

## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

#### 3.1 Uraian Proses

##### 3.1.1 Langkah proses

Pada proses pembuatan etanol dari etilen yang merupakan proses hidrasi etilen fase gas, dibagi dalam tiga tahap, yaitu :

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap pembentukan etanol
3. Tahap pemisahan

##### 1. Tahap persiapan bahan baku

Mula-mula etilen cair yang disimpan pada tekanan 35 atm dan suhu  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dari tangki penyimpanan (T-01) etilen dialirkan dengan pompa (P-01) ke vaporizer (VP-01) yang beroperasi pada tekanan 35 atm, untuk menguapkan etilen. Pemanas yang digunakan untuk proses ini adalah steam. Etilen yang keluar dari vaporizer pada suhu 341 K. Air yang berasal dari unit pengolahan air dan dialirkan dengan pompa (P-02) sekaligus dinaikkan tekanannya dari 1,2 atm, kemudian diuapkan di vaporizer (V - 02) yang beroperasi pada tekanan 1.2 atm. Kemudian uap etilen dinaikkan lagi tekanannya dari 35 atm menjadi 68 atm di compressor 1( C - 01 ). Kemudian dialirkan menuju (HE-01) dan dilanjutkan ke reaktor. Sedangkan uap air dinaikkan tekanannya dari 1,2 atm menjadi 68 atm di compressor 2 (C-02). Lalu dialirkan ke (HE-02) untuk dinaikkan suhunya dari 374 K menjadi 523 K sehingga proses selanjutnya ke reaktor dapat bereaksi. Untuk katalis tidak dilakukan langkah-langkah persiapan karena langsung dimasukkan kedalam tube-tube reaktor.

## 2. Tahap Pembuatan Etanol

Tahap pembuatan etanol ini dimaksudkan untuk menghidrasi etilen dengan air sehingga diperoleh etanol dalam suatu reaktor fixed bed multitube (R-01). Gas keluar pada temperatur 573 K dengan tekanan 68 atm. Dalam reaktor reaktan melewati pipa-pipa yang berisi katalis silica gel. Katalis ini ditempatkan pada tube-tube yang disusun secara paralel. Reaksi yang terjadi dalam reaktor ini berlangsung secara eksotermis, sehingga untuk menjaga temperaturnya diperlukan pendingin, dimana pendingin yang digunakan ialah dowtherm A. konversi reaksi dalam reaktor ialah 93 %.

## 3. Tahap Pemisahan

Tahap pemisahan dilakukan untuk memisahkan etanol dari campuran gas yang keluar dari reaktor, sehingga diperoleh produk dengan kemurnian tertentu. Campuran gas keluar reaktor diturunkan suhunya dengan menggunakan expansion valve (EV-01). Gas yang keluar dari expansion valve dimasukkan dalam condenser partial (CP-01) untuk mengembunkan etanol dari suhu keluar expansion valve (EV-01) 573 K menjadi 341 K, Kemudian menuju separator yang fungsinya untuk memisahkan fase uap dan fase cair. Hasil atas berupa fase uap yakni etilen dan etana dimana diasumsikan etilen dan etana merupakan Uncondensated gas, akan di recycle kembali ke dalam reaktor, dan sebagian lagi dibuang ke UPL. Sedangkan hasil bawah separator yang berupa etilen dan air akan diumpankan ke dalam menara distilasi untuk dipisahkan berdasarkan titik didih. Hasil atas menara distilasi berupa fase cair yakni ethanol dan air akan di embunkan didalam condenser total (CT-01) untuk diembunkan menjadi cairan. Kemudian ditampung dalam accumulator (ACC-01), dari accumulator sebagian produk akan di refluks ke dalam menara distilasi dan sebagian lagi menjadi produk ethanol dengan kemurnian 95% dari titik azeotrop yang sebelumnya akan didinginkan dulu di dalam condenser total (CT-01) kemudian disimpan

dalam tangki penyimpanan (T-03). Sedangkan hasil bawah menara distilasi berupa cair akan dipanaskan di dalam reboiler (RB-01). Hasil atas reboiler di recycle kembali kedalam menara distilasi, dan hasil bawah yang berupa cairan akan di recycle ke dalam UPL sebagai air bahan baku.

### 3.1.2 Penentuan Kapasitas

Prediksi konsumsi etanol di Indonesia selalu mengalami kenaikan yang berarti. Hal ini berhubungan erat dengan perkembangan sektor industri, penggunaan etanol baik sebagai bahan baku maupun sebagai bahan pembantu. Kapasitas rancangan ditetapkan 50.000 ton/tahun, waktu operasi 330 hari/tahun. Dengan pertimbangan sebagian untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan sebagian sebagai komoditi ekspor karena konsumsi dunia masih cukup besar dan selalu mengalami kenaikan.

## 3.2 Spesifikasi alat proses

### 3.2.1 Peralatan proses

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

- Fungsi : Menghidrasi etilen sebanyak 16023,711 kg/jam dengan air sebanyak 3909,9820 kg/jam dengan bantuan katalis Asam Phospat dengan Silika gel.
- Tipe : Reaktor Fixed Bed Multitube
- Jumlah : 1
- Kondisi Operasi Reaktor
  - Tekanan : 68 atm
  - Suhu : 573 K
- Dimensi Reaktor
  - Diameter Reaktor : 60,32 in
  - Tinggi Reaktor : 6,99 m
  - Volume Reaktor : 12,17 m<sup>3</sup>

- Bahan Konstruksi : Stainless Steel SA 316 Grade C
- Jumlah Tube : 766
- Tebal Shell : 1,53 m
- Tebal Head : 14/16 in

➤ Tube Side

- Panjang Tube : 6,6 m
- Diameter dalam : 1,37 in
- Diameter luar : 1,5 in
- Harga Reaktor : \$ 259.181

**2. Tangki Penyimpanan Etilen ( T - 01 )**

- Fungsi : Menyimpan bahan baku etilen 97% selama 7 hari
- Tipe : Silinder horizontal dengan head ellipsoidal dengan refrigerant
- Bahan : Stainless Steel SA 167 Grade 3 Tipe 304
- Jumlah : 18 buah
- Kondisi Operasi
  - Suhu : -5 °C
  - Tekanan : 32 atm
- Dimensi Tangki
  - Diameter : 9,14 m
  - Tinggi : 3,66 m
- Tebal Shell : ¼ in
- Lebar Course : 6 ft
- Jumlah Course : 2
- Volume Tangki : 4953,10 m<sup>3</sup>
- Harga : \$1.159.762

### 3. Tangki Penyimpanan Air ( T - 02 )

- Fungsi : Menyimpan bahan baku air selama 7 hari
- Tipe : Silinder vertical dan beratap conical
- Bahan : Stainless Steel SA 167 Grade 3 Tipe 304
- Jumlah : 8 buah
- Kondisi Operasi
  - Suhu : 30°C
  - Tekanan : 1,2 atm
- Dimensi Tangki
  - Diameter : 6,10 m
  - Tinggi : 3,66 m
- Tebal Shell : ¼ in
- Lebar Course : 6 ft
- Jumlah Course : 2
- Volume Tangki : 1025,53 m<sup>3</sup>
- Harga : \$ 511.636

### 4. Vaporizer 1 ( V - 01)

- Fungsi : Memanaskan dan menguapkan umpan dengan menggunakan pemanas steam
- Tipe : Shell and Tube
- Spesifikasi Tube
  - OD : ¾ in
  - ID : 0,53 in
- Shell Side
  - ID : 15 ¼ in
  - Baffle Space : 3 4/5 in
  - Pass : 2
- Kondisi Operasi

- Suhu masuk : 268 K
- Suhu keluar : 341 K
- Tekanan : 35 atm
- Harga : \$ 18.090

#### 5. Vaporizer 2 ( V - 02 )

- Fungsi : Memanaskan dan menguapkan umpan dengan menggunakan pemanas steam
- Tipe : Shell and Tube Heat Exchanger, Counter Flow
- Spesifikasi Tube
  - OD : 0,75 in
  - ID : 0,53 in
- Shell Side
  - ID : 10 in
  - Baffle Space : 2 ½ in
  - Pass : 2
- Kondisi Operasi
  - Suhu masuk : 303 K
  - Suhu keluar : 373 K
  - Tekanan : 1 atm
- Harga : \$ 265.095

#### 6. Separator 1 ( SP - 01)

- Fungsi : Memisahkan antara gas dan cairan etilen setelah keluar dari vaporizer
- Kondisi Operasi
  - Suhu : 341 K
  - Tekanan : 35 atm
- Bentuk : Vertical separator single stage
- Bahan : Stainless Steel SA 316 Grade C

- Volume Separator : 8,50 m<sup>3</sup>
- Diameter Separator : 1,67 m
- Tinggi Separator : 3,34 m
- Tebal Shell : 0,05 m
- Tebal Head : 0,05 m
- Harga : \$ 49,285

#### 7. Separator 2 ( SP- 02)

- Fungsi : Memisahkan antara gas dan cairan etilen setelah keluar dari condensor parsial
- Kondisi Operasi
  - Suhu : 341 K
  - Tekanan : 1 atm
- Bentuk : Vertical separator single stage
- Bahan : Stainless Steel SA 316 Grade C
- Volume Separator : 4,87 m<sup>3</sup>
- Diameter Separator : 1,39 m
- Tinggi Separator : 2,77 m
- Tebal Shell : 0,48 cm
- Tebal Head : 0,48 cm
- Harga : \$ 15.887

#### 8. Compressor ( C - 01)

- Fungsi : Untuk menaikkan tekanan gas dari Separator 1 menuju arus reaktor dengan tekanan awal 35 atm menjadi 68 atm
- Jenis : Sentrifugal multistage
- Jumlah stage : 3
- Kondisi Operasi
  - P masuk : 35 atm
  - T masuk : 353,15 K

- P keluar : 68 atm
- T keluar : 353,15 K
- Power kompressor : 2,8052 Hp
- Harga : \$ 62.621

### 9. Compressor 2 ( C - 02 )

- Fungsi : Untuk menaikkan tekanan gas dari Vaporizer 2 menuju reaktor dengan tekanan awal 1,2 atm menjadi 68 atm
- Jenis : Sentrifugal multistage
- Jumlah stage : 10
- Kondisi Operasi
  - P masuk : 1,2 atm
  - T masuk : 373,75 K
  - P keluar : 68 atm
  - T keluar : 392,74 K
- Power kompressor : 5,4802 Hp
- Harga : \$ 62.621

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

- Fungsi : Untuk memanaskan etilen menuju reaktor 341 K menjadi 523 K dengan memakai panas keluaran reaktor
- Tipe : Shell and Tube
- Spesifikasi Tube
  - OD : 0,75 in
  - ID tube : 0,62 in
  - BWG : 16
  - Susunan : Square Pitch, 1 in
  - Jumlah tube : 76 tube
  - Passes : 1



- Flow area : 0,16 ft<sup>2</sup>
- Panjang tube : 16 ft
- Surface per lin ft : 0,30 in<sup>2</sup>
- Pressure drop : 0,60 psi
- Harga : \$ 109.123

### 11. Heat Exchanger 2 ( HE - 02 )

- Fungsi : Untuk memanaskan air menuju reaktor 374 K menjadi 523 K dengan memakai panas keluaran reaktor
- Tipe : Double Pipe Exchanger
- Bahan : Stainless Steel SA 316 Grade C
- Jumlah : 1
- Kondisi Operasi
  - Suhu masuk : 374 K
  - Suhu keluar : 523 K
  - Tekanan : 1 atm
- Panjang efektif : 3,66 m
- Jumlah hairpin : 7
- Annulus
  - Fluida dingin : Air
- Ukuran
  - IPS : 4 in
- Inner Pipe
  - Fluida panas : Steam
  - IPS : 3 in
- *Dirt Factor Required* : 0,002 hr.ft<sup>2</sup>.°F/Btu
- *Dirt Factor Calculated*: 0,002 hr.ft<sup>2</sup>.°F/Btu
- Harga : \$ 8.118

## 12. Expansion Valve ( EV-01)

- Fungsi : Menurunkan tekanan yang keluar dari reaktor 68 atm menjadi 1 atm
- Jenis : Expander Valve
- Kondisi operasi

- Suhu : 341 K
- Tekanan masuk : 68 atm
- Tekanan keluar : 1 atm
- ID : 5,04 in
- OD : 5,56 in
- IPS : 5 in
- Sch : 40
- At : 0,09 ft<sup>2</sup>

- Harga : \$ 69

## 13. Condensor Parsial ( CP-01)

- Fungsi : Mengembunkan uap air sehingga kemurnian arus gas bertambah
- Tipe : Shell and Tube Condensor
- Spesifikasi Tube

- OD : 0,50 in
- ID tube : 0,33 in
- BWG : 14
- Susunan : Triangular pitch
- Jumlah tube : 151 tube
- Passes : 2
- Flow area : 0,09 in<sup>2</sup>
- Panjang tube : 8 ft
- Surface per lin ft : 0,13 ft<sup>2</sup>

- Pressure drop : 1,30 psi
- Spesifikasi Shell
  - IDs : 8 in
  - Baffle spacing : 12 in
  - Passes : 1
  - Pressure drop : 0,08 psi
- Harga : \$ 2.203

#### 14. Menara Distilasi ( MD-01 )

- Fungsi : Memisahkan hasil keluar reaktor sebanyak 19934,1158 kg/jam menjadi hasil atas sebanyak 6313,1313 kg/jam dan hasil bawah sebanyak 1596,7632 kg/jam
- Tipe : Sieve plate distillation tower
- Bahan : Stainless Steel SA 316 Grade C
- Jumlah : 1 buah
- Kondisi Operasi
  - Puncak menara P : 1 atm  
T : 352,4242 K
  - Dasar menara P : 1 atm  
T : 370,2075 K
  - Umpan menara P : 1 atm  
T : 357,0501 K

- Dimensi menara
  - Diameter atas : 2,00 m
  - Diameter bawah : 1,82 m
  - Jumlah Tray : 20
  - Tray spacing : 0,60 m
  - Tinggi kolom : 9 m
  - Tebal Head : 0,50 in

- Tebal Shell : 0,19 in
- Harga : \$ 525.962

### 15. Condensor Total (CT-01 )

- Fungsi : Mengembunkan uap hasil atas menara distilasi

- Tipe : Shell and Tubes Exchanger

#### ➤ Spesifikasi Tube

- OD : 1,5 in
- ID tube : 1,4 in
- BWG : 18
- Susunan : Square pitch
- Jumlah tube : 688
- Passes : 4
- Flow area : 1,84 ft<sup>2</sup>
- Panjang tube : 12 ft
- Surface per lin ft : 0,37 ft<sup>2</sup>
- Pressure drop : 0,0045 psi

#### ➤ Spesifikasi Shell

- IDs : 33 in
- Baffle spacing : 16 ½ in

- Passes : 4

- Pressure drop : 0,0492 psi

- Harga : \$ 81.987

### 16. Accumulator ( ACC-01 )

- Fungsi : Sebagai penampung arus keluaran kondensor pada menara distilasi untuk menjaga kontinuitas dan kestabilan aliran keluar

- Tipe : Tangki silinder horizontal

- Bahan : Stainless Steel SA 316 Grade C
- Waktu tinggal : 5 menit
- Jumlah : 1
- Volume : 37,91 ft<sup>3</sup>
- Dimensi tangki

- Diameter : 0,60 m
- Panjang : 3,60 m
- Panjang tangki total : 0,92 m
- Tebal Shell : 0,19 in
- Tebal Head : 0,19 in

- Harga : \$ 82.792

#### **17. Compressor 3 ( C- 03)**

- Fungsi : Untuk menaikkan tekanan gas dari Separator 2 menuju arus recycle dengan tekanan awal 1,2 atm menjadi 68 atm
- Jenis : Sentrifugal multistage
- Jumlah stage : 5
- Kondisi Operasi
  - P masuk : 1,2 atm
  - T masuk : 376,3 K
  - P keluar : 68 atm
  - T keluar : 388,45 K
- Power kompressor : 7,6419 Hp
- Harga : \$ 65.868

#### **18. Tangki produk etanol (T - 03 )**

- Fungsi : Menyimpan produk etanol selama 7 hari
- Tipe : Silinder vertical dan beratap conical
- Bahan : Stainless Steel SA 167 Grade 3 Tipe 304
- Jumlah : 13 buah

- Kondisi Operasi
  - Suhu : 303 K
  - Tekanan : 1,2 atm

- Dimensi Tangki
  - Diameter : 6,10 m
  - Tinggi : 3,66 m
  - Tebal Shell : 0,25 in
  - Lebar Course : 6 ft
  - Jumlah Course : 2
  - Volume Tangki : 1616,62 m<sup>3</sup>
  - Harga : \$ 95.671

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

- Fungsi : Mengalirkan etilen cair ke dalam Vaporizer
- Tipe : Centrifugal single stage
- Kapasitas pompa : 393,81 gpm
- Power pompa : 0,0830 Hp
- Power motor : 0,13 Hp
- Ukuran pipa
  - D nominal : 6 in
  - Sch : 40
  - ID : 6,10 in
  - OD : 6,63 in
  - at : 28,9 in<sup>2</sup>
- Harga : \$ 29.223

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

- Fungsi : Mengalirkan air ke dalam Vaporizer 2
- Tipe : Centrifugal single stage
- Kapasitas pompa : 19,40 gpm

- Power pompa : 0,0319 Hp
- Power motor : 0,05 Hp
- Ukuran pipa
  - D nominal : 2 in
  - Sch : 40
  - ID : 2,07 in
  - OD : 2,38 in
  - at : 3,35 in<sup>2</sup>
- Harga : \$ 17.859

### 21. Pompa ( P - 03 )

- Fungsi : Mengalirkan hasil produk etanol ke dalam tangki penampung produk
- Tipe : Centrifugal single stage
- Kapasitas pompa : 43,31 gpm
- Power pompa : 0,0574 Hp
- Power motor : 0,08 Hp
- Ukuran pipa
  - D nominal : 2 ½ in
  - Sch : 40
  - ID : 2,47 in
  - OD : 2,88 in
  - at : 4,79 in<sup>2</sup>
- Harga : \$ 17.859

### 22. Pompa ( P - 04 )

- Fungsi : Mengalirkan hasil air dari bawah MD ke dalam UPL
- Tipe : Centrifugal single stage
- Kapasitas pompa : 8,66 gpm
- Power pompa : 0,0137 Hp

- Power motor : 0,05 Hp
- Ukuran pipa
  - D nominal : 1 ¼ in
  - Sch : 40
  - ID : 1,38 in
  - OD : 1,66 in
  - at : 1,5 in<sup>2</sup>
- Harga : \$ 11.133

### 23. Reboiler ( RB )

- Fungsi : Menguapkan cairan yang keluar dari MD-01 sebagai hasil bawah
- Tipe : Kettle Reboiler
- Spesifikasi Tube
  - OD : 0,75 in
  - ID tube : 0,62 in
  - BWG : 10
  - Susunan : Square pitch
  - Jumlah Tube : 188
  - Passes : 8
  - Flow area : 0,03 ft<sup>2</sup>
  - Panjang tube : 18 ft
  - Surface per lin ft : 0,16 ft<sup>2</sup>
  - Pressure drop : 1,9015 psia
- Spesifikasi Shell
  - IDs : 19 ¼ in
  - Passes : 8
  - Baffle : 9 5/8 in
- Harga : \$ 257.352



### 3.3 Perencanaan Produksi

#### 3.3.1 Perencanaan Bahan Baku dan Peralatan Proses

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu faktor eksternal dan internal. Yang dimaksud faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

#### 3.3.2 Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi dua, yaitu :

- Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun maksimal
- Kemampuan pasar lebih kecil dari kemampuan pabrik.

Ada tiga alternatif yang dapat diambil:

1. Rencana produksi sesuai kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
2. Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
3. Mencari daerah pemasaran yang lain dan menggunakan fasilitas-fasilitas pemasaran yang mudah diakses seperti menggunakan *e-bussiness*.

#### 3.3.3 Kemampuan pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

- Material (Bahan Baku)

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

- Manusia (Tenaga Kerja)

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu diperlukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilannya meningkat.

- Mesin (Peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi keadaan dan kemampuan mesin. Jam efektif mesin adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu.

### 3.4 Neraca Massa

Kapasitas : 50.000 ton/tahun

Operasi : 330 hari/tahun

Basis : 1 jam

*Tabel 3. 1 Neraca Massa Reaktor*

Komponen	Input (Kg/jam)			Output (Kg/jam)
	2	5	12	6
Etilen	14134.343		10075.7576	18157.5758
Air		18181.8182	0.000	14290.9091
Etanol		0.0000	0.000	9943.4343
Etana	0.354		0.3359	0.6894
Sub Total	14134.6970	18181.8182	10076.0934	42392.6086
Total		42392.6086		42392.6086

*Tabel 3. 2 Neraca Massa Separator 2*

Komponen	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)		
	6	7	11	12
Etilen	18157.5758	0.0000	907.8788	17249.6970
Air	14290.9091	14290.9091	0.0000	0.0000
Etanol	9943.4343	9943.4343	0.0000	0.0000
Etana	0.6894	0.0000	0.0345	0.6549
Sub Total	42392.6086	24234.3434	907.9133	17250.3519
Total	42392.6086	42392.6086		

Tabel 3. 3 Neraca Massa Menara Distilasi

Komponen	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)	
	7	8 (D)	9 (B)
Air	8884.5692	315.6566	8568.9126
Etanol	6177.7925	5997.4747	180.3177
Sub Total	15062.3617	6313.1313	8749.2304
Total	15062.3617	15062.3617	

Tabel 3. 4 Neraca Massa Total

NM Total	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
Etilen	15056.2274	11292.1705
Air	11304.3200	8884.5692
Etanol	0.0000	6177.4128
Etana	4.3961	10.7910
Total	26364.9435	26364.9435

### 3.5 Neraca Panas

Suhu Referensi = 25°C

Tabel 3. 5 Neraca Panas Vaporizer 1(Arus 1)

Komponen	Input (Kj/jam)	Output (Kj/jam)
Etilen	-1025033.9056	615757.5253
Etana	-186.1491	350.9703
Sub Total	-1025220.0547	616108.4956
Q	1641328.5503	
Total	616108.4956	616108.4956

Tabel 3. 6 Neraca Panas Vaporizer 2(Arus 4)

Komponen	Input (Kj/jam)	Output (Kj/jam)
Air	3781338.141	1701760.307
Sub Total	3781338.141	1701760.307
Q		2079577.834
Total	3781338.141	3781338.141

Tabel 3. 7 Neraca Panas Separator 1

Komponen	Input (Kj/jam)	Output (Kj/jam)	
	1	2	3
Etilen	918209.4240	915899.1667	1495.8004
Etana	524.7319	26.2366	1201.1828
Sub Total	918734.1559	915925.4033	2696.9832
Q			
Total	918734.1559	918622.3865	

Tabel 3. 8 Neraca Panas Heat Exchanger 1(Arus 2 dan 12)

Komponen	Input (Kj/Jam)	Output (Kj/Jam)
Etilen (g)	615449.6465	8365344.3620
Etana (g)	17.5485	3396.1834
Etilen (g) Dari Recycle	751273.8814	4598343.8492
Etana (g) Dari Recycle	528.1481	3286.9689
Sub Total	1367269.2246	12970371.3635
Q	11603102.1389	
Total	12970371.3635	12970371.3635

Tabel 3. 9 Neraca Panas Heat Exchanger 2(Arus 5)

Komponen	Input (Kj/jam)	Output (Kj/jam)
Air (g)	1594625.9073	4866216.1905
Sub Total	1594625.9073	4866216.1905
Q	3271590.2832	
Total	4866216.1905	4866216.1905

Tabel 3. 10 Neraca Panas Reaktor(Arus 2,5 dan 12)

Komponen	Input (Kj/jam)	Output (Kj/jam)
Etilen (g)	6454001.6322	4840501.2242
Etana(g)	109.5666	3286.9968
Air (g)	4866216.1905	3824576.3020
Etanol (g)		2469724.2866
$\Delta HR$	-57858.1338	
Sub Total	11262469.2555	11138088.8096

Q		124380.4459
Total	11262469.2555	11262469.2555

Tabel 3. 11 Neraca Panas Condensor Partial(Arus 6)

Komponen	Q in (kJ/jam)	Q out (kJ/jam)
Etilen	5151542.2874	1081533.6037
Etana	3198.8793	677953.7617
Air	574572.0928	0.0000
Etanol	2628578.4216	0.0000
Q		6598404.3156
total	8357891.6811	8357891.6811

Tabel 3. 12 Neraca Panas Separator 2(Arus 6 dan 7)

Komponen	Input (Kj/jam)	Output (Kj/jam)
Etilen	1358489.3728	1358489.3728
Etana	910.6242	910.6242
Air	2673534.2403	2673534.2403
Etanol	1087975.8165	1087975.8165
Sub Total	5120910.0538	5120910.0538
Q		
Total	5120910.0538	5120910.0538

Tabel 3. 13 Neraca Panas Menara Destilasi

Komponen	In (kJ/jam)	Out (kJ/jam)
		<b>Distilat (Arus 8)</b>
Air	329307.6309	59705.9928
Etanol	940654.5121	1077700.9443
		<b>Bottom (Arus 9)</b>
		382686.2035
		58076.3715
$\Delta HR$	15334862.1104	
Pendingin		15026654.7413
<b>Total</b>	16604824.2534	16604824.2534