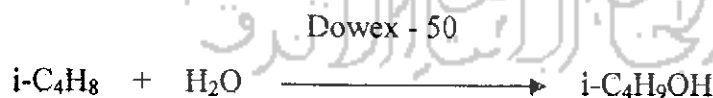


## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

#### 3.1 Tinjauan Proses Secara Umum

Bahan baku isobuthylena cair (  $i\text{-C}_4\text{H}_8$  ) dari tangki penyimpanan bahan baku pada suhu  $30^\circ\text{C}$  tekanan 6 atm diumpankan dengan menggunakan pompa-01 menuju ke head exchanger-01 yang kemudian menuju ke dalam reaktor fixed bed multitube-01 pada suhu  $70^\circ\text{C}$  tekanan 11 atm untuk direaksikan dan air dari utilitas diumpankan dengan menggunakan pompa-08 menuju ke head exchanger-02 yang kemudian menuju ke dalam reaktor fixed bed multitube-01 pada suhu  $70^\circ\text{C}$  tekanan 11 atm untuk direaksikan secara bersamaan. Di dalam reaktor terjadi reaksi antara isobuthylena (  $i\text{-C}_4\text{H}_8$  ) dengan air menjadi Tersier Butil Alkohol / TBA (  $i\text{-C}_4\text{H}_9\text{OH}$  ) dengan menggunakan bantuan katalisator. Pada proses ini katalis yang digunakan adalah Dowex – 50. Di dalam reaktor terjadi reaksi sebagai berikut :



Reaksi antara isobuthylena (  $i\text{-C}_4\text{H}_8$  ) dengan air menjadi TBA (  $i\text{-C}_4\text{H}_8\text{OH}$  ) berlangsung pada range suhu  $70^\circ\text{C}$  sampai  $110^\circ\text{C}$  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 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 reaktor dan 70% untuk single stage reaktor ([www.googlepatent.com](http://www.googlepatent.com)).

Hasil reaksi yang keluar reaktor 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 ( $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ ) pada suhu  $90^\circ\text{C}$  tekanan 10.7 atm, karena tekanan keluar reaktor masih tinggi, maka digunakan expansion valve-01 untuk menurunkan tekanan dari tekanan 11 atm menjadi 1 atm yang nantinya akan digunakan di dalam separator-01. cairan hasil keluar dari expansion valve-01 dengan suhu  $90^\circ\text{C}$  tekanan 1 atm kemudian diembunkan di dalam condensor-03 sehingga suhunya menjadi  $80^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm.

Campuran hasil pendinginan yang keluar dari condensor-03 kemudian dipompakan oleh pompa-02 dengan suhu  $80^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm. Campuran uap dan cairan dipisahkan dengan menggunakan separator-01. Cairan yang diperoleh kemudian menjadi umpan menara destilasi-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  $80^\circ\text{C}$  tekanan 1 atm kemudian diembunkan oleh condenser-04 sehingga suhunya menjadi  $-8^\circ\text{C}$  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 bawah dari separator-02 dengan suhu  $-8^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm akan dinaikan tekanannya oleh pompa-03 dengan suhu  $-8^\circ\text{C}$  dan tekanan 6 atm kemudian akan dipanaskan di dalam heat exchanger-03 untuk diubah suhunya dari  $-8^\circ\text{C}$  tekanan 6 atm menjadi  $30^\circ\text{C}$  tekanan 6 atm, yang kemudian sebagai arus recycle menuju

tangki penyimpanan bahan baku (T-01). Hasil uap dari hasil pendinginan dari separator-02 akan didinginkan kembali di dalam kondensor-02 pada suhu  $-8^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 1 atm menjadi suhu  $-13^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 1 atm agar uap campuran tersebut menjadi cairan dan hasil pendinginan dari condensor-02 akan dinaikan tekanannya oleh pompa-05 menjadi 6 atm kemudian dinaikan suhunya dengan menggunakan heat exchanger-04 menjadi  $30^{\circ}\text{C}$  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 ( $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ ), 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 diembunkan di dalam kondensor-01 sehingga keluar kondensor-01 menuju ke accumulator-01 untuk ditampung terlebih dahulu dan menjaga kontinuitas dan kestabilan aliran TBA ( $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ ), 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  $30^{\circ}\text{C}$  tekanan 1 atm. Hasil dari accumulator-01 sebagian dialirkan dengan pompa-06 dan sebagian cairan hasil pengembunan akan menuju kembali menara destilasi-01. Arus keluaran dari accumulator-01 dipompakan dengan pompa-06 dan suhunya didinginkan dengan menggunakan cooler-01 dari suhu  $85^{\circ}\text{C}$  menjadi  $30^{\circ}\text{C}$  kemudian dialirkan menuju tangki penyimpanan produk (T-02) akhir dengan suhu  $30^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 1 atm untuk selanjutnya akan dijual, sedangkan hasil bawah dari menara destilasi-01 yang berupa campuran TBA ( $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ )

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-07 kemudian didinginkan dengan cooler-02 dari suhu  $94\text{ }^{\circ}C$  menjadi  $30\text{ }^{\circ}C$  kemudian disimpan di dalam tangki penyimpanan produk (T-03) dengan suhu  $30\text{ }^{\circ}C$  tekanan 1 atm yang akan dijual dengan harga murah.

### 3.2 Spesifikasi Alat Proses

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

Suhu penyimpanan	= $30\text{ }^{\circ}C$
Tekanan	= 6 atm
Fase	= cair
Volume tangki	= $120046,6193\text{ ft}^3$
Diameter tangki	= 46,1024 ft
Tinggi tangki	= 61,4699 ft
Tebal shell	= $3/16 - 3/8\text{ inch}$
Tebal head	= $3/16\text{ inch}$
Bahan	= <i>Carbon Steel SA-250</i>
Jumlah tangki	= 4 Buah

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

Suhu penyimpanan	= 30 °C
Tekanan	= 6 atm
Fase	= cair
Volume tangki	= 78969,6728 ft <sup>3</sup>
Diameter tangki	= 39,8389 ft
Tinggi tangki	= 53,1185 ft
Tebal shell	= 4/16 – 7/16 inch
Tebal <i>head</i>	= 4/16 inch
Bahan	= <i>Carbon Steel SA-250</i>
Banyaknya tangki	= 2 Buah

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

Suhu penyimpanan	= 30 °C
Tekanan	= 1 atm
Fase	= cair
Volume tangki	= 19471,8297 ft <sup>3</sup>
Diameter tangki	= 24,3064 ft
Tinggi tangki	= 16,2043 ft
Tebal shell	= 3/16 – 4/16 inch
Tebal <i>head</i>	= 4/16 inch
Bahan	= <i>Carbon Steel SA-250</i>
Banyaknya tangki	= 1 Buah

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

Suhu penyimpanan	= 30 °C
Tekanan	= 1 atm
Fase	= cair
Volume tangki	= 180575,4226 ft <sup>3</sup>
Diameter tangki	= 51,0667 ft
Tinggi tangki	= 34,0445 ft
Tebal shell	= 3/16 – 5/16 inch
Tebal <i>head</i>	= 5/16 inch
Bahan	= Carbon Steel SA-250
Banyaknya tangki	= 2 Buah

#### 5. Condensor – 03 (CD-03)

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) = 209,7364 ft<sup>2</sup>

Kecepatan umpan masuk = 18959,434 Kg/jam

Kecepatan Air = 4372,28 Kg/jam

Jumlah Harpin = 1

Tube		Shell
781,2	h outside	200
Uc		179.8
UD		112.7
Rd hitung		0.0024
Rd minimum		0.0021
1,984	$\Delta P$ Hitung	1,256
10	$\Delta P$ Maksimum	2

Jumlah = 1 buah

Bahan = *Stainless Steel*

#### 6. Condensor – 04 (CD-04)

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) = 15,2339 ft<sup>2</sup>

Kecepatan umpan masuk = 10249,4200 Kg/jam

Kecepatan Amoniak = 9845,8049 Kg/jam

Jumlah Harpin = 1

PIPA	ANULUS
OD = 3,5 in	OD = 6,625 in
ID = 3,068 in	ID = 6,065 in
Sch.No = 40	Sch.No = 40

Jumlah = 1 buah

Bahan = *Stainless Steel*

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

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) = 251,77 ft<sup>2</sup>

Kecepatan umpan masuk = 17.043,75 Kg/jam

Kecepatan Air = 45.286,356 kg/j

Tube		Shell
781,2	h outside	200
Uc	179.8	
UD	112.7	
Rd hitung	0.0033	
Rd minimum	0.0030	
2,182	ΔP Hitung	1,428
10	ΔP Maksimum	2



Jumlah = 1 buah  
 Bahan = *Stainless Steel*

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

Tipe : *Double pipe 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  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Luas Transfer Panas (A) =  $5,0899\text{ ft}^2$

Kecepatan umpan masuk =  $6625,85\text{ Kg/jam}$

Kecepatan Amoniak =  $13675,5835\text{ Kg/jam}$

Jumlah Harpin = 1

PIPA	ANULUS
OD = 3,5 in	OD = 6,625 in
ID = 3,068 in	ID = 6,065 in
Sch.No = 40	Sch.No = 40

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 =  $T = 70^{\circ}\text{C}$   
Tekanan =  $P = 11 \text{ atm}$

Jumlah : 1 buah

Konstruksi bahan : Carbon Steel SA 250

Tebal Reaktor : 0,0079 m

Tinggi Reaktor : 4,6995 m

Diameter Reaktor : 1,35 m

Pressure drop : 10,7891

### 10. Separator – 01 (SP-01)

Fungsi : Memisahkan produk reaktor antara fase uap dan fase cair

Bentuk : Vertikal

Volume Separator :  $0,8654 \text{ m}^3$

Diameter Separator :  $2,5 \text{ ft} = 0,762 \text{ m}$

Panjang Separator :  $10 \text{ ft} = 3,048 \text{ m}$

Tebal Shell :  $0,1468 \text{ in} = 0,0373 \text{ m}$

Tebal Head :  $0,1468 \text{ in} = 0,0373 \text{ m}$

Kondisi Operasi : P = 1 atm  
 T = 80°C  
 Bahan : Carbon Steel SA 250

### 11. Separator – 02 (SP-02)

Fungsi : Memisahkan produk hasil atas separator-01 antara fase uap dan fase cair  
 Bentuk : Vertikal  
 Volume Separator : 0,6127 m<sup>3</sup>  
 Diameter Separator : 2,5 ft = 0,762 m  
 Panjang Separator : 6,2291 ft = 1,898 m  
 Tebal Shell : 0,1468 in = 0,0373 m  
 Tebal Head : 0,1468 in = 0,0373 m  
 Kondisi Operasi : P = 1 atm  
 T = 80°C  
 Bahan : Carbon Steel SA 250

### 12. Menara Destilasi – 01 (MD-01)

Fungsi : memisahkan TBA dari air  
 Type : Sieve plate distillation tower  
 Umpan

- Tekanan : 1 atm = 760 mmHg
- Suhu : 79,8448 °C = 352,9948 K

#### Hasil Atas

- Tekanan : 1,1 atm = 836 mmHg
- Suhu : 85,0111 °C = 358,1611 K

#### Hasil Bawah

- Tekanan : 1 atm = 760 mmHg
- Suhu : 96,3658 °C = 369,5185 K

#### Jumlah Plate

- Jumlah plate seksi rectifying (N) : 8 plate
- Jumlah plate seksi stripping (M) : 11 plate

#### Dimensi Menara

Diameter Menara : 1 m

#### Tebal Menara

- Tebal Shell : 4/16 in
- Tebal head : 4/16 in

#### Perancangan Plate

- Panjang weir : 0,76 m
- Tinggi weir : 50 mm
- Diameter lubang : 5 mm
- Jumlah lubang : 9709
- Tebal plate : 5 mm
- Tinggi menara total : 8,9551 m

### 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) = 7,4328 ft<sup>2</sup>

Kecepatan umpan masuk = 7575 Kg/jam

Kecepatan air = 6790,2174 Kg/jam

Jumlah Harpin = 1

PIPA	ANULUS
OD = 3,5 in	OD = 6,625 in
ID = 3,068 in	ID = 6,065 in
Sch.No = 40	Sch.No = 40

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) = 15,2339 ft<sup>2</sup>

Kecepatan umpan masuk = 1135,014 Kg/jam

Kecepatan air = 2759,2094 Kg/jam

Jumlah Harpin = 1

PIPA	ANULUS
OD = 2,38 in	OD = 4,5 in
ID = 2,067 in	ID = 4,026 in
Sch.No = 40	Sch.No = 40

Jumlah = 1 buah

Bahan = *Stainless Steel*

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

Tipe : *Double pipe Heat Exchanger*

Fungsi : Memanaskan bahan baku yang keluar dari tangki penyimpanan bahan baku (T-01) fase cair dari suhu 30°C menjadi 70 °C, dengan menggunakan steam yang masuk dari suhu 30 °C dan keluar pada suhu 65 °C.

Luas Transfer Panas (A) = 14,1443 ft<sup>2</sup>

Kecepatan umpan masuk = 12620,227 Kg/jam

Kecepatan Steam = 122,6755 Kg/jam

Jumlah Harpin = 1

PIPA	ANULUS
OD = 3,5 in	OD = 4,5 in
ID = 3,068 in	ID = 4,026 in
Sch.No = 40	Sch.No = 40

Jumlah = 1 buah

Bahan = *Stainless Steel*

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

Tipe : *Double pipe Heat Exchanger*

Fungsi : Memanaskan air dari utilitas dari suhu 30 °C menjadi 90 °C, dengan menggunakan steam yang masuk dari suhu 30 °C dan keluar pada suhu 50 °C.

Luas Transfer Panas (A) = 3,5241 ft<sup>2</sup>

Kecepatan umpan masuk = 2715,637 Kg/jam

Kecepatan Steam = 69,4729 Kg/jam

Jumlah Harpin = 1

PIPA	ANULUS
OD = 1,32 in	OD = 2,38 in
ID = 1,049 in	ID = 2,067 in
Sch.No = 40	Sch.No = 40

Jumlah = 1 buah

Bahan = *Stainless Steel*

### 17. Heat Exchanger (HE-03)

Tipe : *Double pipe Heat Exchanger*

Fungsi : Memanaskan bahan yang di recycle dari suhu  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  menjadi  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dengan menggunakan water yang masuk dari suhu  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan keluar pada suhu  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Luas Transfer Panas (A) =  $4,6735\text{ ft}^2$

Kecepatan umpan masuk =  $3623,57\text{ Kg/jam}$

Kecepatan Steam =  $80,5527\text{ Kg/jam}$

Jumlah Harpin = 1

PIPA	ANULUS
OD = 1,32 in	OD = 2,38 in
ID = 1,049 in	ID = 2,067 in
Sch.No = 40	Sch.No = 40

Jumlah = 1 buah

Bahan = *Stainless Steel*

### 18. Heat Exchanger (HE-04)

Tipe : *Double pipe Heat Exchanger*

Fungsi : Memanaskan bahan keluar dari P-05 suhu  $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$  menjadi  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dengan menggunakan air yang masuk dari suhu  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan keluar pada suhu  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



Luas Transfer Panas ( $\Lambda$ ) = 7,2963 ft<sup>2</sup>

Kecepatan umpan masuk = 6625,85 Kg/jam

Kecepatan Steam = 105,5497 Kg/jam

Jumlah Harpin = 1

PIPA	ANULUS
OD = 1,90 in	OD = 2,88 in
ID = 1,610 in	ID = 2,469 in
Sch.No = 40	Sch.No = 40

Jumlah = 1 buah

Bahan = *Stainless Steel*

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

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

Kode : ACC-01

Tipe : Horizontal cylindrical vessel

Kondisi : T = 85,2483 °C

P = 1 atm

Bahan : Carbon Steel SA-250

Waktu tinggal : 300 detik

Jumlah : 1 Buah

Volume : 0.6953 m<sup>3</sup>

Dimensi tangki : D = 0,6604 m  
 Tinggi : 2,6416 m  
 Tebal shell : 0,1875 in = 0,00476 m

## 20. Reboiler 01 (RB-01)

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah MD-01  
 Kode : RB-01  
 Tipe : Kettel Reboiler  
 Bahan : Carbon Steel SA 250  
 Spesifikasi tube

- OD : 0,75 in = 0,01905 m
- ID tube : 0,62 in = 0,015748 m
- BWG : 16
- Susunan : Triangular, 15/16 in
- Jumlah tube : 97 tube
- Passes : 2
- Flow Area : 0,302 in<sup>2</sup> = 0,0002 m<sup>2</sup>
- Panjang Tube : 16 ft = 0,4064 m
- Surface per lin ft : 0,1963 ft<sup>2</sup> = 0,0182 m<sup>2</sup>
- Pressure Drop : digunakan reboiler tipe kettel reboiler, dari Kern  
 P.475 Pressure Drop di dalam Shell diabaikan

