

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian proses

Proses pembuatan biodiesel (*Methyl Ester*) dapat digunakan bahan baku nabati seperti minyak kelapa sawit, jarak nyamplung, biji kemiri sunan, ataupun minyak biji karet. Pembuatan biodiesel dengan bahan baku minyak biji karet dilakukan melalui dua tahapan yaitu esterifikasi dan transesterifikasi. Katalis yang digunakan adalah Asam Sulfat (H_2SO_4) dan NaOH. Secara garis besar proses inti pembuatan biodiesel dibagi menjadi beberapa tahap :

- a. Tahap *pre-treatment*
- b. Tahap esterifikasi
- c. Tahap transesterifikasi
- d. Tahap pemurnian

3.1.2 Tahap pre-treatment

- a) Persiapan Bahan baku pada Reaksi Esterifikasi

Sebelum melakukan reaksi esterifikasi minyak biji karet yang disimpan pada $T=30^0C$ dengan $P=1$ atm di G-01 . Kemudian dipindahkan menggunakan Bucket Conveyor ke alat Screw Press untuk mengambil minyak mentah biji karet. Minyak yang dihasilkan kemudian dialirkan ke Degummer untuk menghilangkan gum pada minyak mentah biji karet dengan menambahkan Asam Phospat (H_3PO_4) pada tangki proses degumming. Setelah itu, hasilnya dipompa ke Centrifuge – 01 (CT-01) untuk memisahkan antara residu dan minyak.

b) Persiapan Bahan baku pada Reaksi Transesterifikasi

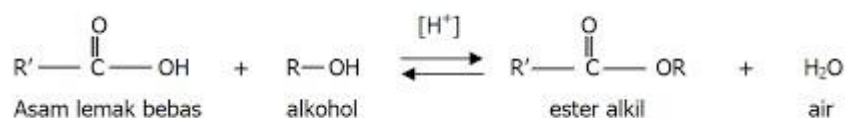
Hasil dari Centrifuge (C-01B) dipompakan ke dalam Reaktor Transesterifikasi (R-02A) dan NaOH Cair dari TP-04 yang disimpan pada $T=30^{\circ}\text{C}$ $P=1$ atm dialirkan ke dalam reaktor transesterifikasi Reaktor RATB (R-02A) dengan $T=70^{\circ}\text{C}$.

3.1.3 Tahap Reaksi

a. Reaksi Esterifikasi

Biji karet dengan Metanol dan H_2SO_4 direaksikan pada suhu 70°C dan tekanan 1 atm didalam RATB dengan kondisi operasi Isotermal. Reaksi ini bolak-balik sehingga konversi asam lemak menjadi produk dipengaruhi oleh keseimbangan reaksi. Oleh karena itu, untuk mendapatkan jumlah produk yang tinggi, diperlukan jumlah metanol yang berlebih pula. Dalam pencampuran ini, asam lemak bebas akan bereaksi dengan methanol membentuk ester. Pencampuran ini menggunakan rasio molar antara FFA dan Metanol yaitu 1 : 4, dengan katalis asam sulfat yang digunakan adalah 5% dari FFA. Dengan kemurnian metanol 99,8% (*Bioresource Technology, 2010*). Reaksi berlangsung selama 1,347 jam dengan konversi 97%. (Sumber : *Bioresource Technology, 2010*). Kemudian diumpankan ke Reaktor transesterifikasi.

Reaksi yang terjadi pada Esterifikasi adalah sebagai berikut :



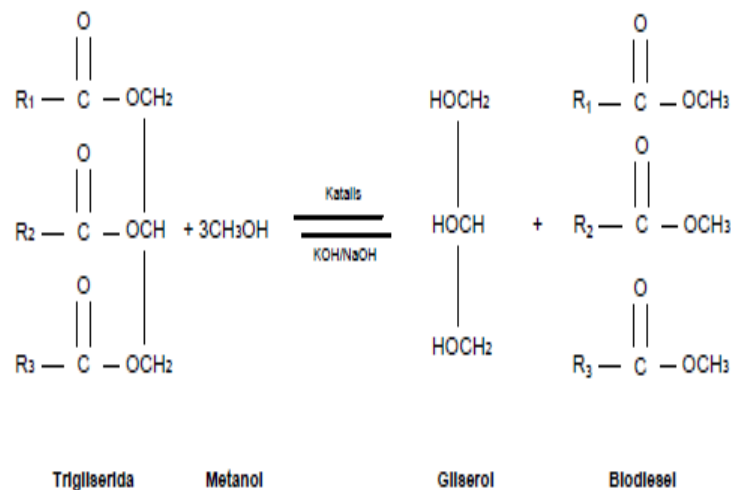
Gambar 3.1 Reaksi Esterifikasi di dalam reaktor

b. Reaksi Transesterifikasi

Hasil Reaksi di Centrifuge (C-02) dimasukkan ke dalam pemanas heater (HE-01) supaya suhu menjadi 70°C dan hasil reaksi dari centrifuge sebelumnya dapat bereaksi dengan baik pada reaktor transesterifikasi. Dimana konversi di reaktor transesterifikasi adalah 99%. Waktu reaksi 3 jam (Bioresource Technology ,2010). Proses Transesterifikasi dilakukan dengan dua tahap dengan menggunakan reaktor yang disusun secara seri.

