Diameter : 1,2 m
- Tinggi : 2,4 m
- Tebal shell : 0,19 in
- Tebal head : 0,19 in

Dimensi heat exchanger

- Shell side
 - Fluida dingin : *Steam*
 - ID shell : 23,25 in
 - Pitch : 1,56 in
 - Pass : 1
- Tube side
 - Fluida panas : Umpan campuran $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4$, C_6H_{10} , H_2O , H_2SO_4 , H_3PO_4 , dan H_2WO_4
 - Jumlah tube : 127
 - OD tube : 1,25 in
 - BWG : 12

- ID tube : 1,03 in
- Tebal tube : 0,11 in
- Panjang tube : 12 ft

Faktor kekotoran

- Rd min : 0,001
- Rd terhitung : 0,0060

Harga : \$ 434.400

3.2.6 Kompresor-01 (CMP-01)

Fungsi : Menaikkan tekanan gas dari 1 atm menjadi 2 atm

Jenis : *Centrifugal compressor*

Bahan : *Stainless steel SA 167 type 316*

Jumlah stage : 1 buah

Motor pengaduk : 14,15 Hp

Harga : \$ 16.400

3.2.7 Crystallizer (CR-01)

Fungsi : Mengkristalkan asam adipat yang keluar dari evaporator

Jenis : *Walker-swenson crystallizer*

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA 167 type 316*

Kondisi operasi : $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$; $P = 1\text{ atm}$

Dimensi alat

- Panjang : 10 ft
- Luas (A) : 0,44 m²
- Diameter : 0,59 m
- Tinggi : 0,29 m
- Tebal dinding : 3/16 in
- Waktu tinggal : 1 jam
- Tenaga pengaduk : 0,08 Hp
- Kecepatan pengaduk : 30 rpm

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 5.300

3.2.8 Centrifuge (CF-01)

Fungsi : Memisahkan padatan dari kristalizer sebelum diumpankan ke rotary dryer

Jenis : *Disc centrifuge*

Kondisi operasi : T = 20 °C ; P = 1 atm

Bahan konstruksi : *Stainless steel 167 type 316*

Kapasitas : 1514,52 kg/jam

Volume cairan : 0,13 m³/jam

Diameter : 7 in

Power : 1 Hp

Waktu pemisahan : 0,07 detik

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 7.500

3.2.9 Rotary Dryer (RD-01)

Fungsi : Mengurangi kadar air dari asam adipat

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA 167 type 316*

Kapasitas : 1325,09 kg/jam

Kondisi operasi

- T udara masuk : 150 °C
- T udara keluar : 69,29 °C
- T umpan masuk : 20 °C
- T produk keluar : 80 °C
- T bola basah : 46,11 °C

Dimensi alat

- Diameter : 1,53 m
- Panjang : 5,39 m
- Tebal shell : 0,19 in
- Kecepatan putaran : 4,36 rpm
- Kecepatan volumetrik : 7,67 Btu/hr.ft³.F
- Waktu tinggal : 12,28 menit
- Kemiringan : 0,08 m/m
- Jumlah flight : 5
- Tinggi flight : 0,13 m
- Daya rotary : 1 Hp

Jumlah : 1 buah
 Harga : \$ 103.000

3.2.10 Tangki Penyimpanan H₂O₂ (T-01)

Fungsi : Menyimpan H₂O₂ untuk kebutuhan proses selama 7 hari

Jenis : Tangki silinder tegak berbentuk *conical*

Kondisi operasi : T = 30 °C ; P = 1 atm

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 grade C*

Kapasitas penyimpanan: 247331,28 kg

Volume tangki : 8551,28 ft³ = 242,14 m³ = 1523,07 bbl

Dimensi alat

- Diameter pipa pengeluaran: 1 in
- Diameter pipa pengisian : 6 in
- Tinggi : 5,21 m
- Tinggi cairan : 2,70 m
- Jumlah course : 2
- Tebal shell tiap course plate

