

# **ANALISA EKONOMI PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA PEMBUATAN BIODIESEL BERBAHAN BAKU MINYAK JELANTAH DENGAN KATALIS KOH KAPASITAS 37.000 TON/TAHUN**

Delfira Yudith Tomasila, Citra Putri Wahyu, Muhammad Adi, Yuliandro Hardiansyah,  
Profiyanti Hermien Suharti

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia  
[delfirayudith@gmail.com](mailto:delfirayudith@gmail.com), [[profiyanti@polinema.ac.id](mailto:profiyanti@polinema.ac.id)]

## **ABSTRAK**

Seiring dengan berjalannya waktu, permintaan masyarakat akan bahan bakar fosil terus meningkat. Hal ini tidak seimbang dengan ketersediaan bahan bakar fosil yang semakin menurun. Cadangan bahan bakar fosil di Indonesia sendiri diperkirakan akan habis dalam 10 tahun kedepan. Sehingga dibutuhkan suatu energi alternatif. Biodiesel adalah energi alternatif yang terbuat dari bahan bakar nabati, menyerupai solar atau minyak diesel, dan dapat menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> lebih sedikit dibanding solar. Pemilihan minyak jelantah dilakukan karena mudah didapat serta mampu menekan biaya produksi. Penambahan katalis KOH untuk membantu mempercepat reaksi. Pra rancangan pabrik biodiesel kapasitas 37.000 ton/tahun ini diharapkan mampu memenuhi 60% kebutuhan masyarakat. Hasil dari perhitungan diperoleh nilai *Return on Investment* (ROI) sebelum dan sesudah pajak berturut-turut sebesar 24% dan 18%, nilai *Pay Out Time* sebelum dan sesudah pajak berturut-turut adalah 4,1 tahun dan 5,4 tahun, nilai *Break Even Point* (BEP) sebesar 58,14%, dan nilai *Shut Down Point* (SDP) sebesar 27%. Berdasarkan hasil perhitungan maka Pra Rancangan Pabrik Kimia Pembuatan Biodiesel Berbahan Baku Minyak Jelantah dengan Katalis KOH Kapasitas 37.000 Ton/tahun layak untuk didirikan.

**Kata kunci:** pra rancangan pabrik kimia, biodiesel, minyak jelantah, analisa ekonomi

## **ABSTRACT**

*The public demand of fossil fuels has increase as time goes. On the other hand, the availability of fossil fuels has decreased. Indonesia's stock of fossil fuels estimated will run out in the next 10 years. Thus, renewable energy are needed. Biodiesel is a renewable energy made from fats, resemble solar or diesel fuels, and emits less CO<sub>2</sub> emission than solar. Waste cooking oil is selected because easy to obtained and able to suppress production cost. The presence of KOH is used to accelerate the reaction. This study of preliminary design of biodiesel plant with capacity 37.000 tons/year is expected to meet 60% of public needs. Shows the results from this research involve Return on Investment (ROI) before and after tax are 24% and 18%, the Pay Out Time (POT) before and after tax are 4,1 years and 5,4 years, the Break Even Point (BEP) is 58,14%, and the Shut Down Point (SDP) is 27%. This feasibility study of Preliminary Design Biodiesel Production from Waste Cooking Oil with KOH Catalyst and Capacity 37.000 tons/year is feasible founded.*

**Keywords:** preliminary desain chemical plant, biodiesel, waste cooking oil, cost analysis

## **1. PENDAHULUAN**

Seiring kenaikan permintaan bahan bakar cair yang terus meningkat, ketersediaan bahan bakar fosil semakin menurun dalam kurun waktu beberapa tahun terakhir, sehingga kebutuhan konsumen tidak terpenuhi. Konsumsi energi komersial Indonesia pada tahun

1990 sebesar 218,2 juta Setara Barel Minyak (SBM) mengalami kenaikan menjadi 546,6 juta Setara Barel Minyak (SBM) pada tahun 2005 (peningkatan sebesar 6,3%/tahun). Saat ini Indonesia memiliki cadangan minyak bumi sekitar 3,3 milyar barel dengan asumsi produksi konstan 800.000/hari tanpa adanya temuan terbaru, maka dalam 11-12 tahun kedepan Indonesia tidak mampu memproduksi minyak bumi [1]. Dalam hal ini diperlukan adanya energi alternatif untuk mengatasi kelangkaan bahan bakar, salah satunya memanfaatkan Bahan Bakar Nabati (BBN) atau biofuel sebagai *renewable energy* yang lebih ramah lingkungan dimana mampu mengurangi emisi karbon monoksida dibandingkan dengan minyak diesel atau solar, dan dapat terurai [2]. Pada komposisi hingga B10, biodiesel dapat menurunkan emisi 30% lebih banyak dibandingkan dengan bahan bakar diesel [3].