## Spesifikasi Shell

- IDs : 12 in = 0,3048 m
- Passes : 1

**21. Pompa 01 (PU-01)**

Jenis	: Pompa Centrifugal Multistage
NPS	: 4 in, Sch No : 40,
Diameter dalam (ID)	: 4,026 in = 0,335 ft
Diameter luar (OD)	: 4,5 in = 0,375 ft
Luas penampang ( $a_1$ )	: 12,7 in <sup>2</sup> = 0,0883 ft <sup>2</sup>
Motor standar	: 2,65 HP
Jumlah pompa	: 1 Buah

**22. Pompa 02 (PU-02)**

Jenis	: Pompa Centrifugal
NPS	: 6 in, Sch No : 40,
Diameter dalam (ID)	: 6,065 in = 0,5054 ft
Diameter luar (OD)	: 6,625 in = 0,5521 ft
Luas penampang ( $a_1$ )	: 28,9 in <sup>2</sup> = 0,2007 ft <sup>2</sup>
Motor standar	: 12,3 HP
Jumlah Pompa	: 1 Buah

**23. Pompa 03 (PU-03)**

Jenis	: Pompa Centrifugal
NPS	: 2 in, Sch No : 40,
Diamater dalam (ID)	: 2,067 in = 0,1722 ft
Diameter luar (OD)	: 2,38 in = 0,1983 ft
Luas penampang (a <sub>t</sub> )	: 3,35 in <sup>2</sup> = 0,0232 ft <sup>2</sup>
Motor standar	: 3,89 HP
Jumlah pompa	: 1 Buah

**24. Pompa 04 (PU-04)**

Jenis	: Pompa Centrifugal
NPS	: 4 in, Sch No : 40,
Diamater dalam (ID)	: 4,026 in = 0,3355 ft
Diameter luar (OD)	: 4,5 in = 0,375 ft
Luas penampang (a <sub>t</sub> )	: 12,7 in <sup>2</sup> = 0,08819 ft <sup>2</sup>
Motor standar	: 2,06 HP
Jumlah pompa	: 1 buah

**25. Pompa 05 (PU-05)**

Jenis	: Pompa Centrifugal
NPS	: 2 in, Sch No : 40,
Diamater dalam (ID)	: 2,067 in = 0,1722 ft
Diameter luar (OD)	: 2,38 in = 0,1983

Luas penampang ( $a_i$ )	: $3,35 \text{ in}^2 = 0,0232 \text{ ft}^2$
Motor standar	: 4,7 HP
Jumlah pompa	: 1 Buah

#### 26. Pompa 06 (PU-06)

Jenis	: Pompa Centrifugal
NPS	: 1 in, Sch No : 40,
Diameter dalam (ID)	: $1,049 \text{ in} = 0,072 \text{ ft}$
Diameter luar (OD)	: $1,32 \text{ in} = 0,11 \text{ ft}$
Luas penampang ( $a_i$ )	: $0,864 \text{ in}^2 = 0,006 \text{ ft}^2$
Motor standar	: 3,4 HP
Jumlah pompa	: 1 Buah

#### 27. Pompa 07 (PU-07)

Jenis	: Pompa Centrifugal
NPS	: 4 in, Sch No : 40,
Diameter dalam (ID)	: $4,026 \text{ in} = 0,3355 \text{ ft}$
Diameter luar (OD)	: $4,5 \text{ in} = 0,375 \text{ ft}$
Luas penampang ( $a_i$ )	: $12,7 \text{ in}^2 = 0,08819 \text{ ft}^2$
Motor standar	: 1,46 HP
Jumlah pompa	: 1 buah

## 28. Pompa 08 (PU-08)

Jenis	: Pompa Centrifugal Multistage
NPS	: 2 in, Sch No : 40,
Diameter dalam (ID)	: 4,026 in = 0,3355 ft
Diameter luar (OD)	: 4,5 in = 0,375 ft
Luas penampang ( $a_1$ )	: $12,7 \text{ in}^2 = 0,08819 \text{ ft}^2$
Motor standar	: 2 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 60.000 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 2014 sebesar 76.507,1 ton/tahun.

2. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku isobutilene 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 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



### 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>	6.436,316	522,262
i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	6.183,911	6.183,911
Tert-C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH		7.815
H <sub>2</sub> O	2.715,637	814,691
<b>Total</b>	<b>15.335,864</b>	<b>15.335,864</b>

#### 3.3.3.1. Neraca Massa Tiap Alat

Basis 1 jam

**Tabel 3.2 Neraca Massa di Reaktor 01 (R-01)**

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Recycle CO-02	tangki	
i-C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	2.012,333	6.436,316	2.534,595
i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	1.611,237	6.183,911	7.795,148
Tert-C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH			7.815
H <sub>2</sub> O		2.715,637	814,691
<b>Total</b>		<b>18.959,434</b>	<b>18.959,434</b>

**Tabel 3.3 Neraca Massa di Condenser 03 (CD-03)**

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
i-C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	2.534,595	2.534,595
i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	7.795,148	7.795,148
Tert-C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	7.815	7.815
H <sub>2</sub> O	814,691	814,691
<b>Total</b>	<b>18.959,434</b>	<b>18.959,434</b>

Tabel 3.4 Neraca Massa di Separator 01 (SP-01)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		atas	bawah
i-C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	2.534,595	2.515,416	19,179
i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	7.795,148	7.734,004	61,144
Tert-C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	7.815		7.815
H <sub>2</sub> O	814,691		814,691
<b>Total</b>	<b>18.959,434</b>	<b>18.959,434</b>	

Tabel 3.5 Neraca Massa di Separator 02 (SP-02)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		atas	bawah
i-C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	2.515,416	503,083	2012,333
i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	7.734,104	6.122,767	1611,237
<b>Total</b>	<b>10.249,42</b>	<b>10.249,42</b>	

Tabel 3.6 Neraca Massa di Condenser 04 (CD-04)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		recycle	bawah
i-C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	2.515,416	2.012,333	503,083
i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	7.734,004	1.611,237	6.122,767
<b>Total</b>	<b>10.249,42</b>	<b>10.249,42</b>	

Tabel 3.7 Neraca Massa di Condensor 01 (CD-01)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
i-C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	43,149	43,149
i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	137,574	137,574
Tert-C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	16.704,56	16.704,56
H <sub>2</sub> O	158,467	158,467
<b>Total</b>	<b>17.043,75</b>	<b>17.043,75</b>

**Tabel 3.8** Neraca Massa di Condensor 02 (CD-02)

<b>Komponen</b>	<b>Masuk (kg/jam)</b>	<b>Keluar (kg/jam)</b>
i-C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	503,083	503,083
i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	6.122,767	6.122,767
<b>Total</b>	<b>6.625,85</b>	<b>6.625,85</b>

**Tabel 3.9** Neraca Massa di Menara Destilasi 01 (MD-01)

<b>Komponen</b>	<b>Masuk (kg/jam)</b>	<b>Keluar (kg/jam)</b>	
		<b>Hasil atas</b>	<b>Hasil bawah</b>
i-C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	19,179	7.424,25	
i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	61,144	19,179	
Tert-C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	7.815	61,144	390,75
H <sub>2</sub> O	814,691	70,427	744,264
<b>Total</b>	<b>8.710,014</b>	<b>8.710,014</b>	

**Tabel 3.10** Neraca Massa di Accumulator 01 (ACC-01)

<b>Komponen</b>	<b>Masuk (kg/jam)</b>	<b>Keluar (kg/jam)</b>
i-C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	43,149	43,149
i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	137,574	137,574
Tert-C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	16.704,56	16.704,56
H <sub>2</sub> O	158,467	158,467
<b>Total</b>	<b>17.043,75</b>	<b>17.043,75</b>

**Tabel 3.11** Neraca Massa di Reboiler 01 (RB-01)

<b>Komponen</b>	<b>Masuk (kg/jam)</b>	<b>Keluar (kg/jam)</b>
Tert-C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	390,75	390,75
H <sub>2</sub> O	744,264	744,264
<b>Total</b>	<b>1135,014</b>	<b>1135,014</b>

Tabel 3.12 Neraca Massa di Cooler 01 (CL-01)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
i-C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	19,179	19,179
i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	61,144	61,144
Tert-C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	7424,25	7424,25
H <sub>2</sub> O	70,427	70,427
<b>Total</b>	<b>7575</b>	<b>7575</b>

Tabel 3.13 Neraca Massa di Cooler 02 (CL-02)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
Tert-C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	390,75	390,75
H <sub>2</sub> O	744,264	744,264
<b>Total</b>	<b>1135,014</b>	<b>1135,014</b>

### 3.3.4 Neraca Panas

Tabel 3.14 Neraca Panas Total

No	Nama alat	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
1	Reaktor 01	1.622.439,0417	1.622.439,0417
2	Condenser 03	491.807,2872	491.807,2872
3	Condenser 04	237.940,2853	237.940,2853
4	Condensor 01	116.902,5219	116.902,5219
5	Menara Destilasi 01	626.300,7833	626.300,7833
6	Condensor 02	84.962,1190	84.962,1190
7	Heat Exchanger 01	498.231,3620	498.231,3620
8	Heat Exchanger 02	491.975,6674	491.975,6674
9	Heat Exchanger 03	246.566,7138	246.566,7138
10	Heat Exchanger 04	124.740,3788	124.740,3788
11	Cooler 01	241.459,8718	241.459,8718
12	Cooler 02	187.063,0914	187.063,0914
	<b>Total</b>	<b>4.970.389,123</b>	<b>4.970.389,123</b>

### 3.3.4.2 Neraca Panas Masing-Masing Alat

**Tabel 3.15 Neraca Panas Reaktor 01**

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Qin	980.477,0417	-
Qout	-	874.525,8755
Qpemanas	641.962,2447	-
Qreaksi	-	747.913,4109
<b>Total</b>	<b>1.622.439,0417</b>	<b>1.622.439,0417</b>

**Tabel 3.16 Neraca Panas Condenser 03**

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Umpan	491.807,2872	407.438,2367
Pendingin	-	84.369,0505
<b>Total</b>	<b>491.807,2872</b>	<b>491.807,2872</b>

**Tabel 3.17 Neraca Panas Condenser 04**

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Umpan	237.940,2853	152.281,7826
Pendingin	-	85.658,5027
<b>Total</b>	<b>237.940,2853</b>	<b>237.940,2853</b>

**Tabel 3.18 Neraca Panas Cooler 01**

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Umpan	241.459,8718	198.986,3267
Pendingin	-	42.473,5451
<b>Total</b>	<b>241.459,8718</b>	<b>241.459,8718</b>

**Tabel 3.19 Neraca Panas Cooler 02**

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Umpan	187.063,0914	148.976,5648
Pendingin	-	38.086,5266
<b>Total</b>	<b>187.063,0914</b>	<b>187.063,0914</b>

**Tabel 3.20 Neraca Panas Condensor 01**

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Umpan	116.902,5219	98.168,5936
Pendingin	-	18.733,9283
<b>Total</b>	<b>116.902,5219</b>	<b>116.902,5219</b>

**Tabel 3.21 Neraca Panas Menara Destilasi 01**

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Umpan MD 01	68.268,1386	-
Distilat MD 01	-	66.146,3696
Bottom MD 01	-	3.556,7556
Beban panas CD 02	-	556.597,6581
Beban panas RB 01	558.032,6447	-
<b>Total</b>	<b>626.300,7833</b>	<b>626.300,7833</b>

**Tabel 3.22 Neraca Panas Condensor 02**

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Umpan	84.962,1190	75.184,5738
Pendingin	-	9.777,5452
<b>Total</b>	<b>84.962,1190</b>	<b>84.962,1190</b>

**Tabel 3.23 Neraca Panas Heat Exchanger 01**

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Umpan	498.231,3620	413.896,5781
Pendingin	-	84.334,7839
<b>Total</b>	<b>498.231,3620</b>	<b>498.231,3620</b>

**Tabel 3.24 Neraca Panas Heat Exchanger 02**

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Umpan	491.975,6674	406.317,1647
Pendingin	-	85.658,5027
<b>Total</b>	<b>491.975,6674</b>	<b>491.975,6674</b>

**Tabel 3.25** Neraca Panas Heat Exchanger 03

Komponen	Masuk (kkal jam)	Keluar (kkal/jam)
Umpan Pendingin	246.566,7138	162.645,0783 83.921,6355
<b>Total</b>	<b>246.566,7138</b>	<b>246.566,7138</b>

**Tabel 3.26** Neraca Panas Heat Exchanger 04

Komponen	Masuk (kkal jam)	Keluar (kkal/jam)
Umpan Pendingin	124.740,3788	79.250,4114 45.489,9674
<b>Total</b>	<b>124.740,3788</b>	<b>124.740,3788</b>

