

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Secara umum proses pembuatan *dimethyl phthalate* dari *phthalic anhydride* dan *methanol* secara garis besar terdiri dari tiga tahap yaitu :

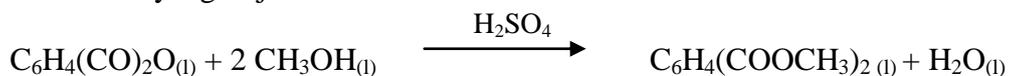
1. Persiapan bahan baku
2. Reaksi
3. Pemurnian produk

3.1.1 Persiapan Bahan Baku

Phthalic anhydride dan *methanol* merupakan bahan baku pembuatan *dimethyl phthalate* dengan katalis asam sulfat. *Phthalic anhydride* dalam fase padat disimpan dalam silo (SL), sedangkan *methanol* (T-01) dan asam sulfat (T-02) dalam fasa cair disimpan dalam tangki pada suhu lingkungan dan tekanan atmosferik. Kemudian *phthalic anhydride* dan *methanol* dicampur ke dalam mixer (M), dengan tekanan 1 atm dan suhunya 30 °C. Asam sulfat dialirkan menuju reaktor (R).

3.1.2 Tahap Reaksi

Reaksi yang terjadi dalam reaktor:



Jenis reaktor yang digunakan adalah Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dimana bahan baku yang berupa *methanol* dan *phthalic anhydride*

serta katalis yang berupa asam sulfat dimasukkan secara bersamaan melalui bagian atas reaktor, yang beroperasi secara isothermal dengan suhu masuk 60 °C dan suhu keluar 60 °C pada tekanan 1 atm. Reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermis sehingga memerlukan pendingin untuk menjaga kondisi operasi. Pendingin yang digunakan adalah *dowtherm*. Pendingin ditambahkan kedalam reaktor dengan cara mengalirkan air pendingin melalui koil pendingin. Digunakan koil pendingin untuk mengambil panas reaksi yang timbul. Reaktor dilengkapi dengan pengaduk untuk menjaga homogenitas komponen dalam reaktor.

3.1.3 Tahap Pemurnian produk

Produk hasil reaksi berupa campuran antara cairan yang tidak saling melarutkan pada suhu 60 °C dan tekanan 1 atm, kemudian campuran dipisahkan dalam Dekanter (D) yang diumpankan dengan bantuan pompa (P-06). Fraksi ringan dibuang ke unit pengolahan limbah, sedangkan fraksi berat dialirkan menuju evaporator (EV). Evaporator (EV) beroperasi pada tekanan 1 atm. Evaporator berperan untuk memisahkan *methanol* dengan produk, di dalam evaporator *methanol* dan produk akan terpisahkan dibagian atas evaporator, selanjutnya produk dialirkan menuju flash drum (FD), flash drum berfungsi untuk menaikkan kemurnian *dimethyl phthalate* sampai 99% dengan impuritis *phthalic anhydride* yang berupa produk atas sedangkan produk bawah dibuang ke unit pengolahan limbah.

3.2 Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat pada pabrik *dimethyl phthalate* ini dirancang berdasarkan pertimbangan efisiensi dan optimasi proses. Berikut adalah spesifikasi masing-masing alat yang digunakan pada pabrik *dimethyl phthalate*.

1. Alat Proses

Tabel 3.1 Spesifikasi dan harga alat proses

Alat	Fungsi	Jenis	P (atm)	T (°C)	Ukuran (m)	Bahan Konstruksi	Jumlah	Harga (USD)
Mixer (M)	Mencampur <i>phthalic anhydride</i> dengan <i>methanol</i>	Tangki berpengaduk	1	Masuk = 30 Keluar = 46,8	D = 1,829 H = 1,829	<i>Stainless steel</i> (SA-167)	1	597.896
Reaktor (R)	Mereaksikan <i>phthalic anhydride</i> dengan <i>methanol</i> menjadi <i>dimethyl phthalate</i>	RATB	1	60	D = 2,124 H = 6,372	<i>Stainless steel</i> (SA-167)	1	108.222
Dekanter (D)	Memisahkan fase berat berupa <i>phthalic anhydride</i> dan <i>dimethyl phthalate</i> dengan fase ringan <i>methanol</i> , air dan asam sulfat yang berasal dari reaktor	Dekanter horizontal	1	60	D = 1,5206 H = 3,0412	<i>Stainless steel</i> (SA-167)	1	133.485
Evaporator (EV)	Memisahkan <i>methanol</i> dengan <i>phthalic anhydride</i> dan <i>dimethyl phthalate</i>	<i>long-tube vertical</i>	1	Atas = 110 Umpan = 60 Bawah = 110	D = 2,3352 H = 5,6457	<i>Stainless steel</i> (SA-167)	1	25.718
Flash Drum (FD)	Menaikkan kemurnian <i>dimethyl phthalate</i>	Silinder vertikal	1	Atas = 283,4 Umpan = 283,5 Bawah = 283,9	D = 0,634 H = 2,15	<i>Stainless steel</i> (SA-167)	1	113.571

