

## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

#### 3.1 Uraian Proses

Bahan baku dari mobil pengiriman bahan baku di umpangkan menggunakan pompa-01 menuju ke tangki bahan baku T-01 isobuthylen cair ( $i\text{-C}_4\text{H}_8$ ) dari tangki penyimpanan bahan baku pada suhu  $30\text{ }^\circ\text{C}$  tekanan 1 atm diumpangkan dengan menggunakan pompa-02 menuju ke vaporizer-01 yang kemudian diumpangkan ke dalam reactor fixed bed multitube-01 pada suhu  $70\text{ }^\circ\text{C}$  tekanan 11 atm untuk direaksikan dan air dari utilitas diumpangkan dengan menggunakan pompa-06 menuju ke vaporizer-02 yang kemudian menuju ke dalam reactor fixed bed multitube-01 pada suhu  $70\text{ }^\circ\text{C}$  tekanan 11 atm untuk direaksikan secara bersamaan. Di dalam reactor terjadi reaksi antara isobuthylena ( $i\text{-C}_4\text{H}_8$ ) dengan air menjadi Tersier Butil Alkhol / TBA ( $i\text{-C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ ) dengan menggunakan bantuan katalisator. Pada proses ini katalis yang digunakan adalah Dowex-50. Di dalam raktor terjadi reaksi sebagai berikut :



Reaksi antara isobuthylena ( $i\text{-C}_4\text{H}_8$ ) dengan air menjadi TBA ( $i\text{-C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ ) berlangsung pada range suhu  $70\text{ }^\circ\text{C}$  tekanan 11 atm dan konversi 70% ([www.googlepatent.com](http://www.googlepatent.com)). Pada suhu yang lebih tinggi katalisator Dowex-50 akan mengalami kerusakan gugus fungsional sehingga tidak mampu mengkatalisi reaksi yang bersifat eksotermis yaitu reaksi yaitu reaksi tersebut dapat melepaskan sejumlah panas pada saat berlangsungnya suatu reaksi, sehingga akan memerlukan pendingin yang cukup banyak agar reaksi terjadi sesuai dengan kondisi yang diinginkan. Konversi isobuthylena ( $i\text{-C}_4\text{H}_8$ ) yang dicapai sampai 80% untuk double stage reactor dan 70% untuk single stage reactor ([www.googlepatent.com](http://www.googlepatent.com)).

Hasil reaksi yang keluar reactor berupa isobutilen ( $i\text{-C}_4\text{H}_8$ ), isobutana ( $i\text{-C}_4\text{H}_{10}$ ), air ( $\text{H}_2\text{O}$ ), dan TBA ( $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ ) pada suhu  $90\text{ }^\circ\text{C}$  tekanan 11 atm,

karena tekanan keluar reactor masih tinggi, maka digunakan expansion valve-01 untuk menurunkan tekanan dari 11 atm menjadi 1 atm yang nantinya akan digunakan di dalam separator-01. Cairan hasil keluar dari expansion valve-01 dengan suhu 90 °C tekanan 1 atm kemudian diebunkan di dalam condenser-01 sehingga suhunya menjadi 80 °C dan tekanan 1 atm.

Campuran hasil pendingin yang keluar dari condenser-01 kemudian dipompakan oleh pompa-03 dengan suhu 80 °C dan tekanan 1 atm. Campuran uap dan cairan dipisahkan dengan menggunakan separator-01 sedangkan gas yang terbuang dari separator-01 berupa isobutilena ( $i\text{-C}_4\text{H}_8$ ) dan isobutana ( $i\text{-C}_4\text{H}_{10}$ ) dengan suhu 80 °C tekanan 1 atm kemudian diebunkan oleh condenser-02 sehingga suhunya menjadi -8 °C tekanan 1 atm. Hasil pengembunan berupa campuran antara cairan isobutilena ( $i\text{-C}_4\text{H}_8$ ) dan uap isobutana ( $i\text{-C}_4\text{H}_{10}$ ) menuju ke separator-02 dan hasil atas dari separator-02 dengan suhu -8 °C dan tekanan 1 atm akan dialirkan ke condenser-03 untuk dicairkan dalam condenser-02 kemudian hasil dari condenser-02 dialirkan menuju heat exchanger-01 untuk dinaikan suhunya menjadi 30 °C dan tekanan 1 atm, yang kemudian sebagai arus recycle menuju tangki penyimpanan bahan baku (T-01). Hasil bawah dari separator-02 dialirkan menuju heat exchanger-02 untuk dinaikan suhunya menjadi 30 °C kemudian dialirkan menuju tangki penyimpanan produk (T-04) yang kemudian akan dijual dengan harga murah. Sedangkan hasil bawah dari separator-01 yang berupa cairan itu selanjutnya akan menjadi umpan menara destilasi-01 untuk dipisahkan.

Di dalam menara destilasi-01 cairan TBA ( $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ ), isobutilena ( $i\text{-C}_4\text{H}_8$ ), isobutana ( $i\text{-C}_4\text{H}_{10}$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) akan terpisah, yang berupa uap akan naik ke bagian atas menara destilasi dan akan diebunkan di dalam kondensor-03 sehingga keluar condenser-03 menuju ke accumulator-01 untuk ditampung terlebih dahulu dan menjaga kontinuitas dan kestabilan aliran TBA ( $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ ), isobutilena ( $i\text{-C}_4\text{H}_8$ ), isobutana ( $i\text{-C}_4\text{H}_{10}$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) yang didominasi oleh TBA (produk utama) dengan kemurnian TBA

98% dan pada suhu 30 °C tekanan 1 atm. Hasil dari akumulator-01 sebagian di alirkan dengan pompa-04 dan sebagian cairan hasil pengembunan akan menuju kembali menara destilasi-01. Arus keluaran dari akumulator-01 dipompakan dengan pompa-04 dan sebagian cairan hasil pengembunan akan menuju kembali menara destilasi-01. Arus keluaran dari akumulator-01 dipompakan dengan pompa-04 dan suhunya didinginkan dengan menggunakan cooler-01 dari suhu 85 °C menjadi 30 °C kemudian dialirkan menuju tangka penyimpanan produk (T-02) akhir dengan suhu 30 °C dan tekanan 1 atm untuk selanjutnya akan dijual. Sedangkan hasil bawah dari menara destilasi-01 yang berupa campuran TBA ( $C_4H_{10}O$ ) dan air ( $H_2O$ ) yang didominasi oleh air ( $H_2O$ ) dialirkan melewati reboiler-01 yang sebagian uapnya akan dikembalikan ke menara destilasi-01 dan yang sebagian lagi dialirkan dengan menggunakan pompa-05 kemudian didinginkan dengan cooler-02 dari suhu 94 °C menjadi 30 °C kemudian disimpan di dalam tangka penyimpanan produk (T-03) dengan suhu 30 °C tekanan 1 atm yang akan dijual dengan harga murah.

### 3.2 Spesifikasi Alat Proses

#### 1. Tangki Penyimpanan isoButylene (T-01)

Suhu penyimpanan	= 30 °C
Tekanan	= 40 atm
Fase	= cair
Volume tangki	= 51157,54707 ft <sup>3</sup>
Diameter tangki	= 18,2880 m
Tinggi tangki	= 8,7012 m
Tebal shell	= 1/4 - 7/16 inch

Tebal head	= 3/16 inch
Bahan	= Stainless Steel
Tipe tangki	= Tangki Bola (Spherical tank)
Jumlah tangki	= 1 Buah

## 2. Tangki Penyimpanan TBA produk utama (T-02)

Suhu penyimpanan	= 30 °C
Tekanan	= 1 atm
Fase	= cair
Volume tangki	= 410,319 m <sup>3</sup>
Diameter tangki	= 14,630 m
Tinggi tangki	= 9,978 m
Tebal shell	= 3/16-3/8 inch
Tebal head	= 3/8 inch
Bahan	= Stainless Steel
Banyaknya tangki	= 1 Buah

## 3. Tangki Penyimpanan TBA konsentrasi Rendah (T-03)

Suhu penyimpanan	= 30 °C
Tekanan	= 1 atm
Fase	= cair
Volume tangki	= 40,458 m <sup>3</sup>
Diameter tangki	= 7,315 m

Tinggi tangki	= 7,960 m
Tebal shell	= 1/4 – 7/16 inch
Tebal head	= 7/16 inch
Bahan	= Stainless steel
Banyaknya tangki	= 1 buah

#### 4, Tangki Penyimpanan IsoButana (T-04)

Suhu penyimpanan	= 30 °C
Tekanan	= 1 atm
Fase	= cair
Volume tangki	= 177,522 m <sup>3</sup>
Diamater tangki	= 9,144 m
Tinggi tangki	= 8,121 m
Tebal shell	= 3/16 - 1/4 inch
Tebal head	= 1/4 inch
Bahan	= Stainless Steel
Banyaknya tangki	= 1 Buah

#### 5. Condensor- 01 (CD-01)

Tipe : shell and tube Heat Exchanger

Fungsi : Mengembunkan produk yang keluar dari reaktor dari suhu 90 °C menjadi 80 °C, dengan menggunakan pendingin air yang masuk dari suhu 30 °C dan keluar pada suhu 50°C

Luas Transfer Panas (A) = 29,856 ft<sup>2</sup>

Kecepatan umpan masuk = 2110,57 Kg/jam

Kecepatan Air = 658,68 Kg/jam

Jumlah Harpin = 1

Inner Pipe		Annulus
194,00	Tin, C	86,00
176,00	Tout, C	122,00
123	houtside	765,7572
UC	106,3439	
UD	21,7760	
Rd calc.	0,0365	
Rd required	0,003	
0,0284	Calc dP	0,0222
2	Allow. dP	10

Jumlah = 1 buah

Bahan = Stainless Steel

## 6. Condensor - 02 (CD-02)

Tipe : Double pipe Heat Exchanger

Fungsi : Mengembunkan bahan yang keluar dari separator 01 (hasil atas) dari suhu 80 °C menjadi -8 °C, dengan menggunakan pendingin amoniak yang masuk dari suhu -5 °C dan keluar pada suhu 35 °C

Luas Transfer Panas (A) = 29,856 ft<sup>2</sup>

Kecepatan umpan masuk = 299,85 Kg/jam

Kecepatan Amoniak = 1041,44 Kg/jam

Jumlah Harpin = 1

Inner Pipe		Annulus
176,00	Tin, C	14,00
17,60	Tout, C	95,00
109	houtside	765,7572
UC	95,4505	
UD	62,3651	
Rd calc.	0,0056	
Rd required	0,003	
7,E-04	Calc dP	5,E-02
2	Allow. dP	10

Jumlah = 1 buah

Bahan = Stainless Steel

### 7. Condensor-03 (CD-03)

Tipe : Shell and Tube Heat Exchanger

Fungsi : Mengembunkan bahan yang keluar dari menara destilasi (hasil atas) dari suhu 85 °C fase uap jenuh menjadi suhu 85 °C fase cair jenuh dengan menggunakan pendingin air yang masuk dari suhu 30 °C dan keluar pada suhu 50 °C.

