

## PRARANCANGAN PABRIK BIODIESEL DARI REFINED BLEACHED DEODORIZED (RBD) PALM STEARIN DENGAN PROSES TRANSESTRIFIKASI KAPASITAS 300.000 TON/TAHUN

Ikhsan Firdaus<sup>1</sup>, Muhammad Fadillah<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi S-1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat  
Jl. Jenderal Achmad Yani KM 35,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714

\*Corresponding Author: mfadillahssosn@gmail.com

### Abstrak

*BBM (Bahan Bakar Minyak) adalah salah satu kebutuhan utama masyarakat pada berbagai bidang kehidupan. ADO (Automotive Diesel Oil) atau biasa disebut minyak solar yang digunakan sebagai pemenuhan kebutuhan bahan bakar atau energi pada sektor transportasi khususnya, industri dan kelistrikan di Indonesia. Demikian, perlu dilakukan perkembangan agar dapat menggantikan penggunaan ADO sebagai bahan bakar alternatif terbarukan. Dan biodiesel merupakan bahan bakar yang bisa dimanfaatkan untuk menggantikan ADO.*

*Refined Bleached Deodorized (RBD) palm stearin adalah produk samping dari pembuatan minyak goreng yang dapat nantinya sebagai bahan baku biodiesel. Kandungan trigliserida dan FFA pada Refined Bleached Deodorized (RBD) palm stearin direaksikan dengan metanol agar terbentuk biodiesel dengan tahap transesterifikasi. Proses transesterifikasi dimana trigliserida direaksikan dengan metanol katalis NaOH suhu 69oC, tekanan 1 atm dan konversi 98%. Biodiesel yang dihasilkan memenuhi standar EN 14214 dan ASTM D6751.*

*Refined Bleached Deodorized (RBD) palm stearin merupakan bahan baku bernilai ekonomis dan terdapat banyak di Kalimantan. Biodiesel berbahan baku Refined Bleached Deodorized (RBD) palm stearin kapasitas 300.000 ton/tahun dalam 1 tahun dengan 330 hari kerja direncanakan beroperasi tahun 2027. Direncanakan di Kalimantan Selatan, Kabupaten Kotabaru, daerah Tarjun luas area 40.498 m<sup>2</sup>. Dibutuhkan sebanyak 121 orang tenaga kerja dan system organisasi perusahaan garis dan staff serta bentuk PT (Perseroan Terbatas). Hasil analisa ekonomi, BEP sebesar 51.07% dan SDP sebesar 37.72% sehingga dapat disimpulkan pabrik layak untuk didirikan.*

*Kata kunci: Bahan Bakar, Biodiesel, Methanol, RBD Palm Stearin, Transesterifikasi*

### 1. Pendahuluan

Bioenergi merupakan bahan bakar terbarukan yang prospektifnya untuk dikembangkan seluas mungkin, tidak hanya dari keadaan harga minyak bumi dunia melonjak naik seperti sekarang, tetapi karena terbatasnya produksi minyak bumi di Indonesia. Dalam pemandaatannya, bioenergi menggunakan sumber biomassa terbarukan untuk menghasilkan kumpulan produk energi berupa listrik, cairan, padatan bahan bakar gas, panas, kikia dan material lainnya. Dalam hal ini, subyek bioenergi telah sangat aktif. Di seluruh dunia, pemerintah serta pembuat kebijakan terlibat. Sangat penting untuk mengatasi dan peluang yang ditimbulkan oleh biofuel sebagai pembangunan ketahanan pangan dan energi yang berkelanjutan (FAO). Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi bioenergi menjadi bentuk yang lebih modern. Adanya peran penerapan bioteknologi dalam produksi bioenergi di berbagai negara berkembang dan fokus utama pada biofuel cair (Hambali dkk., 2007)

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif terbarukan dan ramah lingkungan, karena dibandingkan dengan minyak diesel, biodiesel tidak mempunyai efek terhadap kesehatan yang digunakan untuk bahan bakar kendaraan bermotor dan menurunkan emisi. Biodiesel berasal dari sumber daya yang dapat diperbaharui yang terbuat dari minyak nabati. Pembuatan biodiesel bisa dari beberapa bahan baku diantaranya lain kedelai, tebu, bunga matahari, jarak pagar, kelapa sawit, dan lainnya. Prospek di Indonesia untuk diolah menjadi biodiesel dari beberapa bahan baku tersebut adalah jarak pagar dan kelapa sawit, sedangkan untuk prospek skala besar-besaran di Indonesia adalah pengolahan kelapa sawit. Industri kelapa sawit telah tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia dan teknologi pengolahannya sudah mapan (Hambali dkk., 2007).

Dalam pembuatan biodiesel pada prarancangan pabrik ini menggunakan bahan baku *Refined Bleached Deodorized (RBD) palm Stearin*. *Stearin* merupakan hasil pemurnian dari minyak mentah kelapa sawit atau biasa disebut dengan CPO (*Crude Palm Oil*). Pohon kelapa sawit dapat



berkembang dan tumbuh baik dari kisaran suhu 22°C-32°C pada iklim tropis dengan curah hujan 2000 mm/tahun, sehingga di Indonesia banyak ditumbuhi tanaman kelapa sawit (Ketaren, 1986).

Seiring persediaan minyak bumi yang menipis dan sering meningkatnya harga BBM (bahan bakar minyak), maka perlu bahan bakar alternatif Menurut Kementerian Energi dan Sumber daya Mineral (2009) dalam kurun waktu 22.99 tahun cadangan energi minyak mentah Indonesia akan habis atau hanya dapat diproduksi. Dengan semakin menipisnya cadangan energi fosil dunia sehingga menjadi ancaman terhadap perkembangan perekonomian Indonesia. Sedangkan konsumsi energi mengalami terus peningkatan.

Perkembangan produksi dan konsumsi biodiesel di Indonesia selama 6 tahun terakhir menunjukkan fluktuasi dengan laju yang cenderung meningkat (*Biofuels Annual Indonesia, 2021*)

**Tabel 1.** Data Konsumsi Biodiesel Sebagai Berikut.

**Tabel 1.** Data Konsumsi Biodiesel di Indonesia

No.	Tahun	Impor (Kilo Liter)	Pertumbuhan (%)
1.	2016	3.008.000	0
2.	2017	2.572.000	-14
3.	2018	3.750.000	46
4.	2019	6.393.000	70
5.	2020	8.426.000	20
6.	2021	9.200.000	19
Rata-rata			24

Dari table data konsumsi di atas, maka perkiraan kebutuhan biodiesel jika direncanakan berdiri pabrik pada tahun 2027 dapat dihitung menggunakan metode discounted berdasarkan rumus (Ulrich, 1984):

$$F = P (1 + i)^n$$

Keterangan:

F = Besar kebutuhan biodiesel tahun 2027

P = Besarnya data import dan export pada saat perancangan (ton/tahun)

i = Data kenaikan rata-rata tahun 2016-2021

n = Nilai selisih antara tahun perancangan dan tahun rencananya berdiri (tahun ke-n)

Pada tahun 2027 direncanakan pendirian pabrik biodiesel dalam negeri dengan perkiraan konsumsi ( $m_5$ ) sebanyak:

$$m_5 = P (1 + i)^n$$

Keterangan:

n = Tahun ke-n (selisih tahun)

i = Data kenaikan impor rata-rata

P = Besarnya konsumsi tahun 2021 (ton/tahun)

sehingga:

$$m_5 = 9.200.000 (1+(24/100))^6 \\ = 33.114.276 \text{ kilo liter}$$

Peluang kapasitas produksi pada tahun 2027 ( $m_3$ ) dapat ditentukan dengan persamaan:

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5$$

Keterangan:

$m_1$  = Volume impor dalam negeri (kilo liter)

$m_2$  = Volume produksi dalam negeri (kilo liter)

$m_3$  = Kapasitas pabrik yang akan didirikan (kilo liter)

$m_4$  = Volume ekspor (kilo liter)

$m_5$  = Volume konsumsi dalam negeri (kilo liter)

Jadi,

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2)$$

$$m_3 = (17.430.339+33.114.276)-(0+32.677.226)$$

$$= 17.867.389 \text{ kilo liter/tahun}$$

$$= 15.455.292 \text{ ton/tahun}$$

Beberapa faktor diatas, dari data ekspor, impor, ketersediaan bahan baku dan kapasitas pabrik biodiesel di Indonesia yang sudah beroperasi. Sehingga menjadi factor pemilihan kapasitas produksi dan ditetapkan pada prarancangan biodiesel dari RBD *palm stearin* sebesar 300.000 ton/tahun yang didirikan tahun 2027. Kapasitas pabrik ini lebih kecil daripada peluang kapasitas pabrik pada tahun 2027 dikarenakan pabrik ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan biodiesel sebagian wilayah saja di Indonesia, terutama Kalimantan Selatan.

## 2. Uraian Proses

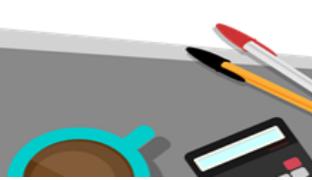
### 2.1 Macam Proses

Terdapat beberapa jenis proses dalam pembuatan biodiesel. Berikut adalah perbandingan jenis proses produksi pembuatan biodiesel yang tertera pada **Tabel 2**.

Dalam prarancangan pabrik biodiesel ini dipilih pembuatannya dengan proses transesterifikasi dengan dasar pemilihan :

1. Konversi yang dihasilkan besar yaitu 98 %
2. Bahan baku yang dipake *stearin* FFA < 2%
3. Panas reaksi yang dihasilkan tidak terlalu besar dibandingkan dengan proses pirolisis
4. Bahan baku relatif lebih murah jika dibandingkan dengan bahan baku proses lain.

Dalam proses pembuatan biodiesel dari *stearin* dan methanol menggunakan katalis NaOH dengan proses transesterifikasi, terbagi menjadi beberapa tahap diantaranya :



**Tabel 2.** Perbandingan Jenis Proses Produksi Pembuatan Biodiesel

Parameter	Proses		
	Pirolisis	Transesterifikasi	Esterifikasi dan Transesterifikasi
Bahan Baku	Minyak nabati	Minyak nabati dengan FFA<2%	Minyak nabati dengan FFA>2%
Aspek Teknis/Operasi	Suhu : 400-600°C. Tekanan : ± 5 atm Waktu : 0,5-2 jam	Suhu : 60-70° C Tekanan : 1atm Waktu : 1-2,5 jam	Esterifikasi: -Suhu : 80 °C -Tekanan : 1 atm -Waktu : 1 jam Transesterifikasi: -Suhu : 50-65°C -Tekanan : 1 atm -Waktu : 1-2,5 jam
Konversi	78%	98%	98%
Aspek Lingkungan	Suhu tinggi menghasilkan asap yang mencemari lingkungan	Tidak menghasilkan limbah, karena produk samping berupa gliserol yang dihasilkan dapat dimanfaatkan kembali	Tidak menghasilkan limbah, namun produk samping berupa air yang dihasilkan dapat dimanfaatkan kembali untuk keperluan proses

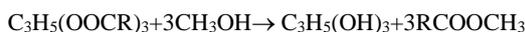
### 1. Bahan baku

*Stearin* dalam tangki penyimpanan (F-110) dialirkan menuju melter (X-150) untuk dipanaskan agar tidak ada minyak tidur sebelum diumpankan menuju reaktor (R-210). NaOH dalam gudang (F-130) diangkut menggunakan *belt conveyor* (J-131) dan menuju bucket elevator (C-132) untuk diangkut menuju bin (F-133) untuk ditampung semetara sebelum masuk ke mixer (M-140). Kemudian methanol yang disimpan di tangki (F-120) dialirkan menuju mixer (M-140) untuk menghomogenkan antara methanol dan NaOH agar tercampur sempurna sebelum diumpankan ke dalam reaktor (R-210)

### 2. Tahap Reaksi

Reaksi pembentukan biodiesel dari *stearin* dengan methanol dengan katalis NaOH menggunakan reaksi transesterifikasi dengan konversi sebesar 98%. Reaksi yang terjadi pada fase cair-cair antara *stearin* dengan metanol untuk membentuk metil ester berlangsung dalam reaktor *batch* pada tekanan 1 atm, suhu 69 °C dan waktu 60 menit. Reaksi pembentukan biodiesel bersifat *endotermis* sehingga digunakan *steam coil* untuk menjaga suhu operasi.

Reaksi yang terjadi:



### 3. Tahap pemurnian produk

Produk keluaran dari reaktor berupa metil ester, gliserol, air dan kotoran. Keluaran reaktor (R-210) diumpankan menuju tangki pencuci (M-310). Tapi sebelumnya dialirkan ke tangki pencuci (M-310) fluida proses terlebih dahulu dialirkan ke *centrifuge* I (H-220) untuk memisahkan fluida proses menjadi dua lapisan, yaitu lapisan atas

berupa FFA, metil ester, sisa trigliserida, kotoran air sedangkan lapisan bawah yaitu gliserol, air dan NaOH. Kemudian tahap pencucian biodiesel, dimana pada tekanan 1 atm dan temperatur air 69°C dan jumlah air yang digunakan sebanyak 30% dari metil ester yang akan dicuci. Tujuan pencucian biodiesel agar senyawa yang tidak diperlukan (sisa metanol, sisa gliserol, dan lain-lain) larut dalam air. Kemudian hasil pencucian dimasukkan ke dalam *centrifuge* II (H-320) dengan prinsip perbedaan berat jenis. Hasil bawahnya berupa metanol, air, gliserol dan NaOH. Sedangkan hasil atas adalah metil ester, sisa trigliserida, sisa FFA, dan komponen lainnya (sisa air, metanol, kotoran). Produk biodiesel yang telah melalui proses pencucian dipompakan ke dalam evaporator (V-330) dalam kondisi vakum yang bertujuan untuk menghilangkan sisa metanol dan air yang tercampur dalam metil ester. Kemudian biodiesel dari evaporator (V-330) ini disimpan ke dalam tangki penyimpanan biodiesel (F-333). Keluaran bawah dari *centrifuge* I (H-220) dan *centrifuge* II (H-320) diumpankan ke *centrifuge* III (H-372) untuk menghilangkan air dan NaOH yang tercampur dalam gliserol. Keluaran bawah berupa gliserol disimpan ke dalam tangki penyimpanan gliserol keluaran atas berupa NaOH dan air yang dialirkan ke UPL. Air dan metanol keluaran atas evaporator (V-330) yang berupa uap diumpankan menuju menara distilasi (D-350) untuk *me-recovery* metanol berlebih kemudian disimpan dalam tangki penyimpanan metanol (F-361).

### 3. Utilitas

Suatu pabrik sudah sepatutnya memiliki sarana penunjang utama di dalam kelancaran proses produksi agar proses produksi tersebut dapat terus



berkesinambungan, haruslah didukung oleh sarana dan prasarana yang baik dan itu disebut utilitas. Berdasarkan kebutuhannya, pada prarancangan pabrik biodiesel ini dibutuhkan utilitas sebagai berikut:

1. Unit penyedia *steam* (uap)
2. Unit pembangkit listrik
3. Unit penyedia bahan bakar
4. Unit pengolahan air

Kebutuhan seluruh air pendingin pabrik pada pembuatan biodiesel sebesar 194529,3542 kg/jam. Dengan memperhitungkan faktor kebocoran dan keamanan, maka diinginkan kesediaan dari jumlah air pendingin 10% lebih besar dibandingkan dengan kebutuhan normal. Sehingga jumlah air pendingin yang disediakan sebanyak : 213982,29 kg/jam, kebutuhan air umpan boiler sebanyak 213982,2900 kg/jam, air proses sebanyak 13284,3056 kg/jam, unit listrik sebesar 1196.78 kW dan penyediaan *steam* (uap) sebesar 11567,5853 kg/jam. Listrik disuplai dari Pembangkit Listrik Negara (PLN) Kalselteng yang memiliki daya sebesar 26.7 MW dan dibackup PT NGL Badak yang memiliki daya sebesar 980 MW serta PT Pupuk Kaltim yang memiliki daya sebesar 111.1 MW.

#### 4. Analisa Ekonomi

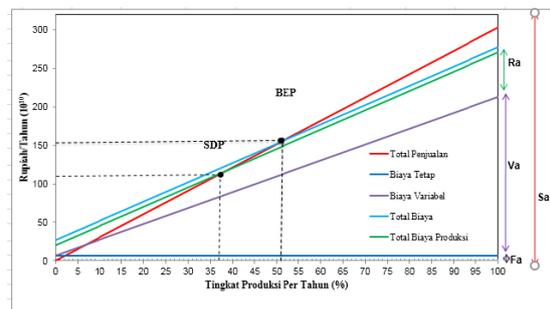
Layak atau tidaknya suatu pabrik untuk didirikan ditinjau dari evaluasi ekonomi. Hal ini ditunjukkan agar dapat mengetahui seberapa besar keuntungan yang diperoleh dari kapasitas produksi tertentu. Adapun hasil evaluasi ekonomi pabrik biodiesel tertera pada **Tabel 3**.

**Tabel 3.** Evaluasi Ekonomi Pabrik Biodiesel

Analisa	Nilai	Range	Keterangan
ROI	23.85%	11-44(%)	Pengembalian cepat
POT	3,14 tahun	2-5 tahun	Pengembalian Cepat
BEP	51.07%	4.0-6.0 (%)	Layak
SDP	37.72%	2.0-4.0 (%)	Layak

Tingkatan keuntungan yang dapat diperoleh dari tingkat investasi yang dikeluarkan disebut *Return on investment* (ROI). ROI dinyatakan dalam persentase tahunan. Untuk industri kimia persentase ROI sebelum pajak 44% merupakan pengembalian cepat dan 11% pengembalian lambat. Sedangkan lama waktu pengembalian modal yang diperoleh berdasarkan keuntungan yang dicapai disebut *Pay out time* (POT). Perhitungan ini digunakan untuk mengetahui berapa lama investasi yang telah dikerjakan akan kembali. POT untuk industri kimia dengan pengembalian cepat selama 2 tahun dan pengembalian lambat selama 5 tahun. *Break Even Point* (BEP) merupakan dimana kondisi pabrik

tidak rugi atau menunjukkan biaya dan penghasilan jumlahnya sama atau tidak untung dan biasanya disebut titik impas. Dengan *break even point* kita dapat menentukan tingkat berapa harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapat keuntungan. SDP atau *Shut down point* merupakan penentuan titik aktivitas suatu produksi diharuskan berhenti dikarenakan biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Expanse* (Fa) lebih murah dibandingkan harus produksi. Faktor penyebabnya karena terlalu tinggi *variable cost*, dan bisa juga dikarenakan akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi sehingga manajemen memutuskan dihentikan dikarenakan tidak menghasilkan profit. SDP disebabkan oleh *variable cost* yang terlalu tinggi dan keputusan manajemen. Grafik evaluasi ekonomi pabrik biodiesel tertera pada gambar berikut.



**Gambar 1.** Grafik Break even point dan Shut Down Point

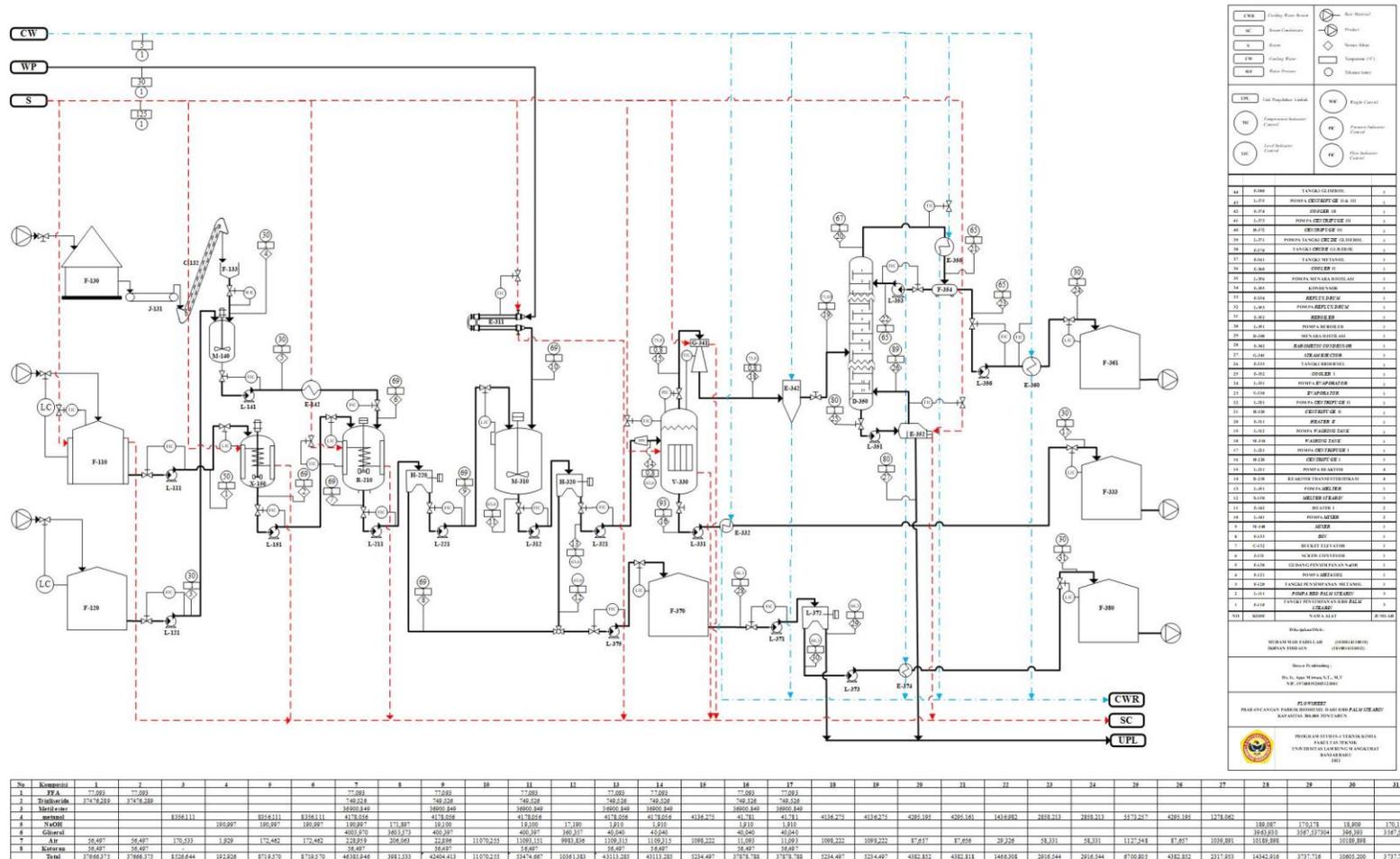
#### 5. Kesimpulan

Hasil perhitungan dan desain proses pabrik Aluminium sulfat, ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan data ekspor dan impor tahun 2016 sampai dengan 2020, perencanaan pabrik memproduksi Aluminium sulfat pada tahun 2027 berkapasitas 25.000 Ton/Tahun.
2. Berdasarkan pertimbangan sumber bahan baku, pemasaran produk dan lingkungan, direncanakan pabrik didirikan di daerah Gresik, Jawa Timur.
3. Hasil evaluasi ekonomi pabrik Aluminium Sulfat berkapasitas 25.000 ton/tahun adalah sebagai berikut:
  - Rata-rata keuntungan sebelum pajak : Rp 23.194.690.462
  - Rata-rata keuntungan setelah pajak : Rp 15.076.548.800
  - ROI (Return Of Investment) sebelum pajak : 29,28%



# PRARANCANGAN PABRIK BIODIESEL DARI REFINED BLEACHED DEODORIZED (RBD) PALM STEARIN DENGAN PROSES TRANSESTRIFIKASI KAPASITAS 300.000 TON/TAHUN



Gambar 2. Process Flow Diagram Pabrik Biodiesel

- ROI (Return Of Investment) sesudah pajak : 29,28%
- POT (Pay Out Time) sebelum pajak: 2,68 tahun
- POT (Pay Out Time) setelah pajak: 3,70 tahun
- BEP: 43%
- SDP: 27%

Dari hasil analisis ekonomi, dapat dinyatakan bahwa proyek pabrik ini memenuhi standar untuk didirikan.

### Daftar Pustaka

- Agriana, D. (2011): *Biodiesel*.
- Annual, B. (2020): *Biofuel Annual Jakarta*. Jakarta: GAIN.
- Aprawardhanu, (2009): *Produk Lanjutan Crude Palm Oil (CPO)*.
- Damayanti, Astrilia.(2010): Jurnal Bahan Alam terbaru
- Departemen Perindustrian Malaysia, (2007): *Malaysia: Gambaran Sekilas Kelapa Sawit*.
- Green Chemistry (2014): [www.saci.co.za/greenchem2014](http://www.saci.co.za/greenchem2014)
- Hyun, Seung. (2008): *Energy and Fuel*. Korea:Departmen Of Chemical Engineering, Haunyang University.
- Poram Standard Specifications for processed,palm oil. (2014)
- Schneider, J., et. al. (1939): *Manufacture of Sodium Hydrosulphide* (US Patent 2.154.917). United States Patent Office. Germany.
- Solarindustri. (2022): *Harga Solar Industri*. <http://solarindustri.com>. Diakses pada 22 Juni 2022.

