

## **BAB III**

### **PERANCANGAN PROSES**

#### **3.1. Uraian Proses**

Proses pembuatan propilen glikol dibagi menjadi empat tahap, yaitu :

1. Tahap penyimpanan bahan baku
2. Tahap persiapan bahan baku (*pre-treatment*)
3. Tahap reaksi
4. Tahap pemurnian produk (*purification*)

##### **3.1.1. Tahap Penyimpanan Bahan Baku**

Bahan baku utama untuk memproduksi propilen glikol adalah propilen oksida. Propilen oksida disimpan pada suhu 30°C dengan tekanan 1,85 atm. Hal ini dilakukan agar propilen oksida tetap dalam fase cair. Sedangkan untuk air disimpan pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Propilen oksida diperoleh dengan kemurnian 99,98% dan untuk metil format diperoleh dengan kemurnian 98%. Penyimpanan katalis dilakukan pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm.

##### **3.1.2. Tahap Persiapan Bahan Baku**

Tahap persiapan bahan baku bertujuan untuk menyiapkan propilen oksida, air, dan katalis metil format sebelum masuk reaktor. Propilen oksida dari ST-01, air dari ST-02, dan katalis dari ST-03 dipanaskan dan ditekan

sampai suhu 150°C dan tekanan 13,61 atm. Suhu dan tekanan ini disesuaikan dengan kondisi operasi dalam reaktor.

### **3.1.3. Tahap Reaksi**

Umpan masuk reaktor terdiri dari arus umpan dari tangki propilen oksida (ST-01), tangki air (ST-02), dan tangki metil format (ST-03), arus *recycle* produk atas *flash drum* (FD) dan arus *recycle* produk atas menara distilasi (MD-01). Rasio mol propilen oksida dan air yang digunakan adalah 1 : 3 dan katalis sebanyak 0,05% dari mol total propilen oksida. Konversi reaksi yang terjadi sebesar 92% dengan selektivitas 88,5% membentuk propilen glikol dan 11,5% membentuk dipropilen glikol (Robeson dan Webb, 1950).

Reaktor yang digunakan dalam proses pembuatan propilen glikol adalah Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dengan kondisi operasi pada suhu 150°C dan tekanan 1 atm. Reaksi pembentukan propilen glikol merupakan reaksi eksotermis, sehingga dalam proses reaksinya diperlukan pendingin agar kondisi operasi dapat terjaga sesuai yang diinginkan. Pendingin yang digunakan adalah jaket pendingin dengan media pendinginnya adalah air.

### **3.1.4. Tahap pemurnian produk**

Proses ini berfungsi memisahkan propilen glikol dari dipropilen glikol dan impuritis lainnya untuk mendapatkan propilen glikol dengan kemurnian 99,5%. Tahap pemurnian produk ini terdiri dari :

- Hasil reaksi dari reaktor dialirkan ke *flash drum* untuk dipisahkan sebagian propilen oksida sisa, air, metil format, etilen oksida dan propionaldehid dari propilen glikol dan dipropilen glikol. Sebelum masuk ke *flash drum*, produk dari reaktor (R-01) harus diturunkan tekanannya terlebih dahulu menggunakan *expansion valve*. Produk atas dari *flash drum* (FD) kemudian di kondensasi dan di-*recycle* menuju reaktor. Hal ini bertujuan untuk memanfaatkan sisa propilen oksida, air, dan metil format. Namun sebelum di-*recycle*, beberapa komponen produk atas *flash drum* (FD) di-*purging* terlebih dahulu untuk menghilangkan etilen oksida dan propionaldehid. Produk bawah dari *flash drum* (FD) ini dialirkan ke menara distilasi 1 untuk pemurnian lebih lanjut.
- Menara distilasi 1 (MD-01) bertujuan untuk memisahkan sebagian besar air dan propilen oksida yang terikut dalam produk bawah *flash drum* (FD). Hasil atas dari menara distilasi 1 (MD-01) di-*recycle* ke reaktor (R-01), sedangkan hasil bawah adalah campuran yang mengandung sebagian besar propilen glikol. Kemudian hasil bawah tersebut dimurnikan kembali ke menara distilasi 2 (MD-02) untuk memisahkan produk utama yaitu propilen glikol dengan produk samping dipropilen glikol.
- Dalam menara distilasi 2 (MD-02) terjadi pemisahan antara propilen glikol dengan dipropilen glikol. Hasil atas dari MD-02 adalah propilen glikol dengan kemurnian 99,5% dan hasil bawah adalah dipropilen glikol dengan kemurnian 98,75%.

