

Pra Desain Pabrik Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Proses Transesterifikasi

Achmad Rizaldi, Tahan Aprijal Simamora, Rachmad Ramadhan Yogaswara, Nove Kartika Erliyanti dan Erwan Adi Saputro*

Program Studi Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

*e-mail: erwanadi.tk@upnjatim.ac.id

Abstrak—Biodiesel dapat digunakan sebagai energi alternatif pengganti Bahan Bakar Minyak untuk jenis diesel / solar mendukung mandatori pemerintah terkait pemakaian Biodiesel (B30). oleh karena itu, Biodiesel mulai berkembang cepat sejalan dengan pelaksanaan kebijakan mandatori BBN yang mengamanatkan campuran BBN ke BBM sebesar 30% (B30). Keuntungan apabila menggunakan bahan baku minyak goreng bekas yakni biaya produksi lebih hemat 35 persen dibandingkan biodiesel dari CPO. dikarenakan Apabila 1,2 juta kiloliter biodiesel dari kelapa sawit diganti dengan minyak jelantah yang dikumpulkan dari sektor rumah tangga, bisa menghemat sekitar Rp4,2 triliun. Metode yang paling umum digunakan untuk memproduksi biodiesel yaitu menggunakan metode transesterifikasi dikarenakan metodenya relatif sederhana tanpa membutuhkan peralatan yang rumit serta tahapan reaksi yang lebih singkat dengan tetap menjaga kualitas produk biodiesel sesuai standar. Oleh sebab itu, akan didirikan Pabrik biodiesel dengan bahan baku minyak goreng bekas dan methanol dengan proses transesterifikasi dengan kapasitas 40.000 ton/tahun di Kawasan Industrial Banyuwangi di Kecamatan Wongsorejo, Kabupaten Banyuwangi, Provinsi Jawa Timur. Produk yang dihasilkan yakni biodiesel 98% dan produk samping berupa crude gliserin. Dengan desain umur pabrik selama 10 tahun serta masa konstruksi 2 tahun didapatkan bahwa Internal Rate of Return (IRR) sebesar 26,29 % lebih besar dari pada bunga bank yang sebesar 9,95%. kemudian Rate of Investment setelah pajak sebesar 35,21%, Pay Back Periode 2,7 Tahun serta Break Even Point (BEP) 30,8%.

Kata Kunci— Biodiesel; minyak goreng bekas; transesterifikasi; katalis homogen

I. PENDAHULUAN

BAHAN bakar seperti minyak bumi (fosil) diperhitungkan kurang lebih 60 tahun lagi akan habis bila dieksploitasi secara masif buat memperlambat serta meminimalkan ketergantungan akan bahan bakar olahan minyak bumi bisa dilakukan dengan menggunakan biodiesel yang bahan bakunya sangat mungkin buat dikembangkan lebih lanjut. Adapun biodiesel bisa dibedakan menjadi 2 yaitu dari asalnya yakni tumbuhan dan hewan. Beberapa penelitian membagikan hasilnya yakni bilangan cetana (CN) dari biodiesel relatif lebih tinggi dibandingkan minyak diesel (solar). Angka cetana buat minyak diesel yakni 45, sedangkan 62 buat yang berbasis dari kelapa sawit, 51 buat jarak pagar serta 62,7 buat yang berbasis dari kelapa sayur [1].

Biodiesel juga memiliki sifat fisika dan kimia yang mirip seperti minyak solar maka dari itu bisa dipakai menjadi

alternatif buat tunggangan bermesin diesel. Jika dibandingkan dengan solar, biodiesel mempunyai keistimewaan, yaitu: (i) meminimalkan ketergantungan kebutuhan impor minyak dari negara luar (ii) mampu diproduksi pada pedesaan, (iii) ramah akan lingkungan sebab biodiesel tidak memiliki unsur sulfur maka menyebabkan tidak adanya emisi SO_x, (iv) biodiesel bisa didapatkan dari hasil pertanian, sehingga bisa diperbaharui, (v) aman di segi penyimpanan dan transportasi sebab tidak mengandung racun. (vi) memiliki angka cetane yang tinggi, (vii) biodegradabel: jauh lebih cepat terurai oleh mikroorganisme dibandingkan minyak bumi [2].

Berbagai macam sumber minyak bisa digunakan selaku bahan baku dari biodiesel, seperti dari minyak nabati contohnya minyak kelapa, minyak sawit, minyak goreng bekas serta sebagainya [2].

Minyak goreng bekas (waste cooking oil) ialah golongan limbah minyak nabati dari aneka macam jenis minyak goreng, seperti minyak dari sayur, dari jagung, dari samin serta sejenisnya. Definisi minyak jelantah ialah minyak sisa penggorengan dari kegiatan rumah tangga atau sudah diambil manfaatnya, umumnya sudah menjadi berwarna coklat, teksturnya mengental dan mengandung asam lemak bebas yang besar (FFA). Minyak jelantah dapat mengandung senyawa yang karsinogenik dan berbahaya untuk tubuh. Karena itu minyak goreng bekas sudah tidak bisa digunakan lagi untuk proses pengolahan yang pada akhirnya menjadi limbah yang terbuang [4].

Penelitian tentang bahan bakar nabati pun terus berkembang dengan memanfaatkan beragam lemak nabati menjadi alkil ester asam lemak. Perkembangan ini mencapai puncaknya dipertengahan tahun 80-an dengan ditemukannya alkil ester asam lemak yang memiliki karakteristik yang hampir sama dengan minyak diesel fosil purbakala yang dikenal dengan biodiesel.

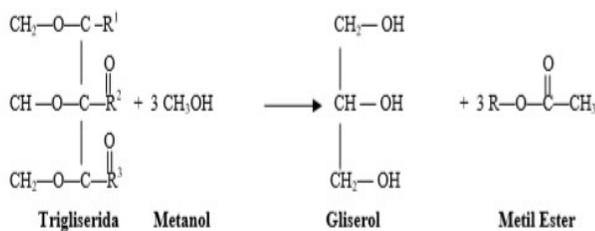
Pemanfaatan energi hijau memang merupakan kebutuhan yang sulit untuk dihindari lagi. Akan tetapi pada pengembangannya tanaman bahan bakar nabati membuat usaha perkebunan tidak hanya ditujukan untuk memenuhi kebutuhan pangan semata, tetapi juga untuk memenuhi kebutuhan akan suplai energi sehingga dilakukan suatu upaya untuk memanfaatkan minyak bekas (minyak jelantah) sebagai bahan bakar biodiesel untuk memenuhi kebutuhan energi kita.

Minyak jelantah merupakan sisa penggunaan dari produk minyak bumi. Minyak jelantah mempunyai karakteristik yang

hampir sama dengan karakteristik yang dimiliki oleh minyak bumi. Hal ini tentunya jika diteliti lebih lanjut bisa saja ditingkatkan nilai gunanya hingga minyak jelantah tersebut mampu diproses sehingga menghasilkan bahan baku alternatif untuk pembuatan biodiesel. Oleh karena itu, maka harus dilakukan penelitian untuk meningkatkan nilai guna minyak jelantah sehingga bisa diproses untuk menghasilkan sumber bahan baku alternatif biodiesel. Minyak jelantah yang tadinya hanya dibuang begitu saja akan lebih baik ketika dapat ditingkatkan nilai mutunya [5].

Salah satu kendala yang dihadapi dalam penggunaan biodiesel sekarang ini adalah harganya yang lebih mahal dari bahan bakar solar. Untuk itu diperlukan cara untuk menekan biaya produksi biodiesel. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah menggunakan bahan baku yang berasal dari minyak goreng bekas. Minyak ini secara ekonomis sudah tidak diperhitungkan lagi dan cenderung dibuang sebagai limbah karena selain merusak citra makanan yang diolah jugadapat merusak kesehatan manusia [6].

Proses yang paling umum digunakan di industri biodiesel adalah transesterifikasi (Gambar 1). Proses transesterifikasi trigliserida dengan katalis dapat dibagi dua, proses transesterifikasi dengan katalis homogen dan katalis heterogen. Sedangkan proses yang paling umum digunakan adalah transesterifikasi trigliserida dengan katalis basa homogen. Proses katalitik basa homogen lebih unggul dari proses katalitik asam (misalnya asam sulfat, H₂SO₄) dalam mengkatalisis reaksi transesterifikasi karena membutuhkan waktu reaksi yang lebih cepat Meskipun demikian, proses katalitik basa homogen memiliki beberapa kekurangan. Penggunaan katalis basa homogen untuk transesterifikasi memiliki kelemahan dalam hal pemisahan yang kompleks, pemurnian produk, dan selektivitasnya yang bergantung pada kandungan asam lemak bebas (ALB) dari bahan baku Oleh karena itu, dibutuhkan tenaga kerja dan air yang banyak untuk netralisasi, proses pemisahan produk biodiesel, dan pemisahan katalis yang akibatnya menciptakan masalah ekonomi dan lingkungan. Untuk mengatasi kelemahan dari proses katalitik homogen tersebut, katalis heterogen adalah alternatif yang baik untuk penggantian katalis homogen. Oleh karena itu, studi tentang katalis heterogen menarik perhatian peneliti sebagai cara untuk mengatasi kekurangan dari proses katalitik basa homogen. Selain katalis heterogen, proses transesterifikasi tanpa katalis juga menjadi perhatian peneliti dalam rangka mengatasi masalah kekurangan katalis basa homogen [7].



Gambar 1. Reaksi transesterifikasi biodiesel [3].

Berbagai penelitian biodiesel dari minyak goreng bekas sudah banyak dilakukan diantaranya penelitian Aziz dkk [8] dengan metode proses transesterifikasi berbahan minyak goreng bekas, methanol serta zeolite yang diaktifasi. Variable penelitian yaitu waktu reaksi serta konsentrasi zeolite mendapatkan hasil kondisi operasi terbaik didapatkan saat waktu reaksi nya pada 5 jam dengan konsentrasi zeolit sebesar 1% serta Yield biodiesel sebesar 12%.

Analisa terhadap minyak goreng bekas yang akan diproses menjadi biodiesel. Dari analisa yang dilakukan didapatkan asam lemak penyusun minyak goreng bekas adalah asam palmitat 0,9194 %, asam oleat 0,0437 %, asam margarat 40,3816 %, asam stearat 0,0943 % dan asam linoleat 58,5611 %. Berbagai penelitian sudah dilakukan untuk mendapatkan biodiesel dari minyak goreng bekas. Penelitian selama ini hanya menggunakan proses secara *batch*. Dari segi ekonomi proses ini kurang menguntungkan karena biaya investasi lebih mahal dan membutuhkan volume reaktor yang besar. Selain itu juga membutuhkan waktu untuk *start-up* dan *shut-down* proses. Untuk itu perlu dilakukan proses secara sinambung sehingga dapat mereduksi biaya, volume reaktor dan waktu proses [9].

Penelitian Buchori [9] dengan metode proses catalytic cracking berbahan minyak goreng bekas, asam sulfat serta zeolite yang diaktifasi. Variable penelitian yaitu konsentrasi asam sulfat serta ukuran katalis zeolite mendapatkan Hasil terbaik diperoleh dengan kondisi operasi katalis zeolite alam yang berukuran 0.125 mm yang diaktivasi dengan asam sulfat konsentrasi 4N.

Penelitian Suriani dkk [10] dengan metode proses transesterifikasi berbahan minyak goreng bekas, methanol serta natrium hidroksida. Variable penelitian yaitu massa adsorben bentonit untuk pemurnian biodiesel mendapatkan Hasil terbaik dengan kondisi massa adsorben bentonit 3% dengan *Yield* biodiesel sebesar 91,73%.

Penelitian Arifin dkