

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 URAIAN PROSES

Perancangan pabrik biodiesel ini menggunakan bahan mikroalga *chlorella sp* dan methanol dengan katalisator kalsium hidroksida dan asam sulfat. Metode yang digunakan pada proses pembuatan biodiesel ini yaitu metode transesterifikasi dan esterifikasi. Secara keseluruhan proses beroperasi pada tekanan 1 atm. Katalis yang digunakan adalah H₂SO₄ dan KOH. Proses yang terjadi dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu:

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap proses reaksi (Reaksi Esterifikasi dan Transesterifikasi)
3. Tahap pemurnian

3.1.1 Tahapan Penyiapan Bahan Baku

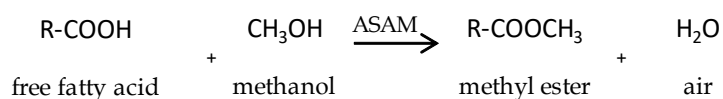
Bahan baku mikroalga kering disimpan storage mikroalga (S-01) suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Dari storage mikroalga, mikroalga kering dipindahkan menuju Ekstraktor (E-01) melalui *screw conveyor* (SC-01) dan *bucket elevator* (BC-01). Mikroalga kering tersebut di ekstrak kandungan minyaknya dalam ekstraktor dengan menggunakan solven n-hexane. Proses ekstraksi berlangsung pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. N-hexane berasal dari tangki penyimpanan N-hexane (T-01) yang dialirkan ke ekstraktor dengan menggunakan pompa (P-04). Kemudian dipisahkan antara padatan dan lautan dengan menggunakan *Vaccum Filter* (VF-01). Selanjutnya *raffinat* ekstraksi yang berupa padatan ditampung di silo (S-03) sebagai produk samping, dan dapat digunakan sebagai bahan pupuk.

Dan selanjutnya campuran larutan (minyak dan solven n-hexane) yang dihasilkan masuk ke dalam Menara Distilasi (MD-01) untuk memisahkan minyak dan N-Hexane. Selanjutnya minyak masuk kedalam reaktor Esterifikasi (R-01).

3.1.2 Tahap reaksi

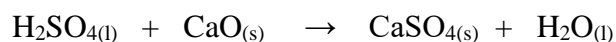
3.1.2.1 Reaksi Esterifikasi

Minyak yang telah diekstrak dan dipisah dari solven n-hexane dari menara distilasi (MD-01) akan masuk ke dalam reaktor esterifikasi (R-01) untuk direaksikan asam lemak bebasnya dengan metanol dari T-04 (60°C, 1 atm) dengan katalis H₂SO₄ dari T-02 (30°C, 1 atm). Metanol yang digunakan memiliki rasio mol 6:1 terhadap asam lemak bebas, sedangkan H₂SO₄ digunakan memiliki kemurnian 97% sejumlah 0,65% berat asam lemak bebas (Suryadi dkk, 2016). R-01 merupakan reaktor kontinyu berpengaduk yang beroperasi pada 60°C, 1 atm. Reaksi esterifikasi ini memerlukan 3 buah reaktor yang disusun seri untuk konversi yang tinggi dengan sifat reaksi endotermis sehingga dibutuhkan jaket pemanas dengan media pemanas berupa *steam* pemanas untuk menjaga agar suhu tetap konstan 60°C. Konversi reaksi esterifikasi masing-masing reaktor adalah sebesar 68,36%, 90,26% dan 97%. Produk R-01 berupa biodiesel, trigliserida, H₂O dan reaktan yang tidak terkonversi. Reaksi esterifikasi yang terjadi adalah:



Setelah keluar dari R-01 kemudian menuju reaktor esterifikasi ke 02 dan 03. Selanjutnya dialirkan menuju reaktor netralisasi asam sulfat (N-01) untuk menetralkan H₂SO₄ menggunakan CaO. CaO didistribusikan menuju N-01

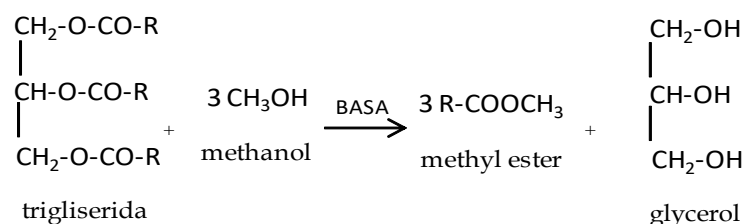
menggunakan *screw conveyor* (SC-03) dan *bucket elevator* (BC-02) yang menuju N-01. Reaksi netralisasi yang terjadi adalah:



Asumsi reaksi netralisasi berlangsung sempurna sehingga tidak terdapat H_2SO_4 dan CaO dalam produk N-01. Produk dari N-01 berupa cairan dan CaSO_4 padat yang akan dipisahkan menggunakan *Vacuum Filter* (VF-02) pada suhu 60°C , 1 atm. Kemudian padatan CaSO_4 sebagai produk samping akan menuju silo S-04. Selanjutnya biodiesel, trigliserida, H_2O , sebagian kecil metanol dan asam lemak bebas masuk reaktor R-02 untuk reaksi transesterifikasi.

3.1.2.2 Reaksi Transesterifikasi

Larutan KOH dari tangki penyimpanan (T-05) dan metanol dari tangki penyimpanan (T-04) di alirkan menuju *Mixer* (M-01) berupa tangki berpengaduk yang berfungsi mencampur KOH dan metanol. Larutan KOH dan metanol setelah bercampur dipanaskan hingga suhu 70°C dengan menggunakan HE-04 sebelum masuk kedalam reaktor transesterifikasi (R-02). Reaksi dilangsungkan pada suhu 70°C dan tekanan 1 atm dengan perbandingan molar antara metanol dengan minyak sebesar 6:1 dan katalis KOH dengan kemurnian 97% yang digunakan adalah 1,5% berat minyak (Sahoo dkk, 2007). Proses Transesterifikasi dilakukan dengan 4 reaktor yang disusun seri untuk konversi yang lebih tinggi. Konversi yang terjadi pada masing - masing reaktor adalah 62,39%, 85,86%, 94,68%, 98%. Mekanisme reaksi yang terjadi adalah:



Proses Transesterifikasi ini melibatkan reaksi antara trigliserida dengan methanol membentuk *methyl ester* (biodiesel). Sebelum terjadinya proses Transesterifikasi terjadi reaksi netralisasi antara H_2SO_4 dan CaO menjadi CaSO_4 . Keluaran reaktor selanjutnya dialirkan ke dekanter (DC-01).

3.1.3 Tahap Pemurnian Produk

3.1.3.1 Pemisahan Biodiesel dan Gliserol

Untuk mempermudah pemurnian produk, biodiesel dan gliserol dipisahkan dengan dekanter DC-01 berdasarkan kelarutannya. Pada lapisan biodiesel, akan terlarut 0,082% berat gliserol, 0,05% berat air dan 4% berat metanol. Sementara pada lapisan gliserol, akan terlarut 99,75% katalis KOH (Gerpen dkk, 2004). Biodiesel tidak larut dalam gliserol. Kemudian dilakukan pemurnian lebih lanjut untuk masing-masing aliran produk.

3.1.3.2 Pemurnian Biodiesel

Pemisahan produk biodiesel dari sisa gliserol, air, KOH dan metanol dilakukan dengan menambahkan air dari tangki TU-06 pada unit pencucian WT-01. Dengan penambahan air, biodiesel akan termurnikan karena adanya perbedaan kelarutan. Air dapat melarutkan 100% metanol, 100% gliserol. Air yang digunakan sebanyak 25% dari berat biodiesel (Gerpen dkk, 2004). Dengan dekanter (DC-02), maka lapisan air dan biodiesel dapat dipisahkan. Air yang terpisah dialirkan ke *mixer* (M-02) untuk diproses lebih lanjut. Biodiesel yang dihasilkan memiliki

kemurnian mendekati 98%, dan selanjutnya disimpan di tangki atap kerucut T-06 pada suhu ruang dan tekanan atmosferik.