Biodiesel adalah bahan bakar yang berupa ester mono alkil atau *methyl ester* yang diturunkan dari rantai panjang yang diturunkan dari minyak nabati atau lemak hewani. Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan biodiesel adalah minyak jelantah. Minyak jelantah mengandung senyawa-senyawa yang bersifat karsinogenik, yang terjadi selama proses penggorengan. Namun demikian, minyak jelantah merupakan triester gliserol dari asam lemak jenuh dan tidak jenuh. Hampir semua minyak goreng murni mengandung 98% trigliserida sedangkan 2% merupakan komponen non-trigliserida seperti monogliserida, tokoferol, asam lemak bebas, fosfolipid, digliserida, serta sedikit komponen zat warna [4]. Minyak jelantah dipilih karena mudah didapat dan dapat menekan biaya produksi.

Pra rancangan pabrik biodiesel ini menggunakan proses esterifikasi dan transesterifikasi. Produksi biodiesel dibagi menjadi 3 tahap yaitu tahap *pre-treatment*, tahap reaksi, dan tahap pemurnian.

#### 1) Tahap *Pre-treatment*

Tahap ini disebut juga dengan tahap persiapan bahan baku sebelum diumpangkan ke proses. Bahan utama yang digunakan adalah minyak jelantah, limbah dari rumah makan cepat saji yang kemudian akan disaring terlebih dahulu sebelum ditampung dalam *storage tank*. Dari *storage tank*, minyak jelantah dipompa menuju *pre-heater* untuk proses pemanasan awal hingga mencapai suhu 60°C. Untuk bahan baku metanol 98% dan katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> akan dicampur terlebih dulu pada *mixing tank*. Sebelum dialirkan menuju reaktor esterifikasi, campuran metanol dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> akan dipompa menuju *preheater* untuk dipanaskan hingga suhu 60°C. Untuk bahan baku metanol 98% dan katalis KOH akan dilakukan *treatment* yang sama yaitu dicampur terlebih dulu pada *mixing tank* sebelum dialirkan menuju reaktor transesterifikasi. Selanjutnya KOH dan methanol yang sudah tercampur akan dipompa menuju *pre-heater* untuk dipanaskan hingga suhu 60°C lalu dialirkan menuju reaktor transesterifikasi [5].

