



BAB III

PERANCANGAN PROSES

Untuk mencapai kualitas produk yang diinginkan maka pada perancangan pabrik metil klorida perlu memilih proses yang tepat agar proses produksi lebih efektif dan efisien.

3.1 Uraian Proses

Secara garis besar proses pembuatan metil klorida dapat dibagi menjadi 3 tahap proses, yaitu ;

1. Persiapan Bahan baku
2. Proses Reaksi dalam Reaktor
3. Pemisahan dan Pemurnian Produk

1. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan metil klorida dengan fase gas adalah metanol dan asam klorida.

Metanol dengan kadar 96 % berat diumpankan dari tangki penyimpanan 01 yang bekerja pada suhu 305 K, tekanan 1 atm diumpankan ke dalam vapourizer 01 yang bekerja pada tekanan 1,5 atm dengan suhu 353 K untuk diuapkan. Hasil keluar vapourizer 01 yang berupa campuran uap cair kemudian dipisahkan dalam separator drum 01. Hasil atas separator yang berupa uap kemudian diumpankan ke reaktor,



sedangkan hasil bawah separator yang berupa cairan di recycle kembali ke vapourizer 01 untuk diuapkan.

Asam klorida dengan kadar 37% berat diumpankan dari tangki penyimpan 02 yang bekerja pada suhu 305 K, tekanan 1 atm, diumpankan ke dalam vapourizer 02 untuk diuapkan. Hasil keluar vapourizer 02 yang berupa campuran uap cair kemudian dipisahkan dalam separator drum 02 yang bekerja pada tekanan 1,5 atm, suhu 367.15 K. Hasil atas separator yang berupa uap kemudian diumpankan ke reaktor, sedangkan hasil bawah separator yang berupa cairan di recycle kembali ke vapourizer 02 untuk diuapkan.

2. Reaksi dalam Reaktor

Gas campuran metanol dengan asam klorida bersama dengan gas recycle dari separator drum 03 (SD-03) diumpankan melalui bagian atas reaktor *fixedbed multitube* di mana reaksi akan terjadi dengan bantuan katalisator Alumina Gel setelah sebelumnya umpan gas dipanaskan dengan memanfaatkan panas gas keluar reaktor hingga suhu 623 K.

Reaktor bekerja pada tekanan umpan 1,30 atm dan suhu umpan 623 K. Reaktor bekerja secara nonisotermal nonadiabatis. Dalam reaktor terjadi reaksi antara metanol dan asam klorida membentuk metil klorida dengan konversi total 95% terhadap metanol. Reaksi berjalan eksotermis sehingga perlu pendinginan untuk menjaga suhu reaksi, pendingin yang digunakan adalah Dowterm A cair.



3. Pemisahan dan Pemurnian Produk

Gas keluar reaktor yang masih bersuhu tinggi kemudian didinginkan dan dimanfaatkan panasnya untuk memanaskan umpan reaktor. Setelah didinginkan gas keluar reaktor kemudian di embunkan sebagian di kondenser 01 (CD-01) yang bekerja pada suhu 351,8 K tekanan 1,2 atm. Hasil keluar kondenser yang berupa campuran uap-cair selanjutnya diumpankan ke separator drum 03 (SD-03) untuk memisahkan gas dan cairan. Hasil gas keluar SD-03 selanjutnya diumpankan kembali ke reaktor bersama umpan metanol dan HCl, sedangkan hasil bawah SD-03 yang berupa cairan selanjutnya ditekan hingga 5 atm dan diumpankan ke menara distilasi 01 (MD-01) untuk dimurnikan. Hasil atas menara distilasi 01 yang berupa metil klorida dengan kemurnian 99,48 % dengan suhu 319 K kemudian diumpankan dalam tangki penyimpan produk (TP-03). Sedangkan hasil bawah menara distilasi 01 yang berupa air dan sedikit metanol kemudian dibuang ke unit pengolahan limbah.

3.2 Metode Penentuan Perancangan

Pengaturan perencanaan pendirian pabrik metil klorida dari bahan baku metanol dan asam klorida dengan kapasitas 40.000 ton/tahun meliputi : neraca massa, neraca panas dan spesifikasi alat.