Pada proses transesterifikasi prinsip kerjanya yaitu mencampurkan Natrium Hidroksida (NaOH) dan metanol (CH₃OH) dengan hasil reaksi esterifikasi.

Reaksi yang terjadi pada reaktor transesterifikasi adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2 Reaksi Transesterifikasi di dalam reaktor

Proses Transesterifikasi ini melibatkan reaksi antara trigliserida dengan metanol membentuk metil ester. Adapun perbandingan rasio molar trigliserida dengan methanol adalah 1 : 6 . Metanol yang digunakan merupakan methanol yang biasa dijual dipasar-pasar bahan kimia. Semakin tinggi pemurnian dari

bahan yang digunakan akan meningkatkan hasil yang dicapai dengan kualitas yang tinggi pula. Hal ini berhubungan erat dengan kadar air pada reaksi transesterifikasi. Sebelum terjadinya reaksi Transesterifikasi pada reaktor (R-02A) dan (R-02B) terjadi Reaksi Netralisasi antara H_2SO_4 dan HCl menjadi garam. Reaksi netralisasi dalam reaktor ini terjadi sangat cepat, sehingga pada Reaktor Transesterifikasi terjadi reaksi netralisasi yang kemudian dilanjutkan dengan reaksi Transesterifikasi. Garam tidak berpengaruh dalam proses transesterifikasi. Reaksi transesterifikasi dipengaruhi oleh beberapa faktor yang berdampak pada laju reaksi maupun besarnya konversi. Faktor-faktor tersebut diantaranya adalah Jenis alkohol, Perbandingan molar alkohol dan trigliserida, Katalis, Suhu reaksi dan air. (Arief Budiman dkk,2014).

3.1.4 Tahap Pemurnian

Hasil keluaran reaktor transesterifikasi kemudian dialirkan menuju *washing tank* yang bertujuan untuk menetralkan NaOH yang keluar dari reaktor transesterifikasi dengan menggunakan HCl 36%. Pada *washing tank* (WT-01) suhu dan tekanan nya adalah $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan 1 atm. Selanjutnya hasil keluaran dari *washing tank* dialirkan menuju *decanter* (D-02). Pada *decanter* terjadi pemisahan berdasarkan beda densitas dari bahan yang dimasukkan. Fungsi *decanter* ini adalah untuk memisahkan fase ringan yang berupa minyak seperti Trigliseride, asam lemak bebas, dan *Methyl ester* dengan fase berat yang berupa larutan. Kondisi operasi pada *decanter* pada $T = 40^{\circ}\text{C}$ dan $P = 1\text{ atm}$. Hasil atas *decanter* kemudian dialirkan menuju *Mixer* (MX-01). Hasil dari *Mixer* kemudian dialirkan menuju *Centrifuge 3* (C-003). Hasil atas *centrifuge 3* dialirkan ke tangki

penyimpanan Biodiesel. Hasil bawah *Centrifuge 3* dialirkan ke *Centrifuge 4*. Hasil atas *Centrifuge 4* dialirkan ke *Menara Distilasi (MD-01)*. Hasil bawah *Centrifuge 4* dialirkan ke Tangki Gliserol.

3.2.1 Spesifikasi Alat Proses

1. Gudang biji karet (G-01)

Fungsi : Menyimpan biji karet untuk kebutuhan proses.

Jenis : Prisma segiempat beraturan

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi : - Tekanan 1 atm

Suhu 30°C

Bahan Kontruksi : Beton

Dimensi Gudang : - Panjang : 17,38713042 m

Lebar : 34,77426084 m

Tinggi : 17,38713042 m

Kapasitas : 9902,951 m³

Harga : \$750,00

2. *Screw Press (SP-01)*

Fungsi : mengeluarkan kandungan minyak yang terdapat di dalam biji karet.

Jenis : Series KP *Screw Press*

Bahan : *Stainless Steel*

Jumlah : 1 Unit

Menurut www.vincentonrp.com untuk kapasitas 20-60 ton/jam dipilih:

Model : KP-24
 Tipe : *Vincent Screw Press*
 Daya maksimum : 34 hp
 Panjang(length) : 3,5 m
 Ketebalan : 0,5 m
 Tinggi : 0,8 m
 Harga : \$7.400,00

3. Reaktor (R-01)

Fungsi : Untuk mereaksikan FFA dengan methanol menggunakan katalis H_2SO_4 , sehingga dihasilkan biodiesel dan air.

Jenis : Reaktor Tangki Alir Berpengaduk (RATB)
 Isothermal, Non Adiabatis

Jumlah : 2 buah

Kondisi Operasi : - Tekanan : 1 atm

Suhu : 70 °C

Bahan Kontruksi : *Stainless Steel SA 283 Grade C*

Dimensi reaktor : - Diameter reaktor : 4,003m

Tinggi reaktor : 8,01 m

Volume reaktor : 113,233 m³

Tebal *shell* : 0,25 in

Tebal *head* : 3/16 in

Jenis *head* : Flanged and dished head(Torispherical)

Jaket Pemanas : - Tinggi Jaket : 6,0040 m
 Tebal jaket : 1,5 in
 Diameter jaket : 4,129698 m

Jenis Pemanas : Steam

Suhu : Masuk : 100°C
 Keluar : 90°C

Pengaduk Reaktor: - Jumlah *baffle* : 4 buah
 Jumlah *blade* : 6 buah
 Lebar *baffle* : 0,16 m
 Jenis Pengaduk : *Flat blade turbin impellers*
 Jumlah pengaduk : 1 buah
 Diameter pengaduk: 0,97 m
 Daya pengaduk : 5 Hp
 Jumlah Putaran : 546 rpm

Tebal isolasi pada reaktor :

Tebal Isolasi = 0,375 in

Panas yang hilang setelah diisolasi = 3993,29

kkal/jam

Jenis bahan Isolasi = Asbes

Harga : \$ 101.600

4. *Netralizer* (N-01)

Fungsi : Menetralkan H_2SO_4 sebagai katalisator di reaktor.

Jenis : Tangki silinder tegak berpengaduk

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi : - Tekanan : 1 atm

Suhu : $40^\circ C$

Bahan Kontruksi : *Stainless Steel SA 283 Grade C*

Dimensi *Netralizer*: - Diameter : 1,8260 m

Tinggi : 2,7390 m

Tebal shell : 1/4 in

Tebal head : 3/16 in

Pengaduk *Netralizer*

Jenis : *six blade turbin*

Jumlah *baffle* : 4 buah

Diameter pengaduk : 0,7112 m

Jumlah pengaduk : 1 buah

Lebar *baffle* : 0,1422 m

Efisiensi/putaran : 88% / 1,2590 rps

Daya motor : 12,5 Hp

Harga : \$17.500

5. *Centrifuge 1*

Fungsi : Memisahkan Gum dan Minyak

Jenis : *Helical Conveyor*

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi : Tekanan 1 atm Suhu 30C

Dimensi : Diameter Bowl : 24 in

Kecepatan Putar : 3000 rpm

Power : 125 Hp

Jari-jari : 12 in

6. Reaktor (R-02)

Fungsi : untuk mereaksikan minyak karet dengan methanol menggunakan katalis NaOH sehingga dihasilkan biodiesel dan gliserol.

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
Isothermal, Non Adiabatis

Jumlah : 2 buah

Kondisi Operasi : - Tekanan : 1 atm
Suhu : 70°C

Bahan Kontruksi : *Stainless Steel 283 Grade C*

Dimensi Reaktor :

Diameter Reaktor : 2,740 m

Tinggi reaktor : 5,48 m

Volume reaktor : 36,5519 m³

Tebal *shell* : ¼ in

Tebal <i>head</i>	:	3/16 in
Jenis <i>head</i>	:	<i>Flanged and dished head (Torispherical)</i>
Jaket Pemanas :		
Tinggi Jaket	:	5,4797 m
Tebal jaket	:	1,271439 in
Diameter jaket	:	2,866845 m
Jenis Pemanas	:	Steam
Suhu	:	Masuk : 100°C
		Keluar : 90°C
Pengaduk reaktor :		
Jumlah <i>baffle</i>	:	4 buah
Jumlah <i>blade</i>	:	6 buah
Lebar <i>baffle</i>	:	0,0761 m
Jenis pengaduk	:	<i>flute blade turbine impellers</i>
Jumlah pengaduk	:	1 buah
Diameter pengaduk	:	0,9133 m
Daya pengaduk	:	2 Hp
Jumlah putaran	:	34,328 rpm
Tebal isolasi pada reaktor :		
		Tebal Isolasi = 0,375 in
		Panas yang hilang setelah diisolasi = 2347,88 kkal/jam
		Jenis bahan Isolasi = Asbes
Harga	=	\$101.600,00

7. *Netralizer* (N-02)

Fungsi : Menetralkan NaOH sebagai katalisator di reaktor,
dengan HCl sehingga diperoleh NaCl

Jenis : Tangki Silinder Berpengaduk

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi : - Tekanan : 1 atm

Suhu : 40°C

Bahan konstruksi : Stainless Steel SA 283 Grade C

Dimensi *netralizer* :

Diameter : 1,9124 m

Tinggi : 2,8686 m

Tebal *shell* : ¼ in

Tebal *head* : 3/16 in

Pengaduk *netralizer* :

Jenis : *six blade turbine*

Jumlah *baffle* : 4 buah

Diameter pengaduk : 0,760 m

Jumlah pengaduk : 1 buah

Lebar *baffle* : 0,0635

Efisiensi/putaran : 88% / 1,1458 rps

Daya motor : 20 Hp

Harga : \$17.500,00

8. *Decanter* (DC-01)

Fungsi : Memisahkan *metyl ester* dari campurannya

Jenis : Horizontal Silinder

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi : - Tekanan : 1 atm

Suhu : 40°C

Bahan konstruksi : *Carbon Steels SA 283 Grade C*

Dimensi :

Diameter : 0,94730 m

Tinggi : 4,7365 m

Tebal *shell* : 0,899 m

Tebal *head* : 0,875 in

Volume : 3,5590 m³

Waktu tinggal : 12,83 menit

Harga : \$20.200,00

9. *Decanter* (DC-02)

Fungsi : Memisahkan komponen biodiesel dengan komponen gliserol

Jenis : Horizontal Silinder

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi : - Tekanan : 1 atm

Suhu : 40°C

Bahan Kontruksi : *Carbon Steels SA 283 Grade C*

Dimensi	:
Diameter	: 0,84559 m
Tinggi	: 4,2280 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,8033 m
Tebal <i>head</i>	: 0,875 in
Volume	: 2,4048 m ³
Waktu tinggal	: 10,7054 menit
Harga	: \$ 20.200

10. *Washing Tower*

Fungsi	:	Menghilangkan kotoran yang tersisa dari proses dekanter
Jenis	:	Silinder datar dengan alas datar dan tutup elipsoidal
Jumlah	:	1 unit
Kondisi operasi	:	- Tekanan : 1 atm
		Suhu : 40°C

Bahan kontruksi: *Carbon Steels 283 Grade C*

Dimensi	:
Diameter	: 2,2653 m
Tinggi	: 3,3980 m
Tebal <i>shell</i>	: 1/4 in

Tebal *shell* : 3/16 in

Tebal *head* : 3/16 in

Pengaduk *Mixer* :

Jenis : *six blade turbine*

Jumlah *baffle* : 4 buah

Diameter pengaduk : 0,6544 m

Jumlah pengaduk : 1 buah

Lebar *baffle* : 0,0545 m

Efisiensi/putaran : 80% / 1,5858 rps

Daya motor : 5 Hp

Harga : \$15.600

12. Centrifuge 2

Fungsi : Memisahkan CaSO_4 dan Methanol

Jenis : *Helical Conveyor*

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi : Tekanan 1 atm Suhu 30C

Dimensi : Diameter *Bowl* : 6 in

Kecepatan Putar : 8000 rpm

Power : 5 Hp

Jari-jari : 3 in

13. Centrifuge 3

Fungsi	: Memisahkan NaCl dan Methanol
Jenis	: <i>Helical Conveyor</i>
Jumlah	: 1 buah
Kondisi Operasi	: Tekanan 1 atm Suhu 30C
Dimensi	: Diameter Bowl : 14 in
	Kecepatan Putar : 4000 rpm
	Power : 20 Hp
	Jari-jari : 7 in
Harga	: \$19.800,00

14. Centrifuge 4

Fungsi	: Memisahkan Gliserol dan Methanol
Jenis	: <i>Helical Conveyor</i>
Jumlah	: 1 buah
Kondisi Operasi	: Tekanan 1 atm Suhu 30C
Dimensi	: Diameter Bowl : 6 in
	Kecepatan Putar : 8000 rpm
	Power : 5 Hp
	Jari-jari : 3 in
Harga	: \$19.800,00

15. Menara Destilasi (MD-01)

Fungsi : Memisahkan metanol dan air sebagai produk atas (*recycle*) dengan kecepatan umpan menara = 1480,2524 Kg/jam

Jenis : *Sieve plate Distillation tower*

Kondisi Operasi :

- Kondisi Operasi Puncak Menara :

Suhu = 66 °C

Tekanan = 1,00 atm

- Kondisi Operasi Dasar Menara :

Suhu = 98 °C

Tekanan = 1,20 atm

- Kondisi Operasi Umpan Menara :

Suhu = 75 °C

Tekanan = 1, 0 atm

Jumlah *Plate* :

- Jumlah *Plate Seksi Rectifying* = 12 plate

- Jumlah *Plate Seksi Stripping* = 12 plate

Dimensi Menara Destilasi :

- Tinggi Menara = 8,2503 m

- Diameter Menara =

Diameter Puncak = 1,353 m

Diameter Dasar = 1,053 m

Tebal Menara :

- Tebal *Shell* = 3/16 in

- Tebal *Head* = 3/16 in

Ukuran Pipa :

- Pipa pemasukan umpan = 1 in

- Pipa pemasukan *Reflux* = 1 in

- Pipa pemasukan Uap Reboiler = 12,00 in

- Pipa pengeluaran Uap Puncak = 12,00 in

- Pipa pengeluaran dasar = 1,5 in

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA 167 grade A*

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 120.900,00

16. Condenser 01 (CD-01)

Fungsi : Mengembunkan uap yang keluar dari puncak MD-01 pada suhu 66 °C dengan pendingin air pada suhu 32°C keluar suhu 50 °C dengan kecepatan umpan 1448,7522 kg/j

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Jumlah : 1 buah

Dimensi *Condenser* :

Pipa

ID = 2,067 in

OD = 2,38 in

at = 3,35

Pass = 1

Pressure drop = 0,012 psia

Anulus

ID = 3,068 in

OD = 3,5 in

At = 7,38 in

Ao = 0,917 ft²/ft

Pressure drop = 4,59 psia

L = 20 ft

Hairpin = 9 hairpin

Luas transfer panas : 198,1718 ft²

Koefisien transfer panas bersih (*U_c*) : 86,90099267 Btu/jam.ft².°F

Koefisien transfer panas kotor (*U_d*) : 92,79 Btu/lb.ft².°F

Faktor kotor total (*R_d*) : 0,002 jam.ft².°F/Btu

Harga : \$ 25. 600

17. *Accumulator* 01 (AC-01)

Fungsi : Menampung sementara hasil atas menara destilasi 1 dengan waktu tinggal 5 menit.

Jenis : Tangki Silinder Horizontal

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi : -Tekanan = 1 atm
-Suhu = 55,9651 °C

Bahan Konstruksi : *Stainless steel SA 178 grade C*

Dimensi :

Kapasitas Tangki = 215,9502 Kg

Volume Tangki accumulator = 0,3456 m³

Diameter = 1,0920 m

Panjang = 2,1841 m

Tebal *shell* : 3/16 in

Tebal *head* : 3/16 in

Harga : \$ 25.600

18. *Reboiler* 01 (RB-01)

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah Menara destilasi 1 pada suhu dengan pemanas steam jenuh pada suhu 98 °C

Jenis : *Shell and Tube Kettle reboiler*

Jumlah : 1 buah

Dimensi Cooler :

- *Pipa*

ID = 2,0670 in

OD = 2,3800

- *Anulus*

OD = 3,5 in

ID = 3,0680 in

Pressure drop = 0,0014709 psia

Luas transfer panas : 937,89 ft²

Koefisien transfer panas bersih (Uc) : 390,0331 Btu/jam.ft².°F

Koefisien transfer panas kotor (Ud) : 179,7855 Btu/lb.ft².°F

Harga : \$ 24.100

19. Tangki penyimpanan Methanol (T-01)

Fungsi : menyimpan bahan baku methanol untuk kebutuhan produksi

Jenis : silinder tegak dengan tutup atas standar *dished* dan tutup bawah *conical*

Jumlah : 6 buah

Kondisi operasi : - Tekanan : 1 atm

Suhu : 30°C

Bahan Kontruksi: *Carbon Steels SA 283 Grade C*

Dimensi Silinder

Diameter : 6,97 m

Tinggi : 8,72 m

Tebal : 1/5 in

Dimensi tutup

Diameter : 6,97

Tebal : 1/2 in

Volume : 1862,478 m³

Harga : \$7.400,00

20. Tangki Penyimpanan H₂SO₄ (T-02)

Fungsi : Menyimpan bahan baku H₂SO₄ untuk kebutuhan produksi.

Jenis : Silinder tegak dengan tutup atas standar *dishead*
dan tutup bawah *conical*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi : - Tekanan 1 atm
- Suhu 30°C

Bahan konstruksi: *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Dimensi silinder:

Diameter : 4,16 m

Tinggi : 5,20 m

Tebal : 1/2 in

Dimensi Tutup

Diameter : 4,16 m

Tebal : 0,228 in

Volume : 65,991 m³

21. Tangki Penyimpanan H₃PO₄ (T-03)

Fungsi : Menyimpan bahan baku H₃PO₄ untuk kebutuhan produksi.

Jenis : Silinder tegak dengan tutup atas standar *dishead*
dan tutup bawah *conical*.

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi : - Tekanan 1 atm
- Suhu 30°C

Bahan konstruksi: *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Dimensi silinder:

Diameter : 4,34 m

Tinggi : 5,43 m

Tebal : 1/2 in

Dimensi Tutup

Diameter : 4,34 m

Tebal : 1/2 in

Volume : 81,889 m³

22. Tangki Penyimpanan HCl (T-04)

Fungsi : Menyimpan bahan baku HCl untuk kebutuhan produksi.

Jenis : Silinder tegak dengan tutup atas standar *dishead* dan tutup bawah *conical*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi : - Tekanan 1 atm

- Suhu 30°C

Bahan konstruksi: *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Dimensi silinder:

Diameter : 6,73 m

Tinggi : 8,41 m

Tebal : 0,875 in

Dimensi Tutup

Diameter : 6,73 m

Tebal : 1/2 in

Volume : 305,015 m³

23. Tangki Penyimpanan NaOH (T-05)

Fungsi : Menyimpan bahan baku NaOH untuk kebutuhan produksi.

Jenis : Silinder tegak dengan tutup atas standar *dishead* dan tutup bawah *conical*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi : - Tekanan 1 atm

- Suhu 30°C

Bahan konstruksi: *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Dimensi silinder:

Diameter : 4,96m

Tinggi : 6,20 m

Tebal : 1/2 in

Dimensi Tutup

Diameter : 4,96 m

Tebal : 1/2 in

Volume : 11,9481 m³

24. Tangki penyimpanan Methyl Ester (T-06)

Fungsi : Menyimpan produk Biodiesel

Jenis : Silinder tegak dengan tutup atas standar *dished* dan tutup bawah *conical*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi : - Tekanan 1 atm

-Suhu 30°C

Bahan konstruksi: *Carbon steel SA 283 Grade C*

Dimensi silinder:

Diameter : 8,8861 m

Tinggi : 13,292 m

Tebal : 1/8 in

Dimensi Tutup

Diameter : 8,8861 m

Tebal : 1/8 in

Volume : 819,897 m³

25. Tangki penyimpanan crude gliserol (T-07)

Fungsi : Menyimpan produk crude griserol

Jenis : Silinder tegak dengan tutup atas datar dan tutup bawah *ellipsoidall*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi : - Tekanan 1 atm

-Suhu 30°C

Bahan konstruksi: *Carbon steel SA 283 Grade C*

Dimensi silinder:

Diameter : 7,0075 m

Tinggi : 10,5112 m

Tebal : 7/8 in

Dimensi Tutup

Diameter : 7,0075 m

Tebal : 7/8 in

Volume : 405,1744 m³

26. Gudang penyimpanan CaO (G-02)

Fungsi : Menyimpan katalis CaO untuk kebutuhan produksi

3 hari

Jenis : Prisma segiempat beraturan

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi : - Tekanan 1 atm

-Suhu 30°C

Bahan konstruksi: Beton

Dimensi Gudang:

Panjang : 1,0297 m

Lebar : 1,0297 m
Tinggi : 0,5149 m
Kapasitas : 0,05459 m³

27. *Bucket Elevator* (BE-01)

Fungsi : Mengangkut CaO dari gudang penyimpanan bahan baku ke netralizer

Jenis : *Spaced bucket centrifugal discharge elevator*

Jumlah : 1 unit

Kondisi operasi : - Tekanan 1 atm

-Suhu 30°C

Bahan konstruksi : *Malleable-iron*

Dimensi :

Tinggi elevator : 7,62 m

Ukuran *bucket* : (6 x 4 x 4 ½)

Jarak antar *bucket* : 0,30 m

Kecepatan *bucket* : 225 ft/min

Kecepatan putaran : 43 rpm

Lebar *belt* : 0,18 m

Daya motor : 0,05 Hp

28. *Belt Conveyor* (BC-01)

Fungsi : Mengangkut biji karet ke *screwpress*

Jenis : *horizontal screw conveyor*

Jumlah : 1 unit

Laju alir : 25252,52 kg/jam

Kondisi operasi : - Tekanan 1 atm

-Suhu 30°C

Bahan konstruksi: *Malleable-iron*

Dimensi :

Lebar *belt* : 14 in

Luas area : 0,010 m²

Kecepatan *belt* normal : 61 m/menit

Kecepatan *belt* maksimum : 91 m/menit

Belt plies minimum : 3

Belt plies maksimum : 5

Kecepatan *belt* : 200 ft/menit

Daya motor : 0,75 Hp

Harga : \$2.400,00

29. *Heater* (HE-01)

Fungsi : Memanaskan umpan masuk *reaktor-01*
 dari suhu 45°C menjadi suhu 70°C dengan
 pemanas *steam* jenuh pada suhu 100°C dengan
 kecepatan umpan = $10139,3152 \text{ Kg/j}$

Jenis : *Shell and Tube Heat Exchanger*

Jumlah : 1 buah

Dimensi Heater :

- *Shell*

Fluida Panas = *Steam*

ID = $21 \frac{1}{4} \text{ in}$

Pitch = 1 square *pitch*

Nt = 158 pipa

Pressure drop = $0,0535 \text{ psia}$

- *Tube*

Fluida Dingin = Methanol dan H_2SO_4

OD = 1 in

ID = $0,48 \text{ in}$

BWG = 13

L = 16 ft

Pressure drop = $1,3085 \text{ psia}$

Luas transfer panas : $391,750 \text{ ft}^2$

Koefisien transfer panas bersih (U_c) : 142,0214Btu/jam.ft².°F

Koefisien transfer panas kotor (U_d) : 88,7897Btu/lb.ft².°F

Faktor kotor total (R_d) : 0,00455 jam.ft².°F/Btu

Harga : \$ 15.600

30. *Heater* (HE-02)

Fungsi : Memanaskan umpan masuk *reaktor-02*
 dari suhu 45 °C menjadi suhu 70 °C dengan pemanas *steam* jenuh pada suhu 100 °C dengan kecepatan umpan = 11663,8324Kg/j

Jenis : *Shell and Tube Heat Exchanger*

Jumlah : 1 buah

Dimensi Heater :

- *Shell*

Fluida Panas = *Steam*

ID = 20 in

Pitch = 1 square *pitch*

Nt = 150 pipa

Pressure drop = 0,0535 psia

- *Tube*

Fluida Dingin = Methanol dan NaOH

OD = 1 in

ID = 0,810in

BWG = 11

L = 14 ft

Pressure drop = 1,3085psia

Luas transfer panas : 702,7739 ft²

Koefisien transfer panas bersih (Uc) : 158,8128Btu/jam.ft².°F

Koefisien transfer panas kotor (Ud) : 153,7852Btu/lb.ft².°F

Faktor kotor total (Rd) : 0,00746 jam.ft².°F/Btu

Harga : \$ 15.600

31. *Cooler* (C-01)

Fungsi : Menurunkan suhu hasil *reaktor* dari suhu 60°C menjadi 40°C untuk dialirkan ke *Netralizer* 1.

Jenis : *Double pipe Heat Exchanger*

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Dimensi *Cooler*

- *Inner* :

Fluida Panas : Methanol dan H₂SO₄

Diameter luar : 2 in

Diameter dalam : 1 1/4 in

<i>Pressure Drop</i>	:	3,6430 psia
- <i>Annulus</i>	:	
Fluida Dingin	:	Air Pendingin
Diameter luar	:	2,38 in
Diameter dalam	:	2,067 in
Pressure drop	:	0,4980 psia
Luas transfer panas	:	163,1504 ft ²
Koefisien transfer panas bersih (Uc)	:	186,0510btu/jam ft ² °F
Koefisien transfer panas kotor (Ud)	:	125 btu/jam ft ² °F
Faktor kotor total (Rd)	:	0,0036 jam ft ² °F/BTU
Harga	:	\$ 15.600,00

32. Cooler (C-02)

Fungsi	:	Menurunkan suhu hasil <i>reaktor 2</i> dari suhu 60°C menjadi 40°C untuk dialirkan ke <i>Netralizer 2</i> .
Jenis	:	<i>Double pipe Heat Exchanger</i>
Jumlah	:	1 buah
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Dimensi <i>Cooler</i>		
- <i>Inner</i>	:	
Fluida Panas	:	<i>Methanol dan NaOH</i>
Diameter luar	:	2 in
Diameter dalam	:	1 1/4 in

Pressure Drop	: 1,3524 psia
- <i>Annulus</i>	
Fluida Dingin	: Air Pendingin
Diameter luar	: 2,067 in
Diameter dalam	: 1,66 in
<i>Pressure drop</i>	: 1,9562 psia
Luas transfer panas	: 181,4009 ft ³
Koefisien transfer panas bersih (Uc)	: 137,1358 btu/jam ft ² °F
Koefisien transfer panas kotor (Ud)	: 75 btu/jam ft ² °F
Faktor kotor total (Rd)	: 0,0136 jam ft ² °F/BTU
Harga	: \$15.600

33. Pompa (P-101)

Fungsi	: Memompa methanol dari tangki methanol ke reaktor
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 5.9731 gpm
<i>Head</i>	: 4,5429 m
Tenaga pompa	: 0,05 Hp
Putaran spesifik	: 2277,7128 rpm
Harga	: 1084,71

34. Pompa (P-102)

Fungsi	: Mengalirkan H ₂ SO ₄ ke reaktor
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 0,00416 gpm
<i>Head</i>	: 3,0000001 m
Tenaga pompa	: 0,05 Hp
Putaran spesifik	: 82,0366 rpm
Harga	: 1084,71

35. Pompa (P-103)

Fungsi	: Mengalirkan minyak biji karet dari centrifuge ke reaktor esterifikasi
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 68,048119 gpm
<i>Head</i>	: 3,1782 m
Tenaga pompa	: 0,25 Hp
Putaran spesifik	: 1660,043 rpm
Harga	: 1084,71

36. Pompa (P-104)

Fungsi	: Memompa H_3PO_4 dari tangki ke Degumming
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 0,0573064 gpm
<i>Head</i>	: 3 m
Tenaga pompa	: 0,25 Hp
Putaran spesifik	: 5000 rpm
Harga	: 1084,71

37. Pompa (P-105)

Fungsi	: Mengalirkan hasil keluaran Degumming ke Centrifuge 1
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 68,1054 gpm
<i>Head</i>	: 3,1785 m
Tenaga pompa	: 0,25 Hp
Putaran spesifik	: 2900 rpm
Harga	: 1084,71

38. Pompa (P-106)

Fungsi	: Memompa hasil keluaran masuk ke reaktor
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 97,2479 gpm
<i>Head</i>	: 3,175 m
Tenaga pompa	: 0,33 Hp
Putaran spesifik	: 2900 rpm
Harga	: 1084,71

39. Pompa (P-107)

Fungsi	: Memompa hasil keluaran centrifuge ke reaktor esterifikasi
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 46,2116 gpm
<i>Head</i>	: 3,2508 m
Tenaga pompa	: 0,25 Hp
Putaran spesifik	: 2900 rpm
Harga	: 1084,71

40. Pompa (P-108)

Fungsi	: Memompa methanol dari tangki ke reaktor esterifikasi
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 5,241 gpm
<i>Head</i>	: 3,1032 m
Tenaga pompa	: 0,05 Hp
Putaran spesifik	: 2900 rpm
Harga	: 1084,71

41. Pompa (P-109)

Fungsi	: Memompa H ₂ SO ₄ ke <i>reaktor</i> esterifikasi
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 0,096931 gpm
<i>Head</i>	: 3,0011 m
Tenaga pompa	: 0,05 Hp
Putaran spesifik	: 4059,3176 rpm
Harga	: 1084,71

42. Pompa (P-110)

Fungsi	: Memompa hasil <i>Reaktor</i> Esterifikasi ke <i>Netralizer 1</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 51,3793 gpm
<i>Head</i>	: 3,1016 m
Tenaga pompa	: 1,5 Hp
Putaran spesifik	: 3944,857 rpm
Harga	: 1084,71

43. Pompa (P-111)

Fungsi	: Memompa hasil keluaran <i>Washing Tower</i> ke <i>Decanter 02</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 82,0616 gpm
<i>Head</i>	: 3,916 m
Tenaga pompa	: 0,17 Hp
Putaran spesifik	: 2900 rpm
Harga	: 1084,71

44. Pompa (P-112)

Fungsi	: Memompa hasil keluaran <i>Netralizer 1</i> ke <i>Centrifuge 2</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 51,385 gpm
<i>Head</i>	: 3,1016 m
Tenaga pompa	: 0, 5 Hp
Putaran spesifik	: 2899 rpm
Harga	: 1084,71

45. Pompa (P-113)

Fungsi	: Memompa bahan dari <i>Decanter 1</i> ke <i>Mixer</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 40,4062 gpm
<i>Head</i>	: 4,9262 m
Tenaga pompa	: 0,25 Hp
Putaran spesifik	: 4036,9574 rpm
Harga	: 1084,71

46. Pompa (P-114)

Fungsi	: Memompa <i>Centrifuge</i> 2 ke Reaktor Transesterifikasi
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 40,2800 gpm
<i>Head</i>	: 3,1905 m
Tenaga pompa	: 0,05 Hp
Putaran spesifik	: 3000 rpm
Harga	: 1084,71

47. Pompa (P-115)

Fungsi	: Memompa Methanol dari tangki ke reaktor transesterifikasi
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 8,1429gpm
<i>Head</i>	: 3,2492 m
Tenaga pompa	: 0,05 Hp
Putaran spesifik	: 2900 rpm
Harga	: 1084,71

48. Pompa (P-116)

Fungsi	: Memompa NaOH dari tangki ke reaktor transesterifikasi
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 0,44068 gpm
<i>Head</i>	: 3,0014m
Tenaga pompa	: 0,05 Hp
Putaran spesifik	: 2900 rpm
Harga	: 1084,71

49. Pompa (P-117)

Fungsi	: Mengalirkan hasil keluaran reaktor transesterifikasi ke <i>Netralizer 2</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 57,430755 gpm
<i>Head</i>	: 3,1269 m
Tenaga pompa	: 0,5 Hp
Putaran spesifik	: 2900 rpm
Harga	: 1084,71

50. Pompa (P-118)

Fungsi	: Memompa HCl dari tangki ke <i>Netralizer 2</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 0,99144 gpm
<i>Head</i>	: 3,0072 m
Tenaga pompa	: 0,05 Hp
Putaran spesifik	: 2900 rpm
Harga	: 1084,71

51. Pompa (P-119)

Fungsi	: Memompa hasil keluaran <i>Netralizer 2</i> ke <i>Decanter 1</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 58,214621 gpm
<i>Head</i>	: 3,1304 m
Tenaga pompa	: 0,25 Hp
Putaran spesifik	: 2900 rpm
Harga	: 1084,71

52. Pompa (P-120)

Fungsi	: Mengalirkan hasil keluaran <i>Dekanter 1 ke Mixer</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 12,5134 gpm
<i>Head</i>	: 3,0775 m
Tenaga pompa	: 0,05 Hp
Putaran spesifik	: 2900 rpm
Harga	: 1084,71

53. Pompa (P-121)

Fungsi	: Memompa hasil keluaran <i>Dekanter 1 ke Washing Tower</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 45,7012 gpm
<i>Head</i>	: 3,2453 m
Tenaga pompa	: 0,25 Hp
Putaran spesifik	: 2900 rpm
Harga	: 1084,71

54. Pompa (P-122)

Fungsi	: Memompa hasil keluaran <i>centrifuge</i> ke reaktor esterifikasi
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 46,2116 gpm
<i>Head</i>	: 3,2508 m
Tenaga pompa	: 0,25 Hp
Putaran spesifik	: 2900 rpm
Harga	: 1084,71

55. Pompa (P-123)

Fungsi	: Memompa hasil keluaran <i>Washing Tower</i> ke <i>Decanter 2</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 47,751gpm
<i>Head</i>	: 3,2678 m
Tenaga pompa	: 0,25 Hp
Putaran spesifik	: 2900 rpm
Harga	: 1084,71

56. Pompa (P-124)

Fungsi	: Memompa hasil keluaran <i>Decanter 2</i> ke <i>Mixer</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 1,910 gpm
<i>Head</i>	: 3,0268 m
Tenaga pompa	: 0,05 Hp
Putaran spesifik	: 2900 rpm
Harga	: 1084,71

57. Pompa (P-125)

Fungsi	: Memompa hasil <i>Decanter 2</i> ke Tangki <i>Methyl Ester</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 45,840399 gpm
<i>Head</i>	: 3,2468 m
Tenaga pompa	: 0,25 Hp
Putaran spesifik	: 2900 rpm
Harga	: 1084,71

58. Pompa (P-126)

Fungsi	: Memompa hasil keluaran <i>mixer</i> ke <i>Centrifuge 3</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 54,328636 gpm
<i>Head</i>	: 3,1136 m
Tenaga pompa	: 0,25 Hp
Putaran spesifik	: 2900 rpm
Harga	: 1084,71

59. Pompa (P-127)

Fungsi	: Memompa hasil bawah <i>Centrifuge 3</i> ke <i>Centrifuge 4</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 2,2140 gpm
<i>Head</i>	: 3,1016 m
Tenaga pompa	: 0,5 Hp
Putaran spesifik	: 2899 rpm
Harga	: 1084,71

60. Pompa (P-128)

Fungsi	: Memompa bahan dari <i>centrifuge</i> 4 ke tangki Gliserol
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 40,4062 gpm
<i>Head</i>	: 4,9262 m
Tenaga pompa	: 0,25 Hp
Putaran spesifik	: 2900 rpm
Harga	: 1084,71

61. Pompa (P-129)

Fungsi	: Memompa hasil atas <i>Centrifuge</i> 4 ke Menara Distilasi
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 40,2800 gpm
<i>Head</i>	: 3,1905 m
Tenaga pompa	: 0,05 Hp
Putaran spesifik	: 2900 rpm
Harga	: 1084,71

62. Pompa (P-130)

Fungsi	: Memompa hasil atas keluaran Menara Ditilasi ke <i>Condensor</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 26,4062 gpm
<i>Head</i>	: 4,9262 m
Tenaga pompa	: 0,25 Hp
Putaran spesifik	: 2900 rpm
Harga	: 1084,71

63. Pompa (P-131)

Fungsi	: Memompa hasil bawah keluaran Menara Distilasi ke <i>Reboiler</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pump (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 25,4062 gpm
<i>Head</i>	: 3,2262 m
Tenaga pompa	: 0,25 Hp
Putaran spesifik	: 2900 rpm
Harga	: 1084,71

64. Pompa (P-132)

Fungsi : Memompa hasil keluaran *Accumulator* untuk di *Recycle* ke Reaktor Esterifikasi.

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

Jumlah : 2

Kapasitas : 35,4062 gpm

Head : 3,7262 m

Tenaga pompa : 0,5 Hp

Putaran spesifik : 2900 rpm

Harga : 1084,71