

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1. URAIAN PROSES

Pembuatan Butyl Asetat pada tugas prarancangan ini menggunakan bahan baku Asam Asetat dan Butanol dengan katalisator Asam Sulfat. Secara keseluruhan proses beroperasi pada tekanan 1 atm. Proses yang terjadi dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu:

- a. Persiapan bahan baku dan bahan pembantu
- b. Proses reaksi
- c. Pemurnian produk

3.1.1 Tahap Penyiapan Bahan Baku dan bahan pembantu

a. Butanol (C_4H_9OH)

Bahan baku butanol (C_4H_9OH) yang digunakan yaitu butanol (C_4H_9OH) dengan kemurnian 99%. Butanol (C_4H_9OH) ini disimpan dalam tangki penyimpanan (TA-02) dengan kapasitas 15 hari operasi dalam fase cair pada suhu $30^{\circ}C$ dan tekanan 1 atm. Butanol (C_4H_9OH) dialirkan dengan menggunakan pompa (P-05) ke dalam mixer (MI-01) untuk dicampurkan dengan hasil produk atas *menara distilasi (MD)* dengan suhu $111,49^{\circ}C$ yang di *recycle*, sehingga suhu campuran menjadi $40,708^{\circ}C$, yang selanjutnya produk keluar mixer (MI-01) dialirkan ke dalam heater (HE-03) dengan menggunakan pompa (P-07) sampai temperatur $100^{\circ}C$.

Sebagai pemanas digunakan steam pada suhu 260 °F. Dari *heater* (HE-03) selanjutnya diumpankan ke reaktor (RE) jenis Reaktor Alir Tangki alir Tangki Berpengaduk (RATB).

b. Asam asetat (CH_3COOH)

Bahan baku asam asetat (CH_3COOH) yang digunakan adalah asam asetat (CH_3COOH) dengan kemurnian 99% yang disimpan pada tangki penyimpanan (TA-01) dalam fase cair pada temperatur 30°C dan tekanan 1 atm dengan kapasitas 15 hari operasi. Asam asetat (CH_3COOH) dialirkan ke dalam *heater* (HE-01) dengan menggunakan pompa (P-04) sampai temperatur 100°C. Sebagai pemanas digunakan steam pada suhu 260 °F. Dari *heater* (HE-01) selanjutnya diumpankan ke reaktor (RE) jenis Reaktor Alir Tangki alir Tangki Berpengaduk (RATB).

c. Katalis asam sulfat (H_2SO_4)

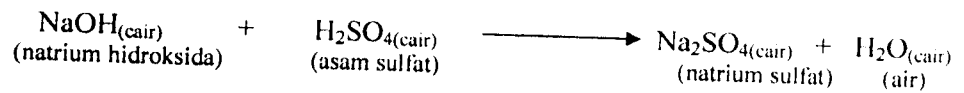
Asam sulfat (H_2SO_4) dengan kemurnian 98% disimpan pada kondisi 30°C pada tekanan 1 atm dalam tangki penyimpanan (TA-03). Asam sulfat (H_2SO_4) dialirkan dengan pompa (P-06) dan dipanaskan sampai suhunya menjadi 100 °C dengan steam dari *heater* (HE-02) pada suhu 260 °F. Selanjutnya (H_2SO_4) diumpankan ke reaktor (RE) jenis Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) sebagai katalis.

d. Natrium hidroksida (NaOH)

Natrium hidroksida (NaOH) dalam bentuk *powder* dengan kemurnian 98% disimpan dalam gudang pada kondisi operasi 30°C dan tekanan 1 atm. kemudian dimasukkan dalam hopper (HO) yang selanjutnya akan diencerkan

ke *netralizer* (N) menggunakan pompa (P-09). Pada *netralizer* (N) ditambahkan natrium hidroksida (NaOH).

Reaksi yang terjadi dalam *netralizer* yaitu:



Produk *netralizer* (N) selanjutnya dialirkan menggunakan pompa (P-10) menuju ke *dekanter* (DK) untuk dipisahkan berdasarkan daya larut (solubility) dan densitasnya. Pada *dekanter* (DK) ini akan terbentuk dua lapisan yaitu fase berat dan fase ringan. Lapisan bawah merupakan lapisan fase berat yang selanjutnya akan di olah lebih lanjut lagi di UPL. Lapisan atas adalah lapisan fase ringan yang selanjutnya dialirkan menggunakan pompa (P-11) menuju ke *heater* (HE-04) untuk dipanaskan sampai dengan suhu 123,45 °C sebelum dipisahkan dan dimurnikan lebih lanjut dalam *menara distilasi* (MD).