3.2 SPESIFIKASI ALAT PROSES

3.2.1 Ekstraktor 01 (E-01)

Fungsi	: Memisahkan kandungan minyak yang terkandung di dalam serbuk kering mikroalga.
Jenis	: Tangki <i>silinder</i>
Jumlah	: 1 Unit
Kondisi Operasi	:
Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 1 atm
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA-283 Grade C</i>
Dimensi	:
Diameter	: 5,1816 m
Tinggi	: 6,1392 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,3125 in
Tebal <i>Head</i>	: 0,5000 in
Pengaduk	:
Jenis	: <i>Six-Blade Turbine</i>
Diameter pengaduk	: 1,7187 m
Tinggi pengaduk	: 0,3437 m
Lebar pengaduk	: 0,4297 m
Lebar <i>baffle</i>	: 0,4297 m

Jarak pengaduk	: 1,7187 m
Kecepatan putar pengaduk	: 37 rpm
Jumlah pengaduk	: 1 buah
<i>Power</i> pengaduk	: 20 Hp
Harga	: \$ 56.165,72

3.2.2 *Rotary Filter 01 (VF-01)*

Fungsi	: Memisahkan <i>cake</i> (produk samping) dan larutan keluaran ekstraktor
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>
Jenis	: <i>Rotary Drum Vaccum Filter</i>
Jumlah	: 1 unit
Kondisi operasi	:
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 30 °C
Dimensi	:
Diameter <i>Drum</i>	: 0,8707 m
Diameter <i>Filter</i>	: 1,2242 m
Tinggi <i>Drum</i>	: 1,7413 m
Tinggi <i>Filter</i>	: 2,4485 m
Kecepatan putar	: 5 rpm
Daya motor	: 3 Hp
Harga	: \$ 136.172,33

3.2.3 Reaktor 01.1 s/d Reaktor 01.3 (R-01)

Fungsi	: Tempat berlangsungnya reaksi esterifikasi antara alga, methanol dan H ₂ SO ₄ .
Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
Jumlah alat	: 3 Unit
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Kondisi Operasi	:
Suhu	: 60 °C
Tekanan	: 1 atm
Dimensi	:
Diameter reaktor	: 2,8955 m
Tinggi	: 4,0191 m
Tebal <i>head</i>	: 0,3125 in
Tebal <i>Shell</i>	: 0,2500 in
Pengaduk	
Jenis	: <i>Six-Turbine Blade</i>
Diameter pengaduk	: 0,9610 m
Tinggi pengaduk	: 0,1922 m
Lebar pengaduk	: 0,2402 m
Lebar <i>baffle</i>	: 0,2402 m
Jarak pengaduk	: 0,9610 m
Kecepatan putar	: 68 rpm
Jumlah pengaduk	: 1 unit
Power pengaduk	: 10 Hp

Jaket Pemanas

Diameter jaket	: 3,0480 m
Tebal jaket	: 2,0000 in
Tinggi Jaket	: 3,2442 m
Bahan isolasi	: <i>Polyisoooyunarate</i>
Tebal isolasi	: 2 cm
Harga	: \$ 89.672,84

3.2.4 Menara Distilasi 01 (MD-01)

Fungsi	: Memisahkan pelarut n-hexane dengan minyak
Jenis	: <i>Sieve plate Distillation tower</i>
Bahan kontruksi	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Jumlah	: 1 unit
Kondisi operasi	:
Suhu umpan	: 73,29 °C
Suhu keluaran atas	: 77,03 °C
Suhu keluaran bawah	: 223,09 °C
Tekanan umpan	: 1 atm
Jumlah plate	: 35
Plate umpan	: plate ke 35
Jumlah plate diatas <i>feed plate</i>	: 0
Jumlah plate dibawah <i>feed plate</i>	: 34
Dimensi Menara	:
Diameter <i>Enriching</i>	: 4,2672 m

Diameter <i>Stripping</i>	: 4,2672 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,3125 in
Tebal <i>head</i>	: 0,2000 in
Tinggi Menara	: 10,5383 m
Harga	: \$ 222.622,42

3.2.5 *Netralizer 01 (N-01)*

Fungsi	: Tempat terjadinya reaksi netralisasi antara H_2SO_4 dengan CaO membentuk $CaSO_4$.
Jenis	: Tangki <i>Silinder</i> Tegak Berpengaduk
Jumlah	: 1 unit
Kondisi operasi	:
Suhu	: 60 C
Tekanan	: 1 atm
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA-283 grade C</i>
Dimensi	:
Diameter reaktor	: 3,0479 m
Tinggi reaktor	: 3,0479 m
Tebal <i>Shell</i>	: 0,2500 in
Tebal <i>head</i>	: 0,3125 in
Tinggi reaktor	: 3,6356 m
Pengaduk	:
Jenis Pengaduk	: <i>Six-Blade Turbine</i>
Diameter pengaduk	: 1,0161 m
Tinggi pengaduk	: 0,2032 m

Lebar pengaduk	: 0,2540 m
Lebar <i>buffle</i>	: 0,0212 m
Jarak pengaduk	: 1,0160 m
Kecepatan putar	: 64 rpm
Daya motor	: 7,5 Hp
Harga	: \$ 40.486,57

3.2.6 Rotary Filter 02 (VF-02)

Fungsi	: Memisahkan <i>cake</i> (produk samping) CaSO ₄ keluaran dari N-01 dengan komponen Biodiesel, Trigliserida dan FFA.
Jenis	: <i>Rotary Drum Vaccum Filter</i>
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>
Jumlah	: 1 unit
Kondisi Operasi	:
Suhu	: 60 C
Tekanan	: 1 atm
Dimensi	:
Diameter <i>drum</i>	: 0,2251 m
Tinggi <i>drum</i>	: 0,4502 m
Diameter <i>filter</i>	: 0,9030 m
Tinggi <i>filter</i>	: 1,8062 m
Kecepatan putaran	: 1 rpm
Daya motor	: 20 Hp
Harga	: \$ 105.458,38

3.2.7 Mixer 01 (M-01)

Fungsi	: Mencampurkan komponen KOH dan methanol sebelum dialirkan ke reaktor
Jenis	: Tangki <i>silinder</i>
Jumlah	: 1 unit
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA-283 grade C</i>
Kondisi operasi	:
Suhu	: 30 C
Tekanan	: 1 atm
Dimensi	:
Diameter	: 1,5940 m
Tinggi	: 2,0133 m
Tebal <i>Shell</i>	: 0,1875 in
Tebal <i>Head</i>	: 0,2500 in
Pengaduk	:
Diameter pengaduk	: 0,5546 m
Tinggi pengaduk	: 0,1109 m
Lebar pengaduk	: 0,1386 m
Lebar <i>baffle</i>	: 0,1386 m
Jarak pengaduk	: 0,5546 m
Kecepatan putaran	: 125 rpm
Power pengaduk	: 3 Hp
Harga	: \$ 21.048,72

3.2.8 Reaktor 02.1 s/d Reaktor 02.4 (R-02)

Fungsi	: Tempat berlangsungnya reaksi transesterifikasi antara minyak, metanol dan KOH.
Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon Steel SA-283 grade C</i>
Jumlah	: 4 Unit
Kondisi operasi	:
Suhu	: 70 C
Tekanan	: 1 atm
Dimensi	:
Diameter	: 3,2002 m
Tebal <i>head</i>	: 0,3125 in
Tebal <i>Shell</i>	: 0,2500 in
Tinggi	: 4,4269 m
Pengaduk	:
Diameter pengaduk	: 1,0626 m
Tinggi pengaduk	: 0,2125 m
Lebar pengaduk	: 0,2656 m
Lebar <i>baffle</i>	: 0,2656 m
Jarak pengaduk	: 1,0626 m
Kecepatan putar	: 68 rpm
Power pengaduk	: 10 Hp
Jaket Pendingin	:

Diameter	: 3,3147 m
Tebal jaket	: 2,0000 in
Tebal <i>Shell</i>	: 0,2500 in
Tebal <i>head</i>	: 0,3750 in
Tinggi	: 3,4428 m
Harga	: \$ 105.995,34

3.2.9 *Decanter 01 (DC-01)*

Fungsi	: Memisahkan Biodiesel dari campurannya berdasarkan kelarutannya.
Jenis	: <i>Horizontal silinder</i>
Jumlah	: 1 unit
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA-283 grade C</i>
Kondisi operasi	:
Suhu	: 70 C
Tekanan	: 1 atm
Dimensi	:
Diameter	: 1,1067 m
Panjang	: 3,3200 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,1875 in
Tebal <i>head</i>	: 0,2500 in
Harga	: \$ 46.285,70

3.2.10 Menara Distilasi 02 (MD-02)

Fungsi	: Memisahkan gliserol dan methanol hasil keluaran bawah <i>Decanter</i> 01 sebelum proses <i>recovery</i> methanol.
Jenis	: <i>Sieve plate Distillation tower</i>
Jumlah	: 1 unit
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Kondisi Operasi	:
Suhu umpan masuk	: 80,58 °C
Suhu keluaran atas	: 65,09 °C
Suhu keluaran bawah	: 142,22 °C
Tekanan Umpan	: 1 atm
Jumlah plate	: 35
Plate umpan	: plate ke-28
Jumlah plate di atas <i>feed plate</i>	: 7 plate
Jumlah plate di bawah <i>feed plate</i>	: 27 plate
Dimensi Menara	:
Tebal <i>shell</i>	: 0,1875 in
Tebal <i>Head</i>	: 0,2500 in
Tinggi	: 9,2809 m
Diameter <i>Enriching</i>	: 1,2192 m
Diameter <i>Stripping</i>	: 1,2192 m
Harga	: \$ 30.499

3.2.11 *Decanter 02 (DC-02)*

Fungsi	: Memisahkan biodiesel dari campurannya berdasarkan kelarutan komponennya.
Jenis	: <i>Horizontal silinder</i>
Jumlah	: 1 unit
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA-283 grade C</i>
Kondisi operasi	:
Suhu	: 60,75 °C
Tekanan	: 1 atm
Dimensi	:
Diameter	: 1,1249 m
Tebal shell	: 0,1875 in
Tebal head	: 0,2500 in
Panjang	: 3,3747 m
Harga	: \$ 25.773,94

3.2.12 *Mixer 02 (M-02)*

Fungsi	: Mencampur umpan metanol dengan KOH sebelum dialirkan menuju reaktor transesterifikasi
Jenis	: Tangki <i>silinder</i>
Jumlah	: 1 unit
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA-283 grade C</i>
Kondisi operasi	:
Suhu	: 60,75 °C

Tekanan	: 1 atm
Dimensi	:
Diameter	: 1,9475 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,1875 in
Tebal <i>head</i>	: 0,2500 in
Tinggi	: 2,3710 m
Pengaduk	:
Diameter pengaduk	: 0,6572 m
Tinggi pengaduk	: 0,1314 m
Lebar pengaduk	: 0,1643 m
Lebar <i>baffle</i>	: 0,1643 m
Jarak pengaduk	: 0,6572 m
Kecepatan putar	: 125 rpm
Daya motor	: 7,5 Hp
Harga	: \$ 32.754,38

3.2.13 Menara Distilasi 03 (MD-03)

Fungsi	: Memisahkan metanol dari air dan zat pengotor lain untuk <i>recovery</i> methanol.
Jenis	: <i>Sieve plate Distillation tower</i>
Jumlah	: 1 unit
Bahan	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Kondisi Operasi	:
Suhu umpan masuk	: 88,64 °C
Suhu keluaran atas	: 66,95 °C

Suhu keluaran bawah	: 100,20 °C
Tekanan umpan	: 1 atm
Jumlah plate	: 30
Plate umpan	: plate ke 28
Jumlah plate di bawah feed plate	: 27 buah
Jumlah plate di atas feed plate	: 2 buah
Dimensi	:
Diameter <i>enriching</i>	: 1,5 m
Diameter <i>stripping</i>	: 1,5 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,1875 in
Tebal <i>head</i>	: 0,2500 in
Tinggi	: 8,1312m
Harga	: \$ 60.139,20

3.2.14 Washing Tower 01 (WT-01)

Fungsi	: Untuk mencuci Metanol dan KOH sisa dari DC 01
Jenis	: <i>Tangki silinder</i>
Jumlah	: 1 unit
Bahan	: <i>Carbon steel SA-283 grade C</i>
Kondisi operasi	:
Suhu	: 60,75 °C
Tekanan	: 1 atm
Dimensi	:
Diameter	: 3,0534 m

Tebal <i>shell</i>	: 0,2500 in
Tebal <i>head</i>	: 0,3125 in
Tinggi	: 3,7959 m
Pengaduk	:
Diameter pengaduk	: 1,0605 m
Tinggi pengaduk	: 0,2121 m
Lebar pengaduk	: 0,2651 m
Lebar <i>baffle</i>	: 0,2651 m
Jarak pengaduk	: 1,0605 m
Kecepatan putar	: 64 rpm
Daya motor	: 10 Hp
Harga	: \$ 38.398,74

3.2.15 Tangki 01 (T-01)

Fungsi	: Menyimpan bahan baku N-hexane
Jenis	: Tangki <i>Silinder</i>
Jumlah	: 1 unit
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Kondisi Operasi	:
Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 1 atm
Diameter Tangki	: 10,6682 m
Tinggi Tangki	: 8,2043 m
Tebal <i>shell</i>	:
<i>Course 1</i>	: 0,1875 in

<i>Course 2</i>	: 0,2500 in
<i>Course 3</i>	: 0,2500 in
Design Atap	:
Jenis	: <i>Conical dished head</i>
Kemiringan	: 27
Tebal <i>Head</i>	: 0,2500 in
Tinggi <i>Head</i>	: 2,7178 m
Harga	: \$ 25.451,77

3.2.16 Tangki 02 (T-02)

Fungsi	: Menyimpan bahan baku H ₂ SO ₄
Jenis	: Tangki <i>Silinder</i>
Jumlah	: 1 unit
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Kondisi Operasi	:
Suhu	: 30 C
Tekanan	: 1 atm
Diameter Tangki	: 3,0480 m
Tinggi Tangki	: 1,9621 m
Tebal <i>shell</i>	:
<i>Course 1</i>	: 0,1875 in
Design Atap	:
Jenis	: <i>Conical dished head</i>
Sudut atap	: 5
Tebal <i>Head</i>	: 0,2500 in

Tinggi *head* : 0,1333 m
 Harga : \$ 20.941,33

3.2.17 Silo 01 (S-01)

Fungsi : Menyimpan bahan baku mikroalga
Chlorella sp

Jenis : Silo *Silinder* dengan alas berbentuk kerucut

Jumlah : 1 unit

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 204 grade A*

Kondisi Operasi :

Suhu : 30 °C

Tekanan : 1 atm

Diameter Tangki : 11,1779 m

Tinggi tangki : 14,1343 m

Tebal *Shell* : 2 in

Design Atap :

Sudut atap : 10 degree

Tinggi *head* : 2,9564 m

Tebal *Head* : 2,500 in

Harga : \$ 58.743,11

3.2.18 Tangki 04 (T-04)

Fungsi : Menyimpan bahan baku Metanol

Jenis : Tangki *Silinder*

Jumlah : 1 unit

Bahan Konstruksi : *Carbon steel SA 283 grade C*

Kondisi Operasi	:
Suhu	: 30 C
Tekanan	: 1 atm
Diameter Tangki	: 13,7161 m
Tinggi tangki	: 8,5345 m
Tebal <i>shell</i>	:
<i>Course 1</i>	: 0,1875 in
<i>Course 2</i>	: 0,2500 in
<i>Course 3</i>	: 0,3125 in
<i>Course 4</i>	: 0,3750 in
Design Atap	:
Jenis	: <i>Conical dished head</i>
Sudut atap	: 10 degree
Tebal <i>Head</i>	: 0,3750 in
Tinggi <i>head</i>	: 1,2092 m
Harga	: \$ 102.880,99

3.2.19 Tangki 05 (T-05)

Fungsi	: Menyimpan bahan baku KOH
Jenis	: Tangki <i>Silinder</i>
Jumlah	: 1 unit
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Kondisi Operasi	:
Suhu	: 30 C
Tekanan	: 1 atm

Diameter Tangki	: 3,0480 m
Tinggi Tangki	: 2,0975 m
Tebal <i>shell</i>	:
<i>Course 1</i>	: 0,1875 in
Design Atap	:
Jenis	: <i>Conical dished head</i>
Tebal <i>Head</i>	: 01875 in
Sudut atap	: 10 degree
Tinggi <i>Head</i>	: 0,2687 m
Harga	: \$ 28.351,34

3.2.20 Tangki 06 (T-06)

Fungsi	: Menyimpan produk biodiesel
Jenis	: Tangki <i>Silinder</i>
Jumlah	: 4 unit
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Kondisi Operasi	:
Suhu	: 30 C
Tekanan	: 1 atm
Diameter Tangki	: 24,3843 m
Tinggi tangki	: 25,5029 m
Tebal <i>shell</i>	:
<i>Course 1</i>	: 0,2500 in
<i>Course 2</i>	: 0,3125 in
<i>Course 3</i>	: 0,4375 in

<i>Course 4</i>	: 0,6250 in
<i>Course 5</i>	: 0,7500 in
<i>Course 6</i>	: 0,7500 in
Design Atap	:
Jenis	: <i>Conical dished head</i>
Sudut atap	: 50 degree
Tebal <i>Head</i>	: 0,1875 in
Tinggi <i>head</i>	: 14,5300 m
Harga	: \$ 840.231,51

3.2.21 Tangki 07 (T-07)

Fungsi	: Menyimpan produk gliserol
Jenis	: Tangki <i>Silinder</i>
Jumlah	: 1 unit
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Kondisi Operasi	:
Suhu	: 30 C
Tekanan	: 1 atm
Diameter Tangki	: 18,2882 m
Tinggi Tangki	: 13,7181 m
Tebal <i>shell</i>	:
<i>Course 1</i>	: 0,2500 in
<i>Course 2</i>	: 0,3125 in
<i>Course 3</i>	: 0,3750 in
<i>Course 4</i>	: 0,5000 in

Design Atap	:
Jenis	: <i>Conical dished head</i>
Sudut atap	: 35 degree
Tebal <i>Head</i>	: 0,6250 in
Tinggi <i>Head</i>	: 6,4028 m
Harga	: \$ 147.448,43

3.2.22 Silo 02 (S-02)

Fungsi	: Menyimpan bahan baku padatan CaO
Jenis	: Silo <i>Silinder</i> dengan alas kerucut
Jumlah	: 1 unit
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Kondisi Operasi	:
Suhu	: 30 C
Tekanan	: 1 atm
Diameter Tangki	: 0,8186 m
Tinggi tangki	: 1,0351 m
Tebal <i>Shell</i>	: 2,0000 in
Design Atap	:
Sudut atap	: 10 degree
Tinggi <i>head</i>	: 0,2165 m
Tebal <i>Head</i>	: 2,5000 in
Harga	: \$ 11.061,32

3.2.23 Silo 03 (S-03)

Fungsi	: Menyimpan produk <i>Raffinat</i>
Jenis	: Silo <i>Silinder</i> dengan atap kerucut
Jumlah	: 1 unit
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Kondisi Operasi	:
Suhu	: 30 C
Tekanan	: 1 atm
Diameter Tangki	: 8,3005 m
Tinggi tangki	: 10,4959 m
Tebal <i>Shell</i>	: 2,5000 in
Design Atap	:
Sudut atap	: 10 degree
Tinggi <i>head</i>	: 2,1954 m
Tebal <i>Head</i>	: 2,5000 in
Harga	: \$ 48.648,32

3.2.24 Silo 04 (S-04)

Fungsi	: Menyimpan produk CaSO_4
Jenis	: Silo <i>Silinder</i> dengan alas kerucut
Jumlah	: 1 unit
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Kondisi Operasi	:
Suhu	: 30 C
Tekanan	: 1 atm

Diameter Tangki	: 0,8327 m
Tinggi tangki	: 1,0530 m
Tebal <i>Shell</i>	: 2,0000 in
Design Atap	:
Sudut atap	: 10 degree
Tinggi <i>head</i>	: 0,2203 m
Tebal <i>Head</i>	: 2,0000 in
Harga	: \$ 48.648,32

3.2.25 *Condenser 01 (CD-01)*

Fungsi	: Mengembunkan uap hasil atas MD-01
Jenis	: <i>Shell and tube exchanger</i>
Jumlah	: 1 unit
Dimensi	:
a. <i>Shell</i>	:
Diameter (ID)	: 39,0000 in
<i>Baffle spacing</i>	: 19,5000 in
<i>Pass</i>	: 3
Fluida	: <i>Water</i>
<i>Pressure drop</i>	: 0,4144 psi
b. <i>Tube</i>	:
Jumlah <i>Tube</i>	: 852
Panjang <i>Tube</i>	: 20 ft
Diameter (OD)	: 0,75
BWG	: 18

<i>Pitch</i>	: 1,3125 in (<i>triangular pitch</i>)
<i>Pass</i>	: 6
Fluida	: Umpan
<i>Pressure drop</i>	: 1,7535 psi
Luas transfer panas	: 5691,3600 ft ²
Koefisien transfer panas bersih (<i>U_c</i>)	: 370,5396 Btu/hr.ft ² F
Koefisien transfer panas kotor (<i>U_d</i>)	: 67,8773 Btu/hr.ft ² F
Faktor kotor (<i>R_d</i>)	: 0,012
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Harga	: \$ 102.666

3.2.26 *Condenser 02 (CD-02)*

Fungsi	: Mengembunkan uap hasil MD 02
Jenis	: <i>Shell and tube exchanger</i>
Jumlah	: 1 unit
Dimensi	:
a. <i>Shell</i>	:
Diameter (ID)	: 15,25 in
<i>Baffle spacing</i>	: 7,625 in
<i>Pass</i>	: 2
Fluida	: <i>Water</i>
<i>Pressure drop</i>	: 0,8011 psi
b. <i>Tube</i>	:
Jumlah <i>tube</i>	: 80
Panjang <i>tube</i>	: 16,000 ft

Diameter (OD)	: 1,0000 in
BWG	: 16
<i>Pitch</i>	: 1,2500 in (<i>triangular pitch</i>)
<i>Pass</i>	: 4
Fluida	: Umpan
<i>Pressure drop</i>	: 0,6564 psi
Luas Transfer panas	: 335,1040 ft ²
Koefisien transfer panas bersih (Uc)	: 286,0647 Btu/hr.ft ² F
Koefisien transfer panas kotor (Ud)	: 39,4551 Btu/hr.ft ² F
Faktor kotor (Rd)	: 0,0218
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Harga	: \$ 21.371

3.2.27 *Condenser 03 (CD-03)*

Fungsi	: Mengembunkan uap hasil atas MD-03
Jenis	: <i>Shell and tube exchanger</i>
Jumlah	: 1 unit
Dimensi	:
a. <i>Shell</i>	:
Diamater (ID)	: 27,0000 in
<i>Baffle spacing</i>	: 13,5000 in
<i>Pass</i>	: 3
Fluida	: <i>Water</i>
<i>Pressure drop</i>	: 0,9848 psi

b. Tube

Jumlah <i>Tube</i>	: 1104
Diameter (OD)	: 0,7500 in
Panjang <i>Tube</i>	: 16,000 ft
BWG	: 16
<i>Pitch</i>	: 1,2500 in (<i>triangular pitch</i>)
<i>pass</i>	: 6
Fluida	: Umpan
<i>Pressure drop</i>	: 0,0046 psi
Luas Transfer Panas	: 3467,4432 ft ²
Koefisien transfer panas bersih (Uc)	: 223,1767 Btu/hr.ft ² F
Koefisien transfer panas kotor (Ud)	: 47,7012 Btu/hr.ft ² F
Faktor kotor (Rd)	: 0,0165
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Harga	: \$ 98.371

3.2.28 Reboiler-01 (RB-01)

Fungsi	: Menguapkan hasil bawah MD 01
Jenis	: <i>Shell and tube exchanger</i>
Jumlah	: 1 unit
Dimensi Reboiler	:

a. Shell

Diameter (ID)	: 37,000 in
<i>Baffle spacing</i>	: 14,8000 in
<i>Pass</i>	: 1

Fluida	: Umpan
<i>b. Tube</i>	
Jumlah <i>Tube</i>	: 1200
Panjang <i>Tube</i>	: 20,0000 ft
Diameter (OD)	: 0,75000 in
BWG	: 18
<i>Pitch</i>	: 1,3125 in (<i>triangular pitch</i>)
<i>Pass</i>	: 2
Fluida	: <i>Steam</i>
<i>Pressure drop</i>	: 0,6822 psi
Luas transfer panas	: 4711,2000 ft ²
Koefisien transfer panas bersih (Uc)	: 250,0000 Btu/hr.ft ² F
Koefisien transfer panas kotor (Ud)	: 186,5572 Btu/hr.ft ² F
Faktor kotor (Rd)	: 0,0014
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Harga	: \$ 101.700

3.2.29 Reboiler 02 (RB-02)

Fungsi	: Menguapkan hasil bawah MD 02
Jenis	: <i>Shell and tube exchanger</i>
Jumlah	: 1 unit
Dimensi Reboiler	:
<i>a. Shell</i>	
Diameter (ID)	: 8,0000 in
<i>Baffle spacing</i>	: 3,2000 in

Pass : 1

Fluida : Umpan

b. *Tube*

Jumlah *Tube* : 66

Panjang *Tube* : 16,0000 ft

Diamater (OD) : 1,0000 in

BWG : 16

Pitch : 1,2500 in (*triangular pitch*)

Pass : 2

Fluida : *Steam*

Pressure drop : 0,817

Luas transfer panas : 276,4608 ft²

Koefisien transfer panas bersih (*Uc*) : 250,000 Btu/hr.ft² F

Koefisien transfer panas kotor (*Ud*) : 36,4688 Btu/hr.ft² F

Faktor kotor (*Rd*) : 0,0234

Bahan Konstruksi : *Carbon steel SA 283 grade C*

Harga : \$ 21.156

3.2.30 *Reboiler 03 (RB-03)*

Fungsi : Menguapkan hasil bawah MD 03

Jenis : *Shell and tube exchanger*

Jumlah : 1 unit

Dimensi Reboiler :

a. *Shell*

Diameter (ID) : 10,000 in

Baffle spacing : 5,0000 in

Pass : 2

Fluida : Umpan

b. Tube

Jumlah *Tube* : 118

Panjang *Tube* : 16,000 ft

Diameter (OD) : 1,0000 in

BWG : 16

Pitch : 1,2500 in (*triangular pitch*)

Pass : 4

Fluida : *Steam*

Pressure drop : 0,0830 psi

Luas transfer panas : 494,2784 ft²

Koefisien transfer panas bersih (*U_c*) : 250,000 Btu/hr.ft² F

Koefisien transfer panas kotor (*U_d*) : 40,1305 Btu/hr.ft² F

Faktor kotor (*R_d*) : 0,0209

Bahan Konstruksi : *Carbon steel SA 283 grade C*

Harga : \$ 25.774

3.2.31 Cooler 01 (CL-01)

Fungsi : Mendinginkan hasil condenser MD 01
sebelum masuk tangki n-hexane.

Jenis : *Shell and tube exchanger*

Jumlah : 1 unit

Dimensi	:
a. <i>Tube</i>	:
Jumlah <i>Tube</i>	: 1004
Panjang <i>Tube</i>	: 20,000 ft
Diameter (OD)	: 0,7500 in
BWG	: 16
<i>Pitch</i>	: 1,3125 in (<i>triangular pitch</i>)
<i>Pass</i>	: 4
Fluida	: Umpan
b. <i>Shell</i>	:
Diameter (ID)	: 35,0000 in
<i>Baffle spacing</i>	: 17,5000 in
<i>Pass</i>	: 2
Fluida	: <i>Water</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Harga	: \$ 93.108

3.2.32 Cooler 02 (CL-02)

Fungsi	: Mendinginkan hasil Reboiler MD 01 sebelum masuk Reaktor R-01.
Jenis	: <i>Shell and tube exchanger</i>
Jumlah	: 1 unit
Dimensi	:
a. <i>Tube</i>	:
Jumlah <i>Tube</i>	: 486

Panjang <i>Tube</i>	: 16,000 ft
Diameter (OD)	: 1,0000 in
BWG	: 16
<i>Pitch</i>	: 1,2500 in (<i>triangular pitch</i>)
<i>Pass</i>	: 2
Fluida	: Umpan

b. Shell

Diameter (ID)	: 25,0000 in
<i>Baffle spacing</i>	: 12,5000 in
<i>Pass</i>	: 1
Fluida	: <i>Water</i>

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 grade C*

Harga : \$ 65.938

3.2.33 Cooler 03 (CL-03)

Fungsi : Mendinginkan hasil Reboiler MD-02
sebelum masuk tangki gliserol.

Jenis : *Shell and tube exchanger*

Jumlah : 1 unit

Dimensi :

a. *Tube* :

Jumlah *Tube* : 106

Panjang *Tube* : 16,000 ft

Diameter (OD) : 1,0000 in

BWG : 16

Pitch : 1,2500 in (*triangular pitch*)

Pass : 2

Fluida : Umpan

b. *Shell*

Diameter (ID) : 17,250 in

Baffle spacing : 8,6250 in

Pass : 1

Fluida : *Water*

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 grade C*

Harga : \$ 28.137

3.2.34 Cooler 04 (CL-04)

Fungsi : Mendinginkan hasil atas DC-02 sebelum masuk tangki biodiesel.

Jenis : *Shell and tube exchanger*

Jumlah : 1 unit

Dimensi :

a. *Tube* :

Jumlah *Tube* : 486

Panjang *Tube* : 16,000 ft

Diameter (OD) : 1,0000 in

BWG : 16

Pitch : 1,2500 in (*triangular pitch*)

Pass : 4

Fluida : Umpan

b. Shell

Diameter (ID)	: 33,0000 in
<i>Baffle spacing</i>	: 16,5000 in
<i>Pass</i>	: 2
Fluida	: <i>Water</i>
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Harga	: \$ 51.977

3.2.35 Heater 01 (HE-01)

Fungsi	: Untuk memanaskan umpan sebelum dialirkan menuju ke MD 01
Jenis	: <i>Shell and tube heat exchanger</i>
Jumlah	: 1 unit
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Dimensi <i>Heater</i>	:

a. Shell

Diameter (ID)	: 12,000 in
<i>Baffle spacing</i>	: 6,0000 in
<i>Pass</i>	: 1
Fluida	: Umpan

b. Tube

Jumlah <i>Tube</i>	: 98
Panjang <i>Tube</i>	: 12,000 ft
Diamater (OD)	: 0,7500 in
BWG	: 16

<i>Pitch</i>	: 1,3125 in (<i>triangular pitch</i>)
<i>Pass</i>	: 2
Fluida	: <i>Steam</i>
Luas transfer panas	: 230,8488 ft ²
Koefisien transfer panas bersih (Uc)	: 102,0665 Btu/hr.ft ² F
Koefisien transfer panas kotor (Ud)	: 50,8476 Btu/hr.ft ² F
Faktor kotor (Rd)	: 0,0099
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Harga	: \$ 19.653

3.2.36 Heater 02 (HE-02)

Fungsi	: Memanaskan komponen sebelum masuk MD-02
Jenis	: <i>Double pipe heat exchanger</i>
Jumlah	: 1 unit
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Dimensi <i>Heater</i>	:
<i>a. Inner pipe (Cold Fluid)</i>	
Diamter dalam (ID)	: 3,0680 in
Diameter luar (OD)	: 3,5000 in
<i>b. Annulus (Hot Fluid)</i>	
Diameter (ID)	: 1,1400 in
Diameter (OD)	: 0,5300 in
Jumlah <i>Hairpin</i>	: 3
Panjang	: 12 ft
Luas transfer panas	: 33,0379 ft ²

Harga : \$ 1.503

3.2.37 Heater 03 (HE-03)

Fungsi : Untuk memanaskan umpan sebelum dialirkan menuju ke MD 03

Jenis : *Shell and tube heat exchanger*

Jumlah : 1 unit

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 grade C*

Dimensi *Heater* :

a. *Shell*

Diameter (ID) : 12,000 in

Baffle spacing : 6,0000 in

Pass : 1

Fluida : Umpan

b. *Tube*

Jumlah *Tube* : 98

Panjang *Tube* : 12,000 ft

Diamater (OD) : 0,7500 in

BWG : 16

Pitch : 1,3125 in (*triangular pitch*)

Pass : 2

Fluida : *Steam*

Luas transfer panas : 213,3807 ft²

Koefisien transfer panas bersih (Uc) : 77,0558 Btu/hr.ft²F

Koefisien transfer panas kotor (Ud) : 6,4703 Btu/hr.ft²F

Faktor kotor (Rd)	: 0,14157
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Harga	: \$ 18.793

3.2.38 Heater 04 (HE-04)

Fungsi	: Memanaskan komponen setelah Mixer 01
Jenis	: <i>Double pipe heat exchanger</i>
Jumlah	: 1 unit
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Dimensi Heater	:

a. *Inner pipe (Cold Fluid)*

Diamter dalam (ID) : 3,0680 in

Diameter luar (OD) : 3,5000 in

b. *Annulus (Hot Fluid)*

Diameter (ID) : 1,1400 in

Diameter (OD) : 0,5300 in

Jumlah <i>Hairpin</i>	: 10
Panjang	: 12 ft
Luas transfer panas	: 141,6055 ft ²
Harga	: \$ 2.685

3.2.39 Heater 05 (HE-05)

Fungsi	: Memanaskan komponen sebelum masuk Reaktor Transesterifikasi (R-04)
Jenis	: <i>Double pipe heat exchanger</i>
Jumlah	: 1 unit

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 grade C*

Dimensi *Heater* :

a. *Inner pipe (Cold Fluid)*

Diamter dalam (ID) : 3,0680 in

Diameter luar (OD) : 3,5000 in

b. *Annulus (Hot Fluid)*

Diameter (ID) : 1,1400 in

Diameter (OD) : 0,5300 in

Jumlah *Hairpin* : 3

Panjang : 12 ft

Luas transfer panas : 33,8503 ft²

Harga : \$ 1.289

3.2.40 Heater 06 (HE-06)

Fungsi : Memanaskan Metanol sebelum masuk R-01

Jenis : *Double pipe heat exchanger*

Jumlah : 1 unit

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 grade C*

Dimensi *Heater* :

a. *Inner pipe (Cold Fluid)*

Diamter dalam (ID) : 3,0680 in

Diameter luar (OD) : 3,5000 in

b. *Annulus (Hot Fluid)*

Diameter (ID) : 1,1400 in

Diameter (OD) : 0,5300 in

Jumlah <i>Hairpin</i>	: 1
Panjang	: 12 ft
Luas transfer panas	: 6,4727 ft ²
Harga	: \$ 1.503

3.2.41 *Accumulator 01 (ACC-01)*

Fungsi	: Sebagai penampung sementara arus keluaran CD-01 pada menara distilasi (MD-01) untuk menjaga kontinuitas dan kestabilan aliran keluar.
Jenis	: Tangki <i>silinder horizontal</i>
Jumlah	: 1 unit
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Kondisi Operasi	:
Suhu	: 65 C
Tekanan	: 1 atm
Dimensi	:
Diameter	: 1,8288 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,1875 in
Tebal <i>head</i>	: 0,3125 in
Panjang tangki	: 4,3839 m
Harga	: \$ 3.973

3.2.42 *Accumulator 02 (ACC-02)*

Fungsi	: Sebagai penampung sementara arus keluaran CD-02 pada menara distilasi
--------	---

(MD-02) untuk menjaga kontinuitas dan kstabilan aliran keluar.

Jenis	: Tangki <i>silinder horizontal</i>
Jumlah	: 1 unit
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Kondisi Operasi	:
Suhu	: 60,75 C
Tekanan	: 1 atm
Dimensi	:
Diameter	: 0,5080 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,1875 in
Tebal <i>head</i>	: 0,1875 in
Panjang tangki	: 1,2941 m
Harga	: \$ 859

3.2.43 Accumulator 03 (ACC-03)

Fungsi	: Sebagai penampung sementara arus keluaran CD-03 pada menara distilasi (MD-03) untuk menjaga kontinuitas dan kstabilan aliran keluar.
Jenis	: Tangki <i>silinder horizontal</i>
Jumlah	: 1 unit
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Kondisi Operasi	:
Suhu	: 30 C

Tekanan	: 1 atm
Dimensi	:
Diameter	: 0,6096 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,1875 in
Tebal <i>head</i>	: 0,1875 in
Panjang tangki	: 1,5323 m
Harga	: \$ 1.128

3.2.44 *Screw Conveyor 01 (SC-01)*

Fungsi	: Mengangkut bahan baku serbuk alga kering dari tangki penyimpanan kedalam Ekstraktor-01 melalui <i>Bucket Elevator</i>
Jenis	: <i>Horizontal screw conveyor</i>
Jumlah	: 1 unit
Kondisi Operasi	:
Suhu	: 30 C
Tekanan	: 1 atm
Dimensi	:
Panjang	: 4,0000 m
Diameter Pipa	: 2,5000 in
Diameter <i>flights</i>	: 12,000 in
Kecepatan	: 60 rpm
Daya Motor	: 2,0000 Hp
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel</i>
Harga	: \$ 4.940

3.2.45 *Bucket Elevator 01 (BC-01)*

Fungsi	: Memindahkan bahan baku alga dari <i>screw conveyor</i> ke dalam Ekstraktor 01
Jenis	: <i>Spaced-Bucket Centrifugal-Discharge Elevator</i>
Jumlah	: 1 unit
Kondisi Operasi	:
Suhu	: 30 C
Tekanan	: 1 atm
Tinggi <i>elevator</i>	: 7,6200 m
Ukuran <i>bucket</i>	: 12,497 m
Jarak antar <i>bucket</i>	: 0,3048 m
Kecepatan <i>bucket</i>	: 225 ft/min
Kecepatan putaran	: 60 rpm
Lebar <i>belt</i>	: 17,780 cm
Daya motor	: 2,5 Hp
Bahan konstruksi	: <i>malleable iron</i>
Harga	: \$ 752

3.2.46 *Screw Conveyor-02 (SC-02)*

Fungsi	: Memindahkan padatan hasil samping keluaran bawah dari <i>rotary vaccum filter drum</i> (VF-02) ke tangki <i>rafinat</i>
Jenis	: <i>Horizontal screw conveyor</i>
Jumlah	: 1 unit

Kondisi Operasi	:
Suhu	: 30 C
Tekanan	: 1 atm
Dimensi	:
Panjang	: 7,5000 m
Diameter Pipa	: 2,5000 in
Diameter <i>flights</i>	: 10,000 in
Kecepatan	: 60 rpm
Daya Motor	: 1,5000 Hp
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel</i>
Harga	: \$ 7.195

3.2.47 Screw Conveyor – 03 (SC-03)

Fungsi	: Mengangkut bahan baku CaO dari tangki penyimpanan ke <i>Netralizer</i>
Jenis	: <i>Horizontal screw conveyor</i>
Jumlah	: 1 unit
Kondisi Operasi	:
Suhu	: 30 C
Tekanan	: 1 atm
Dimensi	:
Panjang	: 1,0000 m
Diameter Pipa	: 2,5000 in
Diameter <i>flights</i>	: 9,0000 in
Kecepatan	: 40 rpm

Daya Motor	: 0,0500 Hp
Bahan konstruksi	: Carbon Steel
Harga	: \$ 1.074

3.2.48 *Bucket Conveyor – 02 (BC-02)*

Fungsi	: Memindahkan bahan baku CaO dari <i>screw conveyor</i> ke dalam <i>Netralizer</i>
Jenis	: <i>Spaced-Bucket Centrifugal-Discharge Elevator</i>
Jumlah	: 1 unit
Kondisi Operasi	:
Suhu	: 30 C
Tekanan	: 1 atm
Tinggi <i>elevator</i>	: 7,6200 m
Ukuran <i>bucket</i>	: 12,497 m
Jarak antar <i>bucket</i>	: 0,3048 m
Kecepatan <i>bucket</i>	: 225 ft/min
Kecepatan putaran	: 40 rpm
Lebar belt	: 17,780 cm
Daya motor	: 0,05 Hp
Bahan konstruksi	: <i>malleable iron</i>
Harga	: \$ 537

3.2.49 *Screw Conveyor* – 04 (SC-04)

Fungsi	: Mengangkut bahan baku CaSO ₄ dari hasil bawah <i>Netralizer</i> kedalam tangki penyimpanan CaSO ₄ .
Jenis	: <i>Horizontal screw conveyor</i>
Jumlah	: 1 unit
Kondisi Operasi	:
Suhu	: 30 C
Tekanan	: 1 atm
Dimensi	:
Panjang	: 1,0000 m
Diameter Pipa	: 2,5000 in
Diameter <i>flights</i>	: 9,0000 in
Kecepatan	: 40 rpm
Daya Motor	: 0,0500 Hp
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel</i>
Harga	: \$ 1.074

3.2.50 Pompa 01

Fungsi	: Mengalirkan bahan baku n-hexane dari tangki penyimpanan ke ekstraktor 01
Jumlah	: 2 Unit
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Kecepatan alir fluida	: 3,4328 ft/sekon

Head pompa	: 10,0256 ft.lbf/lbm
Daya motor	: 1 Hp
Harga	: \$ 29.210

3.2.51 Pompa 02

Fungsi	: Mengalirkan hasil keluaran ekstraktor ke <i>Vaccum filter</i> 01 (VF-01)
Jumlah	: 2 Unit
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Kecepatan alir fluida	: 3,1270 ft/sekon
Head pompa	: 9,9945 ft.lbf/lbm
Daya motor	: 1,5 Hp
Harga	: \$ 24.485

3.2.52 Pompa 03

Fungsi	: Mengalirkan hasil keluaran <i>vaccum filter</i> 01 ke Menara Ditilasi (MD 01)
Jumlah	: 2 Unit
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Kecepatan alir fluida	: 3,1943 ft/sekon
Head pompa	: 10,0011 ft.lbf/lbm
Daya motor	: 1,5 Hp
Harga	: \$ 24.485

3.2.53 Pompa 04

Fungsi	: Mengalirkan hasil keluaran atas MD 01 menuju ke tangki N-hexane.
Jumlah	: 2 Unit
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Kecepatan alir fluida	: 3,3985 ft/sekon
Head pompa	: 10,0220 ft.lbf/lbm
Daya motor	: 1 Hp
Harga	: \$ 29.210

3.2.54 Pompa 05

Fungsi	: Mengalirkan hasil keluaran bawah MD 01 ke dalam Reaktor 01
Jumlah	: 2 Unit
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Kecepatan alir fluida	: 2,6747 ft/sekon
Head pompa	: 10,0386 ft.lbf/lbm
Daya motor	: 1 Hp
Harga	: \$ 29.210

3.2.55 Pompa 06

Fungsi	: Mengalirkan umpan H ₂ SO ₄ ke dalam Reaktor 01
Jumlah	: 2 Unit

Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Kecepatan alir fluida	: 0,0549 ft/sekon
Head pompa	: 9,8425 ft.lbf/lbm
Daya motor	: 0,05 Hp
Harga	: \$ 12.457

3.2.56 Pompa 07

Fungsi	: Mengalirkan umpan metanol ke dalam Reaktor 01
Jumlah	: 2 Unit
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Kecepatan alir fluida	: 0,9732 ft/sekon
Head pompa	: 11,6167 ft.lbf/lbm
Daya motor	: 0,05 Hp
Harga	: \$ 12.457

3.2.57 Pompa 08

Fungsi	: Mengalirkan hasil keluaran R-01 menuju R-02
Jumlah	: 2 Unit
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Kecepatan alir fluida	: 3,4716 ft/sekon
Head pompa	: 10,2980 ft.lbf/lbm

Daya motor : 0,75 Hp
Harga : \$ 19.116

3.2.58 Pompa 09

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran R-02 menuju R-03
Jumlah : 2 Unit
Jenis : *Centrifugal Pump*
Bahan konstruksi : *Commercial Steel*
Kecepatan alir fluida : 3,4722 ft/sekon
Head pompa : 10,2981 ft.lbf/lbm
Daya motor : 0,75 Hp
Harga : \$ 19.116

3.2.59 Pompa 10

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran R-03 menuju N-01
Jumlah : 2 Unit
Jenis : *Centrifugal Pump*
Bahan konstruksi : *Commercial Steel*
Kecepatan alir fluida : 3,4786 ft/sekon
Head pompa : 10,2998 ft.lbf/lbm
Daya motor : 0,75 Hp
Harga : \$ 19.116

3.2.60 Pompa 11

Fungsi	: Mengalirkan hasil keluaran N-01 menuju <i>Vaccum Filter (VF-02)</i>
Jumlah	: 2 Unit
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Kecepatan alir fluida	: 3,4786 ft/sekon
Head pompa	: 10,2981 ft.lbf/lbm
Daya motor	: 0,75 Hp
Harga	: \$ 19.116

3.2.61 Pompa 12

Fungsi	: Mengalirkan hasil keluaran <i>vaccum filter</i> (VF-02) ke reaktor (R-04)
Jumlah	: 2 Unit
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Kecepatan alir fluida	: 3,4819 ft/sekon
Head pompa	: 10,1625 ft.lbf/lbm
Daya motor	: 0,75 Hp
Harga	: \$ 19.116

3.2.62 Pompa 13

Fungsi	: Mengalirkan KOH kedalam mixer 01
Jumlah	: 2 Unit
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>

Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Kecepatan alir fluida	: 0,8589 ft/sekon
Head pompa	: 9,8540 ft.lbf/lbm
Daya motor	: 0,05 Hp
Harga	: \$ 12.457

3.2.63 Pompa 14

Fungsi	: Mengalirkan umpan methanol dari tangki penyimpanan kedalam mixer 01
Jumlah	: 2 Unit
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Kecepatan alir fluida	: 2,9251 ft/sekon
Head pompa	: 9,9785 ft.lbf/lbm
Daya motor	: 0,125 Hp
Harga	: \$ 12.457

3.2.64 Pompa 15

Fungsi	: Mengalirkan hasil keluaran mixer 01 kedalam reaktor 04
Jumlah	: 2 Unit
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Kecepatan alir fluida	: 2,9586 ft/sekon
Head pompa	: 9,9785 ft.lbf/lbm
Daya motor	: 0,25 Hp

Harga : \$ 15.679

3.2.65 Pompa 16

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran R-04 menuju
R-05

Jumlah : 2 Unit

Jenis : *Centrifugal Pump*

Bahan konstruksi : *Commercial Steel*

Kecepatan alir fluida : 2,3780 ft/sekon

Head pompa : 9,9304 ft.lbf/lbm

Daya motor : 0,75 Hp

Harga : \$ 19.116

3.2.66 Pompa 17

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran R-05 menuju
R-06

Jumlah : 2 Unit

Jenis : *Centrifugal Pump*

Bahan konstruksi : *Commercial Steel*

Kecepatan alir fluida : 2,3625 ft/sekon

Head pompa : 9,9293 ft.lbf/lbm

Daya motor : 0,75 Hp

Harga : \$ 19.116

3.2.67 Pompa 18

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran R-06 menuju
R-07

Jumlah	: 2 Unit
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Kecepatan alir fluida	: 2,3589 ft/sekon
Head pompa	: 9,9290 ft.lbf/lbm
Daya motor	: 0,75 Hp
Harga	: \$ 19.116

3.2.68 Pompa 19

Fungsi	: Mengalirkan hasil keluaran R-07 menuju <i>Decanter</i> 01 (DC-01)
Jumlah	: 2 Unit
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Kecepatan alir fluida	: 2,3629 ft/sekon
Head pompa	: 9,9293 ft.lbf/lbm
Daya motor	: 0,75 Hp
Harga	: \$ 19.116

3.2.69 Pompa 20

Fungsi	: Mengalirkan hasil keluaran bawah <i>Decanter</i> 01 (DC-01) menuju MD 02
Jumlah	: 2 Unit
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Kecepatan alir fluida	: 1,8954 ft/sekon

Head pompa	: 9,8984 ft.lbf/lbm
Daya motor	: 0,25 Hp
Harga	: \$ 9.236

3.2.70 Pompa 21

Fungsi	: Mengalirkan hasil keluaran bawah MD 01 menuju tangki penyimpanan Gliserol
Jumlah	: 2 Unit
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Kecepatan alir fluida	: 1,3943 ft/sekon
Head pompa	: 9,8727 ft.lbf/lbm
Daya motor	: 0,5 Hp
Harga	: \$ 19.116

3.2.71 Pompa 22

Fungsi	: Mengalirkan hasil keluaran atas Decanter 01 (DC-01) menuju Washing Tower (WT-01)
Jumlah	: 2 Unit
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Kecepatan alir fluida	: 2,0946 ft/sekon
Head pompa	: 10,0000 ft.lbf/lbm
Daya motor	: 0,75 Hp
Harga	: \$ 19.116

3.2.72 Pompa 23

Fungsi	: Mengalirkan umpan air (TU-06) ke dalam <i>Wahing Tower 01</i>
Jumlah	: 2 Unit
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Kecepatan alir fluida	: 2,5129 ft/sekon
Head pompa	: 10,2084 ft.lbf/lbm
Daya motor	: 0,125 Hp
Harga	: \$ 12.457

3.2.73 Pompa 24

Fungsi	: Mengalirkan keluaran dari <i>Washing Tower</i> (WT-01) ke dalam <i>Decanter 02 (DC-02)</i>
Jumlah	: 2 Unit
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Kecepatan alir fluida	: 2,4799 ft/sekon
Head pompa	: 10,0319 ft.lbf/lbm
Daya motor	: 0,75 Hp
Harga	: \$ 19.116

3.2.74 Pompa 25

Fungsi	: Mengalirkan hasil bawah <i>Decanter 02</i> (DC-02) ke <i>Mixer 02 (DC-02)</i>
Jumlah	: 2 Unit

Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Kecepatan alir fluida	: 2,1787 ft/sekon
Head pompa	: 9,9163 ft.lbf/lbm
Daya motor	: 0,5 Hp
Harga	: \$ 19.116

3.2.75 Pompa 26

Fungsi	: Mengalirkan hasil keluaran atas MD 02 ke <i>mixer 02</i>
Jumlah	: 2 Unit
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Kecepatan alir fluida	: 1,2950 ft/sekon
Head pompa	: 9,8686 ft.lbf/lbm
Daya motor	: 0,125 Hp
Harga	: \$ 12.457

3.2.76 Pompa 27

Fungsi	: Mengalirkan produk atas <i>Decanter 02</i> ke tangki penyimpanan Biodiesel
Jumlah	: 2 Unit
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Kecepatan alir fluida	: 3,3407 ft/sekon
Head pompa	: 10,2790 ft.lbf/lbm

Daya motor : 0,75 Hp

Harga : \$ 19.116

3.2.77 Pompa 28

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran mixer 02 ke
Menara distilasi (MD 03)

Jumlah : 2 Unit

Jenis : *Centrifugal Pump*

Bahan konstruksi : *Commercial Steel*

Kecepatan alir fluida : 2,5029 ft/sekon

Head pompa : 10,0008 ft.lbf/lbm

Daya motor : 0,75 Hp

Harga : \$ 19.116

3.2.78 Pompa 29

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran atas Menara
Distilasi (MD-03) ke Tangki penyimpanan
metanol

Jumlah : 2 Unit

Jenis : *Centrifugal Pump*

Bahan konstruksi : *Commercial Steel*

Kecepatan alir fluida : 2,0338 ft/sekon

Head pompa : 9,9125 ft.lbf/lbm

Daya motor : 0,125 Hp

Harga : \$ 12.457

3.2.79 Pompa 30

Fungsi	: Mengalirkan hasil keluaran bawah Menara Distilasi (MD 03) ke tempat pengolahan limbah
Jumlah	: 2 Unit
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Kecepatan alir fluida	: 1,8251 ft/sekon
Head pompa	: 9,9464 ft.lbf/lbm
Daya motor	: 0,5 Hp
Harga	: \$ 19.116

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan berdasarkan pada kebutuhan biodiesel di Indonesia, tersedianya bahan baku serta produksi biodiesel di Indonesia. Kebutuhan nasional biodiesel dari tahun ke tahun mengalami peningkatan, Hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri di Indonesia, sejalan dengan berkembangnya industri-industri yang menggunakan biodiesel sebagai bahan bakar pengganti solar. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 100.000 ton/tahun.

Untuk menentukan kapasitas produksi ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu:.

a. Proyeksi kebutuhan biodiesel

Konsumsi energi semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi, penduduk, berkembangnya sektor industri dan transportasi, maka diperkirakan kebutuhan biodiesel akan semakin meningkat. Berikut ini data statistik konsumsi biodiesel dalam nasional tiap tahun yang diterbitkan oleh Ditjen EBTKE:

Tabel 3.1 Konsumsi Biodiesel Nasional Tiap Tahun:

Tahun	Konsumsi (Ton/tahun)
2010	243000
2011	1812000
2012	2221000
2013	2805000
2014	3834000
2015	1863000
2016	5864000

Sumber: Statistik Ditjen EBTKE 2017

Kebutuhan biodiesel dari tahun ketahun mengalami peningkatan. Diperkirakan kebutuhan biodiesel mendatang akan terus meningkat. Sehingga untuk mengantisipasi hal tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan sebesar 100.000 ton/tahun.

b. Ketersediaan bahan baku

Untuk menghasilkan produk biodiesel dengan kapasitas 100.000 ton/tahun akan membutuhkan bahan baku minyak alga, n-hexane, methanol, asam sulfat, CaO dan kalsium hidroksida. Produksi minyak alga tergantung

dari industri alga di negara lain seperti cina dan hasil budidaya mandiri dengan memanfaatkan wilayah Indonesia berupa perairan tropis dengan kelimpahan sinar matahari yang menjadi habitat pertumbuhan yang sangat baik untuk alga *chlorella sp.* Untuk metanol dipenuhi dari PT. Kaltim Metanol Industri, Bontang, sedangkan untuk kebutuhan lain diperoleh dari PT. Pancasakti Putra Kencana. PT. Pancasakti Putra Kencana adalah perusahaan yang menyediakan kebutuhan industri dan perdagangan kimia yang berlokasi di Tangerang-Banten.

c. Kapasitas Produksi Biodiesel

Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi tahun 2017 (Ditjen EBTKE). Produksi biodiesel di indonesia mencapai 5.785.000 ton/tahun. Sedangkan berdasarkan data statistik jumlah konsumsi biodiesel nasional terus meningkat, sehingga perlu mengimpor biodiesel.

Dengan memperhatikan faktor-faktor diatas maka dalam perancangan pabrik biodiesel ini ditentukan kapasitas 100.000 ton/tahun dengan pertimbangan antara lain:

1. Dari segi bahan baku, kebutuhan mikroalga, n-hexane, methanol, KOH, H₂SO₄ dan CaO dapat tercukupi.
2. Dari segi pemasaran, dengan produksi biodiesel 100.000 ton/tahun dapat memenuhi kebutuhan biodiesel nasional.

3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

a) Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu:

- ◆ Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- ◆ Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya:
 - Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
 - Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
 - Mencari daerah pemasaran.

b) Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain:

- ◆ Material (bahan baku), dengan pemakaian material yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan tercapai target produksi yang diinginkan.

- ◆ Manusia (tenaga kerja), kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilannya meningkat.
- ◆ Mesin (peralatan), ada dua hal yang mempengaruhi keandalan dan kemampuan mesin, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi.