

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Hidrolisis asam dilakukan dengan cara mereaksikan benzil sianida, asam sulfat, dan air. Metode ini menghasilkan yield 80% terhadap asam fenil asetat. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Benzil sianida dari Tangki (T-02) terlebih dahulu dipanaskan di Heat Exchanger (HE-02) hingga mencapai temperatur 100 °C, asam sulfat 98% dari Tangki (T-01) diencerkan dalam Mixer (M-01), suhu keluaran mixer sebesar 65,6 °C dan dipanaskan kembali di Heat Exchanger (HE-01) hingga suhu menjadi 100 °C untuk selanjutnya dialirkan kedalam reaktor (R-01). Proses direaksikan dalam reaktor dengan perbandingan massa *Benzyl Cyanide* : *Sulfuric Acid* : *Water* = 1 : 2,6 : 10,65.

Reaksi yang terjadi dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (R-01) dan Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (R-02) berlangsung dalam kondisi eksotermis, atmosferik, dan isothermal pada temperatur 100 °C untuk mencapai konversi 80%. Sehingga untuk menjaga suhu reaksi digunakan pendingin jaket dengan media pendingin air.

Larutan keluar Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) didinginkan di *cooler* (CL-01) sampai suhu 85 °C dengan pendingin air, kemudian larutan ini dipisahkan dalam *Decanter* (D-01) berdasarkan perbedaan berat jenis dan tidak saling melarut. Proses pemisahan ini dilakukan pada suhu 85 °C dan tekanan 1 atm. Hasil

pemisahan di *decanter* (D-01) terbentuk dua lapisan yaitu lapisan atas (fraksi ringan) dan lapisan bawah (fraksi berat).

Fraksi ringan *decanter* (D-01) berupa asam fenil asetat, benzil sianida dan air akan dipanaskan oleh *heat exchanger* (HE-03) dengan media pemanas dowtherm dan dikemudian dialirkan menuju Menara Distilasi (MD-01) untuk pemisahan. Asam fenil asetat 99 % dan 1 % benzil sianida sebagai produk utama dihasilkan dari bagian bawah menara distilasi pada suhu 262 °C dan tekanan 1,1 atm. Produk atas menara distilasi berupa benzil sianida, asam fenil asetat dan air pada suhu 229 °C dan tekanan 1 atm akan di *recycle* menuju *heat exchanger* (HE-02).

Asam fenil asetat 99 % dan 1 % benzil sianida sebagai hasil bawah Menara Distilasi (MD-01) dimasukkan ke *flakker* (FL) untuk menurunkan suhu menjadi 45 °C dan memperoleh asam fenil asetat dalam fase padat. Produk ini dikirim ke *hopper* (H) dengan bantuan *Belt elevator* (BE) untuk di-*package* dalam drum.

3.2 Spesifikasi Alat Proses Pabrik Asam Fenil Asetat

3.2.1 Spesifikasi Alat Penyimpan

1. Tangki 1 (T-01)

Tugas : Menyimpan bahan baku H₂SO₄ selama
30 hari

Jenis alat : Tangki silinder tegak vertikal

Bahan Konstruksi : Baja SA 167 grade 3

Volume cairan : 1.211.620,32 liter

Volume tangki : 1.453.944,39 liter

Diameter tangki : 13,516 m

Tinggi tangki : 10,137 m

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

Jumlah alat : 2

Harga alat : \$ 161.901

2. Tangki 2 (T-02)

Tugas : Menyimpan bahan baku $C_6H_5CH_2CN$
selama 30 hari

Jenis alat : Tangki silinder tegak vertikal

Bahan Konstruksi : Baja SA 167 grade 3

Volume cairan : 737.711,505 liter

Volume tangki : 885.253,806 liter

Diameter tangki : 11,45 m

Tinggi tangki : 8,59 m

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

Jumlah alat : 2

Harga alat : \$ 102.254

2. Hopper (H-01)

Tugas : Menyimpan $C_6H_5CH_2COOH$ padat
selama 1 hari

Jenis alat : Tangki silinder vertikal dengan conical

Bahan Konstruksi : Stainless steel SA 178 grade C

Volume padatan : 7,01459 m³

Volume hopper : 8,768 m³

Diameter hopper : 1,37 m

Tinggi hopper : 5,48 m

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

Jumlah alat : 1

Harga alat : \$ 20.451

3. Akumulator 1 (AC-01)

Tugas : Menyimpan kondensat yang berasal dari
Kondensor 1 (CD-01)

