

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

3.1.1 Langkah Proses

Pada proses pembuatan *Maleic Anhydride* dari Butana yang merupakan proses oksidasi Butana fase gas, dibagi dalam tiga tahap, yaitu :

1. Tahap penyiapan bahan baku
2. Tahap Reaksi
3. Tahap pemurnian hasil

1. Tahap persiapan bahan baku

n-Butana disimpan dalam fase cair dalam tangki penyimpanan kemudian dipompa masuk ke vaporizer untuk diubah menjadi fase uap. 80% n-Butana yang masuk ke vaporizer menjadi uap, kemudian dialirkan ke separator. Udara yang masuk dimurnikan dengan air filter untuk menangkap debu kemudian masuk ke kompresor. Udara yang keluar dari kompresor terlebih dahulu harus dipanaskan dengan menggunakan pemanas. n-Butana yang keluar separator berupa fase gas juga harus masuk ke pemanas. Keduanya dipanaskan sampai suhu masuk reactor, sedangkan n-Butana cair dari separator diumpankan lagi ke vaporizer.

2. Tahap reaksi

Setelah bahan baku (fase gas) dipanaskan dan disesuaikan dengan suhu reactor (393 °C) dan tekanan 19,7 atm, bahan ini diumpankan ke reactor. Gas keluar reactor yang bersuhu tinggi dimanfaatkan sebagai media pemanas untuk menaikkan temperatur udara pada HE-02. Hasil dari reaktor yang mengandung *Maleic Anhydride* dan H₂O kemudian masuk ke condenser parsial. Hasil atas separator drum yang berupa fase gas dialirkan ke unit pengolahan limbah yang berupa asap, sedangkan hasil bawah yang sudah berupa campuran antara *Maleic Anhydride* dan air dialirkan menuju Menara distilasi.

3. Tahap pemurnian hasil

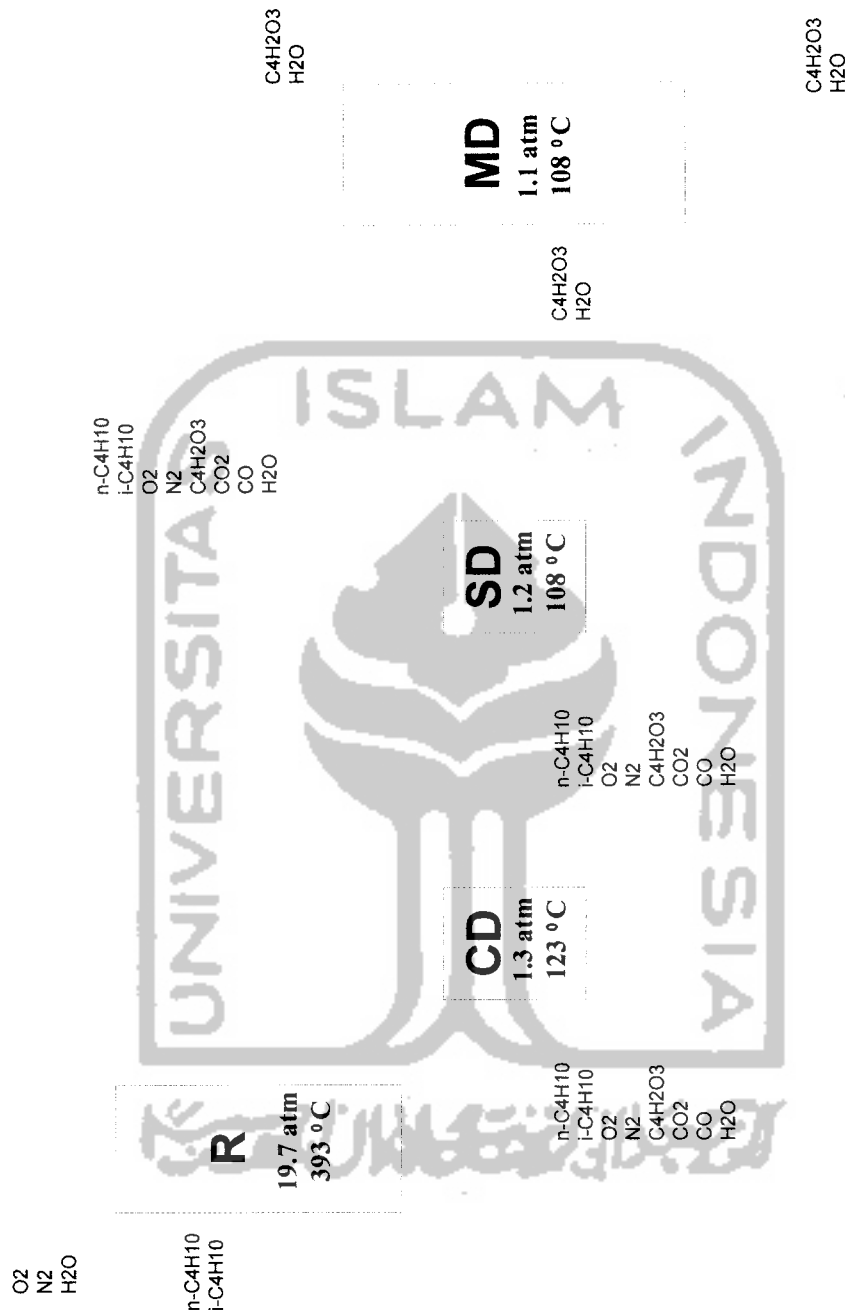
Hasil atas menara distilasi yang berupa uap diembunkan di kondensor kemudian hasil embunnya dialirkan ke akumulator, embunan tersebut sebagian dialirkan ke unit pengolahan limbah dan sebagian lagi dikembalikan ke menara distilasi. Hasil bawah menara distilasi masuk ke boiler dan dihasilkan *Maleic Anhydride* cair. *Maleic Anhydride* kemudian dialirkan ke tangki penyimpanan dan dipasarkan.