3.2.1 Penentuan Neraca Massa

Pengaturan neraca massa pendirian pabrik metil klorida dari bahan baku metanol dan asam klorida dengan kapasitas 40.000 ton/tahun meliputi :

1. Neraca massa total
2. Neraca massa vapourizer 01



3. Neraca massa vapourizer 02
4. Neraca massa reaktor
5. Neraca massa separator drum 03
6. Neraca massa menara distilasi 01

Basis Perhitungan Neraca Massa :

Kapasitas Produk : 40.000 ton/tahun

Diambil dalam 1 tahun : 330 hari kerja

Basis Perhitungan : 1 jam

$$= \left[\frac{40.000 \text{ ton}}{1 \text{ tahun}} \right] \times \left[\frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \right] \times \left[\frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \right] \left[\frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \right]$$

$$= 5.050,5050 \text{ kg/jam}$$

1. Neraca Massa Total

Tabel 3.1 Neraca Massa Total

Komponen	Masuk, kg/jam	Keluar, kg/jam	
		Produk	Limbah
CH ₃ Cl	-	5.026,2187	92,1303
CH ₃ OH	3.544,3977	3,1861	156,1204
HCl	10.059,6678	22,7267	-
H ₂ O	-	-	8.303,7338
		5.052,1315	8.551,9844
Total	13.604,0655	13.604,0655	



2. Vaporizer 01

Tabel 3.4 Neraca massa Vaporizer 01

Komponen	Masuk, kg/jam		Keluar, kg/jam
	Tangki-01	Recycle SD-01	
CH ₃ OH	3.402,6218	850,6554	4.253,2772
H ₂ O	141,7759	35,4440	177,2199
	3.544,3977	886,0994	
Total	4.430,4971		4.430,4971

3. Separator Drum 01 (SD-01)

Tabel 3.3 Neraca massa Separator Drum 01

Komponen	Masuk, kg/jam	Keluar, kg/jam	
		Top (inlet Reaktor)	Bottom(recycle)
CH ₃ OH	4.253,2772	3.402,6218	860,6554
H ₂ O	177,2199	141,7759	35,4440
		3.544,3977	886,0994
Total	4.430,4971	4.430,4971	

4. Vaporizer 02 (VP-02)

Tabel 3.4 Neraca massa Vaporizer 02

Komponen	Masuk, kg/jam		Keluar, kg/jam
	Tangki-02	Recycle SD-02	
HCl	3.722,0771	930,5193	4.652,5964
H ₂ O	6.337,5907	1.584,3977	7.921,9884
	10.059,6678	2.514,9170	
Total	12.574,5848		12.574,5848



5. Separator Drum 02 (SD-02)

Tabel 3.5 Neraca massa Separator Drum 02

Komponen	Masuk, kg/jam	Keluar, kg/jam	
		Top (inlet Reaktor)	Bottom(recycle)
HCl	4.652,5964	3.722,0771	930,5193
H ₂ O	7.921,9884	6.337,5907	1.584,3977
		10.059,6678	2.514,9170
Total	12.574,5848	12.574,5848	

6. Reaktor Fixed Bed Multitube (RK-01)

Tabel 3.6 Neraca massa Reaktor Fixed Bed Multitube (RK-01)

Komponen	Masuk, kg/jam			Keluar, kg/jam
	SD-01	SD-02	Recycle SD-03	
CH ₃ OH	3.402,6218	-	11,3092	170,6965
HCl	-	3.722,0771	41,9398	64,7026
CH ₃ Cl	-	-	929,3493	6.047,5787
H ₂ O	141,7759	6.337,5907	153,1154	8.456,8014
	3.544,3977	10.059,6678	1.135,7137	
Total	14.739,7792			14.739,7792



7. Separator Drum 03 (SD-03)

Tabel 3.7 Neraca massa Separator Drum 03

Komponen	Masuk, kg/jam	Keluar, kg/jam	
		Top (recycle)	Bottom (inlet MD)
CH ₃ OH	170,6965	11,3092	159,3873
HCl	64,7026	41,9398	22,7628
CH ₃ Cl	6.047,5787	929,3493	5.118,2294
H ₂ O	8.456,8014	153,1154	8.303,6861
		1.135,7137	13.604,0655
Total	14.739,7792	14.739,7792	

8. Menara Distilasi (MD-01)

Tabel 3.8 Neraca massa Menara Distilasi (MD-01)

Komponen	Masuk, kg/jam	Keluar, kg/jam	
		Top (produk)	Bottom (limbah cair)
CH ₃ OH	159,3873	3,1877	156,1996
CH ₃ Cl	5.118,2294	5.026,1012	92,1281
HCl	22,7628	22,7628	-
H ₂ O	8.303,6861	-	8.303,6861
		5.052,0517	8.552,0138
Total	13.604,0655	13.604,0655	

3.2.2 Neraca Panas

1. Neraca Panas Overall Pabrik

Basis perhitungan Enthalpi semua senyawa pada suhu referensi 298 K = 0

$$\text{Enthalphi} \quad H = \sum m.C_p.(T - 298)$$



Tabel 3.9 Neraca Panas Overall Pabrik

Keterangan : Suhu Referensi 25⁰C

No	Arus	Masuk, kJ/j	Keluar, kJ/j
1	Umpan segar metanol	84.367	
2	Umpan HCl	187.128	
3	Heat Exchanger 01	3.100.080	3.100.080
4	Heat Exchanger 02	1.343.930	1.343.930
5	Heat Exchanger 03	7.029.938	7.029.938
6	Heat Exchanger 04		4.308.634
7	Heat Exchanger 05	2.195.279	
8	Heat Exchanger 06		
9	Condenser 01		21.566.914
10	Condenser 02		2.491.978
11	Reboiler 01	6.301.275	
12	Cooler Reaktor 01		1.343.930
13	Vapourizer 01	4.526.433	
14	Vapourizer 02	16.998.829	
15	Hasil bawah MD-01		6.042.266,40
16	Produk		58.662
17	Panas Reaksi RK-01	7.965.739	
18	Heatloss		348.696
	Jumlah	55.134.574	55.134.574



2. Neraca Panas Reaktor 01

Tabel 3.10 Neraca Panas Reaktor

No	Arus	Masuk, kJ/j	Keluar, kJ/j
1	Umpan Gas Masuk	7.029.938	
2	Gas Keluar		13.539.713
3	Panas Reaksi	7.965.739	
4	Panas Hilang		112.034
5	Panas diambil pendingin		1.343.930
	Jumlah	14.995.677	14.995.677

3. Neraca Panas Vapourizer 01

Tabel 3.11 Neraca Panas Vapourizer 01

No	Arus	Masuk, kJ/j	Keluar, kJ/j
1	Umpan Cairan Masuk	84.367	
2	Gas Keluar		4.607.842
3	Panas dr pemanas	4.526.433	
4	Panas Hilang		2.958
	Jumlah	4.610.800	4.610.800

4. Neraca Panas Vapourizer 02

Tabel 3.12 Neraca Panas Vapourizer 02

No	Arus	Masuk, kJ/j	Keluar, kJ/j
1	Umpan Cairan Masuk	187.128	
2	Gas Keluar		17.165.524
3	Panas disuplai pemanas	16.998.829	
4	Panas Hilang		20.433
	Jumlah	17.185.957	17.185.957



5. Neraca Panas Condenser dan SD-03

Tabel 3.13 Neraca Panas Condenser dan SD-03

No	Arus	Masuk, kJ/j	Keluar, kJ/j
1	Umpan Masuk	23.739.669	
2	Hasil atas		703.016
3	Hasil Bawah		1.469.738
4	Condenser		21.566.914
	Jumlah	23.739.669	23.739.669

6. Neraca Panas MD-01

Tabel 3.14 Neraca Panas MD 01

No	Arus	Masuk. kJ/j	Keluar. kJ/j
1	Umpan Masuk	3.384.203	
2	Hasil atas		58.662
3	Hasil Bawah		6.042.266,40
4	Condenser		2.491.978
5	Reboiler	5.015.020,40	
6	Panas Hilang		6.317
	Jumlah	8.599.223,40	8.599.223,40

3.2.3 Spesifikasi Alat

1. Tangki Penyimpanan metanol (TP-01).

Fungsi : Menyimpan bahan baku metanol dalam fase cair
untuk kebutuhan 30 hari sebanyak 2.551.966,3 kg.

Kondisi penyimpanan :

- Temperatur : 305 K
- Tekanan : 1 atm



- Kondisi : Fase cair
- Tipe : Tangki silinder tegak dengan *conical roof, flat bottom*
- Kapasitas tangki : 3.201,58 m³
- Jumlah : 1 buah
- Diameter : 23 m
- Panjang : 8,6 m
- Tebal head : 1,5 in
- Bahan Konstruksi : *Carbonstell SA-283 grade C*
- Harga : \$ 336.294

2. Tangki Penyimpanan HCl (TP-02).

- Fungsi : Menyimpan bahan baku asam klorida dalam fase cair untuk kebutuhan 7 hari sebanyak 1.690.024 kg.
- Kondisi penyimpanan :
 - Temperatur : 305 K
 - Tekanan : 1 atm
 - Kondisi : Fase cair
- Tipe : Tangki silinder tegak dengan *conical roof, flat bottom*
- Kapasitas tangki : 1.612,81 m³
- Jumlah : 1 buah
- Diameter : 20 m
- Tinggi : 7,5 m
- Tebal head : 2 in



Bahan Konstruksi : *Stainless stell AISI-316*

Harga : \$ 554.574

3. Tangki Metil Klorida (T-03)

Fungsi : Menyimpan produk metil klorida selama 15 hari
sebanyak 1.818.739 kg.

Kondisi penyimpanan :

- Temperatur : 305 K
- Tekanan : 5 atm
- Kondisi : Fase cair

Tipe : Tangki silinder horizontal, elliptical dished head.

Kapasitas tangki : 1.985,14 m³

Jumlah : 1 buah

Diameter : 9,14 m

Panjang : 36,576 m

Tebal head : 1,75 in

Bahan Konstruksi : *Carbonsteel SA-283 grade C*

Harga : \$ 870.876

4. Vapourizer - 01 (VP-01)

Fungsi : Mengubah fase metanol umpan reaktor dari fase cair
ke fase uap pada suhu 353 K dan tekanan 1,5 atm
sebanyak 4.430,4971 kg/jam

Tipe : *Horizontal 1-1 Heat Exchanger with natural
circulation.*



Bahan konstruksi : *Carbonsteel SA 283 Grade C*

Jumlah : 1 buah

Shell Side :

○ Diameter dalam : 33,25 in

○ Jumlah pass : 1

○ *Baffle spacing* : 5 in

○ *Pressure drop* : 2,34 psi

Tube Side :

○ Diameter luar : 1 in

○ Diameter dalam : 0,87 in

○ BWG : 16

○ *Pitch* : 1,25 in

○ *Pressure drop* : 0,017 psi

Harga : \$ 68.646

5. Vapourizer-02 (VP-02)

Fungsi : Mengubah fase asam klorida umpan reaktor dari fase cair ke fase uap pada suhu 367,15 K dan tekanan 1,5 atm sebanyak 12.574,5848 kg/jam

Tipe : *Horizontal 1-1 Heat Exchanger with natural circulation.*

Bahan konstruksi : *Stainlesssteel AISI 316*

Jumlah : 1 buah



Shell Side :

- Diameter dalam : 34 in
- Jumlah pass : 1
- *Baffle space* : 5 in
- *Pressure drop* : 1,553 psi

Tube Side :

- Diameter luar : 1 in
- Diameter dalam : 0,87 in
- BWG : 16
- *Pitch* : 1,25 in
- *Pressure drop* : 0,05 psi

Harga : \$ 92.208

6. Separator Drum-01 (SP-01)

Fungsi : Memisahkan campuran uap-cair yang keluar dari vaporizer-01 pada suhu 353 K sebanyak 4.414,2886 kg/jam uap dan 882,8577 kg/jam cair.

Tipe : *Tangki silinder tegak Torispherical dished head*

Jumlah : 1 buah

Dimensi separator :

- Diameter Shell : 0.4572 m
- Tinggi Shell : 2 m
- Tebal Shell : 0,1875 in
- Tebal Head : 0,1875 in



- o Bahan konstruksi : *Carbon steels SA-283 Grade C*

Harga : \$ 18.156

7. Separator Drum-02 (SD-02)

Fungsi : Memisahkan campuran uap-cair yang keluar dari vaporizer-02 pada suhu 367,15 K sebanyak 10.059,6678 kg/jam uap dan 2.514,9170 kg/jam cair.

Tipe : *Tangki silinder tegak Torispherical dished head*

Jumlah : 1 buah

Dimensi separator :

- o Diameter Shell : 0,4572 m
- o Tinggi Shell : 2 m
- o Tebal Shell : 0,1875 in
- o Tebal Head : 0,1875 in
- o Bahan konstruksi : *Stainlesssteel AISI-316*

Harga : \$ 14.178

8. Reaktor-01 (RK-01)

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi uap metanol dan asam klorida menjadi metil klorida sebanyak 14.739,78 kg/jam.

Tipe : *Fixed Bed Multitubular*

Jumlah : 1 buah

Kondisi : Non-adiabatis non-isotermal, eksotermis

- o Tekanan : 1,3 atm



- Suhu masuk : 623 K
 - Suhu keluar : 654,4678 K
 - Fase : Gas dengan katalis padat
- Bahan konstruksi : *Stainless steels AISI 316*
- Tebal dinding : 3/16 in
- Tebal head : 3/16 in
- Katalis :
- Jenis : *Alumina*
 - Bentuk : *Padatan Gel Silinder*
 - True density : 3,98 g/cc
 - Diameter : 3,696 mm
- Diameter kolom : 3,4 m
- Tinggi kolom : 8,844 m
- Tinggi bed katalisator : 7,02 m
- Harga : \$ 157.998

9. Separator Drum - 03 (SD-03)

- Fungsi : Memisahkan campuran uap-cair yang keluar dari Condenser-01 pada suhu 351,8 K sebanyak 1.135,71 kg/jam uap dan 13.604,07 kg/jam cair.
- Tipe : Tangki silinder horisontal
- Jumlah : 1 buah
- Dimensi separator :
- Diameter : 1,10 m



- Panjang : 3,30 m
- Tebal Shell standart : 3/16 in
- Bahan konstruksi : *Stainlesssteel AISI 316*

Harga : \$ 34.068

10. Menara Distilasi (MD-01)

Fungsi : Memisahkan dan memurnikan produk metil klorida pada suhu 363,04 K dan tekanan 5 atm sebanyak

13.604,07 kg/jam

Tipe : *Sieve Tray*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi :

○ Puncak menara : Suhu = 294,91 K

Tekanan = 5 atm

○ Dasar menara : Suhu = 425,85 K

Tekanan = 5,4 atm

○ Umpan menara : Suhu = 363,04 K

Tekanan = 5,2 atm

Jumlah plate : 14 plate

Lokasi umpan masuk : Stage ke - 5 dari puncak menara

Tray spacing : 0,5 m

Diameter atas : 0,6 m

Diameter bawah : 0,6 m

Bahan konstruksi : *Stainless steels AISI 316*



Tebal shell standar : 4/16 in
Tebal head standar : 4/16 in
Tinggi kolom : 9 m
Harga : US\$ 81.804

11. Heat Exchanger (HE-01)

Fungsi : Menaikkan suhu umpan reaktor dari 365,25 K menjadi 445 K sebelum masuk ke reaktor sebanyak 14.739,78 kg/jam, dengan media pemanas steam.

Tipe : *1:1 Shell and tube heat exchanger*

Bahan : *Carbonsteel SA 283 Grade C*

Luas transfer panas : 6.889,37 ft²

UD : 7,36 Btu/jam.ft².⁰F

Uc : 7,82 Btu/ jam.ft².⁰F

Dirty Factor (Rd) : 0,00788 jam ft² ⁰F/Btu

Shell Side :

- Hot fluid : Steam
- Suhu : 450 K
- ID : 60 in
- Pass : 1 pass
- Pressure drop : 0.0003 psi

Tube Side :

- Cold fluid : Umpan reaktor
- Suhu : 365,25 s.d 445 K



- ID : 0,532 in
 - OD : 0,75 in
 - BWG : 12
 - Panjang : 12 ft
 - Jumlah pipa : 2981 pipa
 - Pass : 1 pass
 - Pitch : 1 in triangular pitch
 - Pressure drop : 0,06 psi
- Jumlah : 1 buah
- Harga : US\$ 91.494

12. Heat Exchanger (HE-02)

- Fungsi : Meningkatkan suhu umpan reaktor dari 445 K menjadi 529 K sebelum masuk ke reaktor sebanyak 14.739,78 kg/jam, dengan media pemanas hasil keluar reaktor.
- Tipe : *1:1 Shell and tube heat exchanger*
- Bahan konstruksi : *Carbonsteel SA 283 Grade C*
- Luas transfer panas : 2.956,32 ft²
- UD : 4,96 Btu/jam.ft².⁰F
- Uc : 5,07 Btu/ jam.ft².⁰F
- Dirty Factor* (Rd) : 0,00475 jam ft² °F/Btu
- Shell Side :
- Hot fluid : Gas keluar reaktor
 - Suhu : 628,28 s.d 565,42 K



- ID : 35 in
- Pass : 1 pass
- Pressure drop : 0,02 psi

Tube Side :

- Cold fluid : Umpan reaktor
- Suhu : 445 s.d 529 K
- ID : 0,532 in
- OD : 0,75 in
- BWG : 12
- Panjang : 16 ft
- Jumlah pipa : 950 pipa
- Pass : 1 pass
- Pitch : 1 in triangular pitch
- Pressure drop : 1 psi

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 65.892

13. Heat Exchanger (HE-03)

Fungsi : Menaikkan suhu umpan reaktor dari 529 K menjadi 578,66 K sebelum masuk ke reaktor sebanyak 14.739,78 kg/jam, dengan media pemanas Dowterm A panas keluar reaktor.

Tipe : *1:1 Shell and tube heat exchanger*

Bahan konstruksi : *Carbonsteel SA 283 Grade C*



- Luas transfer panas : 1.150,66 ft²
- UD : 10,99 Btu/jam.ft².⁰F
- Uc : 11,72 Btu/ jam.ft².⁰F
- Dirty Factor (Rd) : 0,00564 jam ft² ⁰F/Btu
- Shell Side :
- Hot fluid : Downtherm
 - Suhu : 648,4951 s.d 583 K
 - ID : 29 in
 - Pass : 1 pass
 - Pressure drop : 0,01 psi
- Tube Side :
- Cold fluid : Umpan reaktor
 - Suhu : 529 s.d 578,66 K
 - ID : 0,782 in
 - OD : 1 in
 - BWG : 12
 - Panjang : 12 ft
 - Jumlah pipa : 400 pipa
 - Pass : 1 pass
 - Pitch : 1,25 in triangular pitch
 - Pressure drop : 1,29 psi
- Jumlah : 1 buah
- Harga : US\$ 74.766



14. Heat Exchanger (HE-04)

Fungsi : Menaikkan suhu umpan reaktor dari 578,66 K menjadi 623 K sebelum masuk ke reaktor sebanyak 14.739,78 kg/jam, dengan media pemanas hasil reaksi keluar reaktor.

Tipe : 1:1 Shell and tube heat exchanger

Bahan : Carbonsteel SA 283 Grade C

Luas transfer panas : 2.632,69 ft²

UD : 6,01 Btu/jam.ft².°F

Uc : 6,19 Btu/ jam.ft².°F

Dirty Factor (Rd) : 0,00481 jam ft² °F/Btu

Shell Side :

- Hot fluid : Gas keluar reaktor
- Suhu : 654,4678 s.d 628,28 K
- ID : 39 in
- Pass : 1 pass
- Pressure drop : 0,48 psi

Tube Side :

- Cold fluid : Umpan reaktor
- Suhu : 578,66 s.d 623 K
- ID : 0,532 in
- OD : 0,75 in
- BWG : 12



- Panjang : 12 ft
- Jumlah pipa : 1.209 pipa
- Pass : 1 pass
- Pitch : 1 in triangular pitch
- Pressure drop : 0,41 psi

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 76.296

15. Heat Exchanger (HE-05)

Fungsi : Menurunkan suhu gas keluar Heat Exchanger 01 dari 565,42 K menjadi 373,1 K (umpan Condenser 01) dengan media pendingin air.

Tipe : *1:1 Shell and tube heat exchanger*

Bahan konstruksi : *Carbonsteel SA 283 Grade C*

Luas transfer panas : 2.297,19 ft²

UD : 13,02 Btu/jam.ft².⁰F

Uc : 14,21 Btu/ jam.ft².⁰F

Dirty Factor (Rd) : 0,00644 jam ft² °F/Btu

Shell Side :

- Cold fluid : *Cooling water*
- Suhu : 303 s.d 343 K
- ID : 31 in
- Pass : 1 pass
- Pressure drop : 0,002 psi



Tube Side	:	
○ Hot fluid	:	Gas umpan Condenser
○ Suhu	:	565,42 s.d 373,15 K
○ ID	:	0,482 in
○ OD	:	0,75 in
○ BWG	:	12
○ Panjang	:	16 ft
○ Jumlah pipa	:	843 pipa
○ Pass	:	1 pass
○ Pitch	:	0,9375 in triangular pitch
○ Pressure drop	:	0,15 psi
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	US\$ 70.890

16. Condenser (CD-01)

Fungsi	:	Mengembunkan sebagian gas keluar Heat Exchanger 04 dengan <i>cooling water</i> bersuhu 303 -333 K.
Jenis	:	1:1 Horizontal shell and Tube Heat Exchanger
Bahan	:	Carbonsteel SA 283 Grade C
Tekanan	:	1,2 atm
Luas transfer panas	:	3.549,64 ft ²
UD	:	97,24 Btu/jam.ft ² .°F
Uc	:	223,08 Btu/jam.ft ² .°F
Dirty Factor (Rd)	:	0,00580 jam ft ² °F/Btu



- Shell Side :
- Cold fluid : *Cooling water*
 - Suhu : 303 s.d 333 K
 - ID : 29 in
 - Pass : 1 pass
 - Pressure drop : 1,03 psi
- Tube Side :
- Hot fluid : Keluar Heat Exchanger 04
 - Suhu : 373,1 s.d 351,8 K
 - ID : 0,482 in
 - OD : 0,75 in
 - BWG : 12
 - Panjang : 20 ft
 - Jumlah pipa : 925 pipa
 - Pass : 1 pass
 - Pitch : 1 in triangular pitch
 - Pressure drop : 0,3504 psi
- Jumlah : 1 buah
- Harga : US\$ 113.220

17. Heat Exchanger (HE-06)

- Fungsi : Menaikkan suhu umpan menara distilasi (MD-01) dari 351,8 K menjadi 363,04 K dengan media pemanas steam jenuh 3 atm, 405 K.



Jenis : 1:6 Shell and Tube Heat Exchanger

Bahan : Carbonsteel SA 283 Grade C

Luas transfer panas : 87,64 ft²

UD : 94,53 Btu/jam.ft².⁰F

Uc : 1281,17 Btu/ jam.ft².⁰F

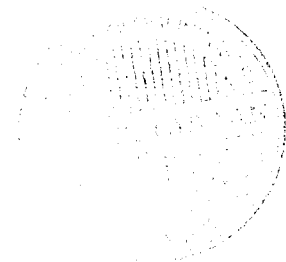
Dirty Factor (Rd) : 0,00980 jam ft² ⁰F/Btu

Shell Side :

- Hot fluid : Steam
- Suhu : 405 K
- ID : 8 in
- Pass : 1 pass
- Pressure drop : 0,04 psi

Tube Side :

- Cold fluid : Umpan menara
- Suhu : 351,8 s.d 363,04 K
- ID : 0,532 in
- OD : 0,75 in
- BWG : 12
- Panjang : 16 ft
- Jumlah pipa : 31 pipa
- Pass : 6 pass
- Pitch : 1 in triangular pitch
- Pressure drop : 1,38 psi





Jumlah : 1 buah
Harga : US\$ 3.162

18. Condenser (CD-02)

Fungsi : Mengembunkan uap produk atas menara distilasi (MD-01) dengan media pendingin *cooling water* bersuhu 283 - 288 K.

Jenis : 1:1 Horizontal Shell and Tube Heat Exchanger

Bahan : Carbonsteel SA 283 Grade C

Tekanan : 5 atm

Luas transfer panas : 1.844,52 ft²

UD : 136,08 Btu/jam.ft².⁰F

Uc : 273,93 Btu/jam.ft².⁰F

Dirty Factor (Rd) : 0,00370 jam ft².⁰F/Btu

Shell Side :

○ Cold fluid : *Cooling water*

○ Suhu : 283 s.d 288 K

○ ID : 25 in

○ Pass : 1 pass

○ Pressure drop : 1,99 psi

Tube Side :

○ Hot fluid : Destilat

○ Suhu : 319 s.d 318,3 K

○ ID : 0,482 in



- OD : 0,75 in
- BWG : 10
- Panjang : 20 ft
- Jumlah pipa : 518 pipa
- Pass : 1 pass
- Pitch : 0,9375 in triangular pitch
- Pressure drop : 1 psi

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 81.804

19. Reboiler (RB-01)

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah MD-01 untuk dikembalikan ke menara

Tipe : *Kettle Reboiler*

Bahan konstruksi : *Carbonsteel SA 283 Grade C*

Luas transfer panas : 472,33 ft²

UD : 93,29 Btu/jam.ft².⁰R

Uc : 655,17 Btu/jam.ft².⁰R

Dirty Factor (Rd) : 0,0092 jam ft².⁰F/Btu

Shell Side :

- Cold fluid : Hasil bawah MD-01 yang diuapkan
- Suhu : 425,82 s.d 427,99 K
- ID : 19,25 in
- Pressure drop : 0,0002 psi



Tube Side	:	
○ Hot fluid	:	Steam
○ Suhu	:	480 K
○ OD	:	0,75 in (= 0,02 m)
○ ID	:	0,48 in (= 0,01 m)
○ BWG	:	12
○ Panjang	:	20 ft (= 6,23 m)
○ Jumlah tube	:	258 pipa
○ Pitch	:	1 in triangular pitch
○ Pressure drop	:	0,5 psi
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	US\$ 33,354

20. Accumulator (ACC-01)

Fungsi	:	Menampung sementara cairan hasil kondensasi CD-02 agar arus refluk dan destilat MD-01 stabil.
Tipe	:	Tangki <i>silinder horizontal</i>
Jumlah	:	1 buah
Konstruksi	:	<i>Stainlesssteel AISI 316</i>
Diameter	:	1 m
Panjang	:	3 m
Volume	:	1,59 m ³
Suhu	:	294,91 K
Tekanan	:	5 atm



Waktu tinggal : 15 menit
Tebal Shell standar : 5/16 in
Tebal Head standar : 5/16 in
Harga : US\$ 12.648

21. Blower (BW-01)

Fungsi : Menekan dan mengalirkan gas keluar Separator Drum (SD-03) ke reaktor dari 1,2 atm menjadi 1,4 atm
Jenis : *Centrifugal Single Stage Blower*
Jumlah : 1 buah
Bahan : *Stainlesssteel AISI 316*
Adiabatic Head : 1.418,598 m
Daya : 0,75 HP
Harga : US\$ 1.660

22. Pompa (P-01)

Fungsi : Untuk memompa metanol (CH_3OH) dari tangki penyimpanan (TP-01) ke VP-01 dengan tekanan 1,5 atm sebanyak 4.430,4971 kg/jam
Jenis : *Centrifugal Pump*
Tipe : *Radial flow impeller single stage*
Bahan : *Carbonsteel SA 283 grade C*
Kapasitas : 28,04 gpm
Spesifikasi : Putaran spesifikasi : 2.900 rpm



Ukuran pipa :

- NS : 1 in
- Sch No : 40
- OD : 1,315 in
- ID : 1,049 in

Head pompa : 18,408 meter

Power pompa : 0,75 HP, 220 V

Power motor : 0,68 HP

Jumlah : 2 buah

Harga : US\$ 1.693

23. Pompa (P-02)

Fungsi : Untuk memompa HCl dari tangki penyimpanan (TP-02) ke VP-02 dengan tekanan 1,5 atm sebanyak 12.574,5848 kg/jam

Jenis : *Centrifugal Pump*

Tipe : *Mixed flow impeller single stage*

Bahan : *Stainlesstel AISI 316*

Kapasitas : 60,70 gpm

Spesifikasi : Putaran spesifikasi : 2.900 rpm

Ukuran pipa :

- NS : 1,5 in
- Sch No : 40
- OD : 1,9 in



	▪ ID	: 1,61 in
Head pompa	:	7,822 meter
Power pompa	:	1 HP, 220 V
Power motor	:	0,82 HP
Jumlah	:	2 buah
Harga	:	US\$ 2.131

24. Pompa (P-03)

Fungsi	:	Untuk memompa dan menekan cairan dari SD-03 ke MD-01 dengan tekanan 5 atm sebanyak 13.604,07 kg/jam
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump</i>
Tipe	:	<i>Radial flow impeller single stage</i>
Bahan	:	<i>Stainlesstel AISI 316</i>
Kapasitas	:	90,37 gpm
Spesifikasi	:	Putaran spesifikasi : 2.900 rpm
	Ukuran pipa	:
	▪ NS	: 2 in
	▪ Sch No	: 80
	▪ OD	: 2,375 in
	▪ ID	: 1,939 in
Head pompa	:	107,409 meter
Power pompa	:	20 HP, 440 V
Power motor	:	17,81 HP



Jumlah : 2 buah
Harga : US\$ 23.407

25. Pompa (P-04)

Fungsi : Untuk memompa cairan hasil atas menara distilasi (MD-01) dan memompa refluk kembali ke menara

Ketentuan : Proses kontinyu

Jenis : *Centrifugal Pump*

Bahan : *Stainlesstel AISI 316*

Kapasitas : 45,64 gpm

Spesifikasi : Putaran spesifikasi : 2.900 rpm

Ukuran pipa :

▪ NS : 1,5 in

▪ Sch No : 80

▪ OD : 1,9 in

▪ ID : 1,5 in

Head pompa : 103,25 ft

Power pompa : 7,5 HP, 440 V

Jumlah : 2 buah

Harga : US\$ 10.680

26. Pompa (P-05)

Fungsi : Untuk memompa cairan produk dari tangki penyimpanan (TP-03) saat penjualan dengan tekanan 5 atm



1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi dua kemungkinan :

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

Ada tiga alternatif yang dapat diambil :

- Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
- Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
- Mencari daerah pemasaran lain.

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain

a. Material (bahan baku)

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

b. Manusia (tenaga kerja)

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilan meningkat.

c. Mesin (peralatan)



Ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan peralatan, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja mesin efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu.

Perencanaan target produksi:

1. Tahun pertama ditargetkan sudah dapat beroperasi sampai 80% kapasitas produksi total.
2. Tahun kedua ditargetkan sudah dapat beroperasi sampai 100% kapasitas produksi total sampai tahun kedelapan.
3. Tahun kedelapan sampai tahun kesepuluh produksi agak menurun karena peralatan sudah agak tua maka pada tahun kedelapan sampai tahun kesepuluh sudah direncanakan untuk mendirikan pabrik baru sebagai pengembangan, tetapi hal-hal tersebut sangat tergantung kepada perkembangan perekonomian dan pasar.