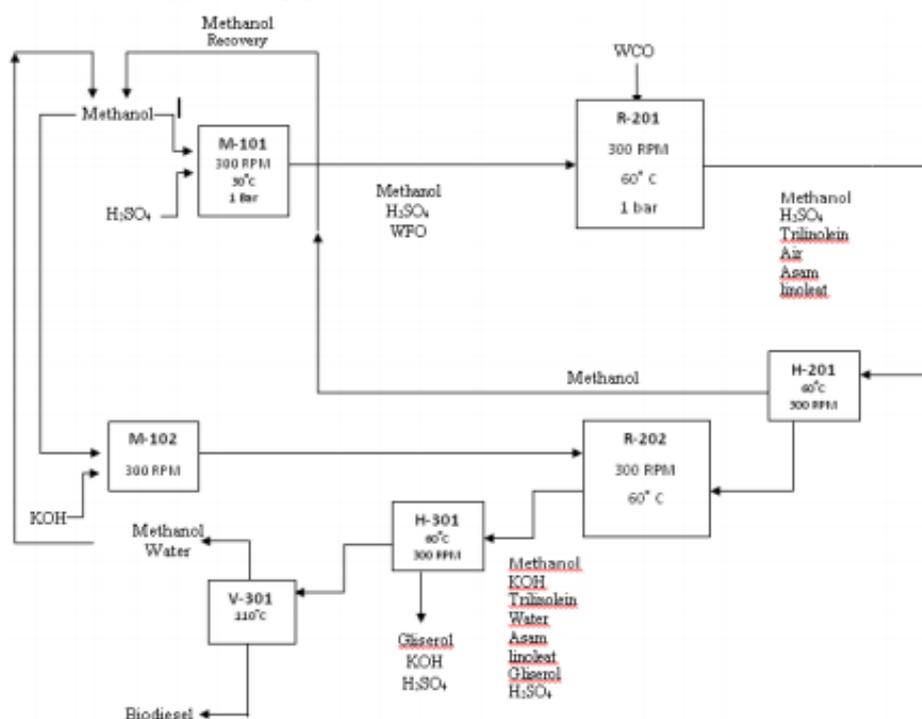
#### 2) Tahap Reaksi

Minyak jelantah serta metanol dan katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang telah melalui *pre-treatment* akan dialirkan menuju reaktor esterifikasi untuk proses esterifikasi. Hasil dari reaktor esterifikasi akan dialirkan menuju Decanter untuk dilakukan proses pemisahan minyak jelantah dengan metanol dan katalis yang tidak ikut bereaksi. Dari decanter, methanol dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang tersisa akan dipisahkan lalu *recovery* kembali. Sedangkan untuk minyak jelantah hasil esterifikasi kemudian diumpangkan menuju reaktor transesterifikasi untuk dilakukan proses transesterifikasi dengan campuran metanol dan KOH yang sebelumnya telah melalui *mixing* dan *heater* hingga mencapai suhu 60°C. Kedua reaktor yang digunakan bersifat eksotermis yaitu menghasilkan suhu yang tinggi, sehingga diperlukan pendinginan dengan *cooling water* untuk menjaga suhu agar tidak terjadi kondisi *overpressure* [5]. Reaktor berupa *Fixed Bed* digunakan karena memiliki efisiensi lebih tinggi daripada reaktor

batch, berdasarkan penelitian sebelumnya, dengan rasio mol metanol terhadap mol minyak 7:1 dan % katalis 2%, didapat kualitas biodiesel yang memenuhi standar ASTM, yang artinya biodiesel layak dijadikan bahan bakar mesin diesel [6].

### 3) Tahap Pemurnian

Hasil dari proses transesterifikasi akan dialirkan menuju decanter untuk memisahkan biodiesel dari gliserol dan katalis yang tersisa. Biodiesel yang terbentuk akan dialirkan kembali menuju Evaporator untuk dilakukan proses pemurnian dengan menghilangkan kandungan air yang masih tersisa dalam biodiesel sehingga dihasilkan biodiesel murni yang memiliki kemurnian hingga 96% [5].



Gambar 1. Flow diagram pembuatan biodiesel dari minyak jelantah

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui kelayakan pabrik dengan pertimbangan dari segi ekonomi pabrik. Pabrik biodiesel ini direncanakan akan didirikan pada tahun 2024. Untuk mengetahui kelayakan pabrik biodiesel ini, maka perlu memperhatikan analisa ekonomi yang mencakup poin-poin penting, meliputi:

### 2.1. Penaksiran Harga Peralatan

Harga alat proses industri setiap tahun mengalami perubahan. Untuk memperkirakan harga alat, diperlukan indeks yang dapat digunakan untuk mengkonversikan harga alat pada masa yang lalu sehingga diperoleh harga alat pada masa sekarang dan mendatang. Pendekatan dilakukan dengan metode *Least Square* berdasarkan indeks *Marshall and Swift Equipment Cost Index*. Setelah mendapat harga peralatan untuk tahun berdirinya pabrik, maka harga alat disesuaikan dan dilihat harganya pada [matche.com](http://matche.com).

### 2.2. Penaksiran Total Capital Investment

*Total capital investment* adalah modal keseluruhan dari mendirikan suatu pabrik. Penaksiran TCI diadopsi dari *Peter and Timmerhaus, Plant Design and Economic for Chemical*

*Engineering*. TCI meliputi modal tetap (*Fixed Capital Investment*) dan modal kerja (*Working Capital Investment*).

### 2.3. Penaksiran *Total Capital Cost*

*Total capital cost* (TPC) adalah besarnya biaya yang dikeluarkan untuk menghasilkan suatu produk, meliputi *manufacturing cost* dan *general expenses*. Penaksiran TPC diadopsi dari Peter and Timmerhaus, *Plant Design and Economic for Chemical Engineering*.

### 2.4. Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan adalah evaluasi ekonomi pabrik yang didesain untuk menentukan apakah pabrik tersebut layak atau tidak untuk didirikan [7]. Layak atau tidaknya suatu pabrik untuk didirikan dapat dilihat dari:

#### 1) *Rate of Investment (ROI)*

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100\% \quad (1)$$

#### 2) *Pay Out Time (POT)*

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{\text{Keuntungan} + \text{Fixed Capital Investment}} \quad (2)$$

#### 3) *Break Even Point (BEP)*

$$BEP = \frac{\text{Fixed manufacturing cost} + 0,3 \times \text{Regulated cost}}{(\text{Penjualan} - \text{variable cost} - 0,7 \times \text{variable cost})} \times 100\% \quad (3)$$

#### 4) *Shut Down Point*

$$SDP = \frac{0,3 \times \text{regulated cost}}{(\text{Penjualan} - \text{variable cost} - 0,7 \times \text{variable cost})} \times 100\% \quad (4)$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Perhitungan Ekonomi

Perencanaan suatu pabrik perlu ditinjau dari faktor-faktor ekonomi yang menentukan apakah suatu pabrik layak untuk didirikan atau tidak. *Total Capital Investment* adalah jumlah modal keseluruhan yang dibutuhkan untuk mendirikan suatu pabrik. TCI dibagi menjadi dua yaitu *Fixed Capital Investment (FCI)* dan *Working Capital Investment (WCI)*. FCI adalah modal yang diperlukan untuk mendirikan suatu pabrik, meliputi biaya pengadaan alat, biaya pemasangan alat, biaya instrumentasi, biaya perpipaan, biaya tenaga listrik, biaya bangunan, biaya tanah, biaya fasilitas, biaya *engineering*, biaya urusan hukum, biaya kontraktor, dan biaya tidak terduga. WCI adalah modal yang diperlukan untuk menjalankan pabrik yang telah siap untuk beroperasi dalam jangka waktu tertentu, meliputi bahan baku dan persediaan di gedung, hasil produksi dan yang sedang diproduksi, piutang, dan persediaan gaji dan upah. Hasil perhitungan TCI dihitung berdasarkan harga peralatan pabrik. Peralatan yang digunakan terdiri dari tangki penyimpanan, pompa, *mixer*, *heater*, *reactor*, *decanter*, *evaporator*.

**Tabel 1. Total capital investment**

No	Jenis biaya	Presentase		Biaya
1	Harga Peralatan (E)		Rp	8.911.197.738
2	Isolasi	8%	E Rp	712.895.819
3	Instrumentasi dan kontrol	6%	E Rp	42.773.749
4	Perpipaan	10%	E Rp	4.277.375
5	Listrik	8%	E Rp	342.190
	<i>Free on board/FOB (1+2+3+4+5)</i>		Rp	9.671.486.871
6	Biaya angkutan kapal laut	10%	FOB Rp	967.148.687
	<i>Cost and Freight/C&amp;F (FOB+6)</i>		Rp	10.638.635.558
7	Biaya asuransi	1%	CF Rp	106.386.356
	<i>Cost of Insurance &amp; Freight/CIF (C&amp;F + 7)</i>		Rp	10.745.021.914
8	Biaya angkutan ke lokasi pabrik	10%	CIF Rp	1.074.502.191
9	Pemasangan alat	35%	E Rp	3.118.919.208
10	Bangunan dan perlengkapan	10%	E Rp	891.119.774
11	<i>Service facilities</i>	40%	E Rp	3.564.479.095
12	Tanah	4%	E Rp	356.447.910
	<i>Total Direct Plant Cost/DC (CIF+8+9+10+11+12)</i>		Rp	19.750.490.092
13	<i>Engineering &amp; supervision</i>	5%	DC Rp	987.524.505
14	<i>Construction expenses</i>	7%	DC Rp	1.382.534.306
	<i>Total Indirect Plant Cost/IDC (13+14)</i>		Rp	2.370.058.811
	<i>Fixed capital investment (DC+IDC)</i>		Rp	22.120.548.903
	<i>Working capital (15% x FCI)</i>		Rp	3.318.082.336
	<i>Total capital investment (FCI+WC)</i>		Rp	25.438.631.239

Setelah menghitung *total capital investment*, menghitung *Total Production Cost (TPC)*. Perhitungan TPC terdiri dari *manufacturing cost* (biaya produksi) dan *general expenses* (biaya umum).

Untuk *manufacturing cost* yaitu biaya yang dikeluarkan pabrik yang berhubungan dengan operasi produksi, meliputi *direct production cost* (biaya produksi langsung yang terdiri dari biaya transportasi bahan baku, upah buruh, biaya supervisi, perawatan dan perbaikan, *power*, utilitas, dan royalti), *fixed charges* (biaya tetap yang terdiri dari pajak, depresiasi, dan asuransi), dan *plant overhead cost* (biaya tambahan pabrik yang terdiri dari pelayanan medis dan kesehatan, tunjangan keselamatan, perawatan pabrik secara umum, keamanan sosial, asuransi jiwa, pengepakan, fasilitas rekreasi, laboratorium, dan fasilitas penyimpanan).

*General expenses* (biaya umum) adalah biaya-biaya umum yang dikeluarkan untuk menunjang operasi pabrik, yang meliputi biaya administrasi, biaya pemasaran dan distribusi, biaya penelitian dan pengembangan serta pajak pendapatan. Hasil perhitungan TPC dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 2.** Perhitungan *total production cost*

No	Jenis biaya	Presentase		Biaya
1	<i>Raw materials</i>		Rp	704.127.765
2	<i>Operating labor (OL)</i>		Rp	7.008.000.000
3	<i>Direct supervisory &amp; clerical labor</i>	10% OL	Rp	700.800.000
4	<i>Utilities</i>		Rp	468.959.911
5	<i>Maintenance &amp; repairs (MR)</i>	2% FCI	Rp	442.410.978
6	<i>Operating supplies</i>	10% MR	Rp	44.241.098
7	<i>Laboratory charges</i>	10% OL	Rp	700.800.000
8	<i>Patent and royalty</i>	1% TPC		
	<i>Total Direct Production Cost (1+2+3+4+5+6+7+8)</i>		Rp	10.069.339.753
9	<i>Tools depreciation</i>	10% FCI	Rp	2.212.054.890
10	<i>Building depreciation</i>	2% FCI	Rp	442.410.978
11	<i>Local taxes</i>	2% FCI	Rp	442.410.978
12	<i>Insurance</i>	0% FCI	Rp	88.482.196
13	<i>Financing (interest)</i>	12% Loan	Rp	1.221.054.299
	<i>Total Fixed Charge/FC (9+10+11+12+13)</i>		Rp	4.406.413.342
	<i>Plant overhead cost (POC)</i>	0,4 OL + MR	Rp	3.245.610.978
14	<i>Administrative cost</i>	15% MR	Rp	66.361.647
15	<i>Distribution &amp; marketing cost</i>	2% TPC		
16	<i>R&amp;D cost</i>	2% TPC		
	<i>Total General Expenses</i>	4% TPC	Rp	66.361.647
	<i>Total production cost/TPC ( DPC + FC + GE + POC)</i>		Rp	18.723.921.809

Setelah melakukan perhitungan *total capital investment* dan *total production cost*, maka telah diketahui modal yang harus dikeluarkan serta biaya produksi. Selanjutnya adalah melakukan analisa kelayakan untuk menentukan apakah pabrik biodiesel layak untuk didirikan.

### 3.2. Analisa Kelayakan

Pembangunan dari suatu pabrik tentunya membutuhkan modal dari para investor. Para investor tentunya menginginkan modal yang diinvestasikan dapat menghasilkan laba dan dapat segera kembali pada waktu yang telah ditentukan. Untuk mengetahui hal tersebut maka dilakukanlah analisa kelayakan. Selain untuk mengetahui apakah pabrik layak untuk didirikan atau tidak, investor umumnya menilai analisa kelayakan suatu pabrik sebelum memutuskan untuk memberikan modal. Analisa kelayakan pabrik biodiesel meliputi sebagai berikut:

- 1) *Return on Investment (ROI)* atau *rate of return* adalah laju pengembalian modal. Pabrik biodiesel merupakan pabrik yang digolongkan *low risk* sehingga kriteria ROI sebelum pajak untuk pabrik *low risk* adalah minimal 11% [8].  
ROI sebelum pajak = 24%  
ROI setelah pajak = 18%  
Hasil perhitungan ROI di atas menunjukkan bahwa nilai sebelum pajak dan setelah pajak telah memenuhi kriteria kelayakan.
- 2) *Pay Out Time (POT)* adalah waktu pengembalian modal. Nilai POT sebelum pajak untuk pabrik *low risk* adalah <5 tahun [8].

POT sebelum pajak = 4,1 tahun

POT setelah pajak = 5,4 tahun

Beberapa investor lebih memilih untuk mempertimbangkan nilai sebelum pajak, dikarenakan pajak merupakan faktor yang tidak bisa digerakkan oleh perusahaan. Namun perlu diingat bahwa untuk melakukan investasi, diperlukan nilai yang sebenarnya. Untuk mengetahui hal ini maka hanya bisa dilakukan dengan penambahan pajak, sehingga nilai setelah pajak merupakan pendekatan yang lebih realistis [8]. Perhitungan POT setelah pajak untuk pabrik biodiesel dengan katalis KOH menunjukkan nilai yang lebih tinggi dari 5 tahun. Dengan demikian perlu pengkajian ulang agar nilai POT setelah pajak dapat memenuhi kriteria <5 tahun. Nilai POT dipengaruhi oleh nilai *Total Capital Investment* dan ROI, yang juga meliputi biaya peralatan dan biaya produksi.

- 3) *Break Even Point (BEP)* adalah kondisi dimana pabrik beroperasi pada kapasitas tidak untung dan tidak rugi. Nilai BEP untuk pabrik biodiesel ini adalah 58,14%. Nilai ini telah sesuai dengan batasan BEP sebesar 40% - 60% [8].
- 4) *Shut Down Point (SDP)* adalah suatu titik dimana pabrik mengalami kerugian sehingga pabrik harus ditutup. SDP dikatakan layak apabila memiliki nilai kisaran 20%-30% [8]. Besarnya SDP pabrik biodiesel ini adalah 27%.
- 5) *Discounted Cash Flow (DCF)* adalah perbandingan besarnya presentase keuntungan yang diperoleh terhadap *Total Capital Investment* dibandingkan dengan tingkat bunga yang berlaku di bank. Nilai DCF dikategorikan layak apabila nilai DCF minimal 24% [8]. Nilai perhitungan DCF pabrik biodiesel ini sebesar 34,3%.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perhitungan analisa kelayakan maka dapat diambil kesimpulan bahwa presentase *Return on Investment (ROI)* sebelum pajak dan setelah pajak adalah 24% dan 18%, nilai *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak dan setelah pajak adalah 4,1 tahun dan 5,4 tahun, nilai *Break Even Point (BEP)* adalah 58,14%, nilai *Shut Down Point (SDP)* sebesar 27%, dan nilai *Discounted Cash Flow (DCF)* sebesar 34,3%. Analisa kelayakan yang dihitung telah sesuai dengan kriteria kelayakan pendirian pabrik, maka pabrik biodiesel layak untuk didirikan.

#### REFERENSI

- [1] Tahar, A., 2018, *Ini Angka Cadangan Migas Indonesia dan Cara Meningkatkannya*, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta.
- [2] Aziz, I., 2008, *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dalam Reaktor Tangki Alir Berpengaduk*, Jurnal Kimia Valensi, Vol. 1, No. 2, 100-104.
- [3] Rubianto, L., Yuwono, S., Atikah., Soemarno., 2013, *Comparison of Biodiesel and Petrodiesel Particulate Emission*, International Journal of Engineering and Science, Vol. 2, No. 5, 66-69.
- [4] Rahmat, B., Setiasih, I., Kastaman, R., 2013, *Biodiesel Reactor Design with Glycerol Separation to Increase Biodiesel Production Yield*, Jurnal Makara Seri Teknologi, Vol. 17, No. 1, 11-16.
- [5] Rahadianti, E., 2018, *Biodiesel Production from Waste Cooking Oil*, Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry, Vol. 3, No. 3, 77-82.
- [6] Dewajani, H., 2011, *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Sawit Secara Kontinyu dalam Model Reaktor Berisian*, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan, 1-6.
- [7] Kantohe, A., Makmur, M., Yani, S., Suryanto, A., 2017, *Prarancangan Pabrik Gasoline*

*dari Crude Oil Aspal Buton (Asbuton) dengan Kapasitas 280.000 Ton/Tahun*, Jurnal Chemical Process Engineering, Vol. 2, No. 2, 27-32.

- [8] Aries, R., Newton R., 1955, *Chemical Engineering Cost Estimation*, McGraw Hill International Book Company, New York.