

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Umpan segar berupa Metil Format dari Tangki Penyimpanan (T-01) dan air dari utilitas dialirkan ke dalam Mixer (M-01) dan menuju Reaktor (R-01). Sebelum dialirkan menuju reaktor, suhu dinaikkan menjadi 90°C dengan Heater (HE-01) dan tekanan dinaikkan hingga 20 atm dengan Pompa (P-03). Reaktor berupa Reaktor Alir Pipa *adiabatic non isothermal* dilapisi isolasi yang beroperasi pada suhu 90°C dan tekanan 20 atm. Perbandingan molar pereaksi Metil Format : air yang terjadi di dalam reaktor adalah 1 : 1,8.

Produk keluar Reaktor (R-01) berupa Asam Format, Metanol, dan sisa-sisa reaktan yang tidak bereaksi. Asam Format yang terbentuk digunakan kembali sebagai katalis (*autokatalis*) pada Reaktor. Produk yang direaksikan di reaktor sebelumnya dicampur dengan arus *recycle* dari Menara Destilasi (MD-02) berupa Metil Format dan sedikit sisa Metanol, arus *recycle* dari Menara Destilasi (MD-03) berupa campuran air, sedikit Asam Formiat serta arus *recycle* dari Flash Drum berupa Metil Formiat dengan sedikit campuran air, Asam Format dan Metanol. Pencampuran dilakukan dalam sebuah mixer dengan tekanan 1 atm dan suhu pencampuran 71,46°C.

Produk yang keluar Reaktor (R-01) diekspansikan oleh expansion valve (EV-01) dari tekanan 20 atm menjadi 1,9 atm, sehingga terbentuk fase gas dan fase cair berdasarkan beda suhu didih cairan. Fase gas dan cair yang terbentuk kemudian dipisahkan di Flash Drum (FD). Hasil atas berupa fase

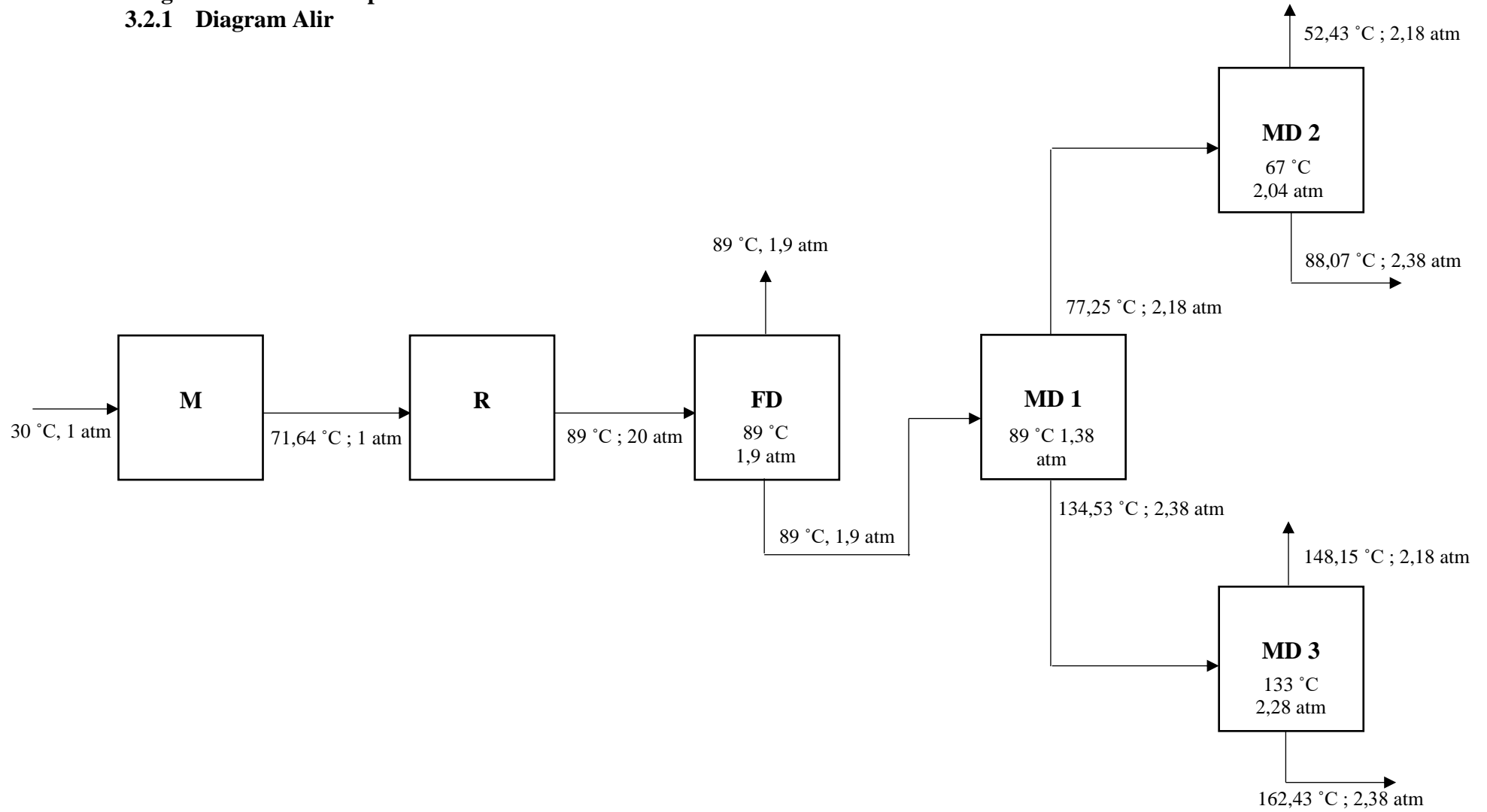
gas dengan kandungan Metil Formiat dan campuran sedikit Asam Format, air, dan Metanol *direcycle* ke mixer (M) sedangkan hasil bawah berupa fase cair dialirkan ke Menara Distilasi (MD-01). Umpan masuk Menara Distilasi (MD-01) diturunkan tekanannya dari 1,9 atm menjadi 1,38 atm dengan (EV-03).

Menara Distilasi (MD-01) beroperasi pada tekanan 1,38 atm dengan suhu umpan masuk sebesar 89°C, kondisi pada suhu atas 77,25°C ; 2,18 atm serta suhu bawah 134,53°C ; 2,38 atm. Menara Distilasi (MD-01) berfungsi untuk memisahkan campuran cair yang berasal dari Flash Drum menjadi hasil atas yang terdiri dari Metil Format dan Metanol, dan hasil bawah yang terdiri dari Air dan Asam Format. Hasil atas tersebut kemudian diumpankan ke Menara Distilasi (MD-02). Kondisi operasi Menara Distilasi (MD-02) adalah pada tekanan 2,04 atm dengan kondisi atas 52,43°C ; 2,18 atm dan kondisi bawah 88,07°C ; 2,38 atm. Pada Menara Distilasi (MD-02) diperoleh hasil bawah Metanol dengan kemurnian 99,9 % dan hasil atas berupa Metil Format dan sedikit Metanol. Hasil atas *direcycle* menuju mixer dan hasil bawah ditampung dalam tangki penyimpanan (T-02) yang sebelumnya diturunkan suhunya menjadi 30°C oleh Cooler (C-01) dan tekanannya diturunkan menggunakan expansion valve (EV-05) menjadi 1 atm. Hasil bawah Menara Distilasi (MD-01) yang masih terdapat kandungan air dan Asam Format diumpankan ke Menara Distilasi (MD-03). Kondisi operasi Menara Distilasi (MD-03) adalah pada tekanan 2,28 atm dengan kondisi hasil atas 148,15°C ; 2,18 atm serta hasil bawah 162,43°C ; 2,38 atm. Menara Distilasi (MD-03)

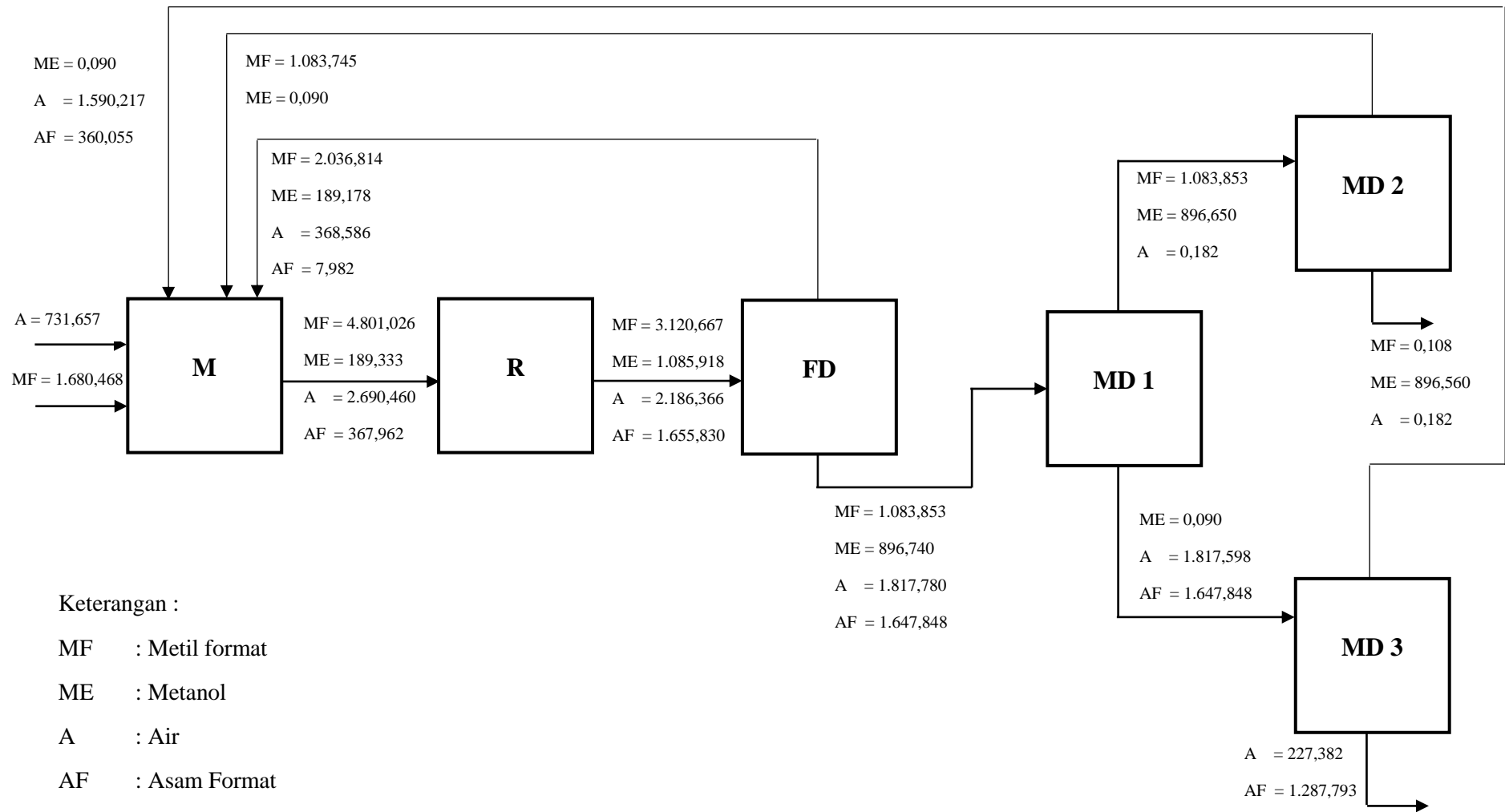
bertujuan untuk memperoleh hasil atas berupa air dan sisa-sisa Asam Format dan Metanol. Hasil bawah berupa Asam Format yang merupakan produk utama pabrik dihasilkan dengan kadar sebesar 85 % dialirkan dari bawah Menara Distilasi (MD-03) menuju ke Tangki Penyimpanan (T-03) yang sebelumnya diturunkan suhu dan tekanannya menjadi 30 °C ; 1 atm.

3.2 Diagram Alir dan Tahapan Proses

3.2.1 Diagram Alir



Gambar 3.1. Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3.2. Diagram Alir Kuantitatif

3.2.2 Tahapan Proses

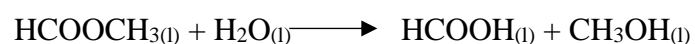
Pada proses pembuatan Asam Format dengan mereaksikan Metil Format dan air dapat dibagi menjadi empat tahap :

1. Tahap penyiapan bahan baku

Tahap ini merupakan tahap awal untuk mengalirkan bahan baku Metil Format dari tangki penyimpanan $C_2H_4O_2$ (T-01) pada kondisi tekanan 1 atm dan $30^\circ C$, kemudian dipompa menggunakan pompa (P-01) menuju pencampuran Mixer. Bahan baku kedua yaitu air (H_2O), dialirkan langsung dari proses Utilitas dengan tekanan 1 atm, $30^\circ C$ menggunakan pompa (P-03) menuju ke pencampuran Mixer (M). Di dalam *Mixer* juga terjadi pencampuran dengan recycle bahan dari alat lain, sehingga kondisi keluaran Mixer yaitu 1 atm, $71,63^\circ C$.

2. Tahap mereaksikan produk

Tahap selanjutnya yaitu memanaskan keluaran dari Mixer ke dalam Heater menggunakan Pompa (P-04) menjadi $90^\circ C$. Lalu dipompa lagi menuju ke reaktor. Reaktor yang digunakan yaitu Reaktor Alir Pipa dikarenakan mudah larutnya bahan baku metil format dan air, dengan tekanan 20 atm, $90^\circ C$. Reaktor ini mereaksikan Metil Format ($C_4H_4O_2$) dengan air (H_2O) menghasilkan Asam Formiat ($HCOOH$) dan Metanol (CH_3OH) sebagai hasil samping. Reaksi yang terjadi di dalam reaktor adalah sebagai berikut:



3. Tahap pemurnian produk

Pemurnian dilakukan melalui 4 tahapan. Pertama, keluaran dari Reaktor dialirkan menuju Flash Drum bertujuan untuk menguapkan sebagian besar hasil reaksi dalam campuran di reaktor dengan tekanan 1,9 atm dan 89°C. Hasil atas Flash Drum *direcycle* kembali ke Mixer sedangkan hasil bawah diteruskan ke tahap pemurnian selanjutnya. Kedua, hasil keluaran Flash Drum dilairkan menuju Menara Destilasi (MD-01) bertujuan untuk memisahkan campuran cair yang berasal dari Flash Drum sehingga terbagi menjadi hasil atas yang berupa Metanol dan Metil Format serta hasil bawah berupa Asam Format dan Air dengan tekanan atas menara 2,18 atm dan tekanan bawah menara 2,38 atm. Ketiga, hasil atas dari MD-01 kemudian melalui kondensor (CD-02) dan dialirkan ke Menara Destilasi (MD-02) sebagai umpan bertujuan untuk memisahkan uap yang berasal dari atas MD-01 menjadi hasil atas yang terdiri dari Metil Formiat dan hasil bawah yang terdiri dari Metanol dan Air dengan tekanan atas 2,18 atm dan tekanan 2,38 atm. Hasil atas MD-02 yang sebagian besar Metil Format *direcycle* kembali ke Mixer, sedangkan hasil bawah MD-02 berupa Metanol dialirkan menuju tangki penyimpanan (T-02). Keempat, hasil bawah MD-01 dialirkan menuju ke Menara Destilasi (MD-03) bertujuan untuk memisahkan campuran cair yang berasal dari bawah MD-01 menjadi hasil atas yang terdiri dari Metanol dan Air dan hasil bawah yang terdiri dari

Asam Format 85 % dengan sedikit air dengan tekanan atas menara 2,18 atm dan tekanan bawah menara 2,38 atm. Hasil atas MD-03 berupa sebagian besar Air dan sedikit metanol *direcycle* kembali ke Mixer sedangkan hasil bawah Asam Format 85 % dialirkan menuju tangki penyimpanan (T-03).

4. Tahap penyimpanan produk

Hasil bawah dari MD-02 berupa metanol yang sudah didinginkan dengan menggunakan Cooler (C-01) dialirkan menggunakan expansion valve (EV-05) menuju tangki penyimpanan (T-02) dengan tekanan 1 atm, 30°C. Hasil bawah dari MD-03 berupa Asam Format 85 % yang sudah didinginkan dengan menggunakan Cooler (C-02) menjadi 30°C dialirkan menggunakan expansion valve (EV-07) menuju tangki penyimpanan (T-03) dengan tekanan 1 atm, 30°C.

3.2.3 Neraca Massa

1. Neraca Massa Mixer

Tabel 3.1. Neraca Massa Umpan Mixer

Komponen	Masuk				Keluar
	Freshfeed	Recycle FD	Recycle MD2	Recycle MD3	
	kg/jam	kg/jam	kg/jam	kg/jam	
M. Format	1680,4676	2036,8140	1083,7446	0,0000	4801,0263
Metanol	0,0000	189,1783	0,0897	0,0897	189,3331
Air	731,6565	368,5864	0,0000	1590,2165	2690,4595
A. Format	0,0000	7,9818	0,0000	360,0548	367,9622
Total	2412,0251	2602,5606	1083,8343	1950,3610	8048,7810

2. Neraca Massa Reaktor

Tabel 3.2. Neraca Massa Reaktor

Komponen	Masuk	Keluar
	kg/jam	kg/jam
Metil Format	4801,0263	3120,6671
Metanol	189,3331	1085,9179
Air	2690,4595	2186,3663
Asam Format	367,9622	1655,8298
Total	8048,7810	8048,7810

3. Neraca Massa Flash Drum

Tabel 3.3. Neraca Massa Flash Drum

Komponen	Umpan	Distilat	Bottom
	kg/jam	kg/jam	kg/jam
Metil Format	3120,6671	2036,8140	1083,8530
Metanol	1085,9179	189,1783	896,7396
Air	2186,3663	368,5864	1817,7798
Asam Format	1655,8298	7,9818	1647,8479
Total	8048,7810	2602,5606	5446,2204
	8048,7810	8048,7810	

4. Neraca Massa Menara Destilasi 1

Tabel 3.4. Neraca Massa Menara Destilasi 1

Komponen	Umpan	Distilat	Bottom
	kg/jam	kg/jam	kg/jam
Metil Formiat	1083,8530	1083,8530	0,0000
Metanol	896,7396	896,6499	0,0897
Air	1817,7798	0,1818	1817,5980
Asam Formiat	1647,8479	0,0000	1647,8479
Total	5446,2204	1980,6847	3465,5356
	5446,2204	5446,2204	

5. Neraca Massa Menara Destilasi 2

Tabel 3.5. Neraca Massa Menara Destilasi 2

Komponen	Umpan	Distilat	Bottom
	kg/jam	kg/jam	kg/jam
Metil Formiat	1083,8530	1083,7446	0,1084
Metanol	896,6499	0,0897	896,5603
Air	0,1818	0,0000	0,1818
Asam Formiat	0,0000	0,0000	0,0000
Total	1980,6847	1083,8343	896,8504
	1980,6847	1980,6847	

6. Neraca Massa Menara Destilasi 3

Tabel 3.6. Neraca Massa Menara Destilasi 3

Komponen	Umpan	Distilat	Bottom
	kg/jam	kg/jam	kg/jam
Metil Formiat	0,0000	0,0000	0,0000
Metanol	0,0897	0,0897	0,0000
Air	1817,5980	1590,2165	227,3815
Asam Formiat	1647,8479	360,0548	1287,7932
Total	3465,5356	1950,3610	1515,1747
	3465,5356	3465,5356	

7. Neraca Massa Overall

Tabel 3.7. Neraca Massa Overall

Komponen	Masuk	Keluar
	kg/jam	kg/jam
Metil Formiat	1680,4676	0,1084
Metanol	0	896,5603
Air	731,6565	227,5633
Asam Formiat	0	1287,7932
Total	2412,0251	2412,0251

3.2.4 Neraca Panas

1. Neraca Panas Mixer

Tabel 3.8. Neraca Panas Mixer

No	Komponen	Fasa	T, °C	P, atm	Panas (kJ/jam)	
					Masuk	Keluar
1	Umpan fresh	cair	30	1	31.321,32	-
2	Recycle dari uap Flash Drum	cair	60	1	210.323,99	-
3	Recycle dari destilast MD2	cair	50,45	1	53.343,75	-
4	Recycle dari destilast MD3	cair	122,76	1	730.130,79	-
5	Campuran cair ke heater	cair	71,64	1	-	1.025.135,23
Total					1.025.119,84	1.025.135,23

2. Neraca Panas Reaktor

Tabel 3.9. Neraca Panas Reaktor

No	Komponen	Fasa	T, °C	P, atm	Panas (kJ/jam)	
					Masuk	Keluar
1	Output Mixer	cair	90,00	20	1.440.439.160	-
2	Umpan Flash Drum	cair	89,00	20	-	1.421.145.268
3	Panas Peaksi	-	-	20	133.426	-
4	Panas yang Diserap	-	-	20	-	19.427.317
Total					1.440.572.586	1.440.572.586

3. Neraca Panas Flash Drum

Tabel 3.10. Neraca Panas Flash Drum

No	Komponen	Fasa	T, °C	P, atm	Panas (kJ/jam)	
					Masuk	Keluar
1	Umpan Flash Drum	cair	89,00	1,9	1.399.107,66	-
2	Hasil Uap	uap	89,00	1,9	-	392.001,71
3	Hasil Cair	cair	89,00	1,9	-	1.007.105,95
Total					1.399.107,66	1.399.107,66

4. Neraca Panas Menara Destilasi 1

Tabel 3.11. Neraca Panas Menara Destilasi 1

No	Komponen	Fasa	T, °C	P, atm	Panas (kJ/jam)	
					Masuk	Keluar
1	Umpan MD-01	cair	89,00	1,38	1.007.105,95	-
2	Hasil Destilast MD-1	cair	77,24	2,18	-	196.865,82
3	Hasil Bottom MD-01	cair	134,52	2,38	-	1.245.060,22
4	Beban Reboiler 1	-	-	-	3.378.612,91	-
5	Beban Kondensor 2	-	-	-	-	2.943.792,83
Total					4.385.718,87	4.385.718,87

5. Neraca Panas Menara Destilasi 2

Tabel 3.12. Menara Destilasi 2

No	Komponen	Fasa	T, °C	P, atm	Panas (kJ/jam)	
					Masuk	Keluar
1	Umpan MD-02	cair	67,46	2,04	745.010,98	-
2	Hasil Destilast MD-2	cair	52,43	2,18	-	57.555,31
3	Hasil Bottom MD-02	cair	88,07	2,38	-	146.708,65
4	Beban Reboiler 2	-	-	-	528.898,37	-
5	Beban Kondensor 3	-	-	-	-	1.069.645,38
Total					1.273.909,35	1.273.909,35

6. Neraca Panas Menara Destilasi 3

Tabel 3.13. Menara Destilasi 3

No	Komponen	Fasa	T, °C	P, atm	Panas (kJ/jam)	
					Masuk	Keluar
1	Umpan MD-03	cair	133,02	2,28	1.227.505,19	-
2	Hasil Destilast MD-3	cair	148,15	2,18	-	745.920,10
3	Hasil Bottom MD-03	cair	162,43	2,38	-	541.935,03
4	Beban Reboiler 3	-	-	-	4.285.847,92	-
5	Beban Kondensor 4	-	-	-	-	4.225.497,97
Total					5.513.353,11	5.513.353,11

3.3 Spesifikasi Alat

3.3.1 Tangki Penyimpan Metil Format (T-01)

Fungsi : Menyimpan Metil Format untuk kebutuhan proses selama 30 hari sebanyak 1680,46758 kg/jam

Jenis : Tangki silinder tegak dengan *flat bottomed* dan *torispherical roof*

Kondisi : 30°C, 1 atm

Spesifikasi

- Kapasitas : 1494,901 m³
- Diameter : 18,288 m
- Tinggi : 6,588 m
- *Course* : 3 buah
- Tebal shell : 0,375 in (*course* 1) ; 0,3125 in (*course* 2) ; 0,25 in (*course* 3)
- Tebal head : 0,5 in

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Harga : \$ 232,700.00

3.3.2 Tangki Penyimpan Metanol (T-02)

Fungsi : Menyimpan Metanol untuk kebutuhan proses selama 14 hari sebanyak 896,8504 kg/jam

Jenis : Tangki silinder tegak dengan *flat bottomed* dan

torispherical roof

Kondisi : 30°C, 1 atm

Spesifikasi

- Kapasitas : 465,771 m³
- Diameter : 12,192 m
- Tinggi : 4,757 m
- *Course* : 2 buah
- Tebal shell : 0,1875 in (*course* 1) dan 0,25 in (*course* 2)
- Tebal head : 0,625 in

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Harga : \$ 109,100.00

3.3.3 Tangki Penyimpan Asam Format (T-03)

Fungsi : Menyimpan Asam Format untuk kebutuhan proses selama 14 hari sebanyak 1515,175 kg/jam

Jenis : Tangki silinder tegak dengan *flat bottomed* dan *torispherical roof*

Kondisi : 30°C, 1 atm

Spesifikasi

- Kapasitas : 510,045 m³
- Diameter : 12,192 m
- Tinggi : 4,757 m

- *Course* : 2 buah
- Tebal shell : 0,1875 in (*course* 1) dan 0,25 in (*course* 2)
- Tebal head : 0,625 in

Bahan : *Stainless steel SA 167 Grade 11*

Harga : \$ 115,700.00

3.3.4 Mixer (M)

Fungsi : Mencampurkan umpan segar bersama *recycle* Flash Drum, Menara Destilasi (MD-02) dan (MD-03) sebelum diumpankan ke Reaktor.

Jenis : Tangki silinder tegak berpengaduk dengan *torispherical roof*

Kondisi

- Suhu : 71,63°C
- Tekanan : 1 atm

Kapasitas : 9,754 m³

Spesifikasi

- Diameter : 3,048 m
- Tinggi : 7,315 m
- Pengaduk

Jenis : *3 bladed mixing propeller*

Baffle : 4 buah

Diameter impeller	: 1,071 m
Jarak impeller & bottom	: 1,071 m
Lebar blade	: 0,268 m
Motor	: 12 hp (9,14 kW)
• Tebal shell	: 0,25 in
• Tebal head	: 0,25 in
Bahan	: <i>Stainless steel SA 167 Grade 11</i>
Harga	: \$ 206,900.00

3.3.5 Reaktor (R)

Fungsi	: mereaksikan keluaran dari mixer berupa Metil Format, Air dan hasil <i>recycle</i> sehingga menghasilkan Metil Format, Air, Metanol dan Asam Format.
Jenis	: Reaktor Alir Pipa
Kondisi	: <i>Adiabatis non Isothermal</i>
• Suhu	: 90°C
• Tekanan	: 20 atm
Spesifikasi	
• NPS	: 3 in
• Sch.N	: 80
• ID	: 2,9 in

- OD : 3,5 in
- Panjang : 10 m

Bahan : *Stainless steel SA 167 Grade 11*

Jumlah : 1

Harga : \$ 212,200.00

3.3.6 Flash Drum (FD)

Fungsi : Memisahkan sebagian besar fraksi bahan keluaran Reaktor untuk kemudian di *recycle* kembali

Jenis : tangki silinder tegak

Kondisi

- Suhu : 89°C
- Tekanan : 1,9 atm

Spesifikasi

- OD : 30 in (0,762 m)
- ID : 28,409 in (0,722 m)
- Tinggi : 116,051 in (2,95 m)
- Tebal shell : 0,1875 in (0,0048 m)
- Tebal head : 0,1875 in (0,0048 m)

Bahan : *Stainless steel SA 167 Grade 11*

Jumlah : 1

Harga : \$ 11,629.00

3.3.7 Menara Destilasi (MD-01)

Fungsi : Memisahkan campuran cair yang berasal dari Flash Drum sehingga terbagi menjadi hasil atas yang berupa Metanol dan Metil Format serta hasil bawah berupa Asam Format dan Air

Jenis : *Packing column*

Kondisi

Umpan	: 89°C ; 1,38 atm
Kolom atas	: 77,24°C ; 2,18 atm
Kolom bawah	: 134,52°C , 2,38 atm

Spesifikasi

- Bahan : *Stainless steel SA 167 Grade 11*
- Shell

Diameter	: 1,1 m
Tebal	: 0,1875 in
Tinggi	: 31 m
- Head

Jenis	: <i>Torispherical head</i>
Tebal	: 0,25 in

Packed Bed di *Enriching Section*

- Jenis bed : *Ceramic Intalox Saddles*
- Ukuran packing : 3 in
- Tinggi packing : 8,526 m
- Juml.bed section : 4
- Tinggi bed section : 2,132 m

Packed Bed di *Stripping Section*

- Jenis bed : *Ceramic Intalox Saddles*
- Ukuran packing : 3 in
- Tinggi packing : 8,360 m
- Juml.bed section : 3
- Tinggi bed section : 2,787 m

Jumlah : 1

Harga : \$ 30,586.00

3.3.8 Menara Destilasi (MD-02)

Fungsi : Memisahkan campuran cair yang berasal dari distilat MD 01 sehingga terbagi menjadi hasil atas yang berupa Metil Format, serta hasil bawah berupa Air dan Metanol.

Jenis : *Packing column*

Kondisi

Umpan	: 67,46 °C ; 2,04 atm
Kolom atas	: 52,42 °C ; 2,18 atm
Kolom bawah	: 88,07 °C ; 2,38 atm

Spesifikasi

- Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*
- Shell
 - Diameter : 1 m
 - Tebal : 0,1875 in
 - Tinggi : 18,710 m
- Head
 - Jenis : *Torispherical head*
 - Tebal : 0,25 in

Packed Bed di *Enriching Section*

- Jenis bed : *Ceramic Intalox Saddles*
- Ukuran packing : 3 in
- Tinggi packing : 7,212 m
- Juml.bed section : 3
- Tinggi bed section : 2,404 m

Packed Bed di *Stripping Section*

- Jenis bed : *Ceramic Intalox Saddles*

- Ukuran packing : 3 in
- Tinggi packing : 6,711 m
- Juml.bed section : 3
- Tinggi bed section : 2,207 m

Jumlah : 1

Harga : \$ 28,500.00

3.3.9 Menara Destilasi (MD-03)

Fungsi : Memisahkan campuran cair yang berasal dari *bottom*

MD-01 sehingga terbagi menjadi hasil atas yang berupa

Air dan Metanol serta hasil bawah berupa Asam Format

85%

Jenis : *Packing column*

Kondisi

Umpan : 133,02 °C ; 2,28 atm

Kolom atas : 148,15 °C ; 2,18 atm

Kolom bawah : 162,43 °C ; 2,38 atm

Spesifikasi

- Bahan : *Stainless steel SA 167 Grade 11*
- Shell

Diameter : 0,92 m

Tebal : 0,1875 in

Tinggi : 7,254 m

- Head

Jenis : *Torispherical head*

Tebal : 0,25 in

Packed Bed di *Enriching Section*

- Jenis bed : *Ceramic Intalox Saddles*
- Ukuran packing : 3 in
- Tinggi packing : 1,951 m
- Juml.bed section : 1
- Tinggi bed section : 1,951 m

Packed Bed di *Stripping Section*

- Jenis bed : *Ceramic Intalox Saddles*
- Ukuran packing : 3 in
- Tinggi packing : 1,951 m
- Juml.bed section : 1
- Tinggi bed section : 1,951 m

Jumlah : 1

Harga : \$ 27,876.00

3.3.10 Heater

Fungsi : Memanaskan cairan hasil Mixer sebelum diumpan

kan ke reaktor

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Beban panas : 415.214 kJ/jam

Luas transfer : 32,286 ft²

Panjang : 12 ft

Spesifikasi Pipa Dalam (Fluida Dingin)

- NPS : 2
- Sch.N : 40

Spesifikasi Pipa Luar (Fluida Panas)

- NPS : 3
- Sch.N : 40

Jumlah hairpin : 3

Rd minimum : 0,00037

Rd available : 0,00119

(Heater memenuhi syarat, karena Rd available > Rd minimum)

Bahan : *Stainless steel SA 167 Grade 11*

Harga : \$ 3,800.00

3.3.11 Cooler (C-01)

Fungsi : Mendinginkan cairan hasil *bottom* MD-02 sebelum masuk ke T-02

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Beban panas : 135.493 kJ/jam

Luas transfer : 28,357 ft²

Panjang : 12 ft

Spesifikasi Pipa Dalam (Fluida Panas)

- NPS : 0,25 in
- Sch.N : 40

Spesifikasi Pipa Luar (Fluida Dingin)

- NPS : 1,5 in
- Sch.N : 40

Jumlah hairpin : 4

Rd minimum : 0,00033

Rd available : 0,00083

(C-01 memenuhi syarat, karena Rd available > Rd minimum)

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Harga : \$ 3,600.00

3.3.12 Cooler (C-02)

Fungsi : Mendinginkan cairan hasil *bottom* MD-03 sebelum masuk ke T-03

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Beban panas : 523.344 kJ/jam

Luas transfer : 59,555 ft²

Panjang : 12 ft

Spesifikasi Pipa Dalam

- NPS : 0,25 in
- Sch.N : 40

Spesifikasi Pipa Luar

- NPS : 1,5 in
- Sch.N : 40

Jumlah hairpin : 18

Rd minimum : 0,00033

Rd available : 0,00053

(C-04 memenuhi syarat, karena Rd available > Rd minimum)

Bahan : *Stainless steel SA 167*

Harga : \$ 6,100.00

3.3.13 Kondensor (CD-01)

Fungsi : Mengembunkan hasil uap Flash Drum sebelum diumpankan sebagai *recycle* di Mixer

Jenis : HE 1-2, *Split Ring Floating Head*

Beban Panas : 1.661.731 kJ/jam

Luas transfer : 201,168 ft²

Panjang : 8 ft

Pitch : *Triangular pitch*

Shell side

- Fluida panas : M.Format, Metanol, Air dan Asam Format
- ID : 15 ¼ in
- Baffle space : 15 ¼ in
- Pass : 1

Tube side

- Fluida dingin : *cooling water*
- Jumlah tube : 138
- BWG, OD : 16, ¾ in
- Pass : 2

Rd minimum : 0,00044

Rd available : 0,00057

(CD-01 memenuhi syarat, karena Rd available > Rd minimum)

Bahan : *Stainless steel SA 167 Grade 11*

Harga : \$ 18,900.00

3.3.14 Kondensor (CD-02)

Fungsi : Mengembunkan hasil uap dari top MD-01

Jenis : HE 1-2, *Split Ring Floating Head*

Beban Panas : 2.943.792,831 kJ/jam

Luas transfer : 1.137,9101 ft²

Panjang : 16 ft

Pitch : *Triangular pitch*

Shell side

- Fluida panas : Metil Format, Metanol dan Air
- ID : 23 in
- Baffle space : 23 in
- Pass : 1

Tube side

- Fluida dingin : *cooling water*
- Jumlah tube : 363
- BWG, OD : 16, ³/₄ in
- Pass : 2

Rd minimum : 0,00044

Rd available : 0,00204

(CD-02 memenuhi syarat, karena Rd available > Rd minimum)

Bahan : *Stainless steel SA 167 Grade 11*

Harga : \$ 29,200.00

3.3.15 Kondensor (CD-03)

Fungsi : Mengembunkan hasil uap top MD-02

Jenis : HE 1-2, *Split Ring Floating Head*

Beban Panas : 1.069.645 kJ/jam

Luas transfer : 251,3496 ft²

Panjang : 16 ft

Pitch : *Triangular pitch*

Shell side

- Fluida panas : Metil Format dan Metanol
- ID : 13 ¼ in
- Baffle space : 13 ¼ in
- Pass : 1

Tube side

- Fluida dingin : *cooling water*
- Jumlah tube : 82
- BWG, OD : 16, ¾ in
- Pass : 2

Rd minimum : 0,00044

Rd available : 0,00072

(CD-03 memenuhi syarat, karena Rd available > Rd minimum)

Bahan : *Stainless steel SA 167 Grade 11*

Harga : \$ 21,300.00

3.3.16 Kondensor (CD-04)

Fungsi : Mengembunkan hasil uap top MD-03

Jenis : HE 1-2, *Split Ring Floating Head*

Beban Panas : 4.225.498 kJ/jam

Luas transfer : 201,1085 ft²

Panjang : 8 ft

Pitch : *Triangular pitch*

Shell side

- Fluida panas : Metanol, Air dan Asam Format
- ID : 15 in
- Baffle space : 15 in
- Pass : 1

Tube side

- Fluida dingin : *cooling water*

- Jumlah tube : 129
- BWG, OD : 16, $\frac{3}{4}$ in
- Pass : 2

Rd minimum : 0,00044

Rd available : 0,00050

(CD-04 memenuhi syarat, karena Rd available > Rd minimum)

Bahan : *Stainless steel SA 167 Grade 11*

Harga : \$ 18,900.00

3.3.17 Reboiler (RB-01)

Fungsi : Menguapkan cairan *bottom* MD-01

Jenis : HE 1-2, *Split Ring Floating Head*

Beban Panas : 3.378.613 kJ/jam

Luas transfer : 201,6044 ft²

Panjang : 16 ft

Pitch : *Triangular pitch*

Shell side

- Fluida panas : *steam*
- IDs : 12 in
- Baffle space : 12 in

- Pass : 1

Tube side

- Fluida dingin : Metanol, Air dan Asam Format
- Jumlah tube : 65
- BWG, OD : 16, $\frac{3}{4}$ in
- Pass : 2

Rd minimum : 0,00044

Rd available : 0,00051

(RB-01 memenuhi syarat, karena Rd available > Rd minimum)

Bahan : *Stainless steel SA 167 Grade 11*

Harga : \$ 18,200.00

3.3.18 Reboiler (RB-02)

Fungsi : Menguapkan cairan *bottom* MD-02

Jenis : HE 1-2, *Split Ring Floating Head*

Beban Panas : 1.086.201 kJ/jam

Luas transfer : 296,0563 ft²

Panjang : 16 ft

Pitch : *Triangular pitch*

Shell side

- Fluida panas : *steam*
- IDs : 13 ¼ in
- Baffle space : 13 ¼ in
- Pass : 1

Tube side

- Fluida dingin : Metil Format, Metanol, Air
- Jumlah tube : 106
- BWG, OD : 16, ¾ in
- Pass : 2

Rd minimum : 0,00044

Rd available : 0,00102

(RB-02 memenuhi syarat, karena Rd available > Rd minimum)

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Harga : \$ 20,100.00

3.3.19 Reboiler (RB-03)

Fungsi : Menguapkan cairan *bottom* MD-03

Jenis : HE 1-2, *Split Ring Floating Head*

Beban Panas : 4.285.848 kJ/jam

Luas transfer : 341,7392 ft²

Panjang : 16 ft

Pitch : *Triangular pitch*

Shell side

- Fluida panas : *steam*
- IDs : 15 ¼ in
- Baffle space : 15 ¼ in
- Pass : 1

Tube side

- Fluida dingin : Air dan Asam Format
- Jumlah tube : 138
- BWG, OD : 16, ¾ in
- Pass : 2

Rd minimum : 0,00044

Rd available : 0,00067

(RB-03 memenuhi syarat, karena Rd available > Rd minimum)

Bahan : *Stainless steel SA 167*

Harga : \$ 21,000.00

3.3.20 Akumulator (ACC-01)

Fungsi : Sebagai penampung arus keluaran kondensor 2 pada MD 1 untuk menjaga kontinuitas dan kestabilan aliran keluar.

Jenis : Tangki silinder horisontal

Kapasitas : 0,581 m³

Spesifikasi :

- Diameter : 0,489 m
- Panjang : 3,220 m
- Tebal shell: 0,1875 in
- Tebal head: 0,1875 in

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Harga : \$ 2,500.00

3.3.21 Akumulator (ACC-02)

Fungsi : Sebagai penampung arus keluaran kondensor 3 pada MD 2 untuk menjaga kontinuitas dan kestabilan aliran keluar.

Jenis : Tangki silinder horisontal

Kapasitas : 0,273 m³

Spesifikasi :

- Diameter : 0,380 m
- Panjang : 2,497 m

- Tebal shell: 0,1875 in
- Tebal head: 0,1875 in

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Harga : \$ 1,600.00

3.3.22 Akumulator (ACC-03)

Fungsi : Sebagai penampung arus keluaran kondensor 4 pada MD 3 untuk menjaga kontinuitas dan kestabilan aliran keluar.

Jenis : Tangki silinder horisontal

Kapasitas : 0,498 m³

Spesifikasi :

- Diameter : 0,464 m
- Panjang : 3,056 m
- Tebal shell: 0,1875 in
- Tebal head: 0,1875 in

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Harga : \$ 2,300.00

3.3.23 Expansion Valve (EV-01)

Fungsi : Menurunkan tekanan cairan dari reaktor ke Flash Drum dari 20 atm menjadi 1,9 atm

Jenis : *Globe Valve*

Spesifikasi pipa

- NPS : 1,25 in
- Sch.Number : 40
- Diameter (ID) : 1,38 in

Bahan : *Stainless Steel SA 167 Grade 11*

Jumlah : 1

Harga : \$ 30.88,00

3.3.24 Expansion Valve (EV-02)

Fungsi : Menurunkan tekanan cairan dari CD-01 ke Mixer dari 1,9 atm menjadi 1 atm

Jenis : *Globe Valve*

Spesifikasi pipa

- NPS : 1 in
- Sch.Number : 40
- Diameter (ID) : 1,049 in

Bahan : *Stainless Steel SA 167 Grade 11*

Jumlah : 1

Harga : \$ 27.00,00

3.3.25 Expansion Valve (EV-03)

Fungsi : Menurunkan tekanan cairan dari *Bottom* FD ke MD-01
dari 1,9 atm menjadi 1,38 atm

Jenis : *Globe Valve*

Spesifikasi pipa

- NPS : 1,25 in
- Sch.Number : 40
- Diameter (ID) : 1,66 in

Bahan : *Stainless Steel SA 167 Grade 11*

Jumlah : 1

Harga : \$ 36.61,00

3.3.26 Expansion Valve (EV-04)

Fungsi : Menurunkan tekanan cairan dari ACC-02 ke Mixer dari
2,04 atm menjadi 1 atm

Jenis : *Globe Valve*

Spesifikasi pipa

- NPS : 1 in
- Sch.Number : 40
- Diameter (ID) : 1,049 in

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Jumlah : 1

Harga : \$ 27,00

3.3.27 Expansion Valve (EV-05)

Fungsi : Menurunkan tekanan cairan dari C-01 ke T-02 dari 2,38 atm menjadi 1 atm

Jenis : *Globe Valve*

Spesifikasi pipa

- NPS : 1 in
- Sch.Number : 40
- Diameter (ID) : 1,049 in

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Jumlah : 1

Harga : \$ 27,00

3.3.28 Expansion Valve (EV-06)

Fungsi : Menurunkan tekanan cairan dari ACC-03 ke Mixer dari 2,04 atm menjadi 1 atm

Jenis : *Globe Valve*

Spesifikasi pipa

- NPS : 1 in

- Sch.Number : 40
- Diameter (ID) : 1,049 in

Bahan : *Stainless Steel SA 167 Grade 11*

Jumlah : 1

Harga : \$ 27,00

3.3.29 Expansion Valve (EV-07)

Fungsi : Menurunkan tekanan cairan dari C-02 ke T-03 dari 2,38 atm menjadi 1 atm

Jenis : *Globe Valve*

Spesifikasi pipa

- NPS : 1 in
- Sch.Number : 40
- Diameter (ID) : 1,049 in

Bahan : *Stainless Steel SA 167 Grade 11*

Jumlah : 1

Harga : \$ 27,00

3.3.30 Pompa (P-01)

Fungsi : Memompa umpan segar Metil Formiat dari *tank*

truck ke T-01

Jenis : *Single stage centrifugal pump*

Spesifikasi pipa :

- NPS : 3 in
- Sch.N : 40
- ID : 3,068 in
- OD : 3,5 in

Total Head : 2,957 m

Motor penggerak : 1 hp

Bahan : *Stainless steel SA 167*

Jumlah : 2

Harga : \$ 5.401,03

3.3.31 Pompa (P-02)

Fungsi : Memompa umpan segar Metil Formiat dari T-01
ke Mixer

Jenis : *Single stage centrifugal pump*

Spesifikasi pipa :

- NPS : 0,75 in
- Sch.N : 40
- ID : 0,824 in

- OD : 1,05 in
- Total Head : 1,578 m
- Motor penggerak : 0,5 hp
- Bahan : *Stainless steel SA 167*
- Jumlah : 2
- Harga : \$ 2.350,93

3.3.32 Pompa (P-03)

- Fungsi : Memompa air dari Unit Utilitas ke Mixer
- Jenis : *Single stage centrifugal pump*
- Spesifikasi pipa :
- NPS : 0,75 in
 - Sch.N : 40
 - ID : 0,824 in
 - OD : 1,05 in
- Total Head : 0,778 m
- Motor penggerak : 0,5 hp
- Bahan : *Stainless steel SA 167*
- Jumlah : 2
- Harga : \$ 2.350,93

3.3.33 Pompa (P-04)

Fungsi : Memompa umpan dari Mixer ke Heater

Jenis : *Multi stage centrifugal pump*

Spesifikasi pipa :

- NPS : 1 in
- Sch.N : 40
- ID : 1,049 in
- OD : 1,315 in

Total Head : 1,766 m

Motor penggerak : 0,5 hp

Bahan : *Stainless steel SA 167*

Jumlah : 2

Harga : \$ 2.720,91

3.3.34 Pompa (P-05)

Fungsi : Memompa dan menaikkan tekanan cairan dari
Heater ke Reaktor

Jenis : *Multi stage centrifugal pump*

Spesifikasi pipa :

- NPS : 1 in
- Sch.N : 40

- ID : 1,049 in
- OD : 1,315 in

Total Head : 200 m

Motor penggerak : 3,5 hp

Bahan : *Stainless steel SA 167*

Jumlah : 2

Harga : \$ 2720,91

3.3.35 Pompa (P-06)

Fungsi : Memompa umpan dari Akumulator-01 ke Pipa
Pemasukan Refluks MD-01

Jenis : *Multi stage centrifugal pump*

Spesifikasi pipa :

- NPS : 1,25 in
- Sch.N : 40
- ID : 1,380 in
- OD : 1,660 in

Total Head : 18,443 m

Motor penggerak : 1 hp

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Jumlah : 2
Harga : \$ 3.053,86

3.3.36 Pompa (P-07)

Fungsi : Memompa cairan dari ACC-01 menuju pipa pemasukan MD-02

Jenis : *Single stage centrifugal pump*

Spesifikasi pipa :

- NPS : 1 in
- Sch.N : 40
- ID : 1,049 in
- OD : 1,315 in

Total Head : 3,588 m

Motor penggerak : 0,5 hp

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Jumlah : 2

Harga : \$ 2.793,85

3.3.37 Pompa (P-08)

Fungsi : Memompa cairan hasil *Bottom* MD-01 menuju

MD-03

Jenis : *Single stage centrifugal pump*

Spesifikasi pipa :

- NPS : 1 in
- Sch.N : 40
- ID : 1,049 in
- OD : 1,315 in

Total Head : 0,501 m

Motor penggerak : 0,5 hp

Bahan : *Stainless steel SA 167*

Jumlah : 2

Harga : \$ 2.793,85

3.3.38 Pompa (P-09)

Fungsi : Memompa umpan dari Akumulator-02 Ke Pipa
Pemasukan Refluks MD-02

Jenis : *Multi stage centrifugal pump*

Spesifikasi pipa :

- NPS : 1 in
- Sch.N : 40
- ID : 1,049 in

- OD : 1,315 in
- Total Head : 9,975 m
- Motor penggerak : 0,5 hp
- Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*
- Jumlah : 2
- Harga : \$ 2.720,91

3.3.39 Pompa (P-10)

- Fungsi : Memompa cairan dari *Bottom MD-02* ke C-01
- Jenis : *Single stage centrifugal pump*
- Spesifikasi pipa :
- NPS : 0,75 in
 - Sch.N : 40
 - ID : 0,824 in
 - OD : 1,05 in
- Total Head : 1,633 m
- Motor penggerak : 0,5 hp
- Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*
- Jumlah : 2
- Harga : \$ 2.350,93

3.3.40 Pompa (P-11)

Fungsi : Memompa umpan dari akumulator-03 ke Pipa Pemasukan Refluks MD-03

Jenis : *Multi stage centrifugal pump*

Spesifikasi pipa :

- NPS : 1 in
- Sch.N : 40
- ID : 1,49 in
- OD : 1,315 in

Total Head : 6,096 m

Motor penggerak : 0,5 hp

Bahan : *Stainless steel SA 167*

Jumlah : 2

Harga : \$ 2.720,91

3.3.41 Pompa (P-12)

Fungsi : Memompa cairan dari *Bottom* MD-3 ke C-02

Jenis : *Single stage centrifugal pump*

Spesifikasi pipa :

- NPS : 0,75 in
- Sch.N : 40

- ID : 0,824 in

- OD : 1,05 in

Total Head : 1,717 m

Motor penggerak : 0,5 hp

Bahan : *Stainless steel SA 167*

Jumlah : 2

Harga : \$ 2.350,93

3.3.42 Pompa (P-13)

Fungsi : Memompa Produk Metanol dari T-02 ke *Tank Truck*

Jenis : *Single stage centrifugal pump*

Spesifikasi pipa :

- NPS : 2 in

- Sch.N : 40

- ID : 2,067 in

- OD : 2,380 in

Total Head : 2,574 m

Motor penggerak : 0,5 hp

Bahan : *Stainless steel SA 167*

Jumlah : 2
Harga : \$ 4.234,69

3.3.43 Pompa (P-14)

Fungsi : Memompa Produk Asam Formiat dari T-03 ke *Tank Truck*

Jenis : *Single stage centrifugal pump*

Spesifikasi pipa :

- NPS : 2 in
- Sch.N : 40
- ID : 2,067 in
- OD : 2,380 in

Total Head : 2,564 m

Motor penggerak : 0,5 hp

Bahan : *Stainless steel SA 167*

Jumlah : 2

Harga : \$ 4.234,69

3.4 Perencanaan Produksi

Perencanaan produksi merupakan hal yang sangat penting khususnya untuk industri yang bergerak di bidang kimia, seperti pabrik Asam Format. Perencanaan produksi didefinisikan sebagai proses untuk merencanakan sistem produksi sehingga permintaan pasar dapat dipenuhi dengan jumlah dan waktu yang tepat, serta biaya produksi minimum. Dengan melakukan perencanaan yang tepat pada proses produksi maka dapat menimbulkan efisiensi dan pendapatan yang tinggi.

3.4.1 Analisa Kebutuhan Bahan Baku

Analisa terhadap bahan baku dapat digunakan untuk mengendalikan dan mengontrol seluruh proses produksi dan kebutuhan bahan bakunya sehingga total biaya yang diperlukan dapat diminimalkan. Fluktuasi terhadap permintaan asam format yang tidak menentu, membuat perlunya dilakukan analisa untuk mengetahui jumlah permintaan dimasa mendatang. Analisa yang digunakan adalah analisa *time series*. Adanya keterbatasan kapasitas produksi di dalam perusahaan juga membuat perlunya dilakukan analisa untuk dapat mengantisipasi adanya *back order*. Selanjutnya dilakukan perencanaan kebutuhan bahan baku untuk setiap jenis bahan dengan menggunakan metode terbaik agar menghasilkan total biaya terkecil. Pengendalian persediaan kebutuhan bahan baku dapat meliputi berapa besar pemesanan yang harus dilakukan dan kapan pemesanan tersebut dilakukan agar kelebihan dan kekurangan bahan baku dapat diantisipasi.

3.4.2 Analisa Kebutuhan Peralatan Proses

Selain analisa terhadap kebutuhan bahan baku, analisa juga diperlukan dalam memenuhi kebutuhan peralatan proses. Analisa terhadap peralatan proses diperlukan untuk mengidentifikasi berbagai tipe/jenis peralatan proses yang akan digunakan untuk melakukan elemen operasi yang telah ditentukan. Hal-hal yang perlu dipertimbangkan salah satunya ialah jenis peralatan yang akan digunakan, apakah menggunakan peralatan manual, mekanis atau otomatis. Selain itu, perlunya analisa dalam mengetahui perbandingan harga dari masing-masing peralatan proses sehingga dapat menghasilkan biaya produksi minimum.