3.2 Penentuan Kapasitas

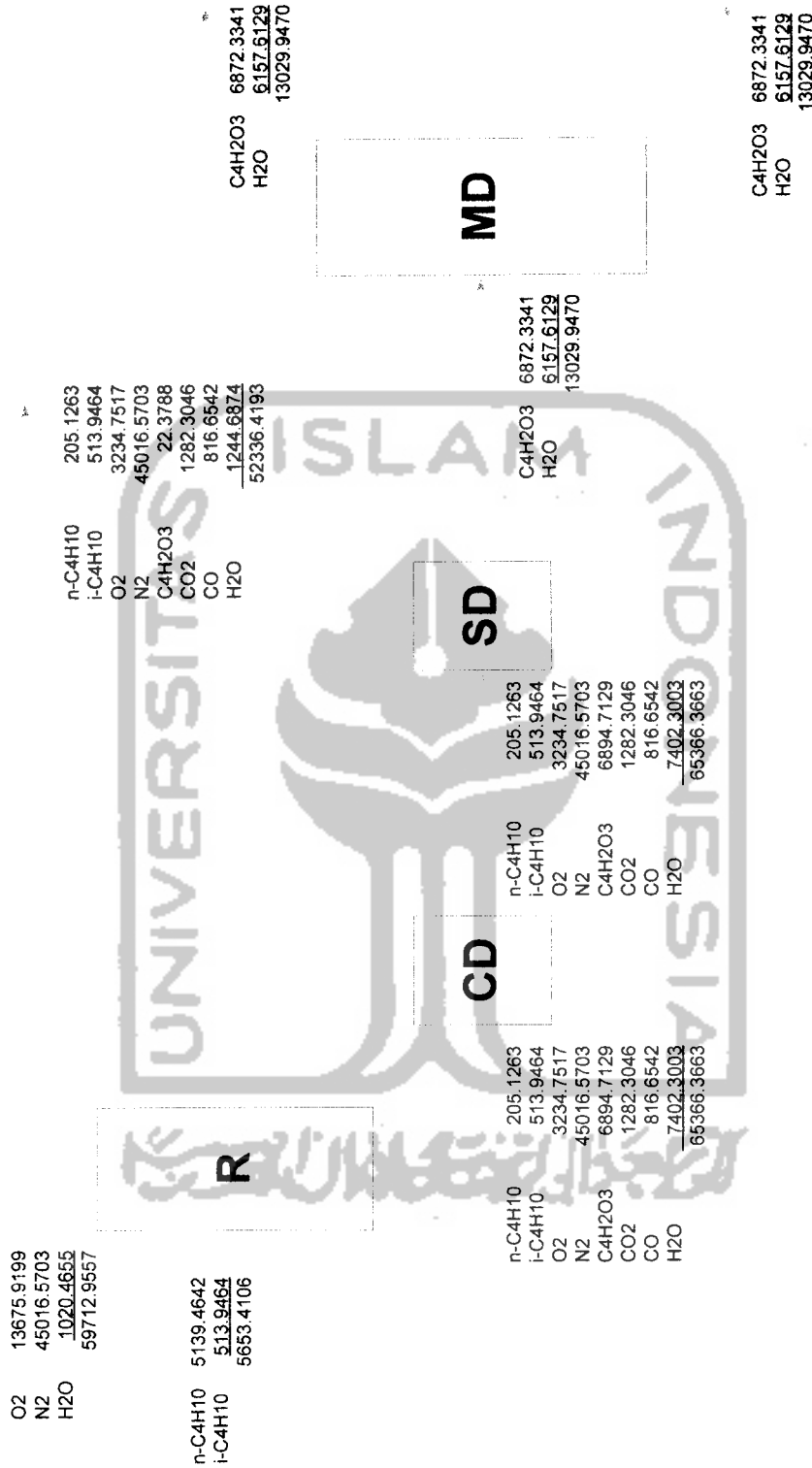
Prediksi konsumsi *Maleic Anhydride* di Indonesia selalu mengalami kenaikan yang berarti. Hal ini berhubungan erat dengan perkembangan sektor industri, penggunaan *Maleic Anhydride* baik sebagai bahan baku maupun sebagai