## 3.2. Spesifikasi Alat

### 3.2.1. Reaktor

Kode	: R-01
Fungsi	: Mereaksikan propilen oksida sebanyak 8.866,61 kg/jam dan air sebanyak 2.777,49 kg/jam untuk membentuk propilen glikol.
Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel</i>
Kapasitas	: 3,60 m <sup>3</sup> /jam
Waktu tinggal	: 9 menit
Tekanan	: 13,61 atm
Suhu	: 150°C
Jumlah	: 1 buah
Dimensi tangki	: Diameter shell = 1,53 m Tinggi shell = 1,83 m Tebal shell = 0,75 m Tinggi head = 0,36 m Tebal head = 0,03 m Tinggi total = 2,60 m
Jenis pengaduk	: <i>Disc six flat-blade open turbine</i>
Dimensi pengaduk	: Diameter = 0,52 m Tinggi = 0,52 m Lebar = 0,16 m

	Jarak dari dasar	= 0,52 m
	Jumlah <i>impeller</i>	= 1 buah
	Power	= 14,75 kJ/s
Jenis pendingin	: <i>Jacket</i>	
Dimensi pendingin	: Tebal	= 0,36 m
	Tekanan desain	= 15,17 atm
	Waktu tinggal	= 0,15 jam

### 3.2.2. *Flash Drum*

Kode	: FD-01, FD-02
Fungsi	: Memisahkan sebagian air, propilen oksida, katalis dan <i>impurities</i> dari produk.
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless steel</i>
Kapasitas	: 91,82 m <sup>3</sup> /jam
Tekanan	: 2 atm
Suhu	: 30°C
Jumlah	: 2 buah
Dimensi	: Diameter luar = 1,77 m
	Diameter dalam = 1,75 m
	Tinggi tangki = 5,60 m
	Tebal shell = 0,006 m
	Tebal head = 0,006 m
	Tekanan desain = 1,10 atm

### 3.2.3. Menara Distilasi

Tabel 3.1. Spesifikasi menara distilasi

Kode	MD-01	MD-02
Fungsi	Memisahkan propilen glikol, dipropilen glikol, air, dan propilen oksida sebanyak 12321,42 kg/jam.	Memisahkan propilen glikol, dipropilen glikol, air, dan propilen oksida sebanyak 11641,08 kg/jam.
Jenis	<i>Plate tower (sieve tray)</i>	<i>Plate tower (sieve tray)</i>
Bahan konstruksi	<i>Stainless steel</i>	<i>Stainless steel</i>
Jumlah (buah)	1	1
Dimensi :		
- Diameter luar (m)	3,20	2,13
- Tinggi menara (m)	10,08	14,88
- Tebal shell (m)	0,01	0,01
- Tebal head (m)	0,01	0,01
- Jumlah stage	33	72
Tray :		
- Diameter tray (m)	2,15	2,05
- Diameter lubang (m)	0,01	0,01
- Hole pitch (m)	0,02	0,02
- Jumlah hole (buah)	9.981	2.596
- Turn down ratio	0,80	0,80
- Material tray	<i>Stainless steel</i>	<i>Stainless steel</i>
- Material downcomer	<i>Stainless steel</i>	<i>Stainless steel</i>
- Tray spacing (m)	0,25	0,25
- Tray thickness (m)	0,003	0,003
- Panjang weir (m)	4,30	1,76
- Tinggi weir (m)	0,05	0,07
- Total pressure drop (atm)	0,15	0,14
Efisiensi Plate (%)	80,12	80
Tekanan desain (atm)	1,21	1,21