Jenis alat : Tangki silinder horizontal

Bahan Konstruksi : Stainless steel, SA 178 grade C

Volume cairan : 778,9 liter

Volume tangki : 934,68 liter

Diameter tangki : 0,799 m

Panjang tangki : 1,598 m

Kondisi operasi : $P = 1 \text{ atm}$, $T = 200 \text{ }^\circ\text{C}$

Jumlah alat :1
Harga alat :\$ 4.261

3.2.2 Spesifikasi Alat Proses

1. Tangki Pencampur (M-01)

Tugas : Melarutkan H_2SO_4 dengan pelarut air sebagai umpan Mixer

Jenis alat : Tangki pencampur berpengaduk

Bahan Konstruksi : Stainless steel

Volume tangki : 9,66 m³

Volume cairan di badan Mixer : 7,119 m³

Volume cairan di dalam head : 0,607 m³

Tinggi cairan di badan Mixer : 2,439 m

Diameter tangki : 1,93 m

Tinggi tangki : 2,89 m

Waktu tinggal : 60 menit = 1 jam

Kecepatan pengadukan : 2,5 rps

Tipe pengaduk : Marine Impeller

Kondisi operasi : P = 1 atm, T = 65,6 °C

Jumlah alat : 1

Harga alat : \$11.930

2. Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (R-01)

Tugas : Mereaksikan Benzil Sianida, Asam Sulfat dan Air menjadi Asam Fenil Asetat

Jenis alat : Tangki berpengaduk

Bahan Konstruksi : Stainless steel

Volume tangki : 35,79 m³

Volume cairan di badan RATB : 10,971 m³

Volume cairan di dalam head : 3,7 m³

Tinggi cairan di badan RATB : 4,4 m

Diameter tangki : 3,065 m

Tinggi tangki : 4,823 m

Waktu tinggal : 0,95 jam
Kecepatan pengadukan : 1,13 rps
Tipe pengaduk : Marine Impeller
Kondisi operasi : P = 1 atm, T = 100 °C
Jumlah alat : 1
Harga alat : \$187.465

3. Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (R-02)

Tugas : Mereaksikan Benzil Sianida, Asam Sulfat dan Air menjadi Asam Fenil

Asetat

Jenis alat : Tangki berpengaduk
Bahan Konstruksi : Stainless steel
Volume tangki : 35,79 m³
Volume cairan di badan RATB : 10,971 m³
Volume cairan di dalam head : 3,7 m³
Tinggi cairan di badan RATB : 4,4 m
Diameter tangki : 3,065 m
Tinggi tangki : 4,823 m
Waktu tinggal : 0,95 jam
Kecepatan pengadukan : 1,13 rps
Tipe pengaduk : Marine Impeller
Kondisi operasi : P = 1 atm, T = 100 oC
Jumlah alat : 1
Harga alat : \$187.465

3.2.3 Spesifikasi Alat Perpindahan Panas

1. Kondensor (CD-01)

Tugas : Mengembunkan uap distilat dari Menara distilasi

Jenis alat : *Double Pipe Condenser*

Kondisi operasi : P = 1 atm
T. masuk = 229 °C

T. keluar = 229 °C

Diameter tube	: 1,61 in
Diameter Anulus	: 2,5 in
Panjang alat	: 120 ft
Beban panas	: 437.626,606 BTU/jam
Luas perpindahan panas	: 91,13 ft ²
Bahan konstruksi	: <i>Steinless Steel</i>
Jumlah alat	: 1
Harga alat	: \$85.211

2. Reboiler (RB-01)

Tugas	: Menguapkan cairan hasil <i>bottom</i> dari Menara distilasi
Jenis alat	: <i>Shell and Tube Kettle Reboiler</i>
Kondisi operasi	: P = 1 atm

T. masuk = 261 °C

T. keluar = 262 °C

Diameter shell	: 10 in
Panjang alat	: 16 ft
Jumlah pipa	: 52
Beban panas	: 471.146,66 BTU/jam
Luas perpindahan panas	: 157,47 ft ²
Bahan konstruksi	: <i>Steinless Steel</i>
Jumlah alat	: 1
Harga alat	: \$20.451 (matche.com)

3. *Heater* (HE-01)

Tugas	: Memanaskan umpan masuk yang reaktor
Jenis alat	: <i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>
Kondisi operasi	: P = 1 atm

T. masuk = 65,6 °C

T. keluar = 100 °C

Diameter shell	: 17,25 in
Panjang alat	: 16 ft

Jumlah pipa : 158
Beban panas : 226.683,616 BTU/jam
Luas perpindahan panas : 484,238 ft²
Bahan konstruksi : *Steinless Steel*
Jumlah alat : 1
Harga alat : \$15.338 (matche.com)

4. *Heater* (HE-02)

Tugas : Memanaskan umpan masuk yang reaktor
Jenis alat : *Double Pipe Heat Exchanger*
Kondisi operasi : P = 1 atm

T. masuk = 73,33 °C

T. keluar = 100 °C

Diameter selongsong : 2,5 in
Panjang alat : 16 ft
Beban panas : 119.108,921 BTU/jam
Luas perpindahan panas : 14,059 ft²
Bahan konstruksi : *Steinless Steel*
Jumlah alat : 1
Harga alat : \$3.238

5. *Heater* (HE-03)

Tugas : Memanaskan umpan masuk Menara disitlasi

Jenis alat : *Double Pipe Heat Exchanger*

Kondisi operasi : P = 1 atm

T. masuk = 85 °C

T. keluar = 100 °C

Diameter selongsong : 2,5 in
Panjang alat : 16 ft
Beban panas : 998.451,801 BTU/jam
Luas perpindahan panas : 35,83 ft²
Bahan konstruksi : *Steinless Steel*
Jumlah alat : 1

Harga alat : \$3.408

6. *Cooler* (CL-01)

Tugas : Mendinginkan hasil keluaran dari reaktor

Jenis alat : *Double Pipe Heat Exchanger*

Kondisi operasi : P = 1 atm
T. masuk = 100 °C
T. keluar = 85 °C

Diameter selongsong : 2,5 in

Panjang alat : 16 ft

Beban panas : 416.412,86 BTU/jam

Luas perpindahan panas : 44.16 ft²

Bahan konstruksi : *Steinless Steel*

Jumlah alat : 1

Harga alat : \$3.579

7. *Flaker* (FL-01)

Tugas : Mendinginkan hasil keluaran dari reaktor

Jenis alat : *Single Drum Flaker*

Kondisi operasi : P = 1 atm
T. masuk = 262 °C
T. keluar = 45 °C

Diameter drum : 1,014 m

Panjang alat : 1,524 m

Beban panas : 757.901,58 BTU/jam

Luas perpindahan panas : 54,812 ft²

Bahan konstruksi : *Steinless Steel*

Jumlah alat : 1

Harga alat : \$136.338

3.2.4 Spesifikasi Alat Pemisah

1. Dekanter (DE-01)

Tugas : Memisahkan antara fraksi berat dan fraksi ringan keluaran reaktor

Jenis alat : Horizontal Dekanter

Kondisi operasi : P = 1 atm
T = 85°C

Diameter : 0,74 m

Panjang total : 2,55 m

Tebal dinding : 3/16 in

Tebal head : 3/16 in

Waktu tinggal : 5 menit

Volume dekanter : 0,7975

Bahan konstruksi : *Steinless Steel*

Kec. Volumetik fase ringan (Q_L) : 2,804 m³/jam

Kec. Volumetrik fase berat (Q_H) : 7,361 m³/jam

Jumlah alat : 1

Harga alat : \$5.113

2. Menara Distilasi (MD-01)

Tugas : Memisahkan campuran keluaran Dekanter

Jenis alat : *Sieve tray column*

Kondisi operasi : $P_{Puncak} = 1$ atm, $T = 261$ °C
 $P_{Umpan} = 1,05$ atm, $T = 261$ °C
 $P_{Dasar} = 1,1$ atm, $T = 261$ °C

Tinggi menara : 8 m

Diameter menara : 1,2 m

Jumlah plate minimum: 9,66

Jumlah plate ideal : 20,321

Jumlah plate actual : 22

Refluks minimum : 2,851

Refluks operasi : 3,421

Bahan konstruksi : Baja karbon

Jumlah alat : 1

Harga alat : \$37.493

3.2.5 Spesifikasi Alat Bantu Transportasi

1. Pompa 1 (P-01)

Tugas	: Memompakan bahan baku Asam sulfat dari tangki mobil
Jenis alat	: Pompa sentrifugal
Kapastias pompa	: 281,786 gpm
Head pompa	: 13,9 m
Daya	: 10 Hp
Bahan kontruksi	: <i>Steinless Steel</i>
Jumlah alat	: 4
Harga alat	: \$1.704

2. Pompa 2 (P-02)

Tugas	: Memompakan bahan baku Benzil sianida dari tangki mobil
Jenis alat	: Pompa sentrifugal
Kapastias pompa	: 281,786 gpm
Head pompa	: 13,9 m
Daya	: 5 Hp
Bahan kontruksi	: <i>Steinless Steel</i>
Jumlah alat	: 4
Harga alat	: \$1.704

3. Pompa 3 (P-03)

Tugas	: Memompakan bahan baku Asam sulfat menuju Mixer
Jenis alat	: Pompa sentrifugal
Kapastias pompa	: 14,9 gpm
Head pompa	: 12,2 m
Daya	: 1 Hp
Bahan kontruksi	: <i>Steinless Steel</i>
Jumlah alat	: 2

Harga alat : \$682

4. Pompa 4 (P-04)

Tugas : Memompakan bahan baku Benzil sianida
menuju reaktor

Jenis alat : Pompa sentrifugal

Kapastias pompa : 281,786 gpm

Head pompa : 12 m

Daya : 0,5 Hp

Bahan kontruksi : *Steinless Steel*

Jumlah alat : 2

Harga alat : \$596

5. Pompa 5 (P-05)

Tugas : Memompakan kelauran Mixer menuju
Reaktor

Jenis alat : Pompa sentrifugal

Kapastias pompa : 32,1 gpm

Head pompa : 8,9 m

Daya : 1 Hp

Bahan kontruksi : *Steinless Steel*

Jumlah alat : 2

Harga alat : \$852

6. Pompa 6 (P-06)

Tugas : Memompakan keluaran Reaktor 01 menuju
Reaktor 02

Jenis alat : Pompa sentrifugal

Kapastias pompa : 43,907 gpm

Head pompa : 8,5 m

Daya : 1 Hp

Bahan kontruksi : *Steinless Steel*

Jumlah alat : 2

Harga alat : \$869

7. Pompa 7 (P-07)

Tugas	: Memompakan keluaran Reaktor menuju Dekanter
Jenis alat	: Pompa sentrifugal
Kapastias pompa	: 43,907 gpm
Head pompa	: 8,5 m
Daya	: 1 Hp
Bahan kontruksi	: <i>Steinless Steel</i>
Jumlah alat	: 2
Harga alat	: \$869

8. Pompa 8 (P-08)

Tugas	: Memompakan fraksi berat keluaran Dekanter menuju UPL
Jenis alat	: Pompa sentrifugal
Kapastias pompa	: 31,138 gpm
Head pompa	: 4,5 m
Daya	: 0,5 Hp
Bahan kontruksi	: <i>Steinless Steel</i>
Jumlah alat	: 2
Harga alat	: \$852

9. Pompa 9 (P-09)

Tugas	: Memompakan fraksi ringan keluaran Dekanter menuju Menara distilasi
Jenis alat	: Pompa sentrifugal
Kapastias pompa	: 12,834 gpm
Head pompa	: 10,8 m
Daya	: 0,5 Hp
Bahan kontruksi	: <i>Steinless Steel</i>
Jumlah alat	: 2
Harga alat	: \$682

10. Pompa 10 (P-10)

Tugas	: Memompakan keluaran Akumulator
-------	----------------------------------

	menuju Reaktor
Jenis alat	: Pompa sentrifugal
Kapastias pompa	: 3,013 gpm
Head pompa	: 5,9 m
Daya	: 0,5 Hp
Bahan kontruksi	: <i>Steinless Steel</i>
Jumlah alat	: 2
Harga alat	: \$596

11. Pompa 11 (P-11)

Tugas	: Memompakan keluaran Reboiler menuju Flaker
Jenis alat	: Pompa sentrifugal
Kapastias pompa	: 12,245 gpm
Head pompa	: 7,4 m
Daya	: 0,5 Hp
Bahan kontruksi	: <i>Steinless Steel</i>
Jumlah alat	: 2
Harga alat	: \$682

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan *Penyl Acetic Acid* di Indonesia, tersedianya bahan baku serta ketentuan kapasitas minimal. Diperkirakan kebutuhan akan *Penyl Acetic Acid* terus meningkat di tahun-tahun mendatang, sejalan dengan berkembangnya industri-industri yang menggunakan *Penyl Acetic Acid* sebagai bahan baku. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka ditetapkan pabrik yang akan didirikan adalah 20.000/tahun.

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

1. Proyeksi Kebutuhan dalam negeri

Berdasarkan data statistic yang diterbitkan oleh BPS balai “Statistik Perdagangan Indonesia” tentang kebutuhan *Penyl Acetic Acid* di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung fluktuatif.

2. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku pembuatan *Penyl Acetic Acid* terdiri dari *Benzyl Sianida*, Asam Sulfat dan Air sebagai bahan baku pembantu. *Benzyl Sianida* dapat diperoleh dengan diimpor dari Spectrum Chemical, India dan Asam Sulfat diperoleh dari PT. Indonesian Acids Industry, Pulogadung.

3. Kapasitas pabrik yang beroperasi

Pabrik *Penyl Acetic Acid* di Indonesia belum ada.

3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

Dalam menyusun rencana produksi secara umum ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan dasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

a) Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

- Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya :
 - Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
 - Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
 - Mencari daerah pemasaran.

b) Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

- Material (bahan baku)
Dengan pemakaian material yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan tercapai target produksi yang diinginkan.
- Manusia (tenaga kerja)
Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan pada karyawan agar keterampilannya meningkat.

- Mesin (peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi keandalan dan kemampuan mesin, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi.