

BAB III

PERANCANGAN PROSES

Untuk mencapai kualitas produk yang diinginkan maka pada perancangan pabrik aspirin perlu memilih proses yang tepat agar proses produksi lebih efektif dan efisien.

3.1 Uraian Proses

Bahan baku pembuatan asam asetilsalisilat adalah asam salisilat dan asetat anhidrat. Secara garis besar proses pembuatan asam asetilsalisilat terdiri dari 5 tahap yaitu:

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap esterifikasi
3. Tahap pengkristalan
4. Tahap pengeringan
5. Tahap pengepakan

1. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan asam asetilsalisilat ($C_9H_8O_4$) adalah asam salisilat ($C_7H_6O_3$) dan asetat anhidrat ($C_4H_6O_2$). Dalam hal ini kadar $C_7H_6O_3$ 99,5% dan $C_4H_6O_2$ 99%.

Bahan baku Asam Salisilat ($C_7H_6O_3$) diangkut dari Gudang secara vertical diangkut dengan *Belt Conveyor* (BC-01) menuju *Mixer* (M-01). Bahan baku Asetat Anhidrat ($C_4H_6O_2$) yang disimpan dalam *tangki* (T-01) dialirkan dengan *pompa Sentrifugal* (P-01) menuju *Mixer* (M-01).

Setelah setengah jam dalam *Mixer* larutan menjadi *homogen*. Kemudian dialirkan dengan Pompa (P-02) ke *Centrifuge* (C-01) untuk dibersihkan dari pengotor padatan berupa debu yang ikut dalam larutan, yang dapat menurunkan kualitas Asam Asetilsalisilat. Selanjutnya menuju ke *Heat Exchanger* (HE-01) untuk menaikkan suhu larutan menjadi 90°C. Tipe *Heat Exchanger* (HE-01) yang digunakan adalah *Double Pipe Exchanger*, dengan pemanas berupa *saturated steam* pada 180°C.

2. Tahap Esterifikasi

Larutan dari *Heat Exchanger* (HE-01) dialirkan menuju *Reaktor Esterifikasi* (R-01). Jenis reaktor yang digunakan adalah reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Reaksi berjalan secara eksotermis oleh karena itu perlu ditambah koil pendingin untuk menjaga suhu direaktor dan digunakan air pendingin pada suhu 30°C sebagai pendinginnya. Reaksi berlangsung dalam fase cair. Temperatur reaksi dijaga pada suhu 90°C, tekanan 1 atm. Dengan waktu reaksi pembuatan Asam Asetilsalisilat adalah dua jam.

Produk dari reaktor satu (R-01) dipompa (P-03) ke reaktor dua (R-02).

Setelah itu dengan pompa (P-04) dipompakan ke *Crystallizer* (CR-01).

3. Tahap Pengkristalan

Larutan dikristalkan dalam *Crystallizer* (CR-01) dengan pendinginan sampai temperature 40°C karena pada suhu lingkungan diharapkan asam asetilsalisilat dalam larutan (*solvent*) dapat jenuh dan mengkristal. *Slurry* dari *Crystallizer* kemudian masuk ke dalam *Filter* (F-01) untuk dipisahkan dengan cairannya yang masih terkandung dalam padatan.

Produk keluar dari *Crystallizer* berupa campuran kristal dan *mother liquor* dan dialirkan menuju *Filter* secara gravitasi. Penggunaan filter tergantung dari rate produksi dan jumlah reaktor yang digunakan. Secara gravitasi pula *slurry* masuk kedalam filter yang sedang berputar. *Slurry* masuk melalui pipa stasioner yang merupakan corong pengumpan. Dalam *Filter* kristal dipisahkan dari *mother liquor*nya. Dengan adanya putaran basket yang cepat *slurry* akan terlempar ke dinding basket karena gaya sentrifugal.

Cairan akan mengalir keluar dinding basket yang dilapisi filter untuk menahan kristal. Dalam *Filter* terdapat screen 30 US mesh untuk memisahkan kristal dari larutannya.

Lapisan cake Asam Asetilsalisilat kristal ini didorong keluar dengan *cake pusher* yang bergerak maju mundur secara periodik. Setiap gerakan *pusher* itu menggeser kristal ke arah bibir basket, kemudian akan jatuh kedalam casing dan masuk kedalam corong pengumpul. Kristal basah yang telah terpisah diangkut dengan *Belt Conveyor (BC-02)*. Filtrat yang berupa *mother liquor* selama basket berputar dikeluarkan melalui saluran tersendiri dan *mother liquor* tersebut berupa produk samping yang akan dipasarkan.