	Tinggi	Tebal
Course 1	6 ft = 72 in	0,625 in
Course 2	12 ft = 144 in	0,75 in

Harga : \$ 230.000

3.2.11 Tangki Penyimpanan H₂SO₄ (T-02)

Fungsi : Menyimpan H₂SO₄ untuk kebutuhan proses selama 30 hari

Jenis : Tangki silinder tegak berbentuk *conical*

Kondisi operasi : T = 30 °C ; P = 1 atm

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA 167 type 316*

Kapasitas penyimpanan: 13462,04 kg

Volume tangki : 315,03 ft³ = 8,92 m³ = 56,11 bbl

Dimensi alat

- Diameter pipa pengeluaran: 1/8 in
- Diameter pipa pengisian : 2 1/2 in
- Tinggi : 4,71 m
- Tinggi cairan : 1,22 m
- Jumlah course : 2
- Tebal shell tiap *course plate*

	Tinggi	Tebal
Course 1	6 ft = 72 in	0,25 in
Course 2	12 ft = 144 in	0,25 in

Harga : \$ 40.000

3.2.12 Tangki Penyimpanan H₃PO₄ (T-03)

Fungsi : Menyimpan H₃PO₄ untuk kebutuhan proses selama 30 hari

Jenis : Tangki silinder tegak berbentuk *conical*

Kondisi operasi : T = 30 °C ; P = 1 atm

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA 167 type 316*

Kapasitas penyimpanan: 6161,47 kg

Volume tangki : $150,97 \text{ ft}^3 = 4,28 \text{ m}^3 = 26,90 \text{ bbl}$

Dimensi alat

- Diameter pipa pengeluaran: 1/8 in
- Diameter pipa pengisian : 1 1/2 in
- Tinggi : 4,71 m
- Tinggi cairan : 0,58 m
- Jumlah course : 2
- Tebal shell tiap *course plate*

	Tinggi	Tebal
Course 1	6 ft = 72 in	0,25 in
Course 2	12 ft = 144 in	0,25 in

Harga : \$ 27.000

3.2.13 Tangki Penyimpanan C₆H₁₀ (T-04)

Fungsi : Menyimpan C₆H₁₀ untuk kebutuhan proses selama 7 hari

Jenis : Tangki silinder tegak berbentuk conical

Kondisi operasi : T = 30 °C ; P = 1 atm

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 grade C*

Kapasitas penyimpanan: 126360,73 kg

Volume tangki : $6682,35 \text{ ft}^3 = 189,22 \text{ m}^3 = 1190,19 \text{ bbl}$

Dimensi alat

- Diameter pipa pengeluaran: 3/4 in
- Diameter pipa pengisian : 6 in
- Tinggi : 4,38 m
- Tinggi cairan : 2,87 m
- Jumlah course : 2
- Tebal shell tiap *course plate*

	Tinggi	Tebal
Course 1	6 ft = 72 in	0,5 in
Course 2	12 ft = 144 in	0,625 in

Harga : \$ 40.000

3.2.14 Tangki Penyimpanan O₂ (T-05)

Fungsi : Menyimpan O₂ selama 7 hari

Jenis : Tangki silinder horizontal

Kondisi operasi : T = 30 °C ; P = 1 atm

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA 167 type 316*

Kapasitas penyimpanan: 15779,68 kg

Volume tangki : 15372,45 m³

Dimensi alat

- Diameter pipa pengeluaran: 1/2 in
- Diameter pipa pengisian : 1/8 in
- Tebal dinding : 0,005 m

Harga : \$ 17.200

3.2.15 Bin Hopper (BH-01)

Fungsi : Menyimpan asam tungstat (H_2WO_4) sebelum masuk ke mixer-01 selama 30 hari produksi

Kondisi operasi : $T = 30^\circ\text{C}$; $P = 1 \text{ atm}$

Volume : $2,88 \text{ m}^3 = 760,40 \text{ gallon}$

Dimensi alat

- Diameter : 3,05 m
- D bukaan bawah : 0,006 m
- Tinggi : 3,66 m
- Tebal shell : 0,25 in

Bahan : Stainless steel SA 167 type 316

Harga : \$ 5.300

3.2.16 Belt Conveyor-01 (BC-01)

Fungsi : Memindahkan katalis pada H_2WO_4 dari bin hopper (BH-01) ke mixer-01 (M-01)

Kondisi operasi : $T = 30^\circ\text{C}$; $P = 1 \text{ atm}$

Kapasitas : $6000,95 \text{ m}^3/\text{jam}$

Dimensi alat

- Lebar belt : 24 in
- Kemiringan : 30°
- Luas penampang : $0,33 \text{ ft}^2$
- Kecepatan belt : 33,68 ft/menit