### 3.2.4. Kondenser

Tabel 3.2. Spesifikasi kondenser

Kode	CD-01, CD-02		CD-3		CD-04	
Fungsi	Untuk mengembunkan hasil atas <i>flash drum</i> .		Untuk mengembunkan hasil atas (distilat) pada menara distilasi 1.		Untuk mengembunkan hasil atas (distilat) pada menara distilasi 2.	
Jenis	<i>Shell and tube</i>		<i>Double pipe</i>		<i>Double pipe</i>	
Pendingin	Air pendingin		Air pendingin		Air pendingin	
Aliran fluida annulus	Distilat <i>flash drum</i>		Distilat menara distilasi 1		Distilat menara distilasi 2	
Aliran fluida pipe	Air pendingin		Air pendingin		Air pendingin	
Luas transfer panas (m <sup>2</sup> )	588,92		3,02		0,28	
Kondisi operasi pendingin/steam :						
- Laju alir (kg./jam)	257.948,31		2.304,95		198,48	
- Tekanan (atm)	1		1		1	
- Tin (°C)	30		30		30	
- Tout (°C)	90		50		50	
Spesifikasi :	<b>Shell</b>	<b>Tube</b>	<b>Annulus</b>	<b>Pipe</b>	<b>Annulus</b>	<b>Pipe</b>
- IPS (m)			0,08	0,05	0,06	0,03
- ID (m)	0,89	0,03	0,08	0,05	0,06	0,04
- OD (m)		0,03	0,09	0,06	0,07	0,04
- Panjang (m)	6,10		1,83		0,61	
- Jumlah hairpin	-		3		1	
- Pressure drop (atm)	0,00	0,10	0,08	0,03	0,01	0,0001
- Dirt factor (Rd)	0,0057		0,01		0,14	
- Ud (W/m <sup>2</sup> C)	311,12		296,07		236,73	
- Uc (W/m <sup>2</sup> C)	450,62		350,97		270,57	
- Bahan konstruksi	<i>stainless</i>	<i>stainless</i>	<i>carbon</i>	<i>carbon</i>	<i>carbon</i>	<i>carbon</i>
-	<i>steel</i>	<i>steel</i>	<i>steel</i>	<i>steel</i>	<i>steel</i>	<i>steel</i>

### 3.2.5. Reboiler

Tabel 3.3. Spesifikasi reboiler

Kode	RE-01	RE-02
Fungsi	Untuk memanaskan hasil bawah (bottom) pada menara distilasi 1.	Untuk memanaskan hasil bawah (bottom) pada menara distilasi 2.
Jenis	Kettle Reboiler	Kettle Reboiler
Pemanas	Steam jenuh	Steam jenuh
Aliran fluida annulus	Steam jenuh	Steam jenuh
Aliran fluida pipe	Bottom menara distilasi 1	Bottom menara distilasi 2
Luas transfer panas (m <sup>2</sup> )	3,48	0,37
Kondisi operasi pendingin/steam :		
- Laju alir (kg./jam)	11.458,10	207,27
- Tekanan (atm)	10,41	10,41
- Tin (°C)	250	250
- Tout (°C)	190	240
Spesifikasi :	<b>Annulus</b>	<b>Pipe</b>
- IPS (m)	0,20	0,05
- ID (m)	0,20	0,05
- OD (m)	0,22	0,06
- Panjang (m)	0,61	1,83
- Jumlah hairpin	1	3
- Pressure drop (atm)	0,20	0,32
- Dirt factor (Rd)	0,01	0,05
- Ud (W/m <sup>2</sup> C)	712,34	36,08
- Uc (W/m <sup>2</sup> C)	3284,37	53,15
- Bahan konstruksi	<i>carbon steel</i>	<i>carbon steel</i>
		<i>carbon steel</i>
		<i>carbon steel</i>

### 3.2.6. Tangki Penyimpan (*Storage*)

Tabel 3.4. Spesifikasi tangki penyimpanan (*storage*)

Kode	ST-01 (A/B/C)	ST-02	ST-03	ST-04	ST-05
Fungsi	Menyimpan kebutuhan propilen oksida sebanyak 2.990.679,303 kg selama 14 hari.	Menyimpan kebutuhan air sebanyak 465.600,148 kg selama 7 hari.	Menyimpan kebutuhan sebanyak 3.891,62 kg katalis selama 30 hari.	Menyimpan propilen glikol sebanyak 3.891,62 kg selama 14 hari.	Menyimpan di-propilen glikol sebanyak 729.585,41 kg selama 14 hari.
Jenis	Silinder tegak dengan dasar datar (flat bottom) dan atap (head) berbentuk torispherical	Silinder tegak dengan dasar datar (flat bottom) dan atap (head) berbentuk conical	Silinder tegak dengan dasar datar (flat bottom) dan atap berbentuk conical	Silinder tegak dengan dasar datar (flat bottom) dan atap berbentuk conical	Silinder tegak dengan dasar datar datar (flat bottom) dan atap (head) berbentuk conical
Jumlah	3 buah	1 buah	1 buah	1 buah	1 buah
Bahan Konstruksi	Carbon stell	Carbon stell	Stainless steel	Carbon stell	Carbon stell
Kapasitas (m <sup>3</sup> /jam)	1.464,14	546,23	3,56	3.713,29	872,69
Tekanan (atm)	1,85	1	1	1	1
Suhu (°C)	30	30	30	30	30
Dimensi :					
Diameter tangki (m)	10,68	7,63	4,58	21,35	15,25
Tinggi shell (m)	3,05	2,75	1,83	10,98	7,32
Tebal shell (m)	0,01	0,05	0,19	0,62	0,27
Tinggi head (m)	1,67	1,48	0,90	2,64	3,66
Tebal head (m)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,005
Tinggi total (m)	4,72	4,22	2,73	13,62	10,98
Tinggi larutan maks (m)	2,44	2,20	0,30	10,96	7,30
Tekanan Desain (atm)	2,19	1,3	1,36	2,3	1,89

### 3.2.7. Heat Exchanger

Tabel 3.5. Spesifikasi *heat exchanger*

<b>Kode</b>	<b>HE-01</b>		<b>HE-02</b>		<b>HE-03</b>	
Fungsi	Memanaskan propilen oksida dari tangki penyimpanan (ST-01) sebanyak 8.866,61 kg/jam sebelum masuk reaktor.		Memanaskan air dari tangki penyimpanan (ST-02) sebanyak 2.777,49 kg/jam sebelum masuk reaktor.		Memanaskan metil format dari tangki penyimpanan (ST-03) sebanyak 0,47 kg/jam sebelum masuk reaktor.	
Jenis	<i>Double pipe</i>		<i>Double pipe</i>		<i>Double pipe</i>	
Pemanas/pendingin	Steam jenuh		Steam jenuh		Steam jenuh	
Aliran fluida annulus	Steam jenuh		Arus 2		Arus 3	
Aliran fluida pipe	Arus 1		Steam jenuh		Steam jenuh	
Luas transfer panas (m <sup>2</sup> )	7,64		8,30		0,0003	
Kondisi operasi pendingin/steam :						
- Laju alir (kg/jam)	8.719,19		7.095,54		1,05	
- Tekanan (atm)	10,41		10,41		10,41	
- Tin (°C)	250		250		250	
- Tout (°C)	120		150		200	
Spesifikasi	<b>Annulus</b>	<b>Pipe</b>	<b>Annulus</b>	<b>Pipe</b>	<b>Annulus</b>	<b>Pipe</b>
- IPS (m)	0,15	0,04	0,20	0,15	0,06	0,03
- ID (m)	0,15	0,04	0,20	0,15	0,06	0,04
- OD (m)	0,17	0,05	0,22	0,17	0,07	0,04
- Panjang (m)	1,22		1,22		0,61	
- Jumlah hairpin	2		2		1	
- Pressure drop (atm)	0,58	0,33	0,003	0,213	0,0002	0,0002
- Dirt factor (Rd)	0,004		0,005		24,02	