bahan pembantu. Pada tahun 2004 pabrik *Maleic Anhydride* di PT. Petrowidada tidak dapat lagi berproduksi karena mengalami kerusakan berat akibat kebakaran. Kapasitas rancangan ditetapkan 40.000 ton/tahun, waktu operasi 330 hari/tahun. Dengan pertimbangan mengambil pasar penjualan dari PT. Petrowidada yang sebagian untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan sebagian sebagai komoditi ekspor karena konsumsi dunia masih cukup besar dan selalu mengalami kenaikan.





Gambar 3.1. Diagram alir Kualitatif Proses Pembuatan Anhidrid Maleat dari Butana dan Udara



Gambar 3.2 Diagram alir Kuantitatif Proses Pembuatan Anhidrid Maleat dari Butana dan Udara (dalam Kg/jam)

3.3 Spesifikasi Alat Proses

3.3.1 Peralatan Proses

1. Reaktor (R)

Fungsi : Mengoksidasi Butana sebanyak 5653.4106 Kg/jam dengan udara sebanyak 59712.9536 Kg/jam dengan bantuan katalis V_2O_5 menjadi $C_4H_2O_3$.

Tipe : Reaktor *Fixed Bed Multitube*

Kondisi operasi Reaktor

- Tekanan : 19.7 atm
- Suhu : 666.15 – 668.15 K

Dimensi Reaktor

- Diameter Reaktor : 5.473 m
- Tinggi Reaktor : 13.4071 m
- Volume Reaktor : 257.5053 m³
- Bahan Konstruksi : SA 167 Grade 11
- Jumlah Tube : 2000 tube
- Tebal Shell : 0.0699 m
- Tebal Head : 0.0635 m

Tube Side

- Panjang Tube : 10.95 m
- Diameter dalam : 0.07793 m
- Diameter luar : 0.08890 m

Harga : \$ 266,462.39

2. Condenser parsial (CD – 01)

Fungsi : Mengembunkan gas yang keluar dari reactor pada suhu

Tipe : *Shell and Tube condensor*

Kondisi operasi condensor

- Tekanan : 1.3 atm
- Suhu : 123 °C

Ukuran Alat

Shell side

- IDs : 39 in
- Pass : 1

Tube side

- Nt : 1377
- L : 16 ft
- PT : 15/16 in triangular pitch
- OD : ¾ in
- ID : 0.584 in
- BWG : 14
- Pass : 1

Harga : \$ 54,402.74

3. Menara Distilasi

Fungsi : Memisahkan $C_4H_2O_3$ sebagai produk dari H_2O
dengan laju umpan sebanyak 13029.9470 kg/jam.