- Panjang alat : 3,66 m

Daya : 0,75 Hp

Bahan : *Carbon steel*

Harga : \$ 4.800

3.2.17 Belt Conveyor-02 (BC-02)

Fungsi : Memindahkan produk $C_6H_{10}O_4$ hasil bawah keluaran centrifuge ke rotary dryer

Kondisi operasi : $T = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$; $P = 1\text{ atm}$

Kapasitas : $995,55\text{ m}^3/\text{jam}$

Dimensi alat

- Lebar belt : 14 in
- Kemiringan : 30°
- Luas penampang : $0,11\text{ ft}^2$
- Kecepatan belt : $4,14\text{ ft/menit}$
- Panjang alat : 3,66 m

Daya : 0,05 Hp

Bahan : *Carbon steel*

Harga : \$ 4.800

3.2.18 Belt Conveyor-03 (BC-03)

Fungsi : Memindahkan produk $C_6H_{10}O_4$ hasil bawah keluaran rotary dryer menuju ball mill

Kondisi operasi : $T = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$; $P = 1\text{ atm}$

Kapasitas : $937,37\text{ m}^3/\text{jam}$

Dimensi alat

- Lebar belt : 14 in
- Kemiringan : 30°
- Luas penampang : $0,11\text{ ft}^2$
- Kecepatan belt : $3,95\text{ ft/menit}$
- Panjang alat : 5 m

Daya : 0,05 Hp

Bahan : *Carbon steel*

Harga : \$ 6.200

3.2.19 Belt Conveyor-04 (BC-04)

Fungsi : Memindahkan produk $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4$ hasil bawah keluaran ball mill menuju screener

Kondisi operasi : $T = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$; $P = 1\text{ atm}$

Kapasitas : $937,37\text{ m}^3/\text{jam}$

Dimensi alat

- Lebar belt : 14 in
- Kemiringan : 30°
- Luas penampang : $0,11\text{ ft}^2$
- Kecepatan belt : $3,95\text{ ft/menit}$
- Panjang alat : 5 m

Daya : 0,05 Hp
 Bahan : *Carbon steel*
 Harga : \$ 6.200

3.2.20 Belt Conveyor-05 (BC-05)

Fungsi : Memindahkan produk $C_6H_{10}O_4$ hasil bawah keluaran screener ke bucket elevator menuju silo $C_6H_{10}O_4$

Kondisi operasi : $T = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$; $P = 1\text{ atm}$

Kapasitas : $937,37\text{ m}^3/\text{jam}$

Dimensi alat

- Lebar belt : 14 in
- Kemiringan : 30°
- Luas penampang : $0,11\text{ ft}^2$
- Kecepatan belt : $3,95\text{ ft/menit}$
- Panjang alat : 5 m

Daya : 0,05 Hp
 Bahan : *Carbon steel*
 Harga : \$ 6.200

3.2.21 Ball Mill (BM-01)

Fungsi : Mengecilkan ukuran partikel padatan asam adipat

Jenis : *Continuous Ball mill*

Kondisi operasi : $T = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$; $P = 1\text{ atm}$

Dimensi alat

- Diameter : 1,52 m
- Panjang : 1,22 m
- Volume : 2,22 m³
- Kecepatan : 30 rpm

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 270.500

3.2.22 Silo C₆H₁₀O₄ (S-01)

Fungsi : Sebagai tempat penyimpanan C₆H₁₀O₄ selama 7 hari

Kondisi operasi : T = 30 °C ; P = 1 atm

Jenis : Tangki silinder tegak dengan bagian bawah berbentuk *cone*
60°

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Dimensi alat

- Diameter : 5,12 m
- Tebal shell : 0,31 in
- Lebar : 5,12 m
- Tebal head : 0,31 in
- Tinggi silo : 9,59 m

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 36.700

3.2.23 Bucket Elevator (BE-01)

Fungsi	: Mengangkut produk asam adipat dari <i>screener</i> menuju silo
Jenis	: <i>Centrifugal discharge bucket elevator</i>
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel</i>
Kapasitas	: 1515,15 kg/jam = 1,52 ton/jam
Dimensi alat	
• Tinggi	: 9,59 m
• Kecepatan bucket	: 24,35 ft/menit
• Rpm shaft	: 4,65 rpm
• Power	: 0,08 Hp
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 12.000

3.2.24 Vibrating Screen (VS-01)

Fungsi	: Mengayak serbuk asam adipat menjadi fraksi dengan ukuran yang diinginkan
Jenis	: <i>Hummer screen</i>
Kondisi operasi	: T = 30 °C ; P = 1 atm
Kapasitas	: 1515,15 kg/jam
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel</i>
Luas screen	: 36,36 ft ²
<i>Apperture</i>	: 200 mesh

Jumlah : 1 buah
 Harga : \$ 2.200

3.2.25 Blower-01 (BL-01)

Fungsi : Menghembuskan campuran gas C_6H_{10} dan air dari evaporator menuju kompresor
 Tipe : *Centrifugal blower*
 Bahan : *Commercial steel*
 Kapasitas : 3792,34 kg/jam
 Volume : 1,22 ft³/menit
 Tekanan : 11399,15 Psia
 Daya blower : 5 Hp
 Daya shaft : 7,5 Hp
 Harga : \$ 300

3.2.26 Heater-01 (HE-01)

Fungsi : Menaikkan suhu dari mixer-01 sebelum masuk ke reaktor
 Jenis : *Double pipe heat exchanger*
 Dimensi pipa :

Annulus		Inner pipe	
IPS (in)	: 2,5	IPS	: 1 ¼
Sch No	: 40	Sch No	: 40
OD (in)	: 2,88	OD	: 1,66

ID (in)	: 2,469	ID	: 1,38
ΔP_a (psi)	: 5,01E-09	ΔP_p	: 0,002
a''	: 0,435 ft ² /ft		
Panjang pipa	: 15 ft		
Jumlah hairpin	: 9		
Δt	: 166,98 °F		
A	: 58,73 ft ²		
Uc	: 1480,72 Btu/hr.ft ² .F		
Ud	: 82,03 Btu/hr.ft ² .F		
Rd	: 0,01 hr.ft ² .F/Btu		
Bahan	: <i>Stainless steel SA 167 type 316</i>		
Harga	: \$ 3.200		

3.2.27 Heater-02 (HE-02)

Fungsi : Menaikkan suhu dari tangki penyimpanan C₆H₁₀ sebelum masuk ke reaktor

Jenis : *Double pipe heat exchanger*

Dimensi pipa :

Annulus		Inner pipe	
IPS (in)	: 2	IPS	: 1 ¼
Sch No	: 40	Sch No	: 40
OD (in)	: 2,38	OD	: 1,66
ID (in)	: 2,067	ID	: 1,38

ΔPa (psi)	: 5,22E-10	ΔPp	: 9,84E-05
a''	: 0,435 ft ² /ft		
Panjang pipa	: 12 ft		
Jumlah hairpin	: 1		
Δt	: 166,98 °F		
A	: 5,22 ft ²		
Uc	: 1294,15 Btu/hr.ft ² .F		
Ud	: 73,42 Btu/hr.ft ² .F		
Rd	: 0,01 hr.ft ² .F/Btu		
Bahan	: <i>Stainless steel SA 167 type 316</i>		
Harga	: \$ 1.300		

3.2.28 Cooler-01 (CL-01)

Fungsi : Menurunkan suhu dari evaporator sebelum masuk ke crystallizer

Jenis : *Double pipe heat exchanger*

Dimensi pipa :

Annulus		Inner pipe	
IPS (in)	: 2,5	IPS	: 1 ¼
Sch No	: 40	Sch No	: 40
OD (in)	: 2,88	OD	: 1,66
ID (in)	: 2,469	ID	: 1,38
ΔPa (psi)	: 4,45E-08	ΔPp	: 1,09E-03
a''	: 0,435 ft ² /ft		

Panjang pipa : 15 ft

Jumlah hairpin : 9

Δt : 58,43 °F

A : 58,73 ft²

Uc : 21879,27 Btu/hr.ft².F

Ud : 73,68 Btu/hr.ft².F

Rd : 0,01 hr.ft².F/Btu

Bahan : *Stainless steel SA 167 type 316*

Harga : \$ 3.200

3.2.29 Pompa-01 (PU-01)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran tangki penyimpanan
H₂O₂ menuju mixer-01

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Commercial steel*

Kapasitas : 5,50 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C
- Densitas : 1413 kg/m³
- Viskositas : 1,09 cP
- Laju alir massa : 1472,21 kg/jam

Dimensi alat

- Diameter optimum : 0,96 in

- Diameter dalam : 1,05 in
- Diameter luar : 1,32 in
- Luas penampang : 0,86 in²

Daya : 0,125 Hp

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 1.000

3.2.30 Pompa-02 (PU-02)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran tangki mixer-01 menuju reaktor

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Commercial steel*

Kapasitas : 20,71 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C
- Densitas : 1186 kg/m³
- Viskositas : 1,02 cP
- Laju alir massa : 4648,64 kg/jam

Dimensi alat

- Diameter optimum : 1,71 in
- Diameter dalam : 2,07 in
- Diameter luar : 2,38 in
- Luas penampang : 3,35 in²

Daya	: 0,33 Hp
Jumlah	: 2 buah
Harga	: \$ 2.500

3.2.31 Pompa-03 (PU-03)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran tangki penyimpanan H_2SO_4 menuju mixer-01

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Commercial steel*

Kapasitas : 0,05 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C
- Densitas : 1823 kg/m³
- Viskositas : 19,34 cP
- Laju alir massa : 18,70 kg/jam

Dimensi alat

- Diameter optimum : 0,12 in
- Diameter dalam : 0,27 in
- Diameter luar : 0,41 in
- Luas penampang : 0,06 in²

Daya : 0,05 Hp

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 100

3.2.32 Pompa-04 (PU-04)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran tangki penyimpanan
H₃PO₄ menuju mixer-01

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Commercial steel*

Kapasitas : 0,03 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C
- Densitas : 1729 kg/m³
- Viskositas : 23,06 cP
- Laju alir massa : 10,07 kg/jam

Dimensi alat

- Diameter optimum : 0,10 in
- Diameter dalam : 0,27 in
- Diameter luar : 0,41 in
- Luas penampang : 0,06 in²

Daya : 0,05 Hp

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 100

3.2.33 Pompa-05 (PU-05)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran tangki penyimpanan
C₆H₁₀ menuju reaktor

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Commercial steel*

Kapasitas : 4,96 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C
- Densitas : 801 kg/m³
- Viskositas : 0,57 cP
- Laju alir massa : 752,15 kg/jam

Dimensi alat

- Diameter optimum : 0,85 in
- Diameter dalam : 1,05 in
- Diameter luar : 1,32 in
- Luas penampang : 0,86 in²

Daya : 0,17 Hp

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 1.000

3.2.34 Pompa-06 (PU-06)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran reaktor-01 menuju reaktor-02

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Commercial steel*

Kapasitas : 20,71 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C
- Densitas : 1186 kg/m³
- Viskositas : 1,02 cP
- Laju alir massa : 4648,64 kg/jam

Dimensi alat

- Diameter optimum : 1,71 in
- Diameter dalam : 2,07 in
- Diameter luar : 2,38 in
- Luas penampang : 3,35 in²

Daya : 0,33 Hp

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 2.500

3.2.35 Pompa-07 (PU-07)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran reaktor-02 menuju separator

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Commercial steel*

Kapasitas : 25,53 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C
- Densitas : 1118 kg/m³

- Viskositas : 0,71 cP
- Laju alir massa : 5400,79 kg/jam

Dimensi alat

- Diameter optimum : 1,86 in
- Diameter dalam : 2,07 in
- Diameter luar : 2,38 in
- Luas penampang : 3,35 in²

Daya : 0,25 Hp

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 2.500

3.2.36 Pompa-08 (PU-08)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran separator menuju evaporator

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Commercial steel*

Kapasitas : 24,77 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C
- Densitas : 1132 kg/m³
- Viskositas : 0,72 cP
- Laju alir massa : 5306,86 kg/jam

Dimensi alat

- Diameter optimum : 1,84 in
- Diameter dalam : 2,07 in
- Diameter luar : 2,38 in
- Luas penampang : 3,35 in²

Daya : 0,25 Hp

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 2.500

3.2.37 Pompa-09 (PU-09)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran evaporator menuju crystallizer

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Commercial steel*

Kapasitas : 5,53 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C
- Densitas : 1447 kg/m³
- Viskositas : 0,49 cP
- Laju alir massa : 1514,52 kg/jam

Dimensi alat

- Diameter optimum : 0,97 in
- Diameter dalam : 1,05 in
- Diameter luar : 1,32 in

- Luas penampang : 0,86 in²
- Daya : 0,08 Hp
- Jumlah : 2 buah
- Harga : \$ 1.000

3.2.38 Pompa-10 (PU-10)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran crystallizer menuju centrifuge

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Commercial steel*

Kapasitas : 5,53 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C
- Densitas : 1447 kg/m³
- Viskositas : 0,49 cP
- Laju alir massa : 1514,52 kg/jam

Dimensi alat

- Diameter optimum : 0,97 in
 - Diameter dalam : 1,05 in
 - Diameter luar : 1,32 in
 - Luas penampang : 0,86 in²
- Daya : 0,08 Hp
- Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 1.000

3.2.39 Pompa-11 (PU-11)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran centrifuge menuju UPL

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Commercial steel*

Kapasitas : 19,92 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C
- Densitas : 1006 kg/m³
- Viskositas : 0,82 cP
- Laju alir massa : 3792,34 kg/jam

Dimensi alat

- Diameter optimum : 1,64 in
- Diameter dalam : 2,07 in
- Diameter luar : 2,38 in
- Luas penampang : 3,35 in²

Daya : 0,08 Hp

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 2.500

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Kapasitas Perancangan

Terdapat beberapa hal yang perlu dipertimbangkan pada saat pemilihan kapasitas perancangan yaitu kebutuhan Asam Adipat di Indonesia, tersedianya bahan baku, dan ketentuan kapasitas minimal pabrik Asam Adipat. Semakin meningkatnya perkembangan industri kimia di Indonesia setiap tahunnya, maka diperkirakan kebutuhan asam adipat juga akan semakin meningkat. Kapasitas produksi yang dirancang pada pabrik Asam Adipat ini adalah 10.000 ton/tahun. Dengan didirikannya pabrik ini, diharapkan Indonesia dapat mengurangi kegiatan import Asam Adipat dan kedepannya dapat bersaing dalam kegiatan ekspor. Beberapa hal yang dipertimbangkan pada saat menentukan kapasitas produksi adalah :

a. Kebutuhan Asam Adipat dalam negeri

Berdasarkan data statistik yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistika, kebutuhan asam adipat di Indonesia cenderung meningkat setiap tahunnya.

b. Ketersediaan bahan baku

Ketersediaan bahan baku merupakan salah satu faktor penting yang harus diperhatikan dalam penentuan kapasitas produksi suatu pabrik.

3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

Dalam menyusun rencana produksi, ada dua hal yg perlu diperhatikan, yang pertama adalah faktor eksternal yaitu faktor yang menyangkut kemampuan pasar

terhadap jumlah produk dan yg kedua adalah faktor internal yaitu kemampuan pabrik.

a. Kemampuan Pasar

Kemampuan pasar dapat dibagi menjadi dua kemungkinan, yaitu :

1. Kemampuan pasar yang lebih besar dari kemampuan pabrik, maka rencana produksi harus disusun secara maksimal.
2. Kemampuan pasar yang lebih kecil dari kemampuan pabrik, maka perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, seperti :
 - Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
 - Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan pada tahun berikutnya.
 - Mencari daerah pemasaran

b. Kemampuan Pabrik

Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan pada saat pendirian pabrik yaitu :

1. Bahan baku

Bahan baku yang memenuhi kualitas dan kuantitas akan menghasilkan produk produksi yang diinginkan. Bahan baku hidrogen peroksida diperoleh dari salah satu pabrik hidrogen peroksida yaitu PT. Degusa Constructions atau MBT Indonesia yang berlokasi di Jl. Jababeka V Blok I-1 Kawasan Industri I Cikarang Utara, Bekasi 17530, Jawa Barat. Sedangkan bahan baku

sikloheksana import dari Shandong, China. Pada proses produksi juga menggunakan katalis H_2SO_4 , H_3PO_4 , dan H_2WO_4 .

Tabel 3.1 Kebutuhan bahan baku

Komponen	Kebutuhan Bahan Baku (ton/tahun)
C_6H_{10}	6588,81
H_2O_2 30%	12020,56
H_2SO_4	74,96
H_3PO_4	160,51
H_2WO_4	401,56

2. Manusia (tenaga kerja)

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menyebabkan kerugian pabrik, sehingga perlu dilakukan pelatihan kepada karyawan agar keterampilannya meningkat.

3. Mesin (alat proses)

Terdapat dua hal yang mempengaruhi keandalan mesin yaitu jam kerja mesin yang efektif dan kemampuan mesin itu sendiri. Jam kerja efektif yaitu kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu sedangkan kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi.