

## **BAB VII** **SPESIFIKASI ALAT**

### **7.1 Spesifikasi Alat Proses**

#### **7.1.1 Reaktor-01 (R-01)**

Fungsi : Mereaksikan Trigliserida ( $C_3H_5(COOR)_3$ ) 99,75% sebanyak 44.269,7170 kg/jam dengan Metanol ( $CH_3OH$ ) 99% sebanyak 10.023,3321 kg/jam menggunakan katalisator Natrium Hidroksida ( $NaOH$ ) 48% sebanyak 442,6972 kg/jam membentuk biodiesel ( $CH_3COOR$ ) sebanyak 29.474,5241 kg/jam

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)

Proses : Isotermal

Kondisi operasi

Temperatur : 70°C

Tekanan : 1,5 atm

Konversi : 66,27%

Spesifikasi

Diameter dalam : 63,4219 inch = 1,6014 m

Diameter luar : 66 inch = 1,6109 m

Tinggi shell : 196,8750 inch = 5,0006 m

Tinggi head : 13,3515 inch = 0,3391 m

Tinggi reaktor : 223,5781 inch = 5,6789 m

Volume reaktor : 9,669 m<sup>3</sup>

Bentuk head : Torispherical dished head

Bahan dinding : Stainless steel SA-167 tipe 316

Tebal shell : 3/16 inch

Tebal head : 1/4 inch

Pengaduk

Diameter impeller : 21,8750 inch

Kecepatan : 196,7843 rpm

Power motor : 15 hp

Pendingin (coil)

Media Pendingin : Air  
Panjang : 398,5928 ft  
Jumlah lilitan : 9 set  
Tebal : 5,7500 inch  
Bahan isolasi : Asbestos  
Tebal isolasi : 5,7802 cm  
Jumlah : 1 buah  
Harga : \$ 107.355,08

#### **7.1.2 Mixer-01 (M-01)**

Fungsi : Mencampur metanol (CH<sub>3</sub>OH) 99% dari T-04 sebanyak 5.442,6227 kg/jam dengan natrium hidroksida (NaOH) 48% dari T-03 sebanyak 442,6972 kg/jam dan hasil recycle metanol dari evaporator sebanyak 4.600,7095 kg/jam

Jenis : Tangki berpengaduk

Kondisi operasi

Temperatur : 53,5205°C

Tekanan : 1,5 atm

Spesifikasi

Diameter dalam : 54,9601 inch = 1,3946 m

Diameter luar : 60 inch = 1,524 m

Tinggi shell : 199,2498 inch = 3,0290 m

Tinggi head : 12,3265 inch = 0,3130 m

Tinggi tangki : 143,9028 inch = 3,6551 m

Volume tangki : 6,0446 m<sup>3</sup>

Bentuk head : Torispherical dished head

Bahan dinding : Stainless steel SA-167 grade-11

Tebal shell : 3/16 inch

Tebal head : 1/4 inch

Pengaduk

Diameter impeller : 19,8750 inch

Kecepatan : 162 rpm  
Power motor : 5 hp  
Jumlah : 1 buah  
Harga : \$ 19.689,99

### 7.1.3 Mixer-02 (M-02)

Fungsi : Mencampur trigliserida ( $\text{CH}_3(\text{COOR})_3$ ) 99,75% dari T-01 sebanyak 44.269,7170 kg/jam dengan asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) 85% dari T-02 sebanyak 1.770,7887 kg/jam

Jenis : Tangki berpengaduk

Kondisi operasi :

Temperatur : 92,3299°C

Tekanan : 1,5 atm

Spesifikasi :

Diameter dalam : 85,3012 inch = 2,1666 m

Diameter luar : 90 inch = 2,2860 m

Tinggi shell : 179,2496 inch = 4,5530 m

Tinggi head : 17,4518 inch = 0,4433 m

Tinggi tangki : 214,1532 inch = 5,4395 m

Volume tangki : 20,5291 m<sup>3</sup>

Bentuk head : Torispherical dished head

Bahan dinding : Stainless steel SA-167 grade-11

Tebal shell : 3/16 inch

Tebal head : 1/4 inch

Pengaduk :

Diameter impeller : 29,8750 inch

Kecepatan : 120 rpm

Power motor : 15 hp

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 42.880,07

#### **7.1.4 Filter-01 (F-01)**

Fungsi	: Memisahkan cake sebanyak 5.592,8201 kg/jam dan filtrat sebanyak 44.380,6686 kg/jam
Jenis	: Plate and Frame
Spesifikasi alat :	
Ukuran filter	: $40 \times 40 \text{ in} = 1.016 \text{ m} \times 1.016 \text{ m}$
Waktu filtrasi	: 59,0060 menit
Tebal frame	: 12 in = 0,3048 m
Bahan	: Stainless steal
Jumlah	: 3 buah
Harga	: \$ 319.513,70

#### **7.1.5 Tangki Pencuci-01 (TP-01)**

Fungsi	: Melarutkan gliserol ( $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ ), sabun-Na ( $\text{NaCOOH}$ ), dan natrium hidroksida (Naoh) yang terkandung dalam biodiesel dengan menggunakan air.
Jenis	: Tangki Berpengaduk
Kondisi operasi	
Temperatur	: $61,3410^\circ\text{C}$
Tekanan	: 1,5 atm
Spesifikasi	
Diameter dalam	: 120,6398 in = 3,0642 m
Diameter luar	: 123 in = 3,1242 m
Tinggi shell	: 244,9995 in = 6,2230 m
Tinggi head	: 24,9879 in = 0,6347 m
Tinggi TP	: 24,5810 ft = 7,4924 m
Volume TP	: 52,4192 m <sup>3</sup>
Bentuk head	: Torispherical dished head
Bahan dinding	: Stainless steel, SA-167 tipe 316
Tebal shell	: 1/4 in
Tebal head	: 1/4 in
Pengaduk	

Diameter impeller : 3,4028 ft = 1,0372 m  
Kecepatan : 93 rpm  
Power motor : 40 Hp  
Jumlah : 1 buah  
Harga : \$ 80.456,94

#### **7.1.6 Dekanter-01 (D-01)**

Fungsi : Memisahkan cairan yang keluar dari tangki pencuci (TP) sebanyak 65.907,0876 kg/jam menjadi fase ringan (trigliserida, biodiesel, metanol dan air) sebanyak 48.903,3065 kg/jam dan fase berat (trigliserida, natrium hidroksida, gliserol, metanol dan air) sebanyak 17.003,7811 kg/jam.

Jenis : Tangki silinder Horizontal Kondisi operasi :  
Suhu : 61,3410°C  
Tekanan : 1,5 atm

Spesifikasi

Bahan : Stainless steel SA 167 type 316  
Volume : 115,7901 m<sup>3</sup>  
Panjang : 24,4703 m  
Diameter dalam : 215,5 inch = 5,4737 m  
Diameter luar : 216 inch = 5,4863 m  
Tebal shell : 1/4 inch  
Jenis head : Torispherical dished head  
Tebal head : 3/16 inch  
Jumlah : 1 buah  
Harga : \$ 240.028,77

#### **7.1.7 Evaporator-01 (E-01)**

Fungsi : Untuk menguapkan metanol dan air sebanyak 4.711,3873 kg/jam yang terkandung dalam biodiesel

Jenis alat : Calandria/Short Vertical-Tube

Kondisi operasi

Suhu : 78,401°C  
Tekanan : 1,5 atm  
Jenis pemanas : Saturated steam  
Suhu : 240°F  
Tekanan : 25 psia  
Enthalpy : 952.2 *Btu*

*lb*

Kebutuhan steam : 4.801,21 kg/jam

Luas transfer panas: 247,9423 ft<sup>2</sup> = 23,0345 m<sup>2</sup>

Dimensi alat

Bahan : Stainless steel SA 167 type 316  
Tinggi : 2,0760 m  
Volume : 1,65 m<sup>3</sup>

Shell

Diameter dalam : 39,6250 in = 1,0065 m  
Diameter luar : 40 in = 1,016 m  
Tebal : 3 in

16

Head

Jenis : Torispherical dishead  
Tebal : 3 in

16

Tube

Susunan : Triangular pitch  
Jumlah : 688 buah  
Diameter dalam : 2,469 in = 0,0627 m  
Diameter luar : 2,5 in = 0,0635 m  
Panjang : 6 in = 0,152 m  
Jumlah : 1 buah  
Harga : \$ 269.147,01

### 7.1.8 Heater-01 (HE-01)

Fungsi : Memanaskan bahan yang keluar dari M-01 sebanyak 11.064,6026 kg/jam untuk diumpankan ke dalam R-01 dari suhu 53,5225°C menjadi 70°C

Jenis : Double pipe heat exchanger

Spesifikasi fluida pemanas :

Fluida : Saturated steam

Suhu : 240°F

Tekanan : 14,1230 psi

Enthalpy : 952,2 Btu/lb

Spesifikasi alat :

Annulus : Fluida panas (steam)

Diameter annulus: ID = 3,0680 inch = 0,0779 m

: OD = 3,5000 inch = 0,889 m

Inner pipe : Fluida dingin (produk)

Diameter inner pipe: ID = 2,4690 inch = 0,0627 m

: OD = 2,8800 inch = 0,0731 m

Panjang pipa hairpin: 20 ft = 6,096 m

Jumlah harpin : 1 buah

Bahan : Stainless steel SA 167 type 316

Harga : \$ 1.798,81

### 7.1.9 Heater-02 (HE-02)

Fungsi : Memanaskan crude palm oil keluar tangki penyimpanan 04 (T-04) sebanyak 44.269,7170 kg/jam dari suhu 35°C menjadi 95°C sebelum diumpankan menuju mixer-02 (M-02)

Jenis alat : Shell and tube heat exchanger

Pemanas : saturated steam

Jenis aliran : Counter current

Aliran fluida  
 Shell : Steam  
 Tube : Fluida proses Dimensi  
 Shell  
 Diameter dalam : 15,25 in = 0,3873 m  
 Jumlah passes : 1  
 Baffle space : 12 in = 0,3048 m  
 Tube  
 Diameter dalam : 0,4820 in = 0,0122 m  
 Diameter luar : 0,75 in = 0,0190 m  
 Jumlah passes : 2  
 Jumlah tube : 115 buah  
 Susunan tube : triangular pitch  
 Pitch : 1 in  
 Panjang : 20 ft = 6,096 m  
 Bahan konstruksi : Stainless steel SA 167 type 316  
 Jumlah : 1 buah  
 Harga : \$ 92.638,74

#### **7.1.10 Cooler-01 (CL-01)**

Fungsi : Mendinginkan bahan yang keluar dari filter sebanyak 44.380,6686 kg/jam untuk diumpankan ke dalam R-01 dari suhu 90,33°C menjadi 70°C  
 Jenis : Double pipe heat exchanger  
 Spesifikasi fluida pendingin :  
 Fluida : air  
 Suhu masuk : 35°C  
 Suhu keluar : 55°C  
 Jenis aliran : Counter current  
 Spesifikasi alat :  
 Annulus : Fluida panas (produk)



Diameter annulus : ID = 4,0260 inch = 0,1023 m  
: OD = 4,5000 inch = 0,1143 m  
Inner pipe : Fluida dingin (air)  
Diameter inner pipe: ID = 1,6100 inch = 0,0408 m  
: OD = 1,9000 inch = 0,4826 m  
Panjang pipa hairpin: 20 ft = 6,096 m  
Jumlah harpin : 7 buah  
Bahan : Stainless steel SA 167 type 316  
Jumlah : 1 buah  
Harga : \$ 92.638,74c

#### **7.1.11 Cooler-02 (CL-02)**

Fungsi : Mendinginkan bahan yang keluar dari evaporator sebanyak 44.191,9192 kg/jam untuk diumpankan ke dalam T-05 dari suhu 78,401°C menjadi 50°C  
Jenis alat : *Shell and tube heat exchanger*  
Pendingin : air  
Jenis aliran : *Counter current*  
Aliran fluida  
Shell : air  
Tube : Fluida proses  
Dimensi Shell  
Diameter dalam : 19,25 in = 0,4889 m  
Jumlah passes : 2  
Baffle space : 12 in = 0,3048 m  
Tube  
Diameter dalam : 0,4820 in = 0,0122 m  
Diameter luar : 0,75 in = 0,0190 m  
Jumlah passes : 2  
Jumlah tube : 240 buah  
Susunan tube : triangular pitch  
Pitch : 1 in

Panjang : 20 ft = 6,096 m  
Bahan konstruksi : Stainless steel SA 167 type 316  
Jumlah : 1 buah  
Harga : \$ 1.911,24

#### **7.1.12 Condenser-01 (CD-01)**

Fungsi : Mengembunkan aliran uap hasil atas evaporator yaitu metanol dan air sebanyak 4.711,3873 kg/jam sebelum ditampung Akumulator (ACC)

Jenis : Shell and Tube

Spesifikasi fluida pendingin :

Fluida : air

Suhu masuk : 30°C

Suhu keluar : 50°C

Jenis aliran : Counter current

Shell side :

Inside diameter shell : 29 inch = 0,7366 m

Baffle : 12 inch = 0,3048 m

Pass 2

*Tube side :*

Out side diameter: 0,75 inch = 0,0190 m

Inside diameter : 0,4820 inch = 0,0122

Panjang tube : 20 ft = 6,096 m

Jumlah tube, Nt : 295 tube

BWG 10

Pitch : 1 inch triangular pitch

Pass 2

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 92.638,74

### 7.1.13 Accumulator-01 (ACC-01)

Fungsi : Menampung sementara hasil atas evaporator yang keluar dari Kondenser (CD) sebanyak 4.771,3873 kg/jam

Jenis : Tangki silinder Horizontal

Kondisi operasi :

Suhu : 78,3965°C

Tekanan : 1,5 atm

Spesifikasi :

Bahan : Stainless steel SA 167 type 316

Volume : 0,2140 m<sup>3</sup>

Panjang : 1,1746 m

Diameter dalam : 15,4146 inch = 0,3915 m

Diameter luar : 54 inch = 0,1143 m

Tebal : 3/16 inch

Jenis head : Torispherical dished head

Tebal head : 3/16 inch

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 3.319,47

### 7.1.14 Tangki Penyimpanan Metanol-01 (TP-01)

Fungsi : Menyimpan bahan baku larutan methanol CH<sub>3</sub>OH (99%) sebanyak 3.931.310,2346 kg/jam untuk kebutuhan proses selama 30 hari.

Jenis : Tangki silinder vertikal, flat bottom with conical roof

Kondisi penyimpanan :

Tekanan : 1 atm

Suhu : 35°C

Waktu penyimpanan : 30 hari

Spesifikasi alat :

Volume : 176.871,8361 ft<sup>3</sup>

Diameter : 80 ft = 24,3840 m  
 Tinggi : 42 ft = 12,8016 m  
 ( terdiri dari 7 course dengan tinggi masing masing course ft)  
 Tebal shell :

Tinggi (ft)	Tebal <i>shell</i> terhitung, ts (in)	Tebal <i>shell</i> standar, ts (in)
0 – 6	0,5464	9/16
6 – 12	0,4847	1/2
12 – 18	0,4231	7/16
18 – 24	0,3614	3/8
24 – 30	0,2997	5/16
30 – 36	0,2381	1/4
36 – 42	0,1764	3/16

Bahan dinding : Stainless steel SA-283 Grade C  
 Jenis sambungan : Double welded butt joint strip  
 Jenis head : Self supporting conical roof  
 Tebal head : 1,5 inch = 0,0381 m  
 Jumlah : 1 buah  
 Harga : \$ 561.852.89/buah

#### 7.1.15 Tangki Penyimpanan Natrium Hidroksida -02 (TP-02)

Fungsi : Menyimpan bahan baku larutan Natrium Hidroksida NaOH (48%) sebanyak 643.004,7519 kg/jam untuk kebutuhan proses selama 30 hari.  
 Jenis : Tangki silinder vertikal, flat bottom with conical roof  
 Kondisi penyimpanan :  
 Tekanan : 1 atm  
 Suhu : 35°C  
 Waktu penyimpanan : 30 hari  
 Spesifikasi alat :

Volume : 15.772,0732 ft<sup>3</sup>  
 Diameter : 35 ft = 10,6680 m  
 Tinggi : 18 ft = 5,4864 m

(terdiri dari 3 course dengan tinggi masing masing course 6 ft)

Tebal shell:

Tinggi (ft)	Tebal <i>shell</i> terhitung, ts (in)	Tebal <i>shell</i> standar, ts (in)
0 – 6	0,2646	1/4
6 – 12	0,2153	1/4
12 – 18	0,1660	3/16

Bahan dinding : Stainless steel SA-283 Grade C

Jenis sambungan : Double welded butt joint strip

Jenis head : Self supporting conical roof

Tebal head : 0,75 inch = 0,0190 m

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 187.815,57/buah

#### 7.1.16 Tangki Penyimpanan Asam Fosfat -03 (TP-03)

Fungsi : Menyimpan bahan baku larutan asam fosfat H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (85%) sebanyak 1.499.962,1745 kg/jam untuk kebutuhan proses selama 30 hari.

Jenis : Tangki silinder vertikal, flat bottom with conical roof

Kondisi penyimpanan :

Tekanan : 1 atm

Suhu : 35°C

Waktu penyimpanan : 30 hari

Spesifikasi alat :

Volume : 33.491,8836 ft<sup>3</sup>

Diameter : 45 ft = 13,7160 m

Tinggi : 24 ft = 7,3152 m

(terdiri dari 2 course dengan tinggi masing masing course 6 ft)

Tebal shell :

Tinggi (ft)	Tebal <i>shell</i> terhitung, ts (in)	Tebal <i>shell</i> standar, ts (in)
0 – 6	0,1831	3/16
6 – 12	0,2531	5/16
12 – 18	0,3230	3/8
18 – 24	0,3929	7/16

Bahan dinding : Stainless steel SA-283 Grade C

Jenis sambungan : Double welded butt joint strip

Jenis head : Self supporting conical roof

Tebal head : 0,6250 inch = 0,0158 m

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 22.018,07/buah

#### 7.1.17 Tangki Penyimpanan Crude Palm Oil-04 (TP-04)

Fungsi : Menyimpan bahan baku larutan Crude Palm Oil C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>(COOH)<sub>3</sub> (99%) sebanyak 3.599.374,2275 kg/jam untuk kebutuhan proses selama 10 hari.

Jenis : Tangki silinder vertikal, flat bottom with conical roof

Kondisi penyimpanan :

Tekanan : 1 atm

Suhu : 35°C

Waktu penyimpanan : 10 hari

Spesifikasi alat :

Volume : 142.576,0963 ft<sup>3</sup>

Diameter : 80 ft = 24,3840 m

Tinggi : 36 ft = 10,9728 m

(terdiri dari 6 course dengan tinggi masing masing course 6 ft)

Tebal shell :

Tinggi (ft)	Tebal <i>shell</i> terhitung, ts (in)	Tebal <i>shell</i> standar, ts (in)
0 – 6	0,5290	9/16
6 – 12	0,4598	½
12 – 18	0,3905	7/16
18 – 24	0,3212	3/8

24 – 30	0,2520	5/16
30 – 36	0,1827	3/16

Bahan dinding : Stainless steel SA-283 Grade C  
 Jenis sambungan : Double welded butt joint strip  
 Jenis head : Self supporting conical roof  
 Tebal head : 1,5 inch = 0,0381 m  
 Jumlah : 3 buah  
 Harga : \$ 512.231,28/buah

#### 7.1.18 Silo-01 (S-01)

Fungsi : Menyimpan bahan baku bleaching earth sebanyak 442,6971 kg/jam selama 30 hari.  
 Tipe : Silinder tegak (vertical cylinder) dengan dasar conical bottom.  
 Jumlah : 1 buah  
 Volume : 4.259,7318 ft<sup>3</sup> = 100,5185 m<sup>3</sup>

Kondisi penyimpanan :  
 T = 30°C  
 P = 1 atm

Bahan konstruksi : stainless steel SA 283 grade C  
 Diameter : 3,6657 m  
 Tinggi shell (H1) : 9,1059 m  
 Tinggi bottom (H2) : 1,0731 m  
 Tebal shell : 1/4 in  
 Tebal head : 1/3 in  
 Harga : \$ 66.701,49

#### 7.1.19 Bucket Elevator (BE-01)

Fungsi : Membawa bleaching earth dari mobil tangki menuju silo (S-01) sebanyak 442,6971 kg/jam.  
 Tipe : Belt conveyor dengan feed hopper dan discharge chute.  
 Jumlah : 1 buah  
 Bahan konstruksi : stainless steel SA 283 grade C  
 Panjang : 6 in = 0,1524 m  
 Lebar : 4 in = 0,1016 m  
 Kedalaman : 4,25 in = 0,1079 m  
 Jarak bucket : 12 in = 0,3048 m  
 Kapasitas maksimum : 14 ton/h

Kecepatan bucket : 225 fpm  
 Tinggi bucket elevator : 50 ft = 15,24 m  
 Daya motor : 1 HP  
 Harga : \$ 19.134,57

**7.1.20 Bucket Elevator (BE-02)**

Fungsi : Membawa bleaching earth dari belt conveyor menuju mixer (M-01) sebanyak 442,6971 kg/jam.  
 Tipe : Belt conveyor dengan feed hopper dan discharge chute.  
 Jumlah : 1 buah  
 Bahan konstruksi : stainless steel SA 283 grade C  
 Panjang : 6 in = 0,1524 m  
 Lebar : 4 in = 0,1016 m  
 Kedalaman : 4,25 in = 0,1079 m  
 Jarak bucket : 12 in = 0,3048 m  
 Kapasitas maksimum : 14 ton/h  
 Kecepatan bucket : 225 fpm  
 Tinggi bucket elevator : 25 ft = 7,26 m  
 Daya motor : 1 HP  
 Harga : \$ 19.134,57

**7.1.21 Hopper**

Fungsi : Menampung bahan baku bleaching earth padat untuk masuk ke mixer (M-01) sebanyak 442,6971 kg/jam.  
 Tipe : Conical  
 Jumlah : 1 buah  
 Volume : 1,4101 ft<sup>3</sup>  
 Kondisi penyimpanan: T : 35 °C  
 P : 1 atm  
 Bahan konstruksi : stainless steel SA 283 grade C  
 Diameter : 0,9394 ft = 0,2863 m  
 Tinggi : 2,3485 ft = 0,7158 m  
 Harga : \$ 14.418,30

**7.1.22 Belt Conveyor**

Fungsi : Membawa bleaching earth dari bucket elevator (BE-01 menuju bucket elevator (BE-02) sebanyak 442,6971 kg/jam.  
 Tipe : Belt conveyor dengan feed hopper dan discharge chute.



Jumlah	: 1 buah
Bahan konstruksi	: stainless steel SA 283 grade C
Panjang	: 16,4042 ft = 5 m
Lebar	: 1,1667 ft = 0,3556 m
Sudut elevasi	: 20°
Kapasitas maksimum	: 90 ft <sup>3</sup> /jam
Kecepatan belt	: 200 fpm
Daya motor	: 0,5 HP
Harga	: \$ 1.289,44