Jenis : *Sieve plate Distillation Tower*

Bahan : *Carbon Steel SA-283 Grade C*

Kondisi Operasi

- Umpan menara : $T= 107.8875^{\circ}\text{C}$, $P= 1,1 \text{ atm}$
- Puncak menara : $T= 103.1059^{\circ}\text{C}$, $P= 1,1 \text{ atm}$
- Dasar menara : $T= 202.5464^{\circ}\text{C}$, $P= 1,1 \text{ atm}$

Ukuran Menara

- Diameter : 1,3621 m
- Tinggi : 11.9352 m
- Tebal shell : 0,19 in
- Tebal head : 0,19 in
- Jumlah plate : 34
- Feed plate : 15

Harga : \$ 435,221.91

4. Condensor (CD-02)

Fungsi : Mengembunkan hasil atas Menara Distilasi (MD-01)
pada suhu 103.1059°C dengan menggunakan air

Jenis : *Shell and Tubes Exchanger*

Bahan : *Carbon Steel*

Kondisi Operasi

- Tekanan : 1.1 atm
- Suhu : 103.1059

Ukuran Alat

Shell side

- IDs : 29 in
- Baffle space : 20 in
- Pass : 2

Tube side

- Nt : 604
- L : 12 ft
- PT : 1 in triangular pitch
- OD : $\frac{3}{4}$ in
- ID : 0.62 in
- BWG : 16
- Pass : 2

Harga : \$42,189.88

5. Accumulator (ACC-01)

Fungsi : Menampung sementara embunan yang berasal dari Condenser untuk menstabilkan aliran bahan sebelum Dikembalikan sebagai reflux

Jenis : Tangki Silinder Horizotal

Bahan : *Carbon Steel SA-283 Grade D*

Kondisi Operasi

- Suhu operasi : 103.1059 °C
- Tekanan : 1.1 atm

- Waktu tinggal : 10 menit

Ukuran Alat

- Diameter : 0.2881 m
- Panjang : 1.1525 m
- Tebal dinding : 0.25 in
- Tebal head : 0.25 in

Harga : \$ 42,189.88

6. Reboiler

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah Menara Distilasi (MD-01) sebanyak 6803.2604 kg/jam menjadi uap sebanyak 1360.6531 kg/jam

Jenis : *Thermosyphon Reboiler*

Bahan : *Carbon steell*

Ukuran Alat

Shell side

- IDs : 27 in
- Baffle space : 18.9 in
- Pass : 1

Tube side

- Nt : 1056
- L : 12 ft
- PT : 1 in triangular pitch

- OD : 0.75 in
- ID : 0.62 in
- BWG : 16
- Pass : 2

Harga : \$ 69,946.38

7. Vaporizer

Fungsi : Menguapkan bahan baku Butana sebelum masuk reaktor

Jenis : *Shell and Tube Exchanger*

Bahan : *Carbon Steel*

Kondisi Operasi

- Suhu operasi : 50° C
- Tekanan : 5 atm

Ukuran Alat

Shell side

- IDs : 15.12 in

- Baffle space : 10.68 in

- Pass : 1

Tube side

- Nt : 86
- L : 12 ft
- PT : 1 in triangular pitch

8. Separator Drum (SD-01)

Fungsi : Memisahkan cairan dan nap hasil penguapan di Vaporizer

Jenis : Vertikal Drum Separator

Bahan : Carbon Steel SA-283 Grade C

Kondisi Operasi

- Suhu operasi : 50 °C
- Tekanan : 5 atm

Ukuran Alat

- Diameter : 0.508 m
- Tebal dinding : 0.1875 in
- Tebal head : 0.25 in
- Tinggi separator : 1.9812 m