Luas Transfer Panas (A) = 29,856 ft<sup>2</sup>

Kecepatan umpan masuk = 2824,43 Kg/jam

Kecepatan Air = 461,83 Kg/jam

Inner Pipe		Annulus
185,00	Tin, C	86,00
176,00	Tout, C	122,00
126	houtside	765,7572
UC	108,0169	
UD	16,2698	
Rd calc.	0,0522	
Rd required	0,003	
0,0495	Calc dP	0,0121
2	Allow. dP	10

Jumlah = 1 buah

Bahan = Stainless Steel

#### 8. Condensor-04 (CD-04)

Tipe : Doublepipe Heat Exchanger

Fungsi : Mengembunkan bahan yang keluar dari separator-02 (hasil atas) dari suhu  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$  menjadi  $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dengan menggunakan pendingin amoniak yang masuk dari suhu  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan keluar pada suhu  $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$

Luas Transfer Panas (A) =  $29,856\text{ ft}^2$

Kecepatan umpan masuk =  $304,98\text{ Kg/jam}$

Kecepatan Amoniak =  $438,52\text{ Kg/jam}$

Jumlah Harpin = 1



Inner Pipe		Annulus
17,60	Tin, C	5,00
8,60	Tout, C	15,80
109	houtside	765,7572
UC	95,1182	
UD	33,5183	
Rd calc.	0,0193	
Rd required	0,003	
8,E-04	Calc dP	1,E-02
2	Allow. dP	10

Jumlah = 1 buah

Bahan = Stainless Steel

### 9. Reaktor-01 (R-01)

Fungsi : Mereaksikan isobutilene menjadi tersier butil alkohol dengan katalis

Dowex-50

Jenis : Multitube Reaktor

Kondisi : Suhu =  $T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$

Tekanan =  $P = 11\text{ atm}$

Jumlah : 1 buah

Konstruksi bahan Carbon Steel SA 250

Tebal Reaktor	: 0,127 m
Tinggi Reaktor	: 4,7695 m
Diameter Reaktor	: 1,3624 m
Volume Reaktor	: 6,0526 m <sup>3</sup>
$\Delta HR$	: -1132761,603 kkal/jam

#### 10. Separator-01 (SP-01)

Fungsi	: Memisahkan produk reaktor antara fase uap dan fase cair
Bentuk	: Silinder Tegak
Diameter Separator	: 0,762 m
Tinggi Separator	: 3,1812 m
Tebal Shell	: 3/16 inch
Tebal Head	: 1/4 inch
Kondisi Operasi	: P = 1 atm T = 80 °C
Bahan	: Carbon Steel SA 283 Grade C
Jumlah	: 1 buah

#### 11. Separator - 02 (SP-02)

Fungsi	: Memisahkan produk hasil atas separator-01 antara fase uap dan gas
Bentuk	: Silinder Tegak
Diameter Separator	: 0,635 m

Tinggi Separator : 2,2899 m

Tebal Shell : 3/16 inch

Tebal Head : 1/4 inch

Kondisi Operasi : P = 1 atm

T = 80 °C  
 Bahan : Carbon Steel SA 283 Grade C

Jumlah : 1 buah

## 12. Menara Destilasi - 01 (MD-01)

Fungsi : memisahkan TBA dari air

Type : Sieve plate distillation tower

Kondisi Operasi

- Umpan
  - Tekanan : 1 atm = 760 mmHg
  - Suhu : 79,8448 °C = 355,0731 K
- Hasil Atas
  - Tekanan : 1 atm = 760 mmHg
  - Suhu : 355,8712 K
- Hasil Bawah
  - Tekanan : 1 atm
  - Suhu : 372,0248 K

Tray spacing

- Tinggi menara : 10,02 m
- Diameter menara : 3 m
- Tebal shell : 4,7625 mm

- Jenis head : Torispherical dished head
- Tebal head : 6,35 mm
- Tebal isolator : 8,8363 m
- Pipa umpan : 2 in (IPS)
- Pipa atas menuju condenser : 10 in (IPS)
- Pipa refluks distilat : 2 in (IPS)
- Pipa pengeluaran bottom : 2,5 in (IPS)
- Pipa refluks bottom : 2,5 in (IPS)

#### Plat Spesification

- Jumlah Plate : 14 plate
- Plate ID : 1,22 m
- Hole size : 5 mm
- Hole pitch : 12,55 mm
- Turn down : 0,8 max rate
- Plate material : Carbon Steel
- Downcomer material : Carbon Steel
- Plate spacing : 0,5 mm
- Plate thickness : 5 mm
- Plate pressure drop : 74,13 mm liquid

Jumlah : 1 buah

### 13. Cooler-01 (CO-01)

Tipe : *Double pipe Heat Exchanger*

fungsi : Mendinginkan bahan yang keluar dari accumulator 01 dari suhu 85 °C menjadi 30 °C, dengan menggunakan pendingin air yang masuk dari suhu 30 °C dan keluar pada suhu 60 °C

Luas Transfer Panas (A) = 0,181 ft<sup>2</sup>

Kecepatan umpan masuk = 1920,8585 Kg/jam

Kecepatan air = 52,914 Kg/jam

Jumlah Harpin = 1

1594,3011	h outside	2014,7752
U <sub>c</sub>	890,0223	
U <sub>D</sub>	0,3672	
RD calculated	2,7225	BENAR
RD required	0,003	
0,0035 psi	$\Delta$ $\Delta$ P Calculated (psi)	7,80884E-09
10,00 psi	P Allowable (psi)	10 psi

Jumlah = 1 buah

Bahan = Stainless Steel

#### 14. Cooler-02 (CO-02)

Tipe : *Double pipe Heat Exchanger*

Fungsi : Mendinginkan bahan yang keluar dari Reboiler 01 dari suhu 94 °C menjadi 30 °C, dengan menggunakan pendingin air yang masuk dari suhu 30 °C dan keluar pada suhu 60 °C

Luas Transfer Panas (A) = 0,284 ft<sup>2</sup>

Kecepatan umpan masuk = 205,5942 Kg/jam

Kecepatan air = 52,914 Kg/jam

Jumlah Harpin = 1

Jumlah = 1 buah

Bahan = Stainless Steel

1594,3011	h outside	2014,7752
U <sub>c</sub>	890,0223	
U <sub>D</sub>	0,5781	
RD calculated	1,7287	BENAR
RD required	0,003	
4,0438E-05	$\Delta$ $\Delta$ P Calculated (psi)	1,22954E-08
10,00 psi	P Allowable (psi)	10 psi

### 15. Heat Exchanger (HE-01)

Tipe : *Double pipe Heat Exchanger*

Fungsi : Untuk memanaskan hasil atas dari separator (SP-02) menuju ke tangki (T-01) dari suhu -13 °C dipanaskan menjadi 30 °C.

Luas Transfer Panas (A) = 0,0037 ft<sup>2</sup>

Kecepatan umpan masuk = 0,66 Kg/jam

Kecepatan Steam = 0,0271 Kg/jam

Jumlah Harpin = 1

Alat :	HEATER			
Fungsi :	memanaskan			
Jenis :	Double Pipe HE			
Diameter Pipa	Anulus		Inner pipe	
IPS :	2,00		1,25	
Sch. No :	40	inch	40	
OD :	2,38	inch	1,66	inch
ID :	2,067	inch	1,38	inch
Pressure Drop :	1,E-07	psi	Hairpin :	1
L :	20,0	ft		
A :	0,0	ft <sup>2</sup>		
LMTD :	157,7	F		
Uc :	1499,9			
Ud :	0,04	Btu/ft <sup>2</sup> .h.F		
Rd :	23,87386			
Konstruksi	Stainless Stell 304 grade C			
Jumlah	1 Buah			

### 16. Heat Exchanger (IIE-02)

Tipe : *Double pipe Heat Exchanger*

Fungsi : Untuk memanaskan hasil bawah dari separator-02 menuju ke tangki (T-04)

Luas Transfer Panas (A) = 12,44 ft<sup>2</sup>

Kecepatan umpan masuk = 598,38 Kg/jam

Kecepatan Steam = 21,6124 Kg/jam

Jumlah Harpin = 1

Alat :	HEATER			
Fungsi :	Memanaskan C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>			
Jenis :	Double Pipe HE			
Diameter Pipa	Anulus		Inner pipe	
IPS :	3,00		2,00	
Sch. No :	40	inch	40	
OD :		inch		inch
	3,50		2,88	
ID :		inch		inch
	3,068		2,47	
Pressure Drop :	2,E-03	psi	Hairpin	1
			:	
L :	20,0	ft		
A :	2,9	ft <sup>2</sup>		
LMTD :	161,6	F		
Uc :	1499,9			
Ud :	23,00	Btu/ft <sup>2</sup> .h.F		
Rd :	0,04281			
Konstruksi	Stainless Stell 304 grade C			
Jumlah	1 Buah			



### 17. Vaporizer

Tipe : *Double pipe*

Fungsi : Menguapkan bahan baku yang keluar dari tangki penyimpanan bahan

baku (T-01) fase cair menjadi uap dari suhu 30 °C menjadi 70 °C,

Luas Transfer Panas (A) = 49,76 ft<sup>2</sup>

Kecepatan umpan masuk = 2705,08 Kg/jam

Kecepatan Steam = 122,6313 Kg/jam

Jumlah Harpin = 1

Alat :	HEATER			
Fungsi :	Menguapkan C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> sebelum masuk Reaktor			
Jenis :	Double Pipe HE			
Diameter Pipa	Anulus		Inner pipe	
IPS :	3,00		2,00	
Sch. No :	40		40	
OD :	3,50	inch	2,38	inch
ID :	3,068	inch	2,07	inch
Pressure				
Drop :	1,80	psi	Hairpin :	4
L :	80,0	ft		
A :	45,8	ft <sup>2</sup>		
LMTD :	103,9	F		
Uc :	1500,0			
Ud :	46,1	Btu/ft <sup>2</sup> .h.F		
Rd :	0,02104			
Konstruksi	Stainless Stell 304 grade C			
Jumlah	1 Buah			

### 18. Accumulator-01 (ACC-01)

Fungsi : Sebagai penampung arus keluaran condenser-03 pada menara destilasi-01 (MD-01) untuk menjaga kontinuitas kestabilan aliran Lo dan D

Kode : ACC-01

Tipe : Horizontal cylinder vessel

Kondisi : T = 85 °C

P = 1 atm

Bahan : Carbon Steel SA-250

Waktu tinggal : 600 detik = 10 menit

Jumlah : 1 buah

Volume : 0,5034 m<sup>3</sup>

Dimensi tangki : D = 0,6413 m

Tinggi : 1,2825 m

Tebal shell : 0,1827 in = 3/16 in

#### 19. Reboiler 01 (RB-01)

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah MD-01

Kode : RB-01

Tipe : Kattel Reboiler

Bahan : Carbon steel SA 250

Spesifikasi tube

- OD : 0,75 in
- ID tube : 1 in
- BWG : 16
- Passes : 4
- Flow Area : 0,203 in<sup>2</sup> = 0,0002 m<sup>2</sup>
- Panjang Tube : 16 ft = 0,4064 m
- Pressure Drop : digunakan reboiler tipe kettle reboiler, dari Kern P.475  
Pressure Drop di dalam Shell diabaikan

Spesifikasi Shell

- IDs : 39 in
- Passes : 1

### 20. Pompa 01 (P-01)

Jenis	: Pompa Centrifugal Multistage
NPS	: 4in, Sch No : 40,
Diamater dalam (ID)	: 0,0901 m
Diameter luar (OD)	: 0,1015 m
Kapasitas pipa	: 0,0067 m <sup>3</sup> /s
Motor standar	: 9 hp
Jumlah pompa	: 1 buah

### 21. Pompa 02 (P-02)

Jenis	: Pompa Centrifugal Multistage
NPS	: 2 in, Sch No : 10S,
Diamater dalam (ID)	: 0,0409 m
Diameter luar (OD)	: 0,0482 m
Kapasitas pipa	: 0,00115 m <sup>3</sup> /s
Motor standar	: 0,75 hp
Jumlah pompa	: 1 buah

### 22. Pompa 03 (P-03)

Jenis	: Pompa Centrifugal Multistage
NPS	: 2 in, Sch No : 10S,
Diamater dalam (ID)	: 0,0381 m
Diameter luar (OD)	: 0,0482 m
Kapasitas pipa	: 0,00075 m <sup>3</sup> /s
Motor standar	: 0,5 hp
Jumlah pompa	: 1 buah

### 23. Pompa 04 (P-04)

Jenis : Pompa Centrifugal Multistage  
NPS : 2 in, Sch No : 40,  
Diameter dalam (ID) : 0,0409 m  
Diameter luar (OD) : 0,0482 m  
Kapasitas pipa : 0,0067 m<sup>3</sup>/s  
Motor standar : 0,75 hp  
Jumlah pompa : 1 buah

#### 24. Pompa 05 (P-05)

Jenis : Pompa Centrifugal Multistage  
NPS : 2 in, Sch No : 40,  
Diameter dalam (ID) : 0,0409 m  
Diameter luar (OD) : 0,0482 m  
Kapasitas pipa : 0,0067 m<sup>3</sup>/s  
Motor standar : 0,75 hp  
Jumlah pompa : 1 buah

#### 25. Pompa 06 (P-06)

Jenis : Pompa Centrifugal Multistage  
NPS : 2 in, Sch No : 40,  
Diameter dalam (ID) : 0,0409 m  
Diameter luar (OD) : 0,0482 m  
Kapasitas pipa : 0,0067 m<sup>3</sup>/s  
Motor standar : 0,75 hp  
Jumlah pompa : 1 buah

### **3.3. Perancangan Produksi**

#### **3.3.1. Kapasitas Perancangan**

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan TBA di Indonesia tersedianya bahan baku serta ketentuan kapasitas minimal. Kebutuhan TBA dari tahun ke tahun mengalami peningkatan hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri kimia di Indonesia. Diperkirakan kebutuhan TBA akan terus meningkat di tahun-tahun mendatang, sejalan dengan berkembangnya industri-industri yang menggunakan TBA sebagai bahan baku. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 15.000 ton/tahun.

Kapasitas ini ditetapkan dari kisaran data impor dari tahun 2014-2018, yang dimana kami menetapkan 15000 ton/tahun bertujuan untuk mengurangi kebutuhan impor Indonesia yang dimana dari hasil perhitungan diperkirakan kebutuhan TBA pada tahun 2021 sebesar 20328 ton/tahun.

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

1. Proyeksi kebutuhan dalam negeri

Berdasarkan data statistik yang diterbitkan oleh BPS dalam “statistik perdagangan Indonesia” tentang kebutuhan TBA di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung meningkat. Diperkirakan kebutuhan TBA pada tahun 2021 sebesar 20.328 ton/tahun.

2. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku isobutylene yang digunakan dalam pembuatan TBA dapat diperoleh di PT Pertamina (Persero) Indonesia.

#### **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.

a. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan, yaitu :

- Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan dengan 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 atau training pada karyawan agar keterampilannya meningkat
- Mesin (peralatan)  
Ada dua hal yang mempengaruhi keadaan 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.

### 3.3.3. Neraca Massa

**Tabel 3.1** Neraca Massa Total

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
i-C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	2048	614
i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	20	20
H <sub>2</sub> O	657	197
tert-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	0	1894
jumlah	2725	2726

#### 3.3.3.1. Neraca Massa Tiap Alat

Basis 1 jam

**Tabel 3.2** Neraca Massa di Reaktor 01

senyawa	input		output			
	Fresh feed	recycle	MD		Separator 2	
			TOP	BOTTOM	TOP	BOTTOM
i-C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	2048	0,3101	15		0,6475	598
i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	20	0,3212	20		0,6708	0,0007
H <sub>2</sub> O	657		4	193		
tert-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O			1856	37		
	2725	0,6312	1895	231	1	598
jumlah	2725		2726			

**Tabel 3.3** Neraca Massa di Separator 01

Senyawa	input	output	
		atas	bawah
i-C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	614	599,0266	15
i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	20	0,6714	20
H <sub>2</sub> O	197		197
tert-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	1893		1893
		599	2126
jumlah	2726	2726	

**Tabel 3.4** Neraca Massa di Separator 02

Senyawa	input	output	
		atas	bawah
i-C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	599	0,6475	598
i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,6714	0,6707	0,0007
		1,3182	598
jumlah	599	599	

**Tabel 3.5** Neraca Massa di Menara Destilasi

Senyawa	input	output	
		atas	bawah
i-C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	15	15	0
i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	20	20	0
H <sub>2</sub> O	197	3	193,1678
tert-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	1893	1856	37
		1895	231
jumlah	2126	2126	

### 3.3.4. Neraca Panas

**Tabel 3.6** Neraca Panas Total

No	Nama Alat	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
1	Reaktor-01	1103696	377157
2	Vaporizer-01	50951	50951
3	Vaporizer-02	13253	13253
4	Heat Exchanger-01	1	1
5	Heat Exchanger-02	966	966
6	Menara Destilasi-01	3675197	3675197
7	Cooler-01	9402	9402
8	Cooler-02	246840	246840
9	Condenser-01	3068083	3068083
10	Condenser-02	10715	10715
11	Condenser-03	9402	9402
12	Condenser-04	27	27
	Jumlah	8188539	8188539



### 3.3.4.2 Neraca Panas Masing-Masing Alat

**Tabel 3.7** Neraca Panas Reaktor 01

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
Panas masuk	98102	Panas keluar	-29064
panas yang di tambahkan	279054	Panas reaksi	406222
Total	377157	Total	377157

**Tabel 3.8** Neraca Panas Vaporizer 01

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
Q1	-9070	Q2	50951
Qp	60021		
TOT	50951	0	50951

**Tabel 3.9** Neraca Panas Vaporizer 02

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
Q1	-3293	Q2	13253
Qp	16547		
TOT	13253	0	13253

**Tabel 3.10** Neraca Panas Heat Exchanger 01

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
Qin	-13	Qout	1
Qp	14		
TOT	1	0	1

**Tabel 3.11** Neraca Panas Heat Exchanger 02

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
Qin	-10691	Qout	966
Qp	11658		
TOT	966	0	966

**Tabel 3.12** Neraca Panas Menara Destilasi

Hasil Atas			
Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
Q1	-3087971	Q2	-133967
Qp	3221938		
TOT	133967	0	133967
Hasil Bawah			
Q1	-3087971	Q2	-3541230
Qp	6629201		
TOT	3541230	0	3541230

**Tabel 3.13** Neraca Panas Cooler-01

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
Q1	117551	Q2	9402
Qp	-108149		
TOT	9402	0	9402

**Tabel 3.14** Neraca Panas Cooler-02

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
Q1	-4188660	Q2	246840
Qp	4435501		
TOT	246840	0	246840

**Tabel 3.15** Neraca Panas Condenser-01

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
Q1	140787	Q2	-3068083
Qp	2927296		
TOT	3068083	0	3068083

**Tabel 3.16** Neraca Panas Condensor-02

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
Q1	15573	Q2	10715
Qp	-4857		
TOT	10715	0	10715

**Tabel 3.17** Neraca Panas Condensor-03

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
Q1	110876	Q2	9402
Qp	-101473		
TOT	9402	0	9402

**Tabel 3.18** Neraca Panas Condensor-04

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
Q1	-767	Q2	27
Qp	794		
TOT	27	0	27