Tabel 3.6. Spesifikasi heat exchanger (lanjutan)

- Ud (W/m <sup>2</sup> C)	1.039,31		456,97		0,23	
- Uc (W/m <sup>2</sup> C)	3.628,94		759,15		6,66	
- Bahan konstruksi	<i>carbon steel</i>	<i>carbon steel</i>	<i>carbon steel</i>	<i>carbon steel</i>	<i>stainless steel</i>	<i>stainless steel</i>

Tabel 3.7. Spesifikasi *heat exchanger* (lanjutan)

<b>Kode</b>	<b>HE-04</b>		<b>HE-05</b>		<b>HE-06</b>	
Fungsi	Mendinginkan arus 8 yang keluar dari <i>flash drum</i> sebanyak 8.866,61 kg/jam sebelum masuk menara distilasi 1 (MD-01).		Memanaskan arus 9 yang keluar dari menara distilasi 1 sebanyak 680,34 kg/jam sebelum di- <i>recycle</i> ke reaktor.		Memanaskan arus 10 yang keluar dari menara distilasi 1 sebanyak 11.641,08 kg/jam sebelum masuk menara distilasi 2 (MD-02).	
Jenis	<i>Double pipe</i>		<i>Double pipe</i>		<i>Double pipe</i>	
Pemanas/pendingin	Air pendingin		Steam jenuh		Steam jenuh	
Aliran fluida annulus	Arus 8		Arus 9		Arus 10	
Luas transfer panas (m <sup>2</sup> )	5,33		0,91		0,58	
Kondisi operasi pendingin/steam :						
- Laju alir (kg/jam)	17.887,11		690,34		1.070,49	
- Tekanan (atm)	1		10,41		10,41	
- Tin (°C)	28		200		210	
- Tout (°C)	40		150		200	
Spesifikasi :	<b>Annulus</b>	<b>Pipe</b>	<b>Annulus</b>	<b>Pipe</b>	<b>Annulus</b>	<b>Pipe</b>
- IPS (m)	0,15	0,08	0,10	0,08	0,15	0,08
- ID (m)	0,15	0,08	0,10	0,08	0,15	0,08
- OD (m)	0,17	0,09	0,11	0,09	0,17	0,09
- Panjang (m)	1,22		0,61		0,61	
- Jumlah hairpin	2		1		1	
- Pressure drop (atm)	0,02	0,15	0,34	0,03	0,02	0,0008
- dirt factor (Rd)	0,007		0,017		0,031	
- Ud (W/m <sup>2</sup> C)	847,03		343,67		162,02	
- Uc (W/m <sup>2</sup> C)	1.533,12		419,92		1.484,27	
- Bahan konstruksi	<i>stainless steel</i>	<i>carbon steel</i>	<i>carbon steel</i>	<i>carbon steel</i>	<i>carbon steel</i>	<i>carbon steel</i>

Tabel 3.8. Spesifikasi *heat exchanger* (lanjutan)

