

BAB III

PERANCANGAN PROSES

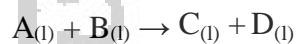
3.1 Uraian Proses

3.1.1 Reaksi dan Kondisi Operasi

Reaksi yang terjadi di reaktor :



Esterifikasi adalah reaksi pembentukan ester dari alkohol dan asam. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Bertelot dan St. Gilles pada tahun 1862, diketahui secara umum reaksi esterifikasi adalah reaksi kesetimbangan yang berjalan bolak balik (reversible) sehingga reaksi ini tidak dapat terjadi secara komplit (Kick & Othmer, 1978). Reaksi esterifikasi asam oleat dengan n-butanol merupakan reaksi orde dua (Othmer dan Rao, 1950). Sehingga, persamaan reaksi dapat dituliskan sebagai berikut:



$$-r_A = kC_A C_B$$

Keterangan:

$-r_A$ = laju reaksi (kmol/L.jam)

k = konstanta laju reaksi (L.kmol/jam)

C_A = mol produk A terbentuk (kmol/L)

C_B = mol produk B terbentuk (kmol/L)

3.1.2 Langkah Proses Pembuatan n-Butil Oleat

Secara umum proses pembentukan n-butyl oleat dapat dibagi menjadi 3 tahap, yaitu:

1. Tahap penyiapan bahan baku
2. Tahap reaksi
3. Tahap pemisahan dan pemurnian produk

Berikut penjelasan secara terperinci tahapan-tahapan pembuatan produk n-butyl oleat:

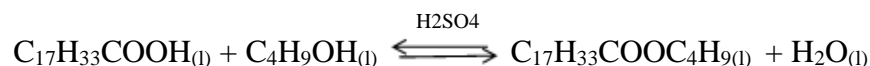
- a. Tahap persiapan bahan baku

Bahan baku yang digunakan asam oleat dan n-butanol. Sebelum masuk reaktor (R-210), asam oleat pada tangki penyimpanan asam oleat (F-110) dipanaskan menggunakan *heater 1* (E-101) dan n-butanol dari tangki penyimpanan n-butanol (F-111) dipanaskan menggunakan *heater 2* (E-102) dan setelah itu kedua bahan baku yang telah dipanaskan tersebut diumpankan ke dalam reaktor (R-210). Dan untuk katalisnya berupa H_2SO_4 dari tangki penyimpanan

katalis (F-112) akan dipanaskan terlebih dahulu dalam *heater 3* (E-103) kemudian diumpankan kedalam reaktor (R-210).

- b. Tahap Reaksi

Pada tahap ini, setelah kedua bahan baku masuk ke dalam reaktor (R-210) dan ditambahkan katalis, maka akan terjadi reaksi seperti berikut :

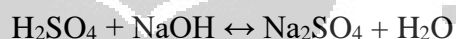


Reaktor dioperasikan pada suhu 120 °C dengan tekanan 1 atm.

Konversi yang dihasilkan 98,77%.

c. Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk

Produk keluaran reaktor (R-210) yang berupa asam oleat, n-butyl oleat, n-butanol dan H₂SO₄ didinginkan didalam *cooler* 1 (CO-301), kemudian dimasukkan ke dalam tangki netralizer (N-310) untuk menetralisasi katalis H₂SO₄ menggunakan NaOH yang dipanaskan terlebih dahulu didalam *heater* 4 (E-104). Reaksi yang terjadi yaitu:



Produk keluaran netralizer (N-310) dimasukkan ke dalam dekanter (DE-301) untuk memisahkan Na₂SO₄. Hasil bawah dekanter (DE-301) berupa Na₂SO₄, H₂O dan sebagian kecil n-butanol, dialirkan ke Unit Pengolahan Limbah (UPL). Sedangkan hasil atas dekanter (DE-301) terdiri atas n-butyl oleat, asam oleat dan n-butanol dipanaskan menggunakan *heater* 5 (E-105) kemudian dialirkan ke *evaporator* 1 (EV-01). Produk atas *evaporator* 2 (EV-02) sebagian besar terdiri atas n-butanol dikondensasikan didalam *condensor* 1 (CD-201) kemudian *direct cycle* langsung ke reaktor (R-210). Sedangkan produk bawah *evaporator* 1 (EV-01) diumpankan ke dalam *evaporator* 2 (EV-02) untuk dipisahkan kembali. Produk bawah *evaporator* 2 (EV-02) yang sebagian besar terdiri atas asam oleat, sedikit n-

butanol dan n- butil oleat didinginkan didalam *cooler* 2 (CO-302) untuk dibawa ke Unit Pengolahan Air Limbah (UPAL). Sebagian besar n-butil oleat, sedikit n-butanol dan asam oleat sebagai produk atas bawah *evaporator* 2 (EV-02) dikondensasikan didalam *condensor* 2 (CD-202) kemudian dialirkan ke tangki penyimpanan n-butil oleat (F-114).