4. Tahap Pengeringan

Kristal asam asetilsalisilat yang telah terpisah dari filtratnya, dengan menggunakan *Belt Conveyor* (BC-02) menuju *Bucket Elevator* (BE-02), kemudian dikeringkan dengan *Rotary Dryer* (RD-01). Pengeringan dilakukan oleh udara yang telah dikeringkan dengan *air heater* dengan menggunakan *steam* sebagai media pemanas. Pengeringan pada *Rotary Dryer* dimaksudkan untuk mendapatkan kristal asam asetilsalisilat dengan kemurnian 99,5% berat.

5. Tahap Pengepakan

Keluar dari *Rotary Dryer*, kristal dilewatkan *Belt Conveyor* (BC-03) menuju *Bucket Elevator* (BE-03), dan akhirnya ditampung dalam sebuah Silo (S-01). Dari Silo (S-01) ini selanjutnya kristal akan masuk ke unit pengepakan dan ditampung digudang sebelum dipasarkan.

3.2 Spesifikasi Alat Proses

3.2.1 Alat Besar

a) Reaktor (R-01)

Kode : R-01

Fungsi : Mereaksikan Asam Salisilat dalam umpan cair sebanyak 977,767 kg/jam dengan Asetat Anhidrat sebanyak 726,347 kg/jam menjadi Aspirin

Tipe : *Reaktor* Alir Tangki Berpengaduk (RATB).

Kondisi Operasi :

Suhu : 90 °C

Tekanan : 1 atm

Dimensi Reaktor :

Diameter : 1,08 m

Tinggi : 1,08 m

Tebal shell : 0,1875 in

Head and Bottom :Tipe : *Torispherical Dished Head*

Tebal : 0,1875 in

Pengaduk:Jenis : *Marine Propeller with 3 blades and 4 baffles*

Diameter : 0,35 m

Panjang blade : 0,89 m

Lebar blade : 0,07 m

Koil Pendingin:

Pendingin : Air

Diameter Koil : - ID : 1,40 in

- OD : 1,50 in

Jumlah lilitan : 6

Tinggi tumpukan koil : 0,9 m

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Stainless steel*

Harga : \$ 154.694

b) Mixer (M-01)

Kode : M-01

Fungsi : Mencampur umpan $C_7H_6O_3$ (99,5%)
sebanyak 977,767 kg/jam dan $C_4H_6O_3$
(99%) sebanyak 726,347kg/jam.

Tipe : Tangki silinder tegak berpengaduk.

Kondisi Operasi :

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Volume : 0,35 m

Dimensi:

Tinggi mixer : 3,04 m

Tebal shell : 0,19 in

Tebal head : 0,19 in

Tinggi total cairan : 2,53 m

Pengaduk:

Tipe : *Marine Proppeller with 3 blades and 4 baffles*

Diameter : 0,13 m

Kecepatan : 2,33 rps = 140 rpm

Power : 1 Hp

Jumlah : 1 Buah

Bahan : *Carbon Steel SA-283 Grade C*

Harga : \$ 52.783

c) Centrifuge (CF-01)

Kode	: CF-01
Fungsi	: Untuk memisahkan impuritas sebanyak 4,88 kg/jam
Tipe	: <i>Helical Conveyor Centrifuge (Solid Bowl)</i>

Kondisi Operasi:

Suhu	: 40 °C
Tekanan	: 1 atm
Jumlah	: 1 buah
Panjang bowl	: 75,00 in
Power	: 0.05 Hp
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Harga	: \$ 59.524

d) Crystallizer (CR-01)

Kode	: CR-01
Fungsi	: Mengkristalkan <i>slurry</i> $C_9H_8O_4$ sebanyak 1.699,22 kg/jam menjadi $C_9H_8O_4$ kristal
Tipe	: <i>Continuous Stirred Tank Crystallizer</i>

Kondisi Operasi:

Suhu	: 40 °C
Tekanan	: 1 atm
Waktu tinggal	: 1,5 Jam

Dimensi:

Volume design	: 37,99 m ³
Tebal shell	: 1,38 in
Diameter Luar	: 122,75 in
Tinggi total cairan	: 6,25 ft

Head dan Bottom:

Tebal head : 1,50 in
 Tinggi head : 25,91 in

Pengaduk:

Jumlah pengaduk : 1 buah
 Tebal pengaduk : 0,20 m
 Lebar pengaduk : 0,25 m
 Power : 5 Hp
 Jumlah : 1 buah
 Bahan : *Carbon Steel SA-283 Grade C*
 Harga : \$ 58.039

e) Filter (F-01)

Kode : F-01
 Fungsi : Memisahkan cairan hasil pengkristalan di
Crystallizer dari padatan yang masih
 terikut sebanyak 1.669,25 kg/jam
 Tipe : *Rotary Drum Vacuum Filter*

Kondisi Operasi:

Suhu : 30 °C
 Tekanan : 1 atm
 Jumlah : 1 buah
 Diameter : 1,00 m
 Panjang : 1,00 m

Tebal cake	: 0,04 in
Kecepatan	: 1 rpm
Power	: 1 Hp
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Harga	: \$ 86.030

f) **Rotary Drier (RD-01)**

Kode	: RD-01
Fungsi	: Mengurangi kandungan cairan dalam produk Aspirin
Tipe	: <i>Counter Current Direct Heat Rotary Drier</i>

Kondisi Operasi:

Tekanan	: 1 atm
Suhu bahan masuk	: 40 °C
Suhu udara masuk	: 75 °C
Suhu bahan keluar	: 65 °C
Suhu udara keluar	: 66 °C

Jumlah	: 1 buah
Diameter	: 1,50 m
Panjang	: 4,63 m
Tebal shell	: 2,00 in
Power	: 20 Hp
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Harga	: \$ 172.289

g) Silo (S-01)

Kode	: S-01
Fungsi	: Tempat penampungan produk akhir berupa Aspirin ($C_9H_8O_4$) sebanyak 1.262,62 kg/jam sebelum dimasukkan ke gudang penyimpanan untuk dipacking
Tipe	: Silinder vertikal dengan alas berbentuk Kerucut
Kondisi Operasi:	
Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 1 atm
Kapasitas	: 3.278,37 m ³
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Harga	: \$ 54.840

3.2.2 Alat kecil

a) Tangki Penyimpanan $C_4H_6O_3$ (T-01)

Kode	: T-01
Fungsi	: Menyimpan $C_4H_6O_3$ sebagai bahan baku Sebanyak 726,347 kg/jam selama 7 hari
Tipe	: Silinder tegak dengan <i>conical roof</i>

Kondisi penyimpanan:

Suhu : 30 °C
 Tekanan : 1 atm
 Kondisi : Fase Cair

Kapasitas tangki : 581,01 m³

Jumlah : 1 buah

Diameter : 7,62 m

Tinggi : 9,26 m

Tebal head : 0,88 in

Bahan : *Carbon steel SA-283 Grade C*

Harga : \$ 65.579

b) Heater (H-01)

Kode : H-01

Fungsi : Memanaskan hasil keluaran *Centrifuge* menuju *Reaktor* dengan pemanas *Steam* dengan kecepatan umpan 1.704,11 kg/jam

Tipe : *Double Pipe Exchanger*

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Luas transfer panas : 25,27 ft²

Dirt factor (Rd) : 0,002 jam ft² °F/Btu

ΔT LMTD : 161,31 °F

Pressure drop total : 0.06 psi

IPS : 1,25 in

2,500 in
 OD : 1,66 in
 2,88 in
 ID : 1,38 in

2,47 in
 Schedule number : 40

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 1.257

c) **Heater (H-02)**

Kode : H-02

Fungsi : Memanaskan hasil keluaran *Blower*
 menuju *Rotary Drier* dengan pemanas

Steam dengan kecepatan umpan

7.279,55 kg/jam

Tipe : *Shell & Tube Exchanger*

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Luas transfer panas : 6.235,98 ft²

Dirt factor (Rd) : 0,0078 jam ft² °F/Btu

Shell Side:

Cold fluid : *Heavy Organic*

ID : 39,00 in

Pass : 4 pass

Tube Side:Hot fluid : *Steam*

OD : 1,50 in

BWG : 18

Panjang : 20,00 ft

Pitch : 1,88 *in triangular pitch*

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 2.056

d) Belt Conveyor (BC-01)

Kode : BC-01

Fungsi : Mengantar Asam Salisilat dari Gudang (G-01) untuk diumpankan ke *Mixer* (M-01) sebanyak 977,7667 kg/jam

Jenis : *Troughed Antifriction Idlers*, dengan sudut kemiringan 30°C

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Kapasitas : 1,35 ton/jam

Panjang : 3,05 m

Lebar : 0,36 m

Kecepatan : 200 ft/menit

Power motor : 1 Hp

Harga : \$ 24.221

e) **Belt Conveyor (BC-02)**

Kode : BC-02

Fungsi : Mengantar Produk Hasil Keluaran
Filter menuju *Rotary Drier* sebanyak
1.263,06 kg/jam

Jenis : *Troughed Antifriction Idlers*, dengan sudut
kemiringan 30°C

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Kapasitas : 1,79 ton/jam

Panjang : 3,05 m

Lebar : 0,36 m

Kecepatan : 200 ft/menit

Power motor : 1,5 Hp

Harga : \$ 24.221

f) **Belt Conveyor (BC-03)**

Kode : BC-03

Fungsi : Mengantar Produk Hasil Keluaran *Rotary*
Drier menuju *Silo* sebanyak 1.262,62
kg/jam

Jenis : *Troughed Antifriction Idlers*, dengan sudut
kemiringan 30°C

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Kapasitas : 1,63 ton/jam

Panjang	: 3,05 m
Lebar	: 0,36 m
Kecepatan	: 200 ft/menit
Power motor	: 1,5 Hp
Harga	: \$ 24.221

g) Bucket Elevator (01)

Kode	: BE-01
Fungsi	: Mengangkut Produk ke <i>Rotary Drier</i> sebanyak 1.262,62 kg/jam
Jenis	: <i>Centrifugal Discharge Bucket</i>
Bahan	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Kapasitas	: 1,36 ton/jam
Panjang	: 0,15 m
Lebar	: 0,10 m
Kecepatan	: 16.737,5 ft/menit
Power motor	: 1 Hp
Harga	: \$ 16.452

h) Bucket Elevator (02)

Kode	: BE-02
Fungsi	: Mengangkut Produk ke <i>Silo</i> sebanyak 1.262,62 kg/jam
Jenis	: <i>Centrifugal Discharge Bucket</i>
Bahan	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Kapasitas	: 1,36 ton/jam
Panjang	: 0,15 m
Lebar	: 0,10 m
Kecepatan	: 16.737,5 ft/menit

Power motor : 1 Hp
 Harga : \$ 16.452

i) Blower

Kode : BL-01

Fungsi : Mengalirkan udara untuk dipanaskan
 di dalam *Heater* (HE-02) sebagai media
 pengering dalam *Rotary Dryer*

Bahan : *Carbon Steel SA 283 grade C*
 Jumlah : 1 buah
 Jumlah Udara masuk : 267,47 lb/menit
 Laju volumetrik udara : 69.991,49 ft³/menit
 Power Motor : 7 Hp
 Harga : \$ 19.994



h) Pompa

Tabel 3.1. Daftar Spesifikasi Pompa

Nama Pompa	Fungsi	Jumlah	Jenis	Kapasitas (m³/jam)	Total Head (m)	Harga (\$)
P-01	Mengalirkan cairan dari Tangki (T-01) Ke <i>Mixer</i> (M-01) sebanyak	2	<i>Centrifugal Pump</i>	15,23	7,64	17,366
P-02	Mengalirkan cairan dari <i>Mixer</i> (M-01) ke <i>Centrifuge</i> (CF-01) dengan tekanan 1 atm sebanyak	2	<i>Centrifugal Pump</i>	14,50	7,18	17,366
P-03	Mengalirkan <i>Slurry</i> produk dari Reactor 01 (R-01) ke Reactor 02 (R-02) dengan tekanan 1 atm sebanyak	2	<i>Centrifugal Pump</i>	26,21	9,28	14,748
P-04	Mengalirkan cairan dari Reactor 02 (R-02) ke Crystallizer dengan tekanan 1 atm sebanyak	2	<i>Centrifugal Pump</i>	29,41	5,31	14,738

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan aspirin di Indonesia, kebutuhan aspirin di Asia, tersedianya bahan baku serta ketentuan kapasitas minimal. Kebutuhan aspirin dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri kimia di Indonesia. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 10.000 ton/ tahun.

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

1. Proyeksi kebutuhan dalam negeri dan luar negeri

Berdasarkan data statistik yang diterbitkan oleh BPS dan data dari Asia tentang kebutuhan aspirin di Indonesia dan Asia dari tahun ke tahun cenderung meningkat.

Dengan kapasitas tersebut diharapkan:

- a. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.
- b. Dapat memenuhi sekian persen kebutuhan di lingkup Asia
- c. Dapat menghemat devisa negara yang cukup besar karena laju import aspirin dapat ditekan seminimal mungkin.

2. Ketersediaan bahan baku

Kontinuitas ketersediaan bahan baku dalam pembuatan aspirin adalah penting dan mutlak yang harus diperhatikan pada penentuan kapasitas produksi suatu pabrik. Diharapkan kebutuhan bahan baku aspirin seperti asam salisilat dapat diperoleh dari luar negeri yaitu dari Jinan Yunxiang Chemical Co. Ltd, Cina, dengan kapasitas produksi asam salisilat sebanyak 52.000 ton/tahun. Sedangkan untuk bahan baku asetat anhidrat diperoleh dari luar negeri yaitu dari Changsheng Chemical Co. Ltd, Cina, dengan kapasitas produksi asetat anhidrat sebanyak 50.000 ton/tahun. Sedangkan untuk air diambil dari sungai Musi yang ada disekitar pabrik dengan jumlah yang tidak terbatas.

3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

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

1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu:

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

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain:

a. Material (bahan baku)

Dengan pemakaian material yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan tercapai target produksi yang diinginkan.

b. Manusia (tenaga kerja)

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan agar

keterampilannya meningkat.

c. 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