<b>Kode</b>	<b>HE-07</b>		<b>HE-08</b>	
Fungsi	Mendinginkan produk propilen glikol dari menara distilasi 1 (MD-01) sebanyak 9.469,70 kg/jam sebelum masuk tangki penyimpanan (ST-04).		Mendinginkan produk dipropilen glikol dari menara distilasi 2 (MD-02) sebanyak 2.171,39 kg/jam sebelum masuk tangki penyimpanan (ST-05).	
Jenis	<i>Shell and tube heat exchanger</i>		<i>Shell and tube heat exchanger</i>	
Pemanas	Air pendingin		Air pendingin	
Aliran fluida shell	Arus 11		Arus 12	
Aliran fluida tube	Air pendingin		Air pendingin	
Luas transfer panas (m <sup>2</sup> )	59,92		30,32	
Kondisi operasi pendingin/steam :				
- Laju alir (kg/jam)	15.752,33		6.815,79	
- Tekanan (atm)	1		1	
- Tin (°C)	28		28	
- Tout (°C)	70		80	
Spesifikasi :	<b>Shell</b>	<b>Tube</b>	<b>Shell</b>	<b>Tube</b>
- Passes	2	4	1	2
- ID (m)	0,44	0,02	0,34	0,02
- OD (m)		0,02		0,03
- Panjang (m)	6,10		6,10	
- Ketebalan (m)	0,01	0,001	0,01	0,032
- Jarak baffle (m)	0,09		0,07	
- Pitch (m)		0,03		0,03
- Jumlah tube		178		66
- BWG		18		18

Tabel 3.9. Spesifikasi heat exchanger (lanjutan)

- Susunan tube		<i>triangular pitch</i>		<i>triangular pitch</i>
- Pressure drop (atm)	0,02	0,07	0,067	0,01
- Ud (W/m <sup>2</sup> C)	524,11		0,01	
- Uc (W/m <sup>2</sup> C)	981,91		536,33	
- Dirt factor (Rd)	0,01		1.106,39	
- Bahan konstruksi	<i>carbon steel</i>	<i>carbon steel</i>	<i>carbon steel</i>	<i>carbon steel</i>

### 3.2.8. Spesifikasi Pompa

Tabel 3.10. Spesifikasi pompa

Kode	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05
Fungsi	Mengalirkan dan menaikkan tekanan propilen oksida dari tangki penyimpanan (ST-01) menuju reaktor.	Mengalirkan dan menaikkan tekanan air dari tangki penyimpanan (ST-02) menuju reaktor.	Mengalirkan dan menaikkan tekanan metil format dari tangki penyimpanan (ST-03) menuju reaktor.	Mengalirkan dan menurunkan tekanan produk reaktor menuju <i>flash drum</i> (FD-01 dan FD-02).	Mengalirkan hasil bawah flash drum 1 (FD-01) menuju menara distilasi 1 (MD-01).
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Reciprocating pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas (gpm)	47,78	11,96	29,63	92,91	29,63
Dimensi pipa :					
- IPS (in)	1 1/2	3/4	1/8	2	1 1/4
- Sch.No.	40	40	40	40	40
- OD (in)	1 8/9	1	2/5	2 3/8	1 2/3
- ID (in)	1 3/5	5/6	1/4	2	1 3/8
Head pompa (ft)	15,56	14,39	7,12	25,90	1,91
<i>Friction head</i> (ft)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Static head</i> (ft)	85,43	85,43	85,43	216,54	19,69
Effisiensi motor	57%	40%	40%	68%	51%
Motor standar (HP)	0,50	0,25	0,05	2,00	0,08
<i>Spesific speed</i> (rpm)	564,60	299,50	6,82	537,17	2.146,57
Bahan konstruksi	<i>commercial steel</i>	<i>commercial steel</i>	<i>commercial steel</i>	<i>commercial steel</i>	<i>commercial steel</i>

Tabel 3.11. Spesifikasi pompa (lanjutan)

