

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1. Uraian proses

Tahapan proses pembuatan isopropil alkohol dari propilen dan air dikelompokkan menjadi tiga tahap proses, yaitu :

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap reaksi pembentukan isopropil alkohol
3. Tahap pemurnian produk

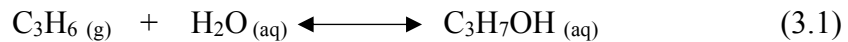
3.1.1. Tahapan Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan berupa propilena yang berfase gas, bahan baku diperoleh dari PT Pertamina RU VI yang berlokasi di Balongan, Jawa Barat. Propilena di bypass pada suhu 30°C dan bertekanan 90 atm yang selanjutnya disimpan di tangki penyimpanan *spherical*. sedangkan untuk bahan baku air diambil dari air proses yang di olah di utilitas.

3.1.2. Tahapan Reaksi Pembentukan Isopropil Alkohol

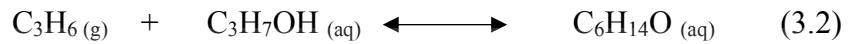
Reaksi antara propilena dengan air terjadi di dalam *Trickle Bed* yang berisi katalis *Amberlyst* yang beroperasi secara non-isothermal dan non-adiabatis dan tekanan 80 atm. Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis sehingga diperlukan pendingin *dowtherm A* pada reaktor agar suhu terjaga pada rentang suhu reaksi. Reaksi yang terjadi:

Reaksi Utama :



Propilen Air Isopropil Alkohol

Reaksi Samping :



Propilen. Isopropil Alkohol Diisopropil Ether

3.1.3. Tahapan Pemurnian Produk

Pada tahap pemurnian produk isopropil alkohol ini, aliran gas-cair hasil reaktor akan tekanannya pada *expander* (EX-01) lalu aliran di panaskan melalui *heater* (HE-02) kemudian dialirkan kedalam *separator* (S-101) yang bertujuan untuk memisahkan gas dan cairan, gas yang keluar, akan di *purge* terlebih dahulu lalu disimpan kembali ke Reaktor (R-101), sedangkan cairan yang keluar dari *separator* (S-101) di pompa lalu dipanaskan pada *heater* (H-03) hingga temperatur mencapai 98,64 °C sebelum dimasukkan ke dalam Menara distilasi (MD-01), dalam MD-01 bertujuan untuk memisahkan *exceeds* air untuk di recycle kembali ke reaktor (R-101), hasil atas MD-01 berupa campuran antara DIPE dan IPA serta sedikit air dialirkan ke MD-102, dalam MD-102 kemurnian isopropil alkohol belum mencapai 99,9%, maka dari itu diisopropil alkohol yang titik didihnya lebih rendah akan di pisahkan untuk menjadi produk samping, hasil atas MD-102 berupa diisopropil ether didinginkan terlebih dahulu melalui *cooler* (CL-01) lalu

dialirkan pada tangka penyimpanan diisopropil ether (T-102) dan aliran bawah diumpankan kembali ke dalam (MD-103), untuk mendapatkan produk isopropil alkohol dengan kemurnian 99,9% , hasil atas MD-103, yaitu isopropil alkohol akan dialirkan ke dalam T-103, hasil bawah berupa air akan dialirkan ke UPL.

3.2. Spesifikasi Alat

1. Tangki Penyimpanan

Tabel 3.1. Spesifikasi tangki penyimpanan propilen (T-01)

Spesifikasi Alat	T-01
Fungsi	Menyimpan bahan baku propilen
Jenis	Tangki berbentuk bola
Jumlah	1 buah
Suhu	30 °C
Tekanan	90 atm
Diameter tangki	23,6226 m
Volume	6902,0933 m ³
Tebal tangki	0,9652 m
Bahan	<i>Carbon Steel</i>
Harga	\$ 1.352.801

Tabel 3.2. Spesifikasi tangki penyimpanan diisopropil alkohol (T-02)

Spesifikasi Alat	T-02
Fungsi	Menyimpan produk samping diisopropil ether
Jenis	Tangki silinder tegak dengan alas datar (<i>flat bottom</i>) dengan atap berbentuk <i>conical</i>
Jumlah	1 buah
Suhu	30 °C
Tekanan	1 atm
Diameter tangki	7,620 m
Volume	222255,084 L = 222,255 m ³
Tebal <i>shell</i>	0,1875 in = 0,004763 m
Tebal <i>head</i>	1 in = 0,0254 m
Tinggi <i>head</i>	0,4618 m
Sudut	7,1953 <i>degree</i>
Tinggi total tangki	7,777 m
Bahan	<i>Carbon Steel</i>
Harga	\$ 75.670

Tabel 3.3. Spesifikasi tangki penyimpanan isopropil alkohol (T-03)

Spesifikasi Alat	T-03
Fungsi	Menyimpan produk isopropil alkohol
Jenis	Tangki silinder tegak dengan alas datar dengan atap berbentuk <i>conical</i>
Jumlah	1 buah
Suhu	30 °C
Tekanan	1 atm
Diameter tangki	13,716 m
Volume	1456482,219 L = 1456,482 m ³
Tebal <i>shell</i>	0,1875 in = 0,004763 m
Tebal <i>head</i>	1 in = 0,0254 m
Tinggi <i>head</i>	1,4298 m
Sudut	12,5917 <i>degree</i>
Tinggi total tangki	14,2314 m
Bahan	<i>Carbon Steel</i>
Harga	\$ 221.072

2. Reaktor

Tabel 3.4. Spesifikasi reaktor (R-01)

Spesifikasi alat	R-01
Fungsi	Mereaksikan Propilen dan air menjadi produk utama Isopropil Alkohol dan Diisopropil Ether sebagai produk samping
Tipe alat	Reaktor <i>Trickle Bed Multitube</i>
Volume reaktor	21,098 m ³
Tekanan	80 atm
Suhu	130°C
Diameter dalam <i>tube</i> (ID _t)	0,1 in
Diameter luar <i>tube</i> (OD _t)	0,884 in
Jumlah pipa	766
Diameter dalam <i>shell</i> (ID _s)	1,73 in
Diameter luar <i>shell</i> (OD _s)	1,816 in
Tebal shell	1,153 m
Jenis head	<i>Hemispherical Head</i>
Tinggi head	0,8382 m
Tebal head	0,0342 m
Jenis pendingin	<i>Dowtherm A</i>
Tebal isolator	0,049 m
Tinggi bed (z)	8,7 m
Tinggi total (L)	8,7423 m
Bahan	<i>Carbon Steel SA-212 Grade -A</i>
Jumlah	1 unit
Harga	\$ 2.253.500

3. Separator

Tabel 3.5. Spesifikasi separator (SP-01)

Spesifikasi alat	SP-01
Fungsi	Memisahkan keluaran dari R-101 yang berfasa cair dan gas
Bahan konstruksi	Stainless Steel SA-283 Grade C
Suhu	30 °C
Tekanan	1 atm
Diameter	96 in = 2,4384 m
Tinggi	474,12 in = 12,042 m
Waktu tinggal	10 menit
Jumlah	1 buah
Harga	\$ 22.000

4. Menara Distilasi

Tabel 3.6. Spesifikasi Menara distilasi 1 (MD-01)

Spesifikasi alat	MD-01
Fungsi	Memisahkan produk dengan air
Jenis	<i>Plat tower dengan sieve tray</i>
Tinggi menara	13,2874 m
Diameter menara	1,9812 m
Jumlah <i>plate</i>	29
<i>Tray spacing</i>	0,35 m
<i>Tray thickness</i>	3 mm = 0,003 m
Diameter <i>hole</i>	12 mm = 0,012 m
Jumlah <i>hole</i>	6634
Panjang <i>weir</i>	1,5255 m
Tinggi <i>weir</i>	40 mm
Material	<i>Stainless steel</i>
Harga	\$ 334.946,31

Tabel 3.7. Spesifikasi Menara distilasi 2 (MD-02)

Spesifikasi alat	MD-02
Fungsi	Memisahkan diisopropil ether dengan isopropil alkohol
Jenis	<i>Plat tower</i> dengan <i>sieve tray</i>
Tinggi menara	9,4947 m
Diameter menara	2,2860 m
Jumlah <i>plate</i>	21
Spesifikasi <i>tray</i> :	
<i>Tray spacing</i>	0,3 m
<i>Tray thickness</i>	
Diameter <i>hole</i>	12 mm = 0,012 m
Jumlah <i>hole</i>	11759
Panjang <i>weir</i>	1,7602 m
Tinggi <i>weir</i>	40 mm
Material	<i>Stainless steel</i>
Harga	\$ 334.946,31

Tabel 3.8. Spesifikasi Menara distilasi 3 (MD-03)

Spesifikasi alat	MD-03
Fungsi	Memisahkan isopropil alkohol dengan air
Jenis	<i>Plat tower</i> dengan <i>sieve tray</i>
Tinggi menara	14,2693 m
Diameter menara	2,2860 m
Jumlah <i>plate</i>	37
Spesifikasi <i>tray</i> :	
<i>Tray spacing</i>	0,3 m
<i>Tray thickness</i>	
Diameter <i>hole</i>	12 mm = 0,012 m
Jumlah <i>hole</i>	13276
Panjang <i>weir</i>	1,7602 m
Tinggi <i>weir</i>	40 mm
Material	<i>Stainless steel</i>
Harga	\$ 334.946,31

5. Condenser

Tabel 3.9. Spesifikasi condenser (CD-01), (CD-02), dan (CD-03)

Spesifikasi alat	CD-01	CD-02	CD-03
Fungsi	Mengembunkan distilat dari menara distilasi 1 (MD-01)	Mengembunkan distilat dari menara distilasi 2 (MD -102)	Mengembunkan distilat dari menara distilasi 3 (MD -102)
Jenis	<i>Shell and Tube</i>	<i>Shell and Tube</i>	<i>Shell and Tube</i>
Bahan	<i>Stainless steel</i> 316	<i>Stainless steel</i> 316	<i>Stainless steel</i> 316
Suhu masuk	82,73 °C	69,80 °C	82,64 °C
Suhu keluar	82 °C	69,14 °C	82,62 °C
Luas Transfer panas	1570,08 ft ²	1051,90 ft ²	1252,138 ft ²
<i>Cold fluid</i>	Air pendingin	Air pendingin	Air pendingin
ID <i>shell</i>	37 in	27 in	35 in
ID <i>tube</i>	1,12 in	1,37 in	1,12 in
<i>Hot Fluid</i>	Crude oil	Crude oil	Crude oil
OD	1,25 in	1,5 in	1,25 in
L	12 ft	20 ft	12 ft
Uc	84,66 btu/jam.ft ² .F	78,75 btu/jam.ft ² .F	93,09 btu/jam.ft ² .F
Ud	73,09 btu/jam.ft ² .F	71,58 btu/jam.ft ² .F	76,31 btu/jam.ft ² .F
Rd	0,001	0,001	0,002
Harga	\$ 97.528	\$ 79.472	\$ 87.074

6. Reboiler

Tabel 3.10. Spesifikasi reboiler (RB-01), (RB-02), dan (RB-03)

Spesifikasi alat	RB-01	RB-02	RB-03
Fungsi	Menguapkan kembali cairan <i>boMDom</i> sebagai refluks Menara Distilasi 1 (MD-01)	Menguapkan kembali cairan <i>boMDom</i> sebagai refluks Menara Distilasi 2 (MD-02)	Menguapkan kembali cairan <i>boMDom</i> sebagai refluks Menara Distilasi 3 (MD-03)
Jenis	<i>Shell and Tube</i>	<i>Shell and Tube</i>	<i>Shell and Tube</i>
Bahan	<i>Stainless steel SA-240 Grade S</i>	<i>Stainless steel SA-240 Grade S</i>	<i>Stainless steel SA-240 Grade S</i>
Suhu masuk	84,25 °C	67,42 °C	83,56 °C
Suhu keluar	100,15 °C	83,03 °C	99,45 °C
Luas Transfer panas	1084,82 ft ²	495,83 ft ²	862,806 ft ²
<i>Cold fluid</i>	Arus <i>boMDom</i> T-101	Arus <i>boMDom</i> T-102	Arus <i>boMDom</i> T-103
ID <i>shell</i>	29 in	19,25 in	25 in
ID <i>tube</i>	1,37 in	1,12 in	1,37 in
<i>Hot Fluid</i>	Steam	Steam	Steam
OD	1,5 in	1,25 in	1,5 in
L	20 ft	16 ft	20 ft
Uc	79,85 btu/jam.ft ² .F	84,78 btu/jam.ft ² .F	84,76 btu/jam.ft ² .F
Ud	73,57 btu/jam.ft ² .F	74,79 btu/jam.ft ² .F	74,93 btu/jam.ft ² .F
Rd	0,001	0,001	0,001
Harga	\$ 58.000	\$ 37.000	\$ 50.500

7. Accumulator

Tabel 3.11. Spesifikasi accumulator (ACC-01), (ACC-02), dan (ACC-03)

Spesifikasi alat	ACC-01	ACC-02	ACC-03
Fungsi	Tangki penyimpanan sementara hasil kondensasi Menara Distilasi 1 (MD -101)	Tangki penyimpanan sementara hasil kondensasi Menara Distilasi 2 (MD -102)	Tangki penyimpanan sementara hasil kondensasi Menara Distilasi 3 (MD-03)
Jenis	Tangki silinder horizontal	Tangki silinder horizontal	Tangki silinder horizontal
Fase	Cair	Cair	Cair
Diameter tangki	1 m	1 m	1 m
Volume	0,814 m ³	0,104 m ³	0,702 m ³
Panjang total	3 m	3 m	3 m
Tebal silinder	0,25 in	0,25 in	0,25 in
Tebal head	0,25 in	0,25 in	0,25 in
Bahan	<i>Stainless steel</i>	<i>Stainless steel</i>	<i>Stainless steel</i>
Harga	\$ 63.400	\$ 24.400	\$ 58.700

8. *Heat Exchanger*

Tabel 3.12. Spesifikasi heater (HE-01) dan (HE-02)

Spesifikasi alat	HE-01	HE-02
Fungsi	Menaikkan suhu uap dari tangki propilen (T-101) menuju Reaktor (R-101)	Menaikkan suhu aliran dari reaktor menuju separator
Jenis	<i>Double pipe</i>	<i>Double pipe</i>
Bahan	<i>Stainless steel SA-316</i>	<i>Stainless steel SA-316</i>
Suhu masuk	25 °C	14,1 °C
Suhu keluar	126,53 °C	30 °C
Luas Transfer panas	71,7552 ft ²	34,749 ft ²
Spesifikasi <i>Pipe</i>		
<i>Cold fluid</i>	Arus keluar Tangki propilen	Arus keluar Reaktor
ID	3,068 in	1,380 in
Spesifikasi <i>Annulus</i>		
<i>Hot Fluid</i>	Steam	Steam
ID	4,026 in	2,067 in
OD	4,5 in	2,38 in
L	12 ft	12 ft
Uc	65,267 btu/jam.ft ² .F	274,96 btu/jam.ft ² .F
Ud	56,85 btu/jam.ft ² .F	194,98 btu/jam.ft ² .F
Rd	0,002	0,001
Harga	\$ 15.100	\$ 1.000

Tabel 3.13. Spesifikasi heater (HE-03) dan (HE-04)

Spesifikasi alat	HE-03	HE-04
Fungsi	Menaikkan suhu aliran dari separator menuju Menara distilasi 1 (MD-01)	Menaikkan suhu aliran dari MP-01 menuju Reaktor (R-101)
Jenis	<i>Double pipe</i>	<i>Double pipe</i>
Bahan		
Suhu masuk	30 °C	95 °C
Suhu keluar	98,63 °C	126,53 °C
Luas Transfer panas	191,93 ft ²	126,571 ft ²
Spesifikasi <i>Pipe</i>		
<i>Cold fluid</i>	Arus keluar Separator(S-101)	Arus keluar mixing Point (MP-101)
ID	3,068 in	1,380 in
Spesifikasi <i>Annulus</i>		
<i>Hot Fluid</i>	Steam	Steam
ID	4,026 in	2,067 in
OD	4,5 in	2,38 in
L	12 ft	12 ft
Uc	270,776 btu/jam.ft ² .F	248,27 btu/jam.ft ² .F
Ud	191,05 btu/jam.ft ² .F	192,90 btu/jam.ft ² .F
Rd	0,001	0,001
Harga	\$ 14.600	\$ 13.500

Tabel 3.14. Spesifikasi cooler (CL-01), (CL-02), dan (CL-03)

Spesifikasi alat	CL-01	CL-02	CL-03
Fungsi	Menurunkan suhu aliran atas Menara Distilasi 2 (MD-02) menuju (T-102)	Menurunkan suhu aliran atas Menara Distilasi 3 (MD-02) menuju (T-102)	Menurunkan suhu aliran bawah Menara Distilasi 3 (MD-02) menuju (T-102)
Jenis	<i>Double pipe</i>	<i>Shell and Tube</i>	<i>Double Pipe</i>
Bahan	<i>Stainless steel SA 316</i>	<i>Stainless steel SA 316</i>	<i>Stainless steel SA 316</i>
Suhu masuk	69,80°C	82,64°C	99,45°C
Suhu keluar	30°C	30°C	30°C
Luas Transfer panas	39,086 ft ²	576,446 ft ²	5,4527 ft ²
Spesifikasi Pipe/ Shell			
<i>Cold fluid</i>	Air pendingin	Air pendingin	Air pendingin
ID	2,323 in	15,25 in	1,380 in
Spesifikasi Annulus/Tube			
<i>Hot Fluid</i>	Arus keluar aliran atas Menara Distilasi 2 (MD-02)	Arus keluar aliran atas Menara Distilasi 3 (MD-02)	Arus keluar aliran bawah Menara Distilasi 3 (MD-02)
ID	2,067 in = 0,052 m	1,12 in	2,067 in = 0,052 m
OD	2,38 in = 0,060 m	1,25 in	2,38 in = 0,060 m
L	12 ft = 3,657 m	15 ft	10 ft
Uc	90,89 btu/jam.ft ² .F	55,68 btu/jam.ft ² .F	98,99 btu/jam.ft ² .F
Ud	76,12 btu/jam.ft ² .F	50, 20 btu/jam.ft ² .F	84,50 btu/jam.ft ² .F
Rd	0,002	0,001	0,0017
Harga	\$ 13.500	\$ 31.600	\$ 11.800

9. Pompa

Tabel 3.15. Spesifikasi Pompa

Spesifikasi Alat	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06	P-07	P-08	P-09
Fungsi	Mengalirkan air proses menuju MP-01	Mengalirkan keluaran MP-01 menuju R-01	Mengalirkan keluaran SP-01 menuju MD-01	Mengalirkan keluaran atas MD-01 menuju MD-02	Mengalirkan keluaran bawah MD-01 menuju MP-01	Mengalirkan keluaran atas MD-02 menuju T-02	Mengalirkan keluaran bawah MD-02 menuju MD-03	Mengalirkan keluaran atas MD-03 menuju T-03	Mengalirkan keluaran bawah MD-03 menuju UPL
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>								
Jumlah	2 buah								
Diameter optimal	0,2655 in	0,97	1,01 in	0,51 in	0,925 in	0,198 in	0,484 in	0,4969 in	0,059
Factor friksi	0,025	0,026	0,03	0,035	0,0265	0,037	0,0330	0,035	0,135
Head pompa	5,009 ft	2926,07 ft	5,34 ft	5,36 ft	6,1645 ft	5,266 ft	6,0496 ft	6,3383 ft	4,942 ft
Daya	0,05	15	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Harga	\$ 10.000	\$ 15.600	\$ 13.700	\$ 13.200	\$ 12.700	\$ 11.400	\$ 8.900	\$ 8.200	\$ 900

10. Expansion Valve

Tabel 3.16. Spesifikasi expansion valve (EV-01)

Spesifikasi alat	EV-01
Fungsi	Menurunkan tekanan uap propilen dari Tangki (T-01) menuju Reaktor (R-01)
Jenis	<i>Globe valve</i>
Diameter opt	1,933 in
Ukuran pipa :	
ID (in)	2,067
Sch N	40
NPS (in)	2 in
Jumlah	1 unit
Harga	\$ 1.500

11. Expander

Tabel 3.15. Spesifikasi expander (EX-01)

Spesifikasi Alat	EX-01
Fungsi	Menurunkan tekanan aliran dari reaktor (R-01) menuju separator (SP-01).
Daya	100 Hp
Harga	\$ 25.000

12. Compressor

Tabel 3.16. Spesifikasi compressor (C-01)

Spesifikasi Alat	C-01
Fungsi	Menurunkan tekanan aliran dari reaktor (R-01) menuju separator (SP-01).
Stage	2
Daya	7,5 Hp
Harga	\$ 7.700

3.3. Perencanaan Produksi

3.3.1. Kapasitas Perancangan

Kapasitas perancangan pabrik Isopropil Alkohol ditentukan dengan meningkatnya kebutuhan Indonesia yang didapat dari data UN.data. Dengan berkembangnya industri kimia khususnya Isopropil Alkohol, merupakan bahan kimia yang dapat digunakan sebagai agen dehidrasi dan agen pembersih di farmasi, kosmetik, plastik, parfum, pelapis dan industri elektronik.

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 menyakut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

a. Kemampuan pasar

Kemampuan pasar dapat dibagi menjadi dua yaitu :

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 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 mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
- Mencari daerah pemasaran.

b. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, diantaranya:

1. Material (bahan baku)

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

2. Manusia (tenaga kerja)

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

3. 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.