2. Alat Penyimpan

Tabel 3.2 Spesifikasi dan harga alat penyimpan

Alat	Fungsi	Jenis	P (atm)	T (°C)	Ukuran (m)	Bahan Konstruksi	Jumlah	Harga (USD)
Silo (SL)	Menyimpan bahan baku <i>phthalic anhydride</i> pada tekanan dan suhu lingkungan	Tangki silinder vertikal dengan <i>conical bottom</i>	1	30	D = 4.9851 H = 9,3611	<i>Carbon steel</i> (SA-283)	1	61.792
Tangki (T-01)	Menyimpan bahan baku <i>methanol</i> pada tekanan dan suhu lingkungan	Tangki silinder vertikal dengan atap kubah	1	30	D = 12,192 H = 14,1740	<i>Carbon steel</i> (SA-283)	1	243.300
Tangki (T-02)	Menyimpan bahan pembantu asam sulfat pada tekanan dan suhu lingkungan	Tangki silinder vertikal dengan atap konis	1	30	D = 3.048 H = 1,909	<i>Carbon steel</i> (SA-283)	1	25.036
Tangki (T-03)	Menyimpan produk <i>dimethyl phthalate</i> pada tekanan dan suhu lingkungan	Tangki silinder vertikal dengan atap konis	1	30	D = 12,192 H = 16,213	<i>Carbon steel</i> (SA-283)	1	213.713

3. Alat Penyimpan Sementara

Tabel 3.3 Spesifikasi dan harga alat penyimpan sementara

Alat	Fungsi	Jenis	P (atm)	T (°C)	Ukuran (m)	Bahan Konstruksi	Jumlah	Harga (USD)
Feeder (FE-01)	Menampung <i>phthalic anhydride</i> dari silo (SL) ke <i>screw conveyor</i> (SC-02)	Tangki silinder vertikal dengan <i>conical bottom</i>	1	30	D = 0,6316 H = 0,0500	<i>Carbon steel</i> (SA-283)	1	2.959
Feeder (FE-02)	Menampung <i>phthalic anhydride</i> dari silo (SL) ke mixer (M)	Tangki silinder vertikal dengan <i>conical bottom</i>	1	30	D = 0,6316 H = 0,0500	<i>Carbon steel</i> (SA-283)	1	2.959

4. Kondensor dan Reboiler

Tabel 3.4 Spesifikasi dan harga kondensor

Alat	Fungsi	Jenis	A (ft ²)	Ukuran		Harga (USD)
				Shell (<i>Annulus</i>)	Tube (<i>Inner pipe</i>)	
CD-1	Mengembunkan hasil atas flash drum (FD) dengan pendingin air	<i>Double pipe</i>	0,31	ID = 2,07 OD = 2,38 L = 12 ft	ID = 1,38 OD = 1,66 <i>Hairpin</i> = 0.5	10.583

5. Alat Penukar Panas

Tabel 3.5 Spesifikasi dan harga alat penukar panas

Alat	Fungsi	Jenis	A (ft ²)	Ukuran		Harga (USD)
				Shell (Annulus)	Tube (Inner pipe)	
HE-01	Menaikkan suhu asam sulfat sebelum masuk reaktor dari 30 °C menjadi 60 °C dengan menggunakan pemanas <i>steam</i>	<i>Double pipe</i>	2,302	ID = 2,47 OD = 2,88 L = 12 ft	ID = 1,38 OD = 1,66 <i>Hairpin</i> = 1	797
HE-02	Menaikkan suhu keluaran <i>mixer</i> sebelum masuk reaktor dari 46,84 °C menjadi 60 °C dengan menggunakan pemanas <i>steam</i>	<i>Double pipe</i>	61,787	ID = 2,47 OD = 2,88 L = 20 ft	ID = 1,38 OD = 1,66 <i>Hairpin</i> = 4	1.821
HE-03	Menaikkan suhu umpan flash drum (FD) dari 110 °C menjadi 283,5 °C menggunakan media pemanas produk atas flash drum (FD)	<i>Shell and tube</i>	281,705	ID = 23,25 in Nt = 232 L = 16 ft Pitch = 1¼ in <i>triangular pitch</i> Pass = 2	OD = 1 in BWG = 16 ID = 0,87 in Pass = 4	18.89

6. Pompa dan Alat Transportasi Bahan

Tabel 3.6 Spesifikasi dan harga pompa

Alat	Fungsi	Jenis	Q (gpm)	Head (m)	Daya motor (Hp)	Bahan Konstruksi	Jumlah	Harga (USD)
P-01	Mengalirkan asam sulfat dari truk pengangkut ke tangki (T-02)	Sentrifugal	264,17	2,6251	1,5	<i>Stainless steel</i> (SA-167)	1	39.147
P-02	Mengalirkan <i>methanol</i> dari truk pengangkut ke tangki (T-02)	Sentrifugal	264,17	16,34	7	<i>Carbon steel</i> (SA-283)	1	39.147
P-03	Mengalirkan dan asam sulfat dari tangki (T-02) menuju reaktor (R)	Sentrifugal	7,90	6,4287	1	<i>Stainless steel</i> (SA-167)	1	32.546
P-04	Mengalirkan <i>methanol</i> dari tangki (T-01) menuju reaktor (R)	Sentrifugal	10,06	12,7021	0,5	<i>Carbon steel</i> (SA-283)	1	27.767
P-05	Mengalirkan keluaran <i>mixer</i> (M) menuju reaktor (R)	Sentrifugal	21,82	8,9821	0,5	<i>Stainless steel</i> (SA-167)	1	32.546
P-06	Mengalirkan keluaran Reaktor (R) menuju Dekanter (D)	Sentrifugal	22,28	5,2347	0,5	<i>Stainless steel</i> (SA-167)	1	32.546
P-07	Mengalirkan hasil bawah Dekanter (D) menuju Evaporator (E)	Sentrifugal	19,72	7,7563	0,5	<i>Stainless steel</i> (SA-167)	1	32.546

Tabel 3.6 Spesifikasi dan harga pompa (Lanjutan)

P-08	Mengalirkan hasil atas Dekanter (D) menuju UPL	Sentrifugal	2,59	3,9519	0,5	<i>Carbon steel</i> (SA-283)	1	29.019
BL-01	Mengalirkan hasil atas Evaporator (EV) menuju UPL	Sentrifugal	0,50	2,3297	0,5	<i>Carbon steel</i> (SA-283)	1	29.019
P-09	Mengalirkan produk bawah Evaporator (EV) menuju Flash Drum (FD)	Sentrifugal	201,12	3.9494	0,5	<i>Stainless steel</i> (SA-167)	1	32.546
P-10	Mengalirkan hasil bawah Flash Drum (FD) menuju UPL	Sentrifugal	3,07	1,0396	0,5	<i>Stainless steel</i> (SA-167)	1	32.546
P-11	Mengalirkan hasil atas Flash Drum (FD) menuju ke Tanki(T-03)	Sentrifugal	21,15	28,5774	1,5	<i>Stainless steel</i> (SA-167)	1	32.546
P-12	Mengalirkan produk dari Tanki (T-03) menuju truk pengangkut	Sentrifugal	16,42	3,4499	0,5	<i>Carbon steel</i> (SA-283)	1	32.546

Tabel 3.7 Spesifikasi dan harga alat transportasi bahan

Alat	Fungsi	Jenis	Panjang (m)	Putaran (rpm)	Daya motor (Hp)	Bahan Konstruksi	Jumlah	Harga (USD)
<i>Screw conveyor (SC-01)</i>	Memindahkan <i>phthalic anhydride</i> dari truk menuju silo (SL)	<i>Screw conveyor</i>	3,62	76	0,5	<i>Carbon steel (SA-283)</i>	1	1.821
<i>Screw conveyor (SC-02)</i>	Memindahkan <i>phthalic anhydride</i> dari silo (SL) menuju mixer (M)	<i>Screw conveyor</i>	14,98	76	2	<i>Carbon steel (SA-283)</i>	1	1.821
<i>Bucket elevator (BE-01)</i>	Menaikkan <i>phthalic anhydride</i> dari SC-01 menuju silo (SL)	<i>Bucket elevator</i>	19,23	43	2	<i>Carbon steel (SA-283)</i>	1	13.428
<i>Bucket elevator (BE-02)</i>	Menaikkan <i>phthalic anhydride</i> dari SC-02 menuju mixer (M)	<i>Bucket elevator</i>	5,46	43	2	<i>Carbon steel (SA-283)</i>	1	12.29

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Kapasitas Perancangan

Kapasitas perancangan pabrik ditentukan dengan membandingkan kebutuhan dalam negeri dan pabrik yang telah ada. meningkatnya kebutuhan *dimethyl phthalate* di Indonesia yang didapat dari data Badan Pusat Statistik. Dengan berkembangnya industri kimia saat ini khususnya *dimethyl phthalate* yang merupakan bahan kimia yang dapat digunakan sebagai *plasticizer*, bahan tambahan pembuatan plastik, tambahan dalam bahan pembasmi serangga, dengan didirikannya pabrik *dimethyl phthalate* diharapkan dapat membawa dampak positif bisa mengurangi impor *dimethyl phthalate* sehingga bisa menghemat devisa negara.

3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

Secara garis besar ada dua hal yang perlu diperhatikan dalam penyusunan rencana produksi, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal merupakan faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal merupakan kemampuan pabrik.

a. Kemampuan pasar

Kemampuan pasar dapat dibagi menjadi dua kemungkinan :

1. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
2. Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik, maka dari itu perlu ada 3 alternatif yang dapat:

- Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung-ruginya.
- Rencana produksi tetap mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan pada tahun berikutnya.
- Mencari daerah pemasaran lainnya.

b. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

- Material (bahan baku)
Target produksi yang diinginkan akan tercapai dengan penggunaan material yang memenuhi kualitas dan kuantitas.
- Manusia (tenaga kerja)
Tenaga kerja kurang terampil akan menimbulkan kerugian pabrik, maka dari itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilannya meningkat.
- Mesin (peralatan)
Ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan 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.