

## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

#### 3.1. Neraca Massa

Setting neraca massa bahan meliputi neraca massa overall (keseluruhan) dan neraca massa tiap-tiap alat (reaktor, mixer, flash drum, menara distilasi).

##### 3.1.1. Neraca Massa Overall

Tabel 3.1. Neraca massa overall

No	Komponen	Masuk (Kg/jam)	Keluar (Kg/jam)
1	Metil Formiat	600,5240	0,5999
2	Metanol		921,1950
3	Air	3477,8366	487,7710
4	Asam Formiat		2668,7947
	Total	4078,3606	4078,3606

##### 3.1.2. Neraca Massa Tiap Alat

###### 3.1.2.1. Reaktor Preliminary Hydrolizer.

Tabel 3.2. Neraca massa pada reaktor preliminary hydrolizer.

No	Komponen	Masuk(Kg/jam)	Keluar (Kg/jam)
1	Metil Formiat	600,5240	483,4819
2	Metanol		62,4499
3	Air	3477,8366	3442,7250
4	Asam Formiat		89,7039
	Total	4078,3606	4078,3606

### 3.1.2.2. Mixer

Tabel 3.3. Neraca massa pada mixer

No	Masuk	Kg/jam	Keluar	Kg/jam
1	<b>Recycle FD</b>			
	Metil Formiat	4465,7868	Metil Formiat	12074,8370
	Metanol	50,5029	Metanol	113,0651
	Air	42,2858	Air	4277,6044
	Asam Formiat	79,8925	Asam Formiat	1913,8552
2	<b>Recycle MD-02</b>			
	Metil Formiat	7125,5684		
	Metanol	0,1123		
3	<b>Recycle MD-03</b>			
	Air	792,5936		
	Asam Formiat	1744,2587		
4	<b>Preliminary Hydrolizer</b>			
	Metil Formiat	483,4819		
	Metanol	62,4499		
	Air	3442,7250		
	Asam Formiat	89,7039		
	<b>Total</b>	<b>18379,3617</b>		<b>18379,3617</b>

### 3.1.2.3. Main Hydrolizer

Tabel 3.4. Neraca massa pada reaktor main hydrolizer

No		Masuk (Kg/jam)	Keluar (Kg/jam)
1	Metil Formiat	12074,8370	10465,2613
2	Metanol	113,0651	971,8822
3	Air	4277,6044	3794,7456
4	Asam Formiat	1913,8552	3147,4727
	<b>Total</b>	<b>18379,3617</b>	<b>18379,3617</b>

### 3.1.2.4. Flash Drum

Tabel 3.5. Neraca massa pada flash drum

No	Masuk	Kg/jam	Keluar	Kg/jam
1	Metil Formiat	10465,2613	<b>hasil atas</b>	
2	Metanol	971,8822	Metil Formiat	4465,7868
3	Air	3794,7456	Metanol	50,5029
4	Asam Formiat	3147,4727	Air	42,2858
			Asam Formiat	79,8925
			<b>hasil bawah</b>	
			Metil Formiat	5999,4745
			Metanol	921,3793
			Air	3752,4598
			Asam Formiat	3067,5801
	Total	18379,3617		18379,3617

### 3.1.2.5. Menara Distilasi

Tabel 3.6. Neraca massa pada menara distilasi – 01

No	Masuk	Kg/jam	Keluar	Kg/jam
1	Metil Formiat	5999,4745	<b>hasil atas</b>	
2	Metanol	921,3793	Metil Formiat	5999,4745
3	Air	3752,4598	Metanol	921,2871
4	Asam Formiat	3067,5801	Air	0,3752
			<b>hasil bawah</b>	
			Metanol	0,0921
			Air	3752,0845
			Asam Formiat	3067,5801
	Total	13740,8936		13740,8936

Tabel 3.7. Neraca massa pada menara distilasi – 02

No	Masuk	Kg/jam	Keluar	Kg/jam
1	Metil Formiat	5999,474	<b>hasil atas</b>	
2	Metanol	921,2871	Metil Formiat	5998,8745
3	Air	0,3752	Metanol	0,0921
			<b>hasil bawah</b>	
			Metil Formiat	0,5999
			Metanol	921,1950
			Air	0,3752
	Total	6921,1368		6921,1368

Tabel 3.8. Neraca massa pada menara distilasi - 03

No	Masuk	Kg/jam	Keluar	Kg/jam
1	Metanol	0,0921	<b>hasil atas</b>	
2	Air	3752,0845	Metanol	0,0802
3	Asam Formiat	3067,5801	Air	3264,3135
			Asam Formiat	398,7854
			<b>hasil bawah</b>	
			Metanol	0,0120
			Air	487,7710
			Asam Formiat	2668,7947
	Total	6819,7568		6819,7568



### 3.2. Neraca Panas

(Suhu referensi = 0 °C)

#### 3.2.1. Neraca Panas Total

Tabel 3.9. Neraca panas total

No	Alat	Kode Alat	Panas (kcal/j)	
			Masuk	Keluar
1	Reaktor - 01	R - 01	1746022,1	1746022,1
2	Mixer	Mix	4221628,1	4221628,1
3	Reaktor - 02	R - 02	3829212,1	3829212,1
4	Flash Drum	FD	3360635,0	3360635,0
5	Menara Distilasi - 01	MD - 01	2682291,6	2682291,6
6	Menara Distilasi - 02	MD - 02	884264,2	884264,2
7	Menara Distilasi - 03	MD - 03	1798027,4	1798027,4
	Total		18522080,5	18522080,5

#### 3.2.2. Neraca Panas per Alat

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

Tabel 3.10. Neraca panas total

Masuk	Q (kcal/j)	Keluar	Q (kcal/j)
Umpan 1	3949,1	keluar	54281,2
Umpan 2	41436,3	terserap	1624055,9
Qr	1700636,7	hilang	67685,0
Jumlah	1746022,1		1746022,1



### 3.2.2.2. Mixer

Tabel 3.11. Neraca panas pada Mixer

Masuk	Q (kcal/j)	Keluar	Q (kcal/j)
Umpan all	171033,7	keluar	171033,7
Qr	4050594,5	terserap	3848064,8
		hilang	202529,7
Jumlah	4221628,1		4221628,1

### 3.2.2.3 Preliminary Hydrolizer (R-02)

Tabel 3.12. Neraca panas pada Preliminary Hydrolizer (R-02)

Masuk	Q (kcal/j)	Keluar	Q (kcal/j)
Umpan 1	95285,2	keluar	140451,1
Umpan 2	61158,0	terserap	3460077,1
Qr	3672768,9	hilang	228684,0
Jumlah	3829212,1		3829212,1

### 3.2.2.4. Flash Drum

Tabel 3.13. Neraca panas pada Flash Drum

Masuk	Q (kcal/j)	Keluar	Q (kcal/j)
Umpan 1	82583,7	keluar	140451,1
Umpan 2	54254,4	terserap	3035921,3
Qr	3223796,8	hilang	184262,6
Jumlah	3360635,0		3360635,0



3.2.2.5. Menara Distilasi 01

Tabel 3.14. Neraca panas pada Menara Distilasi 01

Masuk	Q (kcal/j)	Keluar	Q (kcal/j)
Umpan 1	47343,2	keluar	109698,5
Umpan 2	53649,9	terserap	2431390,9
Qr	2581298,5	hilang	141202,2
Jumlah	2682291,6		2682291,6

3.2.2.6. Menara Distilasi 02

Tabel 3.15. Neraca panas pada Menara Distilasi 02

Masuk	Q (kcal/j)	Keluar	Q (kcal/j)
Umpan 1	47343,18	keluar	46986,78
Umpan 2	5,36	terserap	786142,36
Qr	836915,63	hilang	51135,04
Jumlah	884264,18		884264,18

3.2.2.7. Menara Distilasi 03

Tabel 3.16. Neraca panas pada Menara Distilasi 03

Masuk	Q (kcal/j)	Keluar	Q (kcal/j)
Umpan 1		keluar	62711,69
Umpan 2	53644,51	terserap	1645248,55
Qr	1744382,91	hilang	90067,19
Jumlah	1798027,42		1798027,42

### 3.3. Spesifikasi Alat Proses

#### 3.3.1. Tangki Penyimpan Metil Formiat (T-01)

Fungsi : Menyimpan Metil Formiat untuk kebutuhan proses selama 14 hari dengan laju kebutuhan 2105,601 kg/jam.

Jenis : Tangki silinder tegak dengan flat bottomed dan conical roof.

Kondisi : 35 °C, 1,5 atm.

Spesifikasi :

- Kapasitas : 742,8709 m<sup>3</sup>.
- Bahan : Stainless steel SA 167
- Diameter : 50 ft : 15,24 m.
- Tinggi : 12 ft : 3,6576 m.
- Jumlah course : 2
- Tebal shell : 0,1875 inci (course 1) dan 0,25 inci (course 2)
- Tebal head : 0,875 inci.

Bahan : Stainless steel SA 167 grade 11.

Jumlah : 1 buah.

Harga : \$ 126254,51

#### 3.3.2. Tangki Penyimpan Metanol (T-02)

Fungsi : Menyimpan Produk Metanol untuk kebutuhan proses selama 14 hari dengan laju kebutuhan 1123,7904 kg/jam.

Jenis : Tangki silinder tegak dengan flat bottomed dan conical roof.

Kondisi : 35 °C, 1 atm.



Ukuran :

- Kapasitas : 484,1076 m<sup>3</sup>.
- Bahan : Stainless steel SA 167
- Diameter : 50 ft : 15,24 m.
- Tinggi : 12 ft : 3,6576 m.
- Jumlah course : 2
- Tebal shell : 0,1875 inci (course1) dan 0,25 inci (course 2)
- Tebal head : 0,625 inci.

Bahan : Stainless steel SA 167 grade 11.

Jumlah : 1 buah.

Harga : \$ 95561,06

### 3.3.3. Tangki Penyimpan Asam Formiat (T-03)

Fungsi : Menyimpan Produk Asam Formiat untuk kebutuhan proses selama 14 hari dengan laju kebutuhan 1895,3843 kg/jam.

Jenis : Tangki silinder tegak dengan flat bottomed dan conical roof.

Kondisi : 35 °C, 1 atm.

Ukuran :

- Kapasitas : 546,5963 m<sup>3</sup>.
- Bahan : Stainless steel SA 167
- Diameter : 50 ft : 15,24 m.
- Tinggi : 12 ft : 3,6576 m.
- Jumlah course : 2



- Tebal shell : 0,1875 inci (course 1) dan 0,25 inci (course 2)
- Tebal head : 0,625 inci.

Bahan : Stainless steel SA 167 grade 11.

Jumlah : 1 buah.

Harga : \$ 103366,27

### 3.3.4. Reaktor (R-01)

Fungsi : Mereaksikan Metil Formiat sebanyak 2105,601 kg/jam dan air sebanyak 913,6862 kg/jam sehingga dihasilkan senyawa Methanol sebanyak 313,8867 kg/jam dan Asam formiat sebanyak 337,926 kg/jam.

Jenis : Reaktor Alir Pipa.

Kondisi operasi :

- Adiabatis
- Suhu : 120 °C.
- Tekanan : 10 atm

Spesifikasi :

- Nominal Pipe Size      NPS = 0,75 inci = 0,01905 m
- Schedule Number      Sch.N = 40
- Diameter Dalam      ID = 0,824 in = 0,02093 m
- Diameter Luar      OD = 1,05 inc = 0,002667 m
- Panjang Reaktor      zp = 36 ft = 10,9728 m
- Jumlah Hairpin design      = 1



- Pressure Drop  $\Delta P = 0,665316 \text{ atm} = 9,780144 \text{ psi}$ .

Jumlah : 1 buah.

Harga : \$ 38,52

### 3.3.5. Reaktor (R-02)

Fungsi : Mereaksikan output dari mixer yang terdiri dari : Metil Formiat sebanyak 12712,685 kg/jam, air 1589,107 kg/jam, methanol 396,1556 kg/jam dan Asam formiat sebanyak 594,8127 kg/jam sehingga dihasilkan senyawa Metil Formiat sebanyak 11017,66 kg/jam, air 1080,761 kg/jam, methanol 1300,304 kg/jam dan Asam formiat sebanyak 1893,545 kg/jam.

Jenis : Reaktor Alir Pipa.

Kondisi operasi :

- Adiabatis
- Suhu : 120 °C.
- Tekanan : 9 atm

Spesifikasi :

- Nominal Pipe Size NPS = 2 inci = 0,0508 m
- Schedule Number Sch.N = 40
- Diameter Dalam ID = 2,067 in = 0,052502 m
- Diameter Luar OD = 2,38 inc = 0,060452 m
- Panjang Reaktor  $z_p = 72 \text{ ft} = 21,9456 \text{ m}$
- Jumlah Hairpin design = 2



- Pressure Drop  $\Delta P = 0,337579 \text{ atm} = 4,962411 \text{ psi}$ .

Jumlah : 1 buah.

Harga : \$ 62,60

### 3.3.6. Flash Drum (FD)

Fungsi : Memisahkan sebagian besar fraksi Metil Formiat dalam campuran hasil reaksi R-02 untuk kemudian direcycle kembali.

Jenis : Tangki silinder vertikal.

Kondisi : 115 °C, 1 atm.

Ukuran :

- Diameter : 1,080115 m.
- Tinggi : 3,7050197 m.
- Tebal : 0,1875 inci.

Bahan : Stainless steel SA 167 grade 11.

Jumlah : 1 buah.

Harga : \$ 3274,58

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

Fungsi : Memisahkan campuran cair yang berasal dari FD menjadi hasil atas yang terdiri dari Metil Formiat dan Metanol, hasil bawah yang terdiri dari Air dan Asam Formiat.

Jenis : Packing column.

Kondisi umpan : 305,3287 K, 400 mmHg.



Kolumn Distilasi atas :

- Tekanan : 0,503316 atm.
- Temperatur : 292,7821 K.

Kolumn Distilasi bawah :

- Tekanan : 0,543316 atm.
- Temperatur : 367,9124 K.

Spesifikasi :

- Bahan : Stainless steel SA 167.
- Shell
- Tinggi : 33,08213 m
- Tebal : 0,1875 inci
- Head
- Jenis : Torispherical Dished Head
- Tebal : 0,1875 inci

Packed Bed di enriching section :

- Jenis packing : Ceramic Intalox Saddles
- Packing size : 3 inci
- Diameter bed : 1,21 m
- Tinggi bed : 6,05 m
- Jumlah bed section : 3
- Tinggi bed section : 2,647132 m

Packed Bed di stripping section :

- Jenis packing : Ceramic Intalox Saddles
- Packing size : 3 inci
- Diameter bed : 1,21 m
- Tinggi bed : 6,05 m
- Jumlah bed section : 3
- Tinggi bed section : 3,000083 m

Jumlah : 1 buah.

Harga : \$ 3370,89

### 3.3.8. Menara Distilasi (MD-02)

Fungsi : Memisahkan campuran cair yang berasal dari MD-01 menjadi hasil atas yang terdiri dari Metil Formiat, dan hasil bawah yang terdiri dari Air dan Metanol.

Jenis : Packing column.

Kondisi umpan : 325,2862 K, 1,7 atm.

Kolumn Distilasi atas :

- Tekanan : 1.672 atm.
- Temperatur : 319,3008 K.

Kolumn Distilasi bawah :

- Tekanan : 1,716 atm.
- Temperatur : 351,9906 K.



Spesifikasi :

- Bahan : Stainless steel SA 167.
- Shell
- Tinggi : 19,753 m
- Tebal : 0,1875 inci
- Head
- Jenis : Torispherical Dished Head
- Tebal : 0,25 inci

Packed Bed di enriching section :

- Jenis packing : Ceramic Intalox Saddles
- Packing size : 3 inci
- Diameter bed : 0,98 m
- Tinggi bed : 4,9 m
- Jumlah bed section : 2
- Tinggi bed section : 4,224319 m

Packed Bed di stripping section :

- Jenis packing : Ceramic Intalox Saddles
- Packing size : 3 inci
- Diameter bed : 0,98 m
- Tinggi bed : 4,9 m
- Jumlah bed section : 2
- Tinggi bed section : 3,97583 m

Spesifikasi :

- Kapasitas : 0,15981 m<sup>3</sup>.
- Bahan : Stainless steel SA 167
- Diameter : 0,472621 m.
- Tinggi : 1,417864 m.
- Tebal shell : 0,1875 inci.
- Tebal head : 0,875 inci.

Jumlah : 1 buah.

Harga : \$ 12657,09

#### 3.3.14. Cooler (C-01)

Fungsi : Mendinginkan hasil keluar Reaktor - 01 dengan laju 4078,3606 kg/jam sebelum diumpankan ke Reaktor 02.

Jenis : HE Shell and tube 1,1 split ring floating head..

Medium pendingin : Air pada suhu 25 °C

Fluida di shell : Air

Fluida di tube : Hasil cair FD

Beban panas : 7,41.10<sup>8</sup> J/jam

Luas perpindahan panas : 521,2864 ft<sup>2</sup> = 48,42909 m<sup>2</sup>

Bahan : Stainless steel

Shell side :

- Diameter dalam (ID) : 10 inci = 0,254 m
- Jumlah baffle : 20





Tube side :

- OD : 0,375 inci = 0,009525 m ; 18 BWG ; L : 16 ft = 4,8768 m
- Nt : 336, Triangular pitch, 1 pass

Jumlah : 1 buah.

Harga : \$ 24048,48

### 3.3.15. Cooler (C-02)

Fungsi : Mendinginkan distilat MD-01 sebelum diumpankan ke MD – 2

Jenis : HE Shell and tube 1,6 split ring floating head..

Medium pendingin : Air pada suhu 32 °C

Fluida di shell : Air

Fluida di tube : Bottom MD-02

Beban panas :  $1,31 \cdot 10^9$  J/jam

Luas perpindahan panas :  $622,0765 \text{ ft}^2 = 57,7928 \text{ m}^2$

Bahan : Stainless steel

Shell side :

- Diameter dalam (ID) : 12 inci = 0,3048 m
- Jumlah baffle : 16

Tube side :

- OD : 0,375 inci = 0,009525 m ; 18 BWG ; L : 16 ft = 4,8768 m
- Nt : 401, Triangular pitch, 6 pass

Jumlah : 1 buah.

Harga : \$ 26474,42



### 3.3.16. Cooler (C-03)

Fungsi : Mendinginkan bottom MD-02 sebelum dikirim ke tangki (T-2)  
untuk disimpan sebagai produk Methanol.

Jenis : HE Double Pipe.

Medium pendingin : Air pada suhu 32 °C

Fluida di pipe : Bottom MD-02

Fluida di annulus : Air

Beban panas :  $1,07 \cdot 10^8$  J/jam

Luas perpindahan panas :  $13,254684 \text{ ft}^2 = 1,2314 \text{ m}^2$

Bahan : Stainless steel

Jumlah hairpin : 4

Panjang pipa : 12 ft = 3,6576 m

Outer pipe :

- Nominal Pipe Size (NPS) : 1,5 inci = 0,0381 m
- Schedule number (Sch.N) : 40

Inner pipe :

- Nominal Pipe Size (NPS) : 0,25 inci = 0,00635 m
- Schedule number (Sch.N) : 40

Jumlah : 1 buah.

Harga : \$ 843,81

### 3.3.17. Cooler (C-04)

Fungsi : Mendinginkan bottom MD-03 sebelum dikirim ke tangki (T-3)

Jenis : HE Double Pipe.

Medium pendingin : Air pada suhu 32 °C

Fluida di pipe : Bottom MD-03

Fluida di annulus : Air

Beban panas :  $1,07 \cdot 10^8$  J/jam

Luas perpindahan panas :  $13,254684 \text{ ft}^2 = 1,2314 \text{ m}^2$

Bahan : Stainless steel

Jumlah hairpin : 4

Panjang pipa : 12 ft = 3,6576 m

Outer pipe :

- Nominal Pipe Size (NPS) : 1,5 inci = 0,0381 m
- Schedule number (Sch.N) : 40

Inner pipe :

- Nominal Pipe Size (NPS) : 0,25 inci = 0,00635 m
- Schedule number (Sch.N) : 40

Jumlah : 1 buah.

Harga : \$ 843,81

### 3.3.18. Heater (H-01)

Fungsi : Memanaskan umpan segar metil formiat dari tangki penyimpanan (T-01) sebelum diumpankan ke Preliminary reactor (R-01).

Jenis : HE Double Pipe.

Medium pemanas	: Steam jenuh pada tekanan 2,5 atm
Fluida di pipe	: Steam jenuh
Fluida di annulus	: Umpan segar metil formiat
Beban panas	: $3,92 \cdot 10^8$ J/jam.
Luas perpindahan panas	: $42,44052 \text{ ft}^2 = 3,9428 \text{ m}^2$
Bahan	: Stainless steel
Jumlah hairpin	: 8
Panjang pipa	: $20 \text{ ft} = 6,096 \text{ m}$
<u>Outer pipe</u>	:
• Nominal Pipe Size (NPS)	: 1,5 inci = 0,0381 m
• Schedule number (Sch.N)	: 40
<u>Inner pipe</u>	:
• Nominal Pipe Size (NPS)	: 0,25 inci = 0,00635 m
• Schedule number (Sch.N)	: 40
Jumlah	: 1 buah.
Harga	: \$ 1054,76

### 3.3.19. Heater (H-02)

Fungsi : Memanaskan umpan segar air dari utilitas sebelum diumpankan ke Preliminary reactor (R-01).

Jenis : HE Double Pipe.

Medium pemanas : Steam jenuh pada tekanan 2,5 atm

Fluida di pipe : Steam jenuh

Fluida di annulus : Umpan segar metil formiat

Beban panas :  $3,26 \cdot 10^8$  J/jam.

Luas perpindahan panas :  $35,35193 \text{ ft}^2 = 3,284302 \text{ m}^2$

Bahan : Stainless steel

Jumlah hairpin : 7

Panjang pipa : 20 ft = 6,096 m

Outer pipe :

- Nominal Pipe Size (NPS) : 1,5 inci = 0,0381 m
- Schedule number (Sch.N) : 40

Inner pipe :

- Nominal Pipe Size (NPS) : 0,25 inci = 0,00635 m
- Schedule number (Sch.N) : 40

Jumlah : 1 buah.

Harga : \$ 1054,76

### 3.3.20. Heater (H-03)

Fungsi : Memanaskan hasil atas Flash Drum untuk diumpankan ke Main reactor (R-02).

Jenis : HE Shell and tube 1,1 split ring floating head..

Medium pemanas : Steam jenuh pada tekanan 2,5 atm

Fluida di shell : Steam jenuh

Fluida di tube : Umpan reaktor (R-02).

Beban panas :  $2,008 \cdot 10^9$  J/jam.

Luas perpindahan panas :  $462,64113 \text{ ft}^2 = 42,98076 \text{ m}^2$

Bahan : Stainless steel

Shell side :

- Diameter dalam (ID) : 11 inci = 0,2794 m
- Jumlah baffle : 13

Tube side :

- OD : 0,375 inci = 0,009525 m ; 18 BWG ; L : 12 ft = 3,657599 m
- Nt : 399, Triangular pitch, 1 pass

Jumlah : 1 buah.

Harga : \$ 22571,82

### 3.3.21. Heater (H-04)

Fungsi : Memanaskan hasil bawah Flash Drum sebelum diumpankan ke MD-01.

Jenis : HE Double Pipe.

Medium pemanas : Steam jenuh pada tekanan 1 atm

Fluida di pipe : Steam jenuh

Fluida di annulus : Distilat MD-01

Beban panas :  $5,45 \cdot 10^8 \text{ J/jam.}$

Luas perpindahan panas :  $32,49623 \text{ ft}^2 = 3,018998 \text{ m}^2$

Bahan : Stainless steel

Jumlah hairpin : 10

Panjang pipa : 12 ft = 3,6576 m

Outer pipe :

- Nominal Pipe Size (NPS) : 1,5 inci = 0,0381 m
- Schedule number (Sch.N) : 40

Inner pipe :

- Nominal Pipe Size (NPS) : 0,25 inci = 0,00635 m
- Schedule number (Sch.N) : 40

Jumlah : 1 buah.

Harga : \$ 1054,76

### 3.3.22. Heater (H-05)

Fungsi : Memanaskan distilat MD-02 sebelum diumpankan ke reaktor-2

Jenis : HE Double Pipe.

Medium pemanas : Steam jenuh pada tekanan 4,5 atm

Fluida di pipe : Steam jenuh

Fluida di annulus : Bottom MD-01.

Beban panas :  $3,91 \cdot 10^8$  J/jam.

Luas perpindahan panas :  $84,99881 \text{ ft}^2 = 7,896647 \text{ m}^2$

Bahan : Stainless steel

Jumlah hairpin : 16

Panjang pipa : 20 ft = 6,096 m

Outer pipe :

- Nominal Pipe Size (NPS) : 1,5 inci = 0,0381 m

- Schedule number (Sch.N) : 40

Inner pipe :

- Nominal Pipe Size (NPS) : 0,25 inci = 0,00635 m
- Schedule number (Sch.N) : 40

Jumlah : 1 buah.

Harga : \$ 1265,71

### 3.3.23. Heater (H-06)

Fungsi : Memanaskan distilat MD-03 sebelum diumpangkan ke reaktor-2

Jenis : HE Double Pipe.

Medium pemanas : Steam jenuh pada tekanan 4,5 atm

Fluida di pipe : Steam jenuh

Fluida di annulus : Bottom MD-01.

Beban panas :  $3,91 \cdot 10^8$  J/jam.

Luas perpindahan panas :  $84,99881 \text{ ft}^2 = 7,896647 \text{ m}^2$

Bahan : Stainless steel

Jumlah hairpin : 16

Panjang pipa : 20 ft = 6,096 m

Outer pipe :

- Nominal Pipe Size (NPS) : 1,5 inci = 0,0381 m
- Schedule number (Sch.N) : 40

Inner pipe :

- Nominal Pipe Size (NPS) : 0,25 inci = 0,00635 m
- Schedule number (Sch.N) : 40



Jumlah : 1 buah.

Harga : \$ 1265,71

### 3.3.24. Condenser (CD-01)

Fungsi : Mengembunkan hasil uap Flash Drum (FD) sebelum di recycle ke Reaktor Main Hidrolizer (R-02).

Jenis : HE Shell and tube 1,2 split ring floating head..

Medium pendingin : Air pada suhu 20 °C

Fluida di shell : Uap keluar Top FD

Fluida di tube : Air

Beban panas :  $2,117.10^9$  J/jam

Luas perpindahan panas :  $305,7272 \text{ ft}^2 = 28,4030 \text{ m}^2$

Bahan : Stainless steel

Shell side :

- Diameter dalam (ID) : 17 inci = 0,4318 m
- Jumlah baffle : 6

Tube side :

- OD : 0,75 inci = 0,01905 m ; 16 BWG ; L : 8 ft = 2,43839 m
- Nt : 199, Triangular pitch, 2 pass

Jumlah : 1 buah.

Harga : \$ 17930,88

### 3.3.25. Condenser (CD-02)

Fungsi : Mengembunkan Uap keluar top Menara Distilasi (MD-01).

Jenis : HE Shell and tube 1,2 split ring floating head..

Medium pendingin : Air pada suhu 10 °C

Fluida di shell : Uap keluar Top MD-01

Fluida di tube : Air

Beban panas :  $6,056 \cdot 10^9$  J/jam

Luas perpindahan panas :  $6153,209 \text{ ft}^2 = 571,6518 \text{ m}^2$

Bahan : Stainless steel

Shell side :

- Diameter dalam (ID) : 53 inci = 1,3462 m
- Jumlah baffle : 5

Tube side :

- OD : 1 inci = 0,0254 m ; 16 BWG ; L : 20 ft = 6,0959998 m
- Nt : 1186, Triangular pitch, 2 pass

Jumlah : 1 buah.

Harga : \$ 114335,75

### 3.3.26. Condenser (CD-03)

Fungsi : Mengembunkan Uap keluar top Menara Distilasi (MD-02).

Jenis : HE Shell and tube 1,2 split ring floating head..

Medium pendingin : Air pada suhu 32 °C



Fluida di shell : Uap keluar Top MD-02

Fluida di tube : Air

Beban panas :  $6,056 \cdot 10^9$  J/jam

Luas perpindahan panas :  $2794,994 \text{ ft}^2 = 259,6634 \text{ m}^2$

Bahan : Stainless steel

Shell side :

- Diameter dalam (ID) : 25 inci = 0,6350 m
- Jumlah baffle : 10

Tube side :

- OD : 0,5 inci = 0,0127 m ; 16 BWG ; L : 20 ft = 6,0959998 m
- Nt : 1077, Triangular pitch, 2 pass

Jumlah : 1 buah.

Harga : \$ 66871,65

### 3.3.27. Condenser (CD-04)

Fungsi : Mengembunkan Uap keluar top Menara Distilasi (MD-03).

Jenis : HE Shell and tube 1,2 split ring floating head..

Medium pendingin : Air pada suhu  $90 \text{ }^\circ\text{C}$

Fluida di shell : Uap keluar Top MD-03

Fluida di tube : Air

Beban panas :  $1,957 \cdot 10^9$  J/jam.

Luas perpindahan panas :  $215,8861 \text{ ft}^2 = 20,0565 \text{ m}^2$

Bahan : Stainless steel

Shell side :

- Diameter dalam (ID) : 15 inci = 0,380998 m
- Jumlah baffle : 7

Tube side :

- OD : 0,75 inci = 0,01905 m ; 16 BWG ; L : 8 ft = 2,43839 m
- Nt : 141, Triangular pitch, 2 pass

Jumlah : 1 buah.

Harga : \$ 14872,09

### 3.3.28. Reboiler (RB-01)

Fungsi : Menguapkan bottom liquid Menara Distilasi (MD-01).

Jenis : HE 1,1 vertikal Thermosyphon reboiler split ring floating head..

Medium pemanas : Steam jenuh pada tekanan 1 atm

Fluida di shell : Steam

Fluida di tube : Bottom liquid MD-01

Beban panas :  $6,13 \cdot 10^9$  J/jam.

Luas perpindahan panas :  $521,2864 \text{ ft}^2 = 48,42909 \text{ m}^2$

Bahan : Stainless steel

Shell side :

- Diameter dalam (ID) : 29 inci = 0,73659 m
- Jumlah baffle : 7

Tube side :

- OD : 0,75 inci = 0,01905 m ; 16 BWG ; L : 16 ft = 4,8768 m
- Nt : 748, Triangular pitch, 1 pass

Beda tinggi : 0,25 m

Jumlah : 1 buah.

Harga : \$ 58960,96

### 3.3.29. Reboiler (RB-02)

Fungsi : Menguapkan bottom liquid Menara Distilasi (MD-02).

Jenis : HE 1,1 vertikal Thermosyphon reboiler split ring floating head..

Medium pemanas : Steam jenuh pada tekanan 1 atm

Fluida di shell : Steam

Fluida di tube : Bottom liquid MD-02

Beban panas :  $6,055 \cdot 10^9$  J/jam.

Luas perpindahan panas :  $898,082 \text{ ft}^2 = 83,434546 \text{ m}^2$

Bahan : Stainless steel

Shell side :

- Diameter dalam (ID) : 19 inci = 0,483 m
- Jumlah baffle : 11

Tube side :

- OD : 0,75 inci = 0,01905 m ; 16 BWG ; L : 16 ft = 4,8768 m
- Nt : 289, Triangular pitch, 1 pass

Beda tinggi : 1,25 m

Jumlah : 1 buah.

Harga : \$ 32486,54

### 3.3.30. Reboiler (RB-03)

Fungsi : Menguapkan bottom liquid Menara Distilasi (MD-03).

Jenis : HE 1,1 vertikal Thermosyphon reboiler split ring floating head..

Medium pemanas : Steam jenuh pada tekanan 1 atm

Fluida di shell : Steam

Fluida di tube : Bottom liquid MD-03

Beban panas :  $1,962.10^9$  J/jam..

Luas perpindahan panas :  $279,1327 \text{ ft}^2 = 25,932273 \text{ m}^2$

Bahan : Stainless steel

Shell side :

- Diameter dalam (ID) : 11 inci = 0,279 m
- Jumlah baffle : 18

Tube side :

- OD : 0,75 inci = 0,01905 m ; 16 BWG ; L : 16 ft = 4,8768 m
- Nt : 90, Triangular pitch, 1 pass

Beda tinggi : 1 m

Jumlah : 1 buah.

Harga : \$ 17087,08

### 3.3.31. Pompa (P-01)

Fungsi : Memompa Metil Formiat dari tank truck ke tangki (T-01).

Jenis : Single Stage Centrifugal Pump.

Spesifikasi

- Kapasitas : 7,428709 m<sup>3</sup>/jam
- Head : 5,322541 m
- Putaran aktual : 3500 rpm
- Putaran spesifik : 1782,411
- Power motor : 0,5 Hp

Jumlah : 6 buah.

Harga : \$ 5695,69

3.3.32. Pompa (P-02)

Fungsi : Memompa Metil Formiat dari tangki (T-01) ke reaktor (R-01) .

Jenis : Multi Stage Centrifugal Pump.

Spesifikasi

- Kapasitas : 3,4287 m<sup>3</sup>/jam
- Head : 108,9354 m
- Putaran aktual : 3500 rpm
- Putaran spesifik : 125,8428
- Power motor : 2 Hp

Jumlah : 2 buah.

Harga : \$ 4851,89

### 3.3.33. Pompa (P-03)

Fungsi : Memompa air dari unit utilitas ke reaktor (R-01)

Jenis : Multi Stage Centrifugal Pump .

#### Spesifikasi

- Kapasitas : 1,3240 m<sup>3</sup>/jam
- Head : 97,03244 m
- Putaran aktual : 3500 rpm
- Putaran spesifik : 85,28898
- Power motor : 1 Hp

Jumlah : 2 buah.

Harga : \$ 4008,08

### 3.3.34. Pompa (P-04)

Fungsi : Memompa cairan dari akumulator-01 kembali ke reaktor  
(R-02)

Jenis : Multi Stage Centrifugal Pump.

#### Spesifikasi

- Kapasitas : 7,0522 m<sup>3</sup>/jam
- Head : 89,39231 m
- Putaran aktual : 3500 rpm
- Putaran spesifik : 209,3285
- Power motor : 2,5 Hp

Jumlah : 2 buah.



Harga : \$ 5695,69

### 3.3.35. Pompa (P-05)

Fungsi : Memompa cairan dari Flash Drum ke Menara distilasi (MD-01)

Jenis : Single Stage Centrifugal Pump.

#### Spesifikasi

- Kapasitas : 15,9873 m<sup>3</sup>/jam
- Head : 9,8258 m
- Putaran aktual : 3500 rpm
- Putaran spesifik : 1651,018
- Power motor : 1 Hp

Jumlah : 2 buah.

Harga : \$ 7383,30

### 3.3.36. Pompa (P-06)

Fungsi: Memompa cairan dari Akumulator-02 ke pipa pemasukan refluks

Menara Distilasi (MD-01) dan umpan MD-02.

Jenis : Multi Stage Centrifugal Pump.

#### Spesifikasi

- Kapasitas : 15,35074 m<sup>3</sup>/jam
- Head : 35,27616 m
- Putaran aktual : 3500 rpm

- Putaran spesifik : 844,3779
- Power motor : 1,5 Hp

Jumlah : 2 buah.

Harga : \$ 5695,69

### 3.3.37. Pompa (P-07)

Fungsi : Memompa cairan dari Bottom MD-01 ke MD-02

Jenis : Multi Stage Centrifugal Pump..

#### Spesifikasi

- Kapasitas : 3,3686 m<sup>3</sup>/jam
- Head : 27,63724 m
- Putaran aktual : 3500 rpm
- Putaran spesifik : 348,9365
- Power motor : 0,5 Hp

Jumlah : 2 buah.

Harga : \$ 4851,89

### 3.3.38. Pompa (P-08)

Fungsi : Memompa cairan dari Akumulator-03 ke pipa pemasukan refluks

Menara Distilasi (MD-02) dan umpan R-02.

Jenis : Multi Stage Centrifugal Pump.

#### Spesifikasi

- Kapasitas : 20,49742 m<sup>3</sup>/jam

- Head : 84,50634 m
- Putaran aktual : 3500 rpm
- Putaran spesifik : 372,2401
- Power motor : 7,5 Hp

Jumlah : 2 buah.

Harga : \$ 7383,30

### 3.3.39. Pompa (P-09)

Fungsi : Memompa cairan dari bottom MD-02 ke tangki-02.

Jenis : Multi Stage Centrifugal Pump.

#### Spesifikasi

- Kapasitas : 2,1501 m<sup>3</sup>/jam
- Head : 5,7756 m
- Putaran aktual : 3500 rpm
- Putaran spesifik : 901,9281
- Power motor : 0,5 Hp

Jumlah : 2 buah.

Harga : \$ 4008,08

### 3.3.40. Pompa (P-10)

Fungsi: Memompa cairan dari Akumulator-04 ke pipa pemasukan refluks  
Menara Distilasi (MD-03) dan umpan R-02.

Jenis : Multi Stage Centrifugal Pump.

Spesifikasi

- Kapasitas : 1,380748 m<sup>3</sup>/jam
- Head : 69,76953 m
- Putaran aktual : 3500 rpm
- Putaran spesifik : 111,5446
- Power motor : 0,5 Hp

Jumlah : 2 buah.

Harga : \$ 4008,08

3.3.41. Pompa (P-11)

Fungsi : Memompa produk dari tangki-02 ke tank truck.

Jenis : Single Stage Centrifugal Pump.

Spesifikasi

- Kapasitas : 4,841076 m<sup>3</sup>/jam
- Head : 7,108612 m
- Putaran aktual : 3500 rpm
- Putaran spesifik : 1158,171
- Power motor : 0,5 Hp

Jumlah : 6 buah.

Harga : \$ 4851,89

### 3.3.42. Pompa (P-12)

Fungsi : Memompa produk dari tangki-03 ke tank truck

Jenis : Multi Stage Centrifugal Pump.

#### Spesifikasi

- Kapasitas : 4,841076 m<sup>3</sup>/jam
- Head : 10,44983 m
- Putaran aktual : 3500 rpm
- Putaran spesifik : 867,5203
- Power motor : 0,5 Hp

Jumlah : 6 buah.

Harga : \$ 4851,89

### 3.3.43. Pompa (P-13)

Fungsi : Memompa produk dari tangki-03 ke tank truck

Jenis : Multi Stage Centrifugal Pump.

#### Spesifikasi

- Kapasitas : 4,841076 m<sup>3</sup>/jam
- Head : 10,44983 m
- Putaran aktual : 3500 rpm
- Putaran spesifik : 867,5203
- Power motor : 0,5 Hp

Jumlah : 6 buah.

Harga : \$ 4851,89

#### 3.3.44. Pompa (P-14)

Fungsi : Memompa produk dari tangki-03 ke tank truck

Jenis : Multi Stage Centrifugal Pump.

##### Spesifikasi

- Kapasitas : 4,841076 m<sup>3</sup>/jam
- Head : 10,44983 m
- Putaran aktual : 3500 rpm
- Putaran spesifik : 867,5203
- Power motor : 0,5 Hp

Jumlah : 6 buah.

Harga : \$ 4851,89

#### 3.3.45. Pompa (P-15)

Fungsi : Memompa produk dari tangki-03 ke tank truck

Jenis : Multi Stage Centrifugal Pump.

##### Spesifikasi

- Kapasitas : 4,841076 m<sup>3</sup>/jam
- Head : 10,44983 m
- Putaran aktual : 3500 rpm
- Putaran spesifik : 867,5203
- Power motor : 0,5 Hp

Jumlah : 6 buah.

Harga : \$ 4851,89

### 3.3.46. Pompa (P-16)

Fungsi : Memompa produk dari tangki-03 ke tank truck

Jenis : Multi Stage Centrifugal Pump.

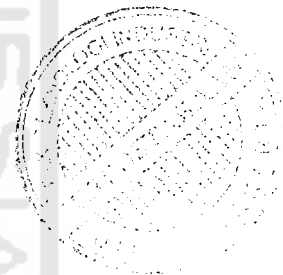
#### Spesifikasi

- Kapasitas : 4,841076 m<sup>3</sup>/jam
- Head : 10,44983 m
- Putaran aktual : 3500 rpm
- Putaran spesifik : 867,5203
- Power motor : 0,5 Hp

Jumlah : 6 buah.

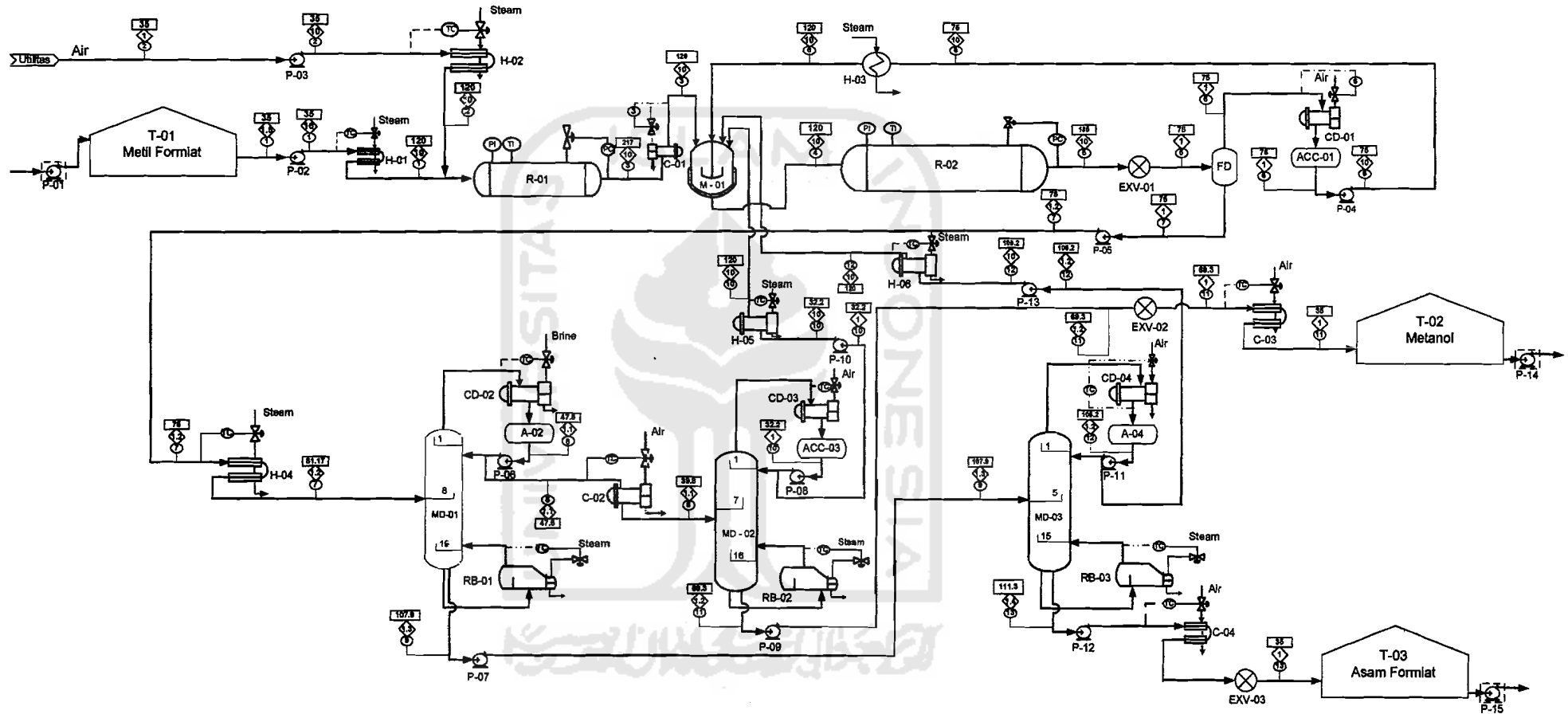
Harga : \$ 4851,89

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



# PRARANCANGAN PABRIK ASAM FORMIAT DARI METIL FORMIAT DENGAN PRODUK SAMPING METHANOL

KAPASITAS : 25.000 TON/TAHUN



KOMPONEN	ALIRAN PROSES (Kg/Jam)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
HCOOCH <sub>3</sub>	-	600,524	483,481	12.074,84	10.485,28	4.485,786	5.989,474	5.989,474	-	5.989,874	0,589	-	-
H <sub>2</sub> O	-	-	3.442,725	4.277,80	3.794,745	42,285	3.752,459	0,375	3.752,084	-	-	3.264,313	487,771
CH <sub>3</sub> OH	-	-	62,449	113,085	971,862	50,502	921,379	921,287	0,092	0,092	921,195	-	-
HCOOH	3.477,836	-	84,703	1.913,855	3.147,472	79,892	3.087,580	-	3.087,580	-	-	398,765	2.688,794

KETERANGAN	
R	Reaktor
MD	Menara Distilasi
M	Mixer
FD	Flash Drum
H	Heater
P	Pompa
T	Tangki
ACC	Accumulator
CD	Condensor
RB	Reboiler
EXV	Expander Valve
□	Suhu, °C
◇	Tekanan, atm
○	Nomor Arus
LI	Level indikator
TI	Temperatur indikator
PI	Pressure indikator
LC	Level Control
TC	Temperatur Control
PC	Pressure Control
FC	Flow Control

JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM  
PABRIK ASAM FORMIAT DARI METIL FORMIAT DENGAN  
PRODUK SAMPING METHANOL  
DENGAN KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

DISUSUN OLEH :  
NURUL ISTIQOMAH (01 521 013)  
YUSFANDI (01 521 208)

DOSEN PEMBIMBING :  
Ir. H. BACHRUN SUTRISNO, M.Sc.  
Hj. RATNA SRI HARJANTI, ST