3.2 Spesifikasi Alat Proses

Spesifikasi alat pada pabrik n-butil oleat dirancang dengan pertimbangan dua hal yaitu efisiensi dan optimasi proses. Adapun spesifikasi masing-masing alat yang digunakan pada pabrik n-butil oleat dari asam oleat dan n-butanol dengan katalis H_2SO_4 yaitu:

1. Mixer (M-210)

Fungsi : Mencampur aliran bahan baku asam oleat fresh feed dengan aliran n-butanol fresh feed dan aliran n-butanol recycle hasil atas Evaporator 01

Jenis : *Mixer* berupa silinder vertikal dengan alas dan tutup berbentuk torispherical serta 2 buah pengaduk jenis flat six-blade turbine

Bahan Konstruksi : Carbon Steel SA-285 Grade C

Jumlah : 1 buah

Tekanan Operasi : 14,7 psi

Tekanan Design : 43,7714 psi

Kapasitas : 2390,56 liter

Diameter Shell : 1,5050 m

Tinggi Shell : 3,0099 m

Tebal Shell : 0,0095 m

Tinggi Tutup : 0,3685 m

Tebal Tutup : 0,0048 m

Tinggi Tangki Total: 3,7469 m

Jumlah Pengaduk: 2 buah

Diameter Pengaduk: 0,4572 m

Kecepatan putar: 320 rpm

Power Pengadukan : 18,8725 Hp

Power Motor : 20 Hp

2. Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (*R-210*)

Fungsi : Mereaksikan Asam Oleat sebanyak 1685,0165 kg/jam dan n-Butanol sebanyak 2265,7673 kg/jam dengan bantuan katalis Asam Sulfat sebanyak 4,2393 kg/jam menjadi Butil Oleat sebanyak 1993,6204 kg/jam

Jenis : Reaktor tangki berpengaduk (silinder)

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

: Suhu = 120°C

: Bahan Konstruksi = Carbon Steel SA 283 Grade C

Spesifikasi Reaktor :

Diameter luar : 1,06 m

Diameter dalam : 1,05 m

Tinggi Reaktor : 5,28 m

Tinggi cairan : 3,56 m

Tebal *head* : ¼ in

Pengaduk reaktor:

Jenis pengaduk : Stainless Steel SA-204 Grade

Diameter pengaduk : 0,35 m

Lebar pengaduk : 0,88 m

Lebar baffle : 0,05 m

Jumlah baffle : 4 buah

Daya pengaduk : 0.63 Hp

Pendingin Jacket Reaktor:

Volume jaket : 0.007 m³

Tebal jaket : 9,57 in

Luas transfer panas : 2,04 m²

Harga : \$ 37.401

3. Netralizer (N-310)

Fungsi : Untuk menetralisasi katalis H₂SO₄ sebanyak 4,2393 kg/jam dengan NaOH sebanyak 3,4606 kg/jam menjadi Natrium Sulfat sebanyak 6,1426 kg/jam

Jenis : Silinder tegak dilengkapi dengan pengaduk

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

: Suhu = 45 °C

Bahan konstruksi : High Strength Low Alloy Steel SA-301 grade B

Spesifikasi silinder :

Diameter dalam : 1,97 m

Diameter luar : 1,98 m

Tinggi : 2,81 m

Tebal : 0,157 in

Volume silinder : 6,43 m³

Volume larutan : 4,87 m³

Tinggi larutan : 1,93 m

Spesifikasi tutup :

Jenis : Torispherical Dished Head

Volume : 0,0002 m³

Tebal : 0,157 in

Tinggi : 0,41 m

Volume head : 0,0002 m³

Pengaduk Netralizer :

Jumlah pengaduk : 1 buah

Diameter pengaduk : 0,59 m

Panjang flat : 0,14 m

Tinggi flat : 0,11 m

Lebar baffle	: 0,16 m
Daya pengaduk	: 4,48 Hp
Harga	: \$192.267

4. Dekanter (DE-301)

Fungsi : Memisahkan fase ringan sebanyak 3881,7218 kg/jam berupa asam oleat, n-butanol, dan n-butil oleat, sedangkan dari fase berat sebanyak 127,8 kg/jam berupa natrium sulfat dan air.

Jenis : Dekanter vertikal

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

: Suhu = 45 °C

Bahan konstruksi : Carbon Steel SA 283 Grade C

Spesifikasi Dekanter :

Diameter dekanter : 4,5 m

Diameter luar : 4,572 m

Diameter dalam : 4,546 m

Tinggi dekanter : 11,03 m

Volume dekanter : 141,37 m³

Volume fase ringan : 3,168 m³

Volume fase berat : 5,5698 m³

Tebal shell : 0,5 in

Tinggi cairan : 8,71 m

Pipa dekanter :

Tinggi pipa keluaran fase ringan : 9,93 m

Tinggi pipa keluaran fase berat : 11,39 m

Diameter pipa fase ringan : 1,43 m

Diameter pipa fase berat : 0,33 m

Harga : \$79.953

5. Evaporator 1 (EV-01)

Fungsi : Memisahkan n-butanol sebanyak 1730,7696 kg/jam yang akan di recycle ke reaktor dengan hasil keluaran dekanter sebanyak 2150,9522 kg/jam

Jenis : Single Effect

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

: Suhu = 130 °C

Bahan konstruksi : Carbon Steel SA 283 Grade C

Spesifikasi Tube :

Panjang : 720 in

Diameter luar : 0,75 in

Diameter dalam : 0,48 in

BWG : 10

Surface : 0,1963 ft²
 Pitch : 8 in, triangular pitch
 Flow Area : 0,182 in²
 Jumlah tube : 166 tube

Volume tube : 21808,4370 m³

Spesifikasi Shell :

Bahan : Carbon steel SA 283 grade C

Tebal : 0,1875 in

Diameter dalam : 17,25 in

Diameter luar : 34 in

Pass : 1

Baffle Space : 17,25 in

Jumlah baffle : 42 buah

Spesifikasi Head & Bottom :

Tebal : 0,1875 in

Tinggi : 4,96 in

Spesifikasi Evaporator :

Tinggi : 8,63 m

Spesifikasi Pipa umpan :

Diameter : 0,97 in

Material : Carbon steel

NPS : 1 in

Schedule Number : 40 in

Diameter dalam	: 1,04 in
Diameter luar	: 1,32 in
Flow Area	: 0,86 in ²

Spesifikasi Pipa masuk steam :

Diameter	: 1,23 in
NPS	: 1,25 in
Schedule Number	: 40 in
Diameter dalam	: 1,38 in
Diameter luar	: 1,66 in
Flow area	: 1,5 in ²

Spesifikasi Pipa keluar atas :

Diameter	: 0,63 in
NPS	: 0,75 in
Schedule Number	: 40 in
Diameter dalam	: 0,82 in
Diameter luar	: 1,05 in
Flow area	: 0,53 in ²

Spesifikasi Pipa keluar bawah :

Diameter	: 0,71 in
NPS	: 0,75 in
Schedule Number	: 40 in
Diameter dalam	: 0,82 in
Diameter luar	: 1,05 in

Flow area	: 0,53 in ²
Harga	: \$174.687

6. Evaporator 2 (EV-02)

Fungsi : Memisahkan n-butyl oleat sebanyak 1893,9394 kg/jam dan n-butanol sebanyak 86,5385 kg/jam dengan hasil keluaran evaporator 1 sebanyak 170,4743 kg/jam yang dibuang ke UPAL

Jenis : Double Effect
 Jumlah : 1 buah
 Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm
 : Suhu = 230 °C
 Bahan konstruksi : Carbon Steel SA 283 Grade C
 Spesifikasi Tube :

Panjang : 720 in

Diameter luar : 0,75 in

Diameter dalam : 0,48 in

BWG : 10

Surface : 0,1963 ft²

Pitch : 2 in, triangular pitch

Flow Area : 0,182 in²

Jumlah tube : 35 tube

Volume tube : 32844,0317 m³

Spesifikasi Shell :

Bahan : Carbon steel SA 283 grade C

Tebal : 0,1875 in

Diameter dalam : 17,25 in

Diameter luar : 34 in

Pass : 1

Baffle Space : 17,25 in

Jumlah baffle : 42 buah

Spesifikasi Head & Bottom :

Tebal : 0,1875 in

Tinggi : 4,96 in

Spesifikasi Evaporator :

Tinggi : 10,76 m

Spesifikasi Pipa umpan :

Diameter : 0,71 in

Material : Carbon steel

NPS : 0,75 in

Schedule Number : 40 in

Diameter dalam : 0,82 in

Diameter luar : 1,05 in

Flow Area : 0,53 in²

Spesifikasi Pipa masuk steam :

Diameter : 1,82 in

NPS : 2 in

Schedule Number : 40 in

Diameter dalam : 2,07 in

Diameter luar : 2,38 in

Flow area : 3,35 in²

Spesifikasi Pipa keluar atas :

Diameter : 0,68 in

NPS : 0,75 in

Schedule Number : 40 in

Diameter dalam : 0,82 in

Diameter luar : 1,05 in

Flow area : 0,53 in²

Spesifikasi Pipa keluar bawah :

Diameter : 0,18 in

NPS : 0,25 in

Schedule Number : 40 in

Diameter dalam : 0,36 in

Diameter luar : 0,54 in

Flow area : 0,104 in²

Harga : \$198.202

7. Heater 1 (E-101)

Fungsi : Memanaskan hasil keluaran Mixer berupa Asam Oleat, butanol, asam sulfat hingga suhu 120 °C masuk ke dalam reaktor

Jenis	: <i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>
Bahan konstruksi	: <i>High Alloy Steel, SA-240 Grade S</i>
Jumlah	: 1 buah
Media pemanas	: Air 130 °C
Spesifikasi tube	:
Diameter luar	: 0,75 in
Diameter dalam	: 0,65 in
BWG	: 18
Panjang	: 20 ft
Passes	: 2
Spesifikasi shell	:
Pitch	: 1 in, triangular pitch
Pass	: 1
Baffle Space	: 4 in
Panjang	: 20 ft
Passes	: 2
Harga	: \$15.453

8. Heater 2 (E-104)

Fungsi : Memanaskan bahan yang keluar dari tanki natrium hidroksida sebanyak 8,6516 kg/jam hingga suhu 45 °C masuk ke dalam neutralizer.

Jenis : *Double pipe Heat Exchanger*

Bahan konstruksi : *High Alloy Steel, SA-240 Grade S*

Jumlah : 1 buah

Media pemanas : Air 55 °C

Jumlah hairpin : 2 hairpin

Panjang hairpin : 22 ft

Luas transfer panas : 9,328 ft²

Jumlah pendingin : 1 buah

Spesifikasi outer pipe :

IPS : 0,5 in

Diameter luar : 0,84 in

Diameter dalam : 0,62 in

Pressure drop : 0,1998 psi

Spesifikasi inner pipe :

IPS : 0,25 in

Diameter luar : 0,54 in

Diameter dalam : 0,364 in

Pressure drop : 0,004 psi

Harga : \$672

9. Heater 3 (E-105)

Fungsi : Memanaskan bahan yang keluar dari dekanter sebanyak 3881,7218 hingga suhu 100 °C menuju ke evaporator 1

Jenis : *Shell and Tube Heat Exchanger*

Bahan konstruksi : *High Alloy Steel, SA-240 Grade S*

Jumlah : 1 buah

Media pemanas : Air 130 °C

Spesifikasi tube :

Diameter luar : 0,75 in

Diameter dalam : 0,65 in

BWG : 18

Panjang : 10 ft

Passes : 2

Spesifikasi shell :

Pitch : 1 in, triangular pitch

Pass : 1

Baffle Space : 4 in

Panjang : 10 ft

Passes : 2

Harga : \$18.253

10. Cooler 1 (CO-301)

Fungsi : Mendinginkan hasil keluaran dari reaktor sebanyak 4000,8245 kg/jam hingga suhu 45 °C

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Bahan konstruksi : *High Alloy Steel, SA-240 Grade S*

Media pendingin : Air 5 °C

Jumlah hairpin : 3 hairpin

Panjang hairpin : 20 ft

Luas transfer panas : 59,76 ft²

Jumlah pendingin : 1 buah

Spesifikasi outer pipe :

IPS : 2,5 in

Diameter luar : 2,88 in

Diameter dalam : 2,46 in

Pressure drop : 0,7 psi

Spesifikasi inner pipe :

IPS : 1,5 in

Diameter luar : 1,9 in

Diameter dalam : 1,61 in

Pressure drop : 1,51 psi

Harga : \$19.932

11. Cooler 2 (CO-302)

Fungsi : Mendinginkan hasil keluaran dari evaporator 2
sebanyak 1980,4779 kg/jam hingga suhu 30 °C

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Bahan konstruksi : *High Alloy Steel, SA-240 Grade S*

Media pendingin : Air 5 °C

Jumlah hairpin : 3 hairpin

Panjang hairpin : 20 ft

Luas transfer panas : 59,76 ft²

Jumlah pendingin : 1 buah

Spesifikasi outer pipe :

IPS : 2,5 in

Diameter luar : 2,88 in

Diameter dalam : 2,46 in

Pressure drop : 0,7 psi

Spesifikasi inner pipe :

IPS : 1,5 in

Diameter luar : 1,9 in

Diameter dalam : 1,61 in

Pressure drop : 1,51 psi

Harga : \$1.232

12. Kondensor 1 (CD-201)

Fungsi : Mengembunkan hasil atas Evaporator 1
 sebanyak 1730,7679 kg/jam

Jenis : *Double Pipe Kondensor*

Bahan konstruksi : *High Alloy Steel, SA-240 Grade S*

Media pendingin : Air 5 °C

Jumlah hairpin : 1 hairpin

Panjang hairpin : 7 ft

Luas transfer panas : 6,97 ft²

Jumlah pendingin : 1 buah

Spesifikasi outer pipe :

IPS : 2,5 in

Diameter luar : 2,88 in

Diameter dalam : 2,46 in

Pressure drop : 1,41 psi

Spesifikasi inner pipe :

IPS : 1,5 in

Diameter luar : 1,9 in

Diameter dalam : 1,61 in

Pressure drop : 0,08 psi

Harga : \$896

13. Kondensor 2 (CD-202)

Fungsi : Mengembunkan hasil atas Evaporator 2
 sebanyak 1980,4779 kg/jam

Jenis : *Double Pipe Kondensor*

Bahan konstruksi : *High Alloy Steel, SA-240 Grade S*

Media pendingin : Air 5 °C

Jumlah hairpin : 2 hairpin

Panjang hairpin : 22 ft

Luas transfer panas : 43,82 ft²

Jumlah pendingin : 1 buah

Spesifikasi outer pipe :

IPS : 2,5 in

Diameter luar : 2,88 in

Diameter dalam : 2,46 in

Pressure drop : 1,36 psi

Spesifikasi inner pipe :

IPS : 1,5 in

Diameter luar : 1,9 in

Diameter dalam : 1,61 in

Pressure drop : 1,79 psi

Harga : \$19.932

14. Tangki Asam Oleat (F-110)

Fungsi : Menyimpan Asam Oleat sebanyak 1730,5294
kg/jam untuk kebutuhan selama 30 hari

Jenis : Tangki berbentuk silinder vertikal dengan alas
datar dan tutup torispherical dished head

Bahan Konstruksi : *Carbon Steel SA-283 grade C*

Jumlah : 2 tangki

Kapasitas : 274249,9719 liter

Kondisi operasi :

Suhu : 30 °C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi silinder :

Diameter : 6,15 m

Tinggi : 3,03 m

Tebal : 0,01 m

Spesifikasi tutup :

Tebal : 0,01 m

Tinggi : 1,3 m

Tinggi tangki total : 4,3 m

Harga : \$173.119

15. Tangki Butanol (F-111)

Fungsi : Menyimpan n-Butanol untuk kebutuhan selama
10 hari sebanyak 443,9045 kg/jam

Jenis : Tangki berbentuk silinder vertikal dengan alas
datar dan tutup torispherical dished head

Bahan Konstruksi : *Carbon Steel SA-283 grade C*

Jumlah : 3 tangki

Kapasitas : 271141,4104 liter

Kondisi operasi :

Suhu : 30 °C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi silinder :

Diameter : 6,12 m

Tinggi : 3,03 m

Tebal : 0,01 m

Spesifikasi tutup :

Tebal : 0,01 m

Tinggi : 1,3 m

Tinggi tangki total : 4,3 m

Harga : \$257.663

16. Tangki Asam Sulfat (F-110)

Fungsi : Menyimpan Asam Sulfat sebanyak 4,4390
kg/jam untuk kebutuhan selama 10 hari

Jenis : Tangki berbentuk silinder vertikal dengan alas
datar dan tutup torispherical dished head

Bahan Konstruksi : *Carbon Steel SA-283 grade C*

Jumlah : 1 tangki

Kapasitas : 638,2004 liter

Kondisi operasi :

Suhu : 30 °C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi silinder :

Diameter : 0,81 m

Tinggi : 0,5 m

Tebal : 0,004 m

Spesifikasi tutup :

Tebal : 0,009 m

Tinggi : 0,51 m

Tinggi tangki total : 1,01 m

Harga : \$1.680

17. Tangki Natrium Hidroksida (F-113)

Fungsi : Menyimpan Natrium Hidroksida sebanyak 8,6516
kg/jam untuk kebutuhan selama 10 hari

Jenis : Tangki berbentuk silinder vertikal dengan alas
datar dan tutup torispherical dished head

Bahan Konstruksi : *Carbon Steel SA-283 grade C*

Jumlah : 1 tangki

Kapasitas : 208,8026 liter

Kondisi operasi :

Suhu : 30 °C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi silinder :

Diameter : 0,56 m

Tinggi : 0,5 m

Tebal : 0,004 m

Spesifikasi tutup :

Tebal : 0,009 m

Tinggi : 0,51 m

Tinggi tangki total : 1,01 m

Harga : \$784

18. Tangki Butil Oleat (F-114)

Fungsi : Menyimpan butil oleat sebanyak 1893,9394
kg/jam untuk kebutuhan selama 10 hari

Jenis : Tangki berbentuk silinder vertikal dengan alas
datar dan tutup torispherical dished head

Bahan Konstruksi : *Carbon Steel SA-283 grade C*

Jumlah : 3 tangki

Kapasitas : 213171,2453 liter

Kondisi operasi :

Suhu : 30 °C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi silinder :

Diameter : 5,65 m

Tinggi : 3,03 m

Tebal : 0,01 m

Spesifikasi tutup :

Tebal : 0,01 m

Tinggi : 1,3 m

Tinggi tangki total : 4,33 m

Harga : \$220.374

19. Pompa 1 (L-101)

Fungsi : Mengalirkan asam oleat sebanyak 1730,5249
kg/jam dari tangki asam oleat ke mixer

Jenis : Centrifugal pump single stage

Bahan Konstruksi : Commercial Steel

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :

Tekanan masuk : 1 atm

Tekanan keluar : 1 atm

Suhu : 30 °C

Densitas : 54,95 lb/ft³

Viskositas : 0,01 lb/ft.s

Laju alur volumetrik : 10,38 gpm

Kecepatan linier fluida : 2,22 ft/s

Spesifikasi Pompa :

Diameter : 1,38 in

Panjang total : 28,44 m

Head : 14,30 ft.lbf/lbm

Daya : 0,13 HP

Daya motor : 0,16 HP

Harga : \$672

20. Pompa 2 (L-102)

Fungsi : Mengalirkan butanol sebanyak 443,9933
kg/jam dari tangki butanol ke mixer

Jenis : Centrifugal pump single stage

Bahan Konstruksi : Commercial Steel

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :

Tekanan masuk : 1 atm

Tekanan keluar : 1 atm

Suhu : 30 °C

Densitas : 49,74 lb/ft³

Viskositas : 0,001 lb/ft.s

Laju alur volumetrik : 15,02 gpm

Kecepatan linier fluida : 2,36 ft/s

Spesifikasi Pompa :

Diameter : 1,61 in

Panjang total : 28,44 m

Head : 13,56 ft.lbf/lbm

Daya : 0,16 HP

Daya motor : 0,20 HP

Harga : \$672

21. Pompa 3 (L-103)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran mixer sebanyak
3996,4044 kg/jam menuju reaktor

Jenis : Centrifugal pump single stage

Bahan Konstruksi : Commercial Steel

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :

Tekanan masuk : 1 atm

Tekanan keluar : 1 atm

Suhu : 30 °C

Densitas : 50,545 lb/ft³

Viskositas : 0,0017 lb/ft.s

Laju alur volumetrik : 26,08 gpm

Kecepatan linier fluida : 4,11 ft/s

Spesifikasi Pompa :

Diameter : 1,61 in

Panjang total : 28,44 m

Head : 21,07 ft.lbf/lbm

Daya : 0,45 HP

Daya motor : 0,56 HP

Harga : \$800

22. Pompa 4 (L-104)

Fungsi : Mengalirkan asam sulfat sebanyak 4,4390 kg/jam dari tangki asam sulfat ke reaktor