Kode	P-06	P-07	P-08	P-09	P-10
Fungsi	Mengalirkan dan menaikkan tekanan hasil atas <i>flash drum</i> (FD-01 dan FD-02) sebelum masuk reaktor.	Mengalirkan hasil bawah <i>flash drum</i> 2 (FD-02) menuju menara distilasi 1 (MD-01).	Mengalirkan hasil reflux menara distilasi 1 (MD-01).	Mengalirkan hasil atas menara distilasi 1 (MD-01) menuju reaktor.	Mengalirkan dan menurunkan tekanan hasil bawah menara distilasi 1 (MD-01) menuju menara distilasi 2 (MD-02).
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas (gpm)	39,16	29,63	32,50	32,50	55,79
Dimensi pipa :		0			
- IPS (in)	1 ½	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/2
- Sch.No.	40	40	40	40	40
- OD (in)	1 8/9	1 2/3	1 2/3	1 2/3	1 8/9
- ID (in)	1 3/5	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/5
Head pompa (ft)	29,69	1,91	56,24	56,24	59,18
<i>Friction head</i> (ft)	5,57	0,00	67,04	67,04	102,28
<i>Static head</i> (ft)	1,64	19,69	607,87	607,87	607,87
Efisiensi motor	55 %	51%	55%	55%	59%
Motor standar (HP)	1,5	0,08	1,50	1,50	3,00
<i>Specific speed</i> (rpm)	102,67	2.146,57	365,34	365,34	460,78
Bahan konstruksi	<i>commercial steel</i>	<i>commercial steel</i>	<i>commercial steel</i>	<i>commercial steel</i>	<i>commercial steel</i>

Tabel 3.12. Spesifikasi pompa (lanjutan)

Kode	P-11	P-12
Fungsi	Mengalirkan hasil atas menara distilasi 2 (MD-02) menuju tangki penyimpanan (ST-04).	Mengalirkan hasil bawah menara distilasi 2 (MD-02) menuju tangki penyimpanan (ST-05).
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas (gpm)	45,10	10,69
Dimensi pipa :		
- IPS (in)	1 1/2	3/4
- Sch.No.	40	40
- OD (in)	1 8/9	1
- ID (in)	1 3/5	5/6
Head pompa (ft)	62,66	57,18
<i>Friction head</i> (ft)	2,66	78,34
<i>Static head</i> (ft)	749,21	607,87
Efisiensi motor	58%	40%
Motor standar (HP)	2,00	0,75
<i>Spesific speed</i> (rpm)	192,94	0,02
Bahan konstruksi	<i>commercial steel</i>	<i>commercial steel</i>

### **3.2.9. Expansion Valve**

Kode : EV-01

Fungsi : Menurunkan tekanan keluaran reaktor dari 13,61 atm  
menjadi 1 atm

Jenis : *Globe Valve Half Open*

Bahan konstruksi : *Comercial stainless steel (Austenitic) AISI tipe 316*

Dimensi : Diameter dalam = 0,05 m  
Diameter luar = 0,06 m  
a't = 0,09 m

### **3.3. Perancangan Produksi**

#### **3.3.1. Analisis kebutuhan bahan baku**

Analisis kebutuhan bahan baku berkaitan dengan ketersediaan bahan baku terhadap kebutuhan kapasitas pabrik. Dari hasil perhitungan, untuk memproduksi 1 kg propilen glikol maka dibutuhkan bahan baku propilen oksida sebanyak 0,94 kg; air sebanyak 3,4 kg; dan katalis metil format sebanyak 0,04 kg. Sementara itu pada unit utilitas dibutuhkan air pendingin sebanyak 7,23 kg; steam sebanyak 4,45 kg; listrik sebesar 0,005 HP; udara instrument sebanyak 0,004 m<sup>3</sup> dan bahan bakar sebanyak 0,0009 L.

#### **3.3.2. Analisis kebutuhan alat proses**

Analisis kebutuhan alat proses meliputi kemampuan peralatan untuk menjalankan proses, umur atau jam kerja dari peralatan, dan perawatannya. Analisis kebutuhan peralatan proses berfungsi untuk mengetahui rincian anggaran biaya yang diperlukan untuk pembelian maupun perawatan peralatan proses.