3.1.3 Tahap Pemurnian Produk

Fase berat dari *dekanter* (DK) setelah dipanaskan di *heater* (HE-04) selanjutnya diumpankan ke dalam *menara distilasi* (MD) pada suhu 123,45 °C dan tekanan 1,05 atm untuk pemisahan dan pemurnian. Hasil atas *menara distilasi* (MD) pada kondisi 111,49 °C dan tekanan 1 atm diembunkan dalam kondensor (CD) dengan pendingin air dan *direct cycle* masuk ke mixer (MI-01). Hasil bawah dari *menara distilasi* (MD) pada

kondisi 130,8 °C dan tekanan 1,15 atm diumpankan ke *reboiler* (RB) untuk menguapkan sebagian hasilnya dan sebagian lagi dialirkan ke *cooler* (CI-03) sampai suhunya 35°C dan ditampung sebagai produk butil asetat ($\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$) dengan kemurnian 99 % pada tangki penyimpanan (TA-04).

3.2 SPESIFIKASI ALAT PROSES

1. Mixer -01 (M-01)

Fungsi : Untuk mencampur $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ yang merupakan fresh feed dengan hasil recycle dari produk atas menara distilasi (MD).

Jenis : Tangki silinder tegak berpengaduk.

Jumlah : 1

Kondisi operasi : - Tekanan = 1 atm
- Suhu = 30°C
- Bahan = Stainless steel SA 212 Grade B

Dimensi mixer:

Diameter mixer : 0,96995 m

Tinggi mixer : 0,96995 m

Tebal shell : 0,1875 in

Tebal head : 0,1875 in

Pengaduk mixer

Type : Flat Blade Turbin Impeller.

Jumlah baffle : 4

Diameter pengaduk : 0,3223 m

Jumlah pengaduk : 1

Kecepatan pengaduk : 109,29 rpm

Daya motor : 0,5 Hp

Harga : \$ 10,159.8866

2. Reaktor (R)

Fungsi : Tempat untuk mereaksikan asam asetat dan butanol menjadi butyl asetat dan air dengan katalis asam sulfat

Jenis = Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)

Jumlah alat = 2 buah

Kondisi Operasi = - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 100 °C

Dimensi Reaktor :

Tinggi Reaktor = 3,2776 m

Diameter = 1,6388 m

Volume Reaktor = 284,6514 m³

Tipe dinding = 3 mm

Tipe head = 3 mm

Jenis head = *Thorispherical dished head*

Bahan = *Stainless steel SA-167 grade C*

Suhu masuk = 100 °C

Suhu keluar = 100 °C

Media pendingin = air

Luas transfer panas	= 24,9567 ft ²
NPS	= 1,25 in
No. Schedule pipe coil	= 40
Panjang coil	= 57,3717 ft
Volume coil	= 0,8614 ft ³
Tinggi coil	= 2,4929 ft
Jumlah lilitan coil	= 6
Bahan	= Stainless Steel SA-167 grade C
Jenis pengaduk	= Flat Blade Turbine Impeller
Diameter pengaduk	= 1,7922 ft
Jumlah blade	= 6 buah
Jumlah baffle	= 4 buah
Lebar baffle	= 0,1792 ft
Panjang blade impeler	= 0,44805 ft
Lebar blade impeler	= 0,3584 ft
Putaran	= 100 rpm
Power pengaduk	= 2 Hp
Harga	: \$ 145,612.7736

3. Netralizer

- Fungsi :
- Untuk mereaksikan CH_3COOH dengan NaOH membentuk CH_3COONa
 - Untuk mereaksikan Asam sulfat (H_2SO_4) dengan NaOH menjadi Na_2SO_4

Type : Silinder tegak berpengaduk.
Jumlah : 1
Kondisi operasi : - Tekanan = 1 atm
- Suhu = 40 °C
- Bahan = Stainless Steel SA 283 Grade C

Dimensi netralizer:

Diameter : 1,2986 m
Tinggi : 1,2986 m
Tebal shell : 0,1875 in
Tebal head : 0,1875 in
Type : Flat Blade Turbine Impeller
Jumlah baffle : 4
Diameter pengaduk: 0,4328 m
Lebar baffle : 0,0433 m
Kecepatan putaran : 98 rpm
Daya motor : 0,75 Hp
Harga : \$ 8,115.7943

4. Decanter-01 (D-01)

Fungsi : Memisahkan fase bert berupa CH_3COONa , Na_2SO_4 , H_2O dengan fase ringan berupa $\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$, $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ dan H_2O