Harga : \$ 13,323.12

Harga : \$ 22,205.20

- OD : 0.75 in
- ID : 0.62 in
- BWG : 16
- Pass : 2

9. Separator Drum (SP – 02)

Fungsi : Memisahkan cairan dan nap hasil penguapan di
 Condenser Parsial

Jenis : *Vertikal Drum Separator*

Bahan : *Carbon Steel SA-283 Grade C*

Kondisi Operasi

- Suhu operasi : 108 ° C
- Tekanan : 1.3 atm

Ukuran Alat

- Diameter : 1.0149m

- Tebal dinding : ¼ in

- Tebal head : ¼ in

- Tinggi separator : 2.8956 m

Harga : \$ 38.859.10

10. Kompresor (K-01)

Fungsi : Menaikkan tekanan umpan (Butana) dari 4.9 atm menjadi

19.7 atm

Jenis : *Centrifugal singlstage compressor*

Bahan : *Carbon steell*

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi

- Suhu masuk : 50.26 ° C

- Suhu keluar : 216.23 °C

- Tekanan masuk : 4.9 atm

- Tekanan keluar : 19.7 atm

Ukuran

- Efisiensi : 80 %

- Tenaga motor : 250 Hp

Harga : \$ 2,492,533.62

11. Kompresor (K - 02)

Fungsi : Meningkatkan tekanan udara dari 1 atm menjadi 19.7 atm

Jenis : *Centrifugal multistage compressor*

Bahan : *Carbon steell*

Jumlah : 3 buah

STAGE I

Kondisi Operasi

- Suhu masuk : 30 °C

- Suhu keluar : 73.66 °C

- Tekanan masuk : 1 atm

- Tekanan keluar : 2.70 atm

Ukuran

- Efisiensi : 80 %

- Tenaga motor : 2700 Hp

STAGE II

Kondisi Operasi

- Suhu masuk : 30 ° C
- Suhu keluar : 123.62 ° C
- Tekanan masuk : 2.70 atm
- Tekanan keluar : 7.29 atm

Ukuran

- Effisiensi : 80 %
- Tenaga motor : 7000 Hp

STAGE III

Kondisi Operasi

- Suhu masuk : 30 ° C
- Suhu keluar : 73.66 ° C
- Tekanan masuk : 7.29 atm
- Tekanan keluar : 19.7 atm

Ukuran

- Effisiensi : 80 %
- Tenaga motor : 6200 Hp

Harga : \$ 2,492,533.62

12. Intercooler (IC-01)

Fungsi : Mendinginkan udara dari stage I menuju stage II dengan air sebagai media pendingin

Jenis : *Double Pipe exchanger*

Bahan : *Carbon steel*

Kondisi Operasi

- Suhu masuk : 73.66 ° C
- Suhu keluar : 30 ° C
- Tekanan : 2,7 atm

Beban Panas: 1963.3565 Btu/jam

Luas Transfer Panas: 12.4391 ft²

Jumlah Hairpin : 1

Panjang Pipa: 8 ft

- *Annulus*

Ukuran : Pipa NPS 4 in Sch 40

Fluida : Udara

Pressure Drop : 0,0029Psi

- *Inner Pipe*

Ukuran : Pipa NPS 3 in Sch 40

Fluida : Air

Pressure Drop : 0.00001 Psi

Harga : \$ 49,961.7

13. Intercooler (IC – 02)

Fungsi : Mendinginkan udara dari stage II menuju stage III dengan air sebagai media pendingin

Jenis : *Double Pipe exchanger*

Bahan : *Carbon steel*

Kondisi Operasi

- Suhu masuk : 123.62 ° C
- Suhu keluar : 30 ° C
- Tekanan : 7,29 atm

Beban Panas: 5579.4287 Btu/jam

Luas Transfer Panas: 15.6050 ft²

Jumlah Hairpin : 2

Panjang Pipa: 8 ft

- Annulus
Ukuran : Pipa NPS 4 in Sch 40
Fluida : Udara
Pressure Drop : 0,0009Psi
- Inner Pipe
Ukuran : Pipa NPS 3 in Sch 40
Fluida : Air
Pressure Drop : 0.00001 Psi

Harga : \$ 49,961.7

14. Expansian Valve (EV – 01)

Fungsi : Menurunkan tekanan yang keluar dari reaktor 19.6 atm
menjadi 1.3 atm

Jenis : *Expander Valve*

Kondisi operasi

- Suhu : 394.94 °C
- Tekanan masuk : 19.7 atm
- Tekanan keluar : 1.3 atm
- ID : 7.981 in
- OD : 8.625 in
- IPS : 8 in
- Sch : 40 in
- At : 0.3450 ft²

Harga : \$ 53181

15. Heater (H-01)

Fungsi : Memanaskan udara umpan reaktor sebanyak 5653.4106 kg/jam dengan Dowterm sebagai media pemanas

Jenis : *Shell and Tube exchanger*

Bahan : *Carbon steell*

Kondisi Operasi

- Tekanan : 19.7 atm
- Suhu Masuk : 218 °C
- Suhu keluar : 393 °C

Ukuran Alat

Shell side

- IDs : 35 in
- Pass : 2

Tube side

- Nt : 938
- L : 16 ft
- PT : 1 in triangular pitch
- OD : 0.75 in
- ID : 0.584 in
- BWG : 14
- Pass : 2

Harga : \$ 52,182.22

16. Heat Exchanger (HE-02)

Fungsi : Memanaskan udara umpan reaktor sebanyak 59712.9557 kg/jam dengan memanfaatkan panas gas-gas hasil keluaran reaktor sebagai media pemanas

Jenis : *Shell and Tube exchanger*

Bahan : *Carbon steel*

Kondisi Operasi

- Tekanan : 19.7 atm
- Suhu Masuk : 75 °C
- Suhu Keluar : 393 °C

Ukuran Alat

Shell side

- IDs : 27 in
- Pass : 4

Tube side

- Nt : 488
- L : 12 ft
- PT : 1 in triangular pitch
- OD : 0.75 in
- ID : 0.584 in
- BWG : 14
- Pass : 4

Harga : \$ 84,379.76

17. Cooler (C-01)

Fungsi : Mendinginkan cairan keluaran Reboiler sebanyak 14297.0132 kg/jam dengan Dowtherm A sebagai media pendingin

Jenis : *Shell and Tube exchanger*

Bahan : *Carbon steel*

Kondisi Operasi

- Suhu masuk : 202,3904 ° C
- Suhu keluar : 40 ° C
- Tekanan : 1 atm

Ukuran Alat

Shell side

- IDs : 12 in
- Pass : 2

Tube side

- Nt : 82
- L : 8 ft
- PT : 1 in triangular pitch
- OD : 0.75 in
- ID : 0.584 in
- BWG : 14
- Pass : 2

Harga : \$ 104,364.44

18. Pompa (P – 01)

Fungsi : Mengalirkan bahan baku ke tangki penampungan Butana

Tipe : *Centrifugal pump*

Kapasitas pompa : 245.667 gpm

Jumlah : 3 buah

Head pompa : 28.87 ft

Power pompa : 1.05 Hp

Power motor : 2.641 Hp

Ukuran pipa

- D nominal : 3.31 in
- Sch : 40
- ID : 4.026 in
- OD : 4.50 in
- at : 12.7 in²

Harga : \$ 13212

19. Pompa (P – 02)

Fungsi : Mengalirkan Butana dari tangki penampungan ke Vaporizer

Tipe : *Centrifugal pump*

Kapasitas pompa : 46.486 gpm

Head pompa : 10.23 ft

Power pompa : 0.071 Hp

Power motor : 0.177 Hp

Ukuran pipa

- D nominal : 1.39 in
- Sch : 40
- ID : 1.61 in
- OD : 1.90 in
- at : 2.04 in²

Harga : \$ 12,879

20. Pompa (P – 03)

Fungsi : Mengalirkan recycle Butana dari separator drum ke
Vaporizer

Tipe : *Centrifugal pump*

Kapasitas pompa : 11.62 gpm

Head pompa : 2.28 ft

Power pompa : 0.0039 Hp

Power motor : 0.0098 Hp

Ukuran pipa

• D nominal : 0.677in

• Sch : 40

• ID : 1.049 in

• OD : 1.32 in

• At : 0.864 in²

Harga : \$ 11,657

21. Pompa (P – 04)

Fungsi : Mengalirkan produk dari separator drum (SP-02) ke
Menara Distilasi (MD-01)

Tipe : *Centrifugal pump*

Kapasitas pompa : 48.17 gpm

Head pompa : 28.27 ft

Power pompa : 0.451 Hp

Power motor : 1.128 Hp

Ukuran pipa

- D nominal : 2.5 in
- Sch : 40
- ID : 1.29 in
- OD : 2.47 in
- at : 0.753 in²

Harga : \$ 13,656

22. Pompa (P – 05)

Fungsi : Mengalirkan distilat Menara distilasi (MD-01) ke IPL

Tipe : *Centrifugal pump*

Kapasitas pompa : 23.02 gpm

Head pompa : 37.64 ft

Power pompa : 0.287 Hp

Power motor : 0.598 Hp

Ukuran pipa

- D nominal : 1.08 in
- Sch : 40
- ID : 1.38 in
- OD : 1.66 in
- at : 1.50 in²

Harga : \$ 12,879

23. Pompa (P – 06)

Fungsi : Mengalirkan reflux Menara Distilasi (MD-01)

Tipe : *Centrifugal pump*

Kapasitas pompa : 25.40 gpm

Head pompa : 38.34 ft

Power pompa : 0.323 Hp

Power motor : 0.801 Hp

Ukuran pipa

• D nominal : 1.14 in

• Sch : 40

• ID : 1.38 in

• OD : 1.66 in

• at : 1.50 in²

Harga : \$ 11,657

24. Pompa (P – 07)

Fungsi : Mengalirkan Produk ke tangki penyimpanan

Tipe : *Centrifugal pump*

Kapasitas pompa : 25.40 gpm

Head pompa : 7.47 ft

Power pompa : 0.063 Hp

Power motor : 0.157 Hp

Ukuran pipa

- D nominal : 1.14 in
- Sch : 40
- ID : 1.38 in
- OD : 1.66 in
- at : 1.50 in²

Harga : \$ 11,657

25. Pompa (P – 08)

Fungsi : Mengalirkan produk dari tangki penyimpanan ke truk tangki

Tipe : *Centrifugal pump*

Kapasitas pompa : 20.90 gpm

Head pompa : 6.19 ft

Power pompa : 0.043 Hp

Power motor : 0.107 Hp

Ukuran pipa

- D nominal : 1.03 in
- Sch : 40
- ID : 1.38 in
- OD : 1.66 in
- at : 1.50 in²

Harga : \$ 11,657

26. Tangki Penyimpanan (T-01)

Fungsi : Menyimpan bahan baku Butana cair untuk persediaan 5 hari

Jenis : *Horisontal Vessel* dengan *Torispherical Dishead*

Bahan : *Carbon Steel SA 283 grade C*

Jumlah : 3 buah

Kondisi Operasi

- Suhu : 30 °C
- Tekanan : 5 atm

Ukuran Alat

- Diameter : 6.09 m
- Panjang : 18.29 m
- Tebal Shell : 1 in
- Tebal Head : 7/8 in

Harga : \$ 682,809.88

27. Tangki Produk (T-02)

Fungsi : Menyimpan produk *Maleic Anhydride* untuk persediaan 15 hari

Jenis : Silinder Tegak dengan *Flat Bottomed* dan *Conical Roof*

Bahan : *Carbon Steel SA 283 grade C*

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi

- Suhu : 40 ° C
- Tekanan : 1 atm

Ukuran Alat

- Diameter : 7.94 m
- Tinggi : 11.91 m
- Tebal Shell :
- Tebal shell (ts) 1 : 0.19 in
- Tebal shell (ts) 2 : 0.27 in
- Tebal shell (ts) 3 : 0.35 in
- Tebal shell (ts) 4 : 0.43 in

Harga : \$ 149,885.09

3.4 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 :

1. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun maksimal
2. 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-bussines*.