Jenis : Centrifugal pump single stage

Bahan Konstruksi : Commercial Steel

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :

Tekanan masuk : 1 atm

Tekanan keluar : 1 atm

Suhu : 30 °C

Densitas : 97,83 lb/ft³

Viskositas : 0,002 lb/ft.s

Laju alur volumetrik : 0,01 gpm

Kecepatan linier fluida : 0,08 ft/s

Spesifikasi Pompa :

Diameter : 0,26 in

Panjang total : 28,44 m

Head : 9,88 ft.lbf/lbm

Daya : 0,0002 HP

Daya motor : 0,0003 HP

Harga : \$112

23. Pompa 5 (L-105)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran reaktor ke netralizer
sebanyak 4000,8245 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump single stage

Bahan Konstruksi : Commercial Steel

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :

Tekanan masuk : 1 atm

Tekanan keluar : 1 atm

Suhu : 30 °C

Densitas : 41,65 lb/ft³

Viskositas : 0,0002 lb/ft.s

Laju alur volumetrik : 31,68 gpm

Kecepatan linier fluida : 3,03 ft/s

Spesifikasi Pompa :

Diameter : 2,06 in

Panjang total : 28,44 m

Head : 17,56 ft.lbf/lbm

Daya : 0,37 HP

Daya motor : 0,46 HP

Harga : \$1.568

24. Pompa 6 (L-106)

Fungsi : Mengalirkan natrium hidroksida sebanyak 8,6516 kg/jam dari tangki natrium hidroksida ke netralizer

Jenis : Centrifugal pump single stage

Bahan Konstruksi : Commercial Steel

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :

Tekanan masuk : 1 atm

Tekanan keluar : 1 atm

Suhu : 30 °C

Densitas : 71,15 lb/ft³

Viskositas : 0,0007 lb/ft.s

Laju alur volumetrik : 0,04 gpm

Kecepatan linier fluida : 1 x 10⁻⁵ ft/s

Spesifikasi Pompa :

Diameter : 0,26 in

Panjang total : 28,44 m

Head : 9,84 ft.lbf/lbm

Daya : 0,0004 HP

Daya motor : 0,0005 HP

Harga : \$112

25. Pompa 7 (L-107)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran netralizer ke dekanter
sebanyak 4009,4761 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump single stage

Bahan Konstruksi : Commercial Steel

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :

Tekanan masuk : 1 atm

Tekanan keluar : 1 atm

Suhu : 30 °C

Densitas : 50,56 lb/ft³

Viskositas : 3,9 x 10⁻⁶ lb/ft.s

Laju alur volumetrik : 26,15 gpm

Kecepatan linier fluida : 2,50 ft/s

Spesifikasi Pompa :

Diameter : 2,06 in

Panjang total : 28,44 m

Head : 10,41 ft.lbf/lbm

Daya : 0,22 HP

Daya motor : 0,27 HP

Harga : \$1.568

26. Pompa 8 (L-108)

Fungsi : Mengalirkan produk atas dekanter sebanyak

3881,7218 kg/jam ke evaporator 1

Jenis : Centrifugal pump single stage

Bahan Konstruksi : Commercial Steel

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :

Tekanan masuk : 1 atm

Tekanan keluar : 1 atm

Suhu : 30 °C

Densitas : 48,74 lb/ft³

Viskositas : 0,001 lb/ft.s

Laju alur volumetrik : 26,27 gpm

Kecepatan linier fluida : 26,27 ft/s

Spesifikasi Pompa :

Diameter : 2,06 in

Panjang total : 28,44 m

Head : 11,27 ft.lbf/lbm

Daya : 0,23 HP

Daya motor : 0,29 HP

Harga : \$1.568

27. Pompa 9 (L-109)

Fungsi : Mengalirkan produk bawah dekanter sebanyak
127,7543 kg/jam menuju UPAL

Jenis : Centrifugal pump single stage

Bahan Konstruksi : Commercial Steel

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :

Tekanan masuk : 1 atm

Tekanan keluar : 1 atm

Suhu : 30 °C

Densitas : 61,59 lb/ft³

Viskositas : 6,8 x 10⁻⁷ lb/ft.s

Laju alur volumetrik : 0,68 gpm

Kecepatan linier fluida : 0,72 ft/s

Spesifikasi Pompa :

Diameter : 0,62 in

Panjang total : 28,44 m

Head : 9,99 ft.lbf/lbm

Daya : 0,006 HP

Daya motor : 0,008 HP

Harga : \$336

28. Pompa 10 (L-110)

Fungsi : Mengalirkan produk bawah evaporator 1
sebanyak 2150,9522 kg/jam menuju evaporator 2

Jenis : Centrifugal pump single stage

Bahan Konstruksi : Commercial Steel

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :

Tekanan masuk : 1 atm

Tekanan keluar : 1 atm

Suhu : 30 °C

Densitas : 43,12 lb/ft³

Viskositas : 4,4 x 10⁻⁴ lb/ft.s

Laju alur volumetrik : 16,45 gpm

Kecepatan linier fluida : 3,53 ft/s

Spesifikasi Pompa :

Diameter : 1,38 in

Panjang total : 28,44 m

Head : 15,06 ft.lbf/lbm

Daya : 0,17 HP

Daya motor : 0,21 HP

Harga : \$672

29. Pompa 11 (L-111)

Fungsi : Mengalirkan recycle butanol sebanyak 1730,7696
kg/jam menuju reaktor

Jenis : Centrifugal pump single stage

Bahan Konstruksi : Commercial Steel

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :

Tekanan masuk : 1 atm

Tekanan keluar : 1 atm

Suhu : 30 °C

Densitas : 38,96 lb/ft³

Viskositas : 0,0002 lb/ft.s

Laju alur volumetrik : 14,65 gpm

Kecepatan linier fluida : 3,14 ft/s

Spesifikasi Pompa :

Diameter : 1,38 in

Panjang total : 28,44 m

Head : 13,98 ft.lbf/lbm

Daya : 0,12 HP

Daya motor : 0,16 HP

Harga : \$672

30. Pompa 12 (L-112)

Fungsi : Mengalirkan produk atas evaporator 2 sebanyak
1980,4779 kg/jam menuju tangki butil oleat

Jenis : Centrifugal pump single stage

Bahan Konstruksi : Commercial Steel

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :

Tekanan masuk : 1 atm

Tekanan keluar : 1 atm

Suhu : 30 °C

Densitas : 52,39 lb/ft³

Viskositas : 0,003 lb/ft.s

Laju alur volumetrik : 12,46 gpm

Kecepatan linier fluida : 2,67 ft/s

Spesifikasi Pompa :

Diameter : 1,38 in

Panjang total : 28,44 m

Head : 12,84 ft.lbf/lbm

Daya : 0,13 HP

Daya motor : 0,16 HP

Harga : \$672

31. Pompa 13 (L-113)

Fungsi : Mengalirkan produk bawah evaporator 2
sebanyak 170,4743 kg/jam menuju UPAL

Jenis : Centrifugal pump single stage

Bahan Konstruksi : Commercial Steel

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :

Tekanan masuk : 1 atm

Tekanan keluar : 1 atm

Suhu : 30 °C

Densitas : 53,22 lb/ft³

Viskositas : 0,005 lb/ft.s

Laju alur volumetrik : 1,05 gpm

Kecepatan linier fluida : 1,11 ft/s

Spesifikasi Pompa :

Diameter : 0,62 in

Panjang total : 28,44 m

Head : 12,99 ft.lbf/lbm

Daya : 0,01 HP

Daya motor : 0,01 HP

Harga : \$336

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Analisa Kebutuhan Bahan Baku

Analisa kebutuhan bahan baku berkaitan dengan ketersediaan bahan baku terhadap kebutuhan pabrik atau produksi. Bahan baku berupa asam oleat sebanyak 1685,0165 kg/jam, butanol sebanyak 2265,856 kg/jam, asam sulfat sebagai katalis sebanyak 4,2393 kg/jam, dan natrium hidroksida sebagai penetral katalis sebanyak 3,4606 kg/jam. Bahan baku di dapat dengan membeli ke pabrik-pabrik produksi bahan baku tersebut.

3.3.2 Analisa Kebutuhan Peralatan Proses

Analisa kebutuhan peralatan proses meliputi kemampuan peralatan proses, umur atau jam kerja peralatan serta perawatan. Anggaran yang digunakan untuk peralatan proses, baik dalam pembelian maupun perawatannya didapatkan dari analisa kebutuhan peralatan proses.