Bentuk : vertikal dekanter

Kondisi operasi : P = 1 atm

T = 40 °C

Diameter dekanter	= 0,5252 m
Tinggi shell dekanter	= 1,5756 m
Setling velocity (tinggi dekanter total)	= 1,8548 m
Tinggi pipa pengeluaran fase ringan	= 1,7152 m
Tinggi pipa pengeluaran fase berat	= 1,4524 m
Diameter pipa pengeluaran fase ringan	= 1,380 in
Diameter pipa pengeluaran fase berat	= 0,824 in
Tinggi pipa pemasukan umpan	= 0,0734 m
Diameter pipa pemasukan umpan	= 1,610 in
Tebal shell	= 3/16 in
Tebal head	= 3/16 in
Dispersion band	= 0,1855 m
Tinggi cairan total dalam tangki dekanter	= 1,2923 m
Tinggi cairan fase ringan	= 1,2189 m
Tinggi cairan fase berat	= 0,2130 m
Harga	= \$ 412.2530

5. Mixer-02 (M-02)

Fungsi : Mencampur NaOH 98% dengan air sehingga didapatkan NaOH
50 %

Jenis : Tangki Vertikal Berpengaduk

Kondisi operasi : P = 1 atm,

T = 74,5423 °C

Waktu tinggal = 20 menit

Volume	= 29,7571 liter
Diameter tangki	= 0,3052 meter
Tinggi tangki	= 0,3052 m
Jenis pengaduk	= <i>Flat Blade Turbine Impeller</i>
Kecepatan pengaduk (N)	= 109,1707 rpm
Harga	= \$ 1,402.4662

6. Menara Distilasi (MD)

Fungsi : Memisahkan produk butyl asetat dari butanol dan air.

Type : Sieve Tray

Jumlah : 1

Kondisi operasi :

a. Umpan = - Tekanan = 1,05 atm

- Suhu = 123,45 °C

b. Top = - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 111,49 °C

c. Bottom = - Tekanan = 1,15 atm

- Suhu = 130,80 °C

Dimensi menara :

Refluk total = 5

Jumlah plate = 16

Feed plate = 12

Tinggi total menara = 5,4 m

Tebal shell = 0,1875 in

Tebal Head	= 0,1875 in
Pipa vapor atas	= 2,5 in
Pipa refluk atas	= 6 in
Pipa liquid bawah	= 6 in
Pipa refluk bawah	= 4 in

Dimensi plate

a. Enriching section

Plate no	= 6
Diameter	= 0,7234 m
Hole size	= 5 mm
Hole pitch	= 13,75
Bahan material	= stainless steel
Plate spacing	= 0,3 m
Ketebalan	= 3 mm

b. Stripping section

Plate no	= 7
Diameter	= 1,234 m
Hole size	= 5 mm
Hole pitch	= 14,25
Bahan material	= stainless steel
Plate spacing	= 0,3 m
Ketebalan	= 3 mm

Harga : \$ 52,280.3402

7. Reboiler

Tugas : Menguapkan hasil bawah menara distilasi

Jenis : Double pipe heat exchanger (Harpine).

Spesifikasi pipa dalam (inner pipe) :

- Diameter luar : 1,66 in

- Diameter dalam : 1,38 in

- Pressure drop : 0,260 psia

Spesifikasi pipa luar (annulus) :

- Diameter luar : 2,38 in

- Diameter dalam : 2,067 in

- Pressure drop : 1,0173 psia

Luas transfer panas : 123,3212 ft²

Koefisien transfer panas bersih (Uc) : 54,724 BTU/jam.ft².°F

Koefisien transfer panas kotor (Ud) : 140 BTU/jam.ft².°F

Faktor kotor total (Rd) : 0,0158 jam.ft².°F/BTU

Harga : \$ 6,054.0928

8. Condensor (CD-01)

Tugas : Mengembunkan uap dari hasil atas menara distilasi

Jenis : Double pipe condensor.

Dimensi alat :

a. Dimensi *inner pipe* (hot fluid)

Diameter dalam : 1,38 in

Diameter luar : 1,66 in

Pressure drop : 0,0038 psi

b. Dimensi *Annulus* (cold fluid)

Diameter luar : 2,38 in

Diameter dalam : 2,067 in

Panjang : 12 ft

Pressure drop : 0,7261 psi

Luas transfer panas : 10,35 ft²

Koefisien transfer panas bersih (Uc) : 7,4153 BTU/jam.ft².°F

Koefisien transfer panas kotor (Ud) : 138,80 BTU/jam.ft².°F

Faktor kotor total (Rd) : 0,1277 jam.ft².°F/BTU

Harga : \$ 1,026.7316

9. Tangki Penyimpan (TP-01)

Tugas : Menyimpan bahan baku CH₃COOH untuk persediaan selama 15 hari.

Jenis : Tangki silinder vertical

Kondisi operasi : 30°C, 1 atm

Bahan : Stainless steel SA 283 grade C

Dimensi alat :

a. Volume : 567,6494 m³

b. Diameter : 30 ft = 8,9757 m

c. Tinggi : 30 ft = 8,9757 m

d. Tebal shell : 0,5 in

e. Tebal head : 7/16 in

Harga : \$ 221,633.7694

10. Tangki Penyimpan (TP-02)

Tugas : Menyimpan bahan baku butanol untuk persediaan selama 15 hari.

Jenis : Tangki silinder vertical

Kondisi operasi : 30°C, 1 atm

Bahan : Carbon steel SA 283 grade C

Dimensi alat :

a. Volume : 891,7741 m³

b. Diameter : 10,4343 m

c. Tinggi : 10,4343 m

d. Tebal shell : 0,5 in

e. Tebal head : 0,5 in

Harga : \$ 290,630.1844

11. Tangki Penyimpan (TP-03)

Tugas : Menyimpan bahan baku H₂SO₄ cair untuk persediaan selama 65 hari.

Jenis : Tangki silinder vertical

Kondisi operasi : 30°C, 1 atm

Bahan : Stainless steel SA 283 grade C

Dimensi alat :

a. Volume : 3,4336 m³

b. Diameter : 1,2980 m

c. Tinggi : 2,5960 m

d. Tebal shell : 0,1875 in

e. Tebal head : 0,1875 in

Harga : \$ 10,342.7880

12. Tangki Penyimpan (TP-04)

Tugas : Menyimpan produk berupa $\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$ untuk
persediaan selama 15 hari.

Jenis : Tangki silinder vertical.

Kondisi operasi : 35 °C, 1 atm

Bahan : Carbon steel SA 283 grade C

Dimensi alat :

a. Volume : 1314,6650 m³

b. Diameter : 11,8754 m

c. Tinggi : 11,8754 m

d. Tebal shell : 0,625 in

e. Tebal head : 0,5 in

Harga : \$ 366,840.1524

13. Hopper (HO-01)

Tugas : Menampung NaOH sebelum masuk ke mixer (MI-02)

Jenis : Silinder tegak dengan dasar kerucut

Kondisi operasi : 30°C, 1 atm

Bahan : Carbon steel SA 283 grade C

Dimensi alat :

- a. Volume : 0,05832 m³
- b. Diameter : 0,3337 m
- c. Tinggi shell : 0,5006 m
- d. Tinggi kerucut : 0,1669 m
- e. Tinggi hopper : 0,6675 m
- f. Tebal shell : 0,1875 in
- g. Tebal head : 0,1875 in

Harga : \$ 966.0208

14. Screw conveyor (SCRV-01)

Tugas : Memindahkan NaOH padatan dari gudang menuju hopper
untuk diumpankan ke mixer (MI-02)

Kondisi operasi : 30°C, 1 atm

Bahan : Carbon steel SA 283 grade C

Dimensi alat :

- a. Diameter screw = 3 in
- b. Putaran maksimum = 250 rpm
- c. Panjang = 10 m
- d. Power = 0,5 Hp
- e. Bahan = baja carbon
- f. Jumlah = 1 buah

Harga : \$ 6,194.1993

15. ACCUMULATOR (ACC-01)

Tugas : menampung sementara cairan yang keluar dari condenser yang akan menuju ke mixer (MI-01)

Jenis : Tangki silinder vertikal

Kondisi operasi ;

-Suhu : 111,4880 °C

-Tekanan : 1 atm

Dimensi alat :

Diameter tangki : 0,4219 m

Tinggi tangki : 0,8438 m

Tebal shell : 3/16 in

Tebal head : 3/16 in

Harga : \$ 1,500.6194

16. Heater (HE-01)

Tugas : Untuk memanaskan umpan CH_3COOH masuk reaktor yang merupakan fresh feed dari suhu 30°C menjadi 100°C, dengan media pemanas steam jenuh (saturated) pada suhu 260°F

Jenis : Double pipe heat exchanger (Harpine).

Jumlah steam : 220,1744 lb/jam

Spesifikasi pipa dalam:

- Diameter luar : 1,66 in

- Diameter dalam : 1,38 in

- Pressure drop : 0,2133 psia

Spesifikasi pipa luar :

- Diameter luar : 2,38 in

- Diameter dalam : 2,067 in

- Pressure drop : 4,3065 psia

Luas transfer panas : 30,1781 ft²

Koefisien transfer panas bersih (Uc) : 90,7717 BTU/jam.ft².°F

Koefisien transfer panas kotor (Ud) : 67,4478 BTU/jam.ft².°F

Faktor kotor total (Rd) : 0,006 jam.ft².°F/BTU

Harga : \$ 1,383.0791

17. Heater (HE-02)

Tugas : Untuk memanaskan umpan dari mixer-01 sebelum masuk reaktor sebanyak 1905,6212 kg/jam dari suhu 40,71 °C menjadi 100°C, dengan media pemanas steam jenuh (saturated) pada suhu 260°F.

Jenis : Double pipe heat exchanger (Harpine).

Jumlah steam : 264,5648 lb/jam

Spesifikasi pipa dalam:

- Diameter luar : 1,66 in

- Diameter dalam : 1,38 in

- Pressure drop : 0,0432 psia

Spesifikasi pipa luar :

- Diameter luar : 2,38 in
- Diameter dalam : 2,067 in
- Pressure drop : 2,2034 psia

Luas transfer panas : 38,9091 ft²
Koefisien transfer panas bersih (Uc) : 129,8554 BTU/jam.ft².°F
Koefisien transfer panas kotor (Ud) : 65,2213 BTU/jam.ft².°F
Faktor kotor total (Rd) : 0,0066 jam.ft².°F/BTU
Harga : \$ 1,610.8777

18. Heater (HE-03)

Tugas : Untuk memanaskan umpan H₂SO₄ masuk reaktor yang merupakan katalis dari suhu 30⁰C menjadi 100⁰C, dengan media pemanas steam jenuh (saturated) pada suhu 260⁰F

Jenis : Double pipe heat exchanger (Harpine).

Spesifikasi pipa dalam:

- Diameter luar : 0,540 in
- Diameter dalam : 0,364 in
- Pressure drop : 0,000063 psia

Spesifikasi pipa luar :

- Diameter luar : 0,840 in
- Diameter dalam : 0,622 in
- Pressure drop : 0,0117 psia

Luas transfer panas : 0,5697 ft²
Koefisien transfer panas bersih (Uc) : 31,1989 BTU/jam.ft².°F

Koefisien transfer panas kotor (Ud)	: 6 BTU/jam.ft ² .°F
Faktor kotor total (Rd)	: 0,1346 jam.ft ² .°F/BTU
Harga	: \$ 127.7673

19. Heater (HE-04)

Tugas : Untuk memanaskan umpan masuk MD dari produk atas dekanter yang berupa CH₃COOC₄H₉, C₄H₉OH dan H₂O dari suhu 40⁰C menjadi 123,4486 ⁰C, dengan media pemanas steam jenuh (saturated), dengan kecepatan umpan 2739,8224 kg/jam

Jenis : Double pipe heat exchanger (Harpine).

Jumlah steam : 573,1147 lb/jam

Spesifikasi pipa dalam:

- Diameter luar : 1,66 in
- Diameter dalam : 1,38 in
- Pressure drop : 1,0788 psia

Spesifikasi pipa luar :

- Diameter luar : 2,88 in
- Diameter dalam : 2,469 in
- Pressure drop : 1,5224 psia

Luas transfer panas	: 40,5904 ft ²
Koefisien transfer panas bersih (Uc)	: 224,3963 BTU/jam.ft ² .°F
Koefisien transfer panas kotor (Ud)	: 100 BTU/jam.ft ² .°F
Faktor kotor total (Rd)	: 0,0055 jam.ft ² .°F/BTU
Harga	: \$ 1,652.2885

20. Cooler (CL-01)

Tugas : Untuk menurunkan suhu produk keluar reaktor dari suhu 100°C menjadi 40°C dengan air pendingin masuk pada suhu 30°C dengan kecepatan umpan 3286,0325 kg/jam.

Jenis : Double pipe heat exchanger (Harpine).

Kebutuhan pendingin : 6147,2639 kg/jam

Spesifikasi pipa dalam:

- Diameter luar : 1,66 in
- Diameter dalam : 1,38 in
- Pressure drop : 3,6886 psi

Spesifikasi pipa luar :

- Diameter luar : 2,88 in
- Diameter dalam : 2,469 in
- Pressure drop : 2,7967 psi

Luas transfer panas : 108,9204 ft^2

Koefisien transfer panas bersih (U_c) : 386,2082 $\text{BTU}/\text{jam}.\text{ft}^2.^{\circ}\text{F}$

Koefisien transfer panas kotor (U_d) : 100 $\text{BTU}/\text{jam}.\text{ft}^2.^{\circ}\text{F}$

Faktor kotor total (R_d) : 0,0074 $\text{jam}.\text{ft}^2.^{\circ}\text{F}/\text{BTU}$

Harga : \$ 271.6591

21. Cooler (CL-02)

Tugas : Untuk menurunkan suhu umpan NaOH yang akan masuk netraliser (N) dari $74,5423^{\circ}\text{C}$ menjadi 40°C .

menggunakan media pendingin air, dengan kecepatan
umpan 96,048 kg/jam

Jenis : Double pipe heat exchanger (Harpine).

Kebutuhan pendingin : 349,0315 kg/jam

Spesifikasi pipa dalam:

- Diameter luar : 1,66 in
- Diameter dalam : 1,38 in
- Pressure drop : 0,0011 psi

Spesifikasi pipa luar :

- Diameter luar : 2,38 in
- Diameter dalam : 2,067 in
- Pressure drop : 0,0135 psi

Luas transfer panas	: 11,5989 ft ²
Koefisien transfer panas bersih (Uc)	: 28,3505 BTU/jam.ft ² .°F
Koefisien transfer panas kotor (Ud)	: 25 BTU/jam.ft ² .°F
Faktor kotor total (Rd)	: 0,0047 jam.ft ² .°F/BTU
Harga	: \$ 70.8417

22. Cooler (CL-03)

Tugas : Untuk menurunkan suhu produk bawah MD sebelum disimpan pada tangki penyimpan (TK-04), dari suhu 130,799⁰C menjadi 35⁰C dengan air pendingin, dengan kecepatan umpan 2525,2525 kg/jam

Jenis : Double pipe heat exchanger (Harpine).

Kebutuhan pendingin : 6117,2708 kg/jam

Spesifikasi pipa dalam:

- Diameter luar : 1,66 in
- Diameter dalam : 1,38 in
- Penurunan tekanan: 1,8511 psi

Spesifikasi pipa luar :

- Diameter luar : 2,88 in
- Diameter dalam : 2,469 in
- Pressure drop : 2,1310 psi

Luas transfer panas	: 82,4451 ft ²
Koefisien transfer panas bersih (Uc)	: 202,4159 BTU/jam.ft ² .°F
Koefisien transfer panas kotor (Ud)	: 120 BTU/jam.ft ² .°F
Faktor kotor total (Rd)	: 0,0034 jam.ft ² .°F/BTU
Harga	: \$ 229.7937

23. Pompa (P-01)

Tugas	: Mengalirkan bahan baku CH ₃ COOH dari mobil pengangkut ke tangki penyimpanan (TA-01) sebanyak 1376,9162 kg/jam.
Jenis	: <i>Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 105.6719 gpm
Head	: 33,83007 ft
Tenaga pompa	: 1,4215 Hp

Tenaga motor : 2 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 420.6829

24. Pompa (P-02)

Tugas : Mengalirkan bahan baku C_4H_9OH dari mobil pengangkut ke tangki penyimpan (TA-02) sebanyak 1691,0513 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 105,6719 gpm

Head : 39,3658 ft

Tenaga pompa : 1,2814 Hp

Tenaga motor : 2 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 420.6829

25. Pompa (P-03)

Tugas : Mengalirkan bahan baku H_2SO_4 dari mobil pengangkut ke tangki penyimpan (TA-03) sebanyak 3,2795 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 18,5626 gpm

Head : 7,0287 ft

Tenaga pompa : 0,1182 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 148.1712

26. Pompa (P-04)

Tugas : Mengalirkan bahan baku CH_3COOH dari tangki penyimpanan (TA-01) menuju reactor sebanyak 1376,9162 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 5,8425 gpm

Head : 14,9996 ft

Tenaga pompa : 0,0653 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 74.0523

27. Pompa (P-05)

Tugas : Mengalirkan bahan baku $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ dari tangki penyimpanan (TA-02) menuju tangki pencampur-01 sebanyak 1691,0513 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 9,2623 gpm

Head : 12,0480 ft

Tenaga pompa : 0,0516 Hp
Tenaga motor : 0,5 Hp Standar NEMA
Harga : \$ 97.6361

28. Pompa (P-06)

Tugas : Mengalirkan bahan baku H_2SO_4 dari tangki penyimpanan (TA-03) menuju reaktor sebanyak 3.2795 kg/jam.
Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 0,0092 gpm
Head : 11,7606 ft
Tenaga pompa : $9,761 \times 10^{-5}$ Hp
Tenaga motor : 0,5 Hp Standar NEMA
Harga : \$ 1.5412

29. Pompa (P-07)

Tugas : Mengalirkan bahan baku dari tangki pencampur-01 menuju reaktor sebanyak 1905,6212 kg/jam.
Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 10,5145 gpm
Head : 14,7158 ft

Tenaga pompa : 0,0710Hp
Tenaga motor : 0,5 Hp Standar NEMA
Harga : \$ 105.3543

30. Pompa (P-08)

Tugas : Mengalirkan bahan dari reaktor-01 menuju reaktor-02
 sebanyak 3286,0325 kg/jam.
Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial
 flow)*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 17,7876 gpm
Head : 15,3280 ft
Tenaga pompa : 0,1274 Hp
Tenaga motor : 0,5 Hp Standar NEMA
Harga : \$ 144.4274

31. Pompa (P-09)

Tugas : Mengalirkan bahan dari reactor-02 menuju netralizer
 sebanyak 3286,0325 kg/jam.
Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed
 flow)*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 17,8171 gpm
Head : 8,3050 ft

Tenaga pompa : 0,0691 Hp
Tenaga motor : 0,5 Hp Standar NEMA
Harga : \$ 144.5711

32. Pompa (P-10)

Tugas : Mengalirkan bahan dari neutralizer menuju dekanter
sebanyak 3382,0945 kg/jam.
Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed
flow)*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 16,7814 gpm
Head : 7,7733 ft
Tenaga pompa : 0,0665 Hp
Tenaga motor : 0,5 Hp Standar NEMA
Harga : \$ 139.4685

33. Pompa (P-11)

Tugas : Mengalirkan produk atas decanter menuju menara
destilasi sebanyak 2739,8221 kg/jam.
Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed
flow)*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 14,0752 gpm
Head : 11,4164 ft
Tenaga pompa : 0,0792 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 125.5024

34. Pompa (P-12)

Tugas : Mengalirkan produk dari reboiler menuju tangki
penyimpan-04 sebanyak 2525,2525 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial
flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 14,6894 gpm

Head : 82,1345 ft

Tenaga pompa : 0,5249 Hp

Tenaga motor : 0,75 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 128.7602

35. Pompa (P-13)

Tugas : Mengalirkan produk bagian atas menara destilasi untuk
direcycle dari accumulator menuju tangki pencampur-01
sebanyak 214,5699 kg/jam.

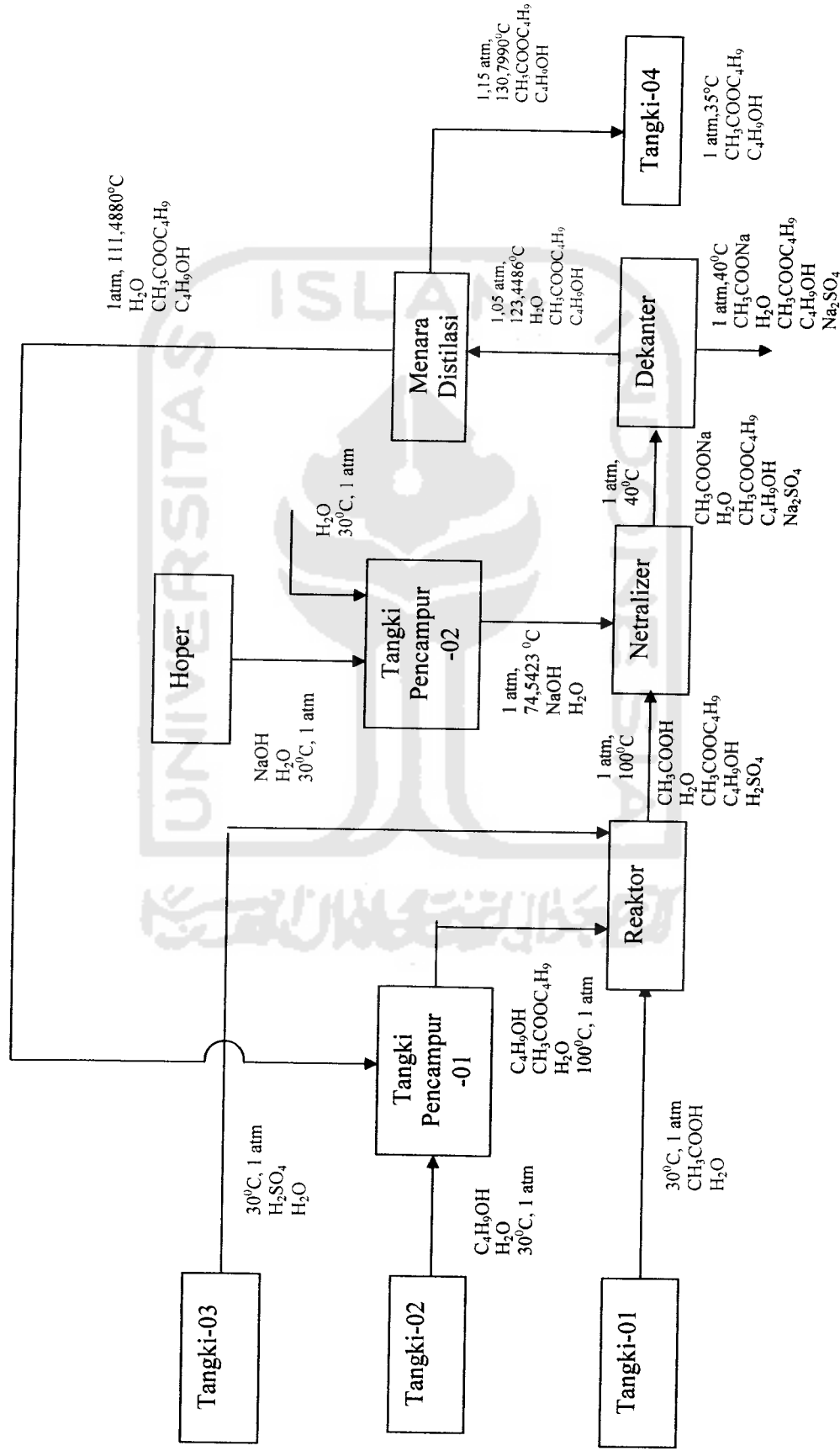
Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial
flow)*

Jumlah : 1 buah

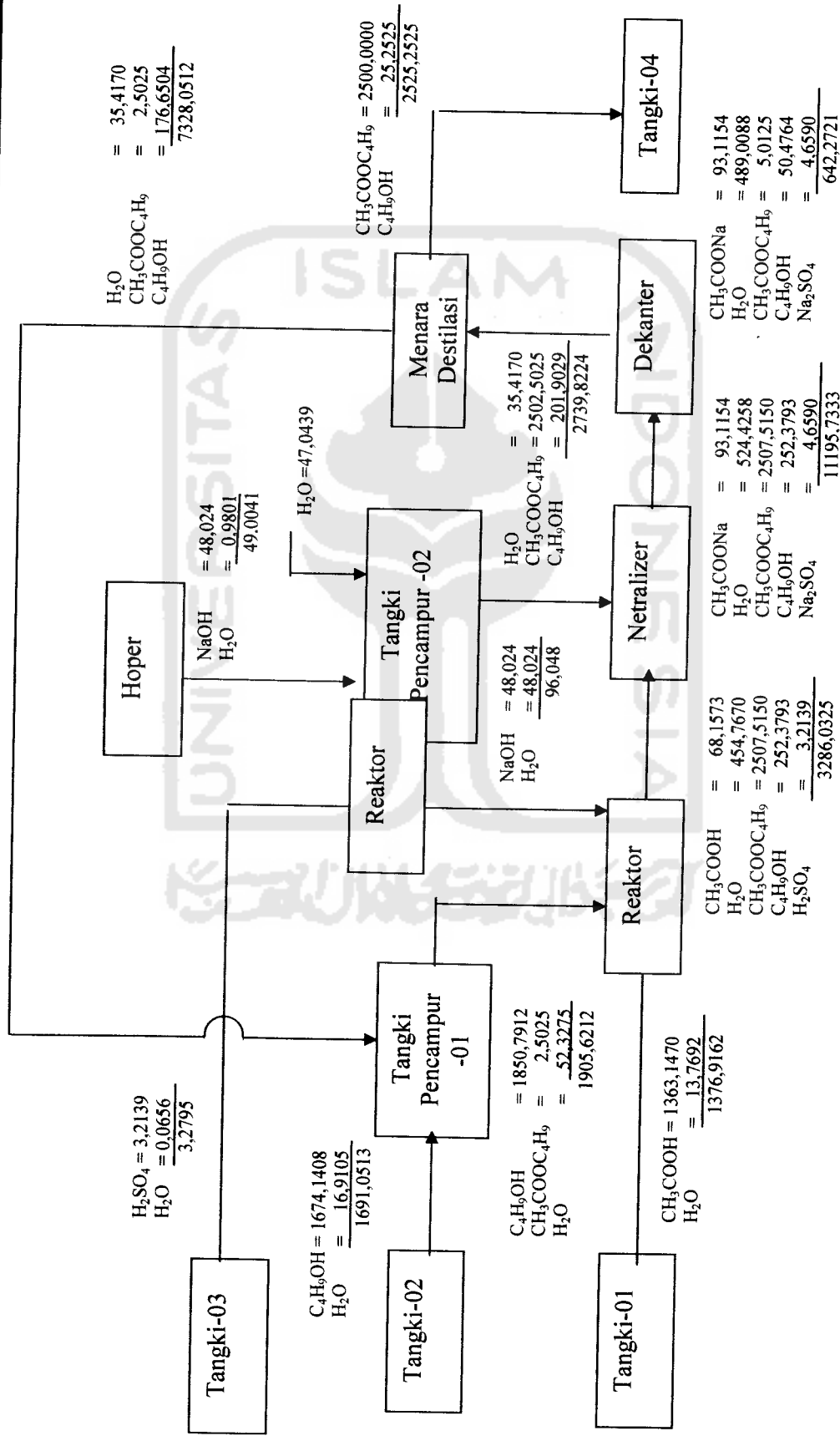
Kapasitas : 1,2472 gpm

Head : 22,5993 ft

Tenaga pompa : 0,0123 Hp



Gambar 3.1. Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3.2. Diagram Alir Kuantitatif (kg/jam)