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 : 40.000 ton/tahun

Operasi : 330 hari/tahun

Basis : 1 jam

Tabel 3.4.1 Neraca Massa Reaktor

Komponen	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
n-C4H10	5.139,4642	205,1253
i-C4H10	513,9464	513,9464
O2	13.675,9199	3.234,7517
N2	45.016,5703	45.016,5703
H2O	1.020,4655	7.402,3003
C4H2O3		6.894,7129
CO2		1.282,3046
CO		816,6542
Total	65.366,3663	65.366,3663

Tabel 3.4.2 Neraca Massa Condensor Parsial

Komponen	Input kg/jam	Output atas kg/jam	Output bawah kg/jam
n-C4H10	205,13	205,1253	0,0000
i-C4H10	513,95	513,9470	0,0000
O2	3.234,75	3.234,7517	0,0000
N2	45.016,57	45.016,5703	0,0000
C4H2O3	6.894,71	22,3788	6.872,3341
CO2	1.282,30	1.282,3046	0,0000
CO	816,65	816,6542	0,0000
H2O	7.402,30	1.234,6874	6.167,6129
	65.366,3663	52.327,1594	13.039,9470
Total	65.366,3663	65.366,3663	

Tabel 3.4.3 Neraca Massa Menara Distilasi

Komponen	Input (Kg/jam)	Output atas (Kg/jam)	Output bawah (Kg/jam)
C ₄ H ₂ O ₃	6.872,3341	103,0850	6.769,2490
H ₂ O	6.157,6129	6.123,5966	34,0163
	13.029,9470	6.226,6816	6.803,2654
Total	13.029,9470	13.029,9470	

3.5 Neraca Panas

Tabel 3.5.1 Neraca Panas Reaktor

No	Arus	T	P	Panas (kJ/jam)	
		K	atm	input	output
1	Umpan Butane	666.15	19.7	680.055,77	
2	Umpan udara	666.15	19.7	9.056.434,99	
3	Gas Keluar reaktor	668.14	19.6		5.628.538,67
4	Reaksi 1			63.094.512,29	
5	Reaksi 2			19.184.172,40	
6	Reaksi 3			12.212.322,64	
7	Pendingin (Dowterm)				98.598.959,41
	Total			104.227.498,08	104.227.498,08

Tabel 3.5.2 Neraca Panas Condenser Parsial

No	Arus	T	P	Panas (kJ/jam)	
		K	atm	input	output
1	Umpan dari HE-02	396.05	1.3	1.729.843,91	
2	Hasil cair dari CD	381.15	1.3		17.360,01
3	Hasil gas dari CD	333.15	1.3		17.243,36
4	Beban panas CD			-1.695.240,54	
	Total			34.603,37	34.603,37

Tabel 3.5.3 Neraca Panas Menara Distilasi

No	Arus	T	P	Panas (kJ/jam)	
		K	atm	input	output
1	Umpan MD	381.00	1.1	220.032.453,81	
2	Gas Keluar MD	376.15	1.1		2.172.497,95
3	Cairan keluar MD	463.15	1.1		214.792.694,64

4	Sekitar kondensor				-2.220.116,63
5	Reboiler			-5.287.377,85	
	Total			214.745.075,95	214.745.075,95

Tabel 3.5.4 Neraca Panas Vaporizer

No	Arus	T	P	Panas (kJ/jam)	
		K	atm	input	output
1	Umpan dari T-01	303.15	5	196.396,86	
2	Hasil uap dari Vaporizer	323.3218	5		897.243,79
3	Beban panas V			700.846,93	
	Total			897.243,79	897.243,79

Tabel 3.5.5 Neraca Panas HE – 01

No	Arus	T	P	Panas (kJ/jam)	
		K	atm	input	output
1	Umpan dari K-01	489.3834	19.7	2.710.517,21	
2	Umpan gas Reaktor	666.15	19.7		6.468.609,12
3	Beban panas H			3.758.091,91	
	Total			6.468.609,12	6.468.609,12

Tabel 3.5.6 Neraca Panas HE – 02

No	Arus	T	P	Panas (kJ/jam)	
		K	atm	input	output
1	Umpan dari K-02	346.82	19.7	717.781,94	
2	Umpan gas Reaktor	666.15	19.7		6.227.302,72
3	Beban panas H			5.509.520,78	
	Total			6.227.302,72	6.227.302,72

Tabel 3.5.7 Neraca Panas Cooler

No	Arus	T	P	Panas (kJ/jam)	
		K	atm	input	output
1	Umpan dari MD	475.55	1.1	935.783,23	
2	Cairan keluar CL	313.15	19.7		866.222,23
3	Beban panas CL				69.561,00
	Total			935.783,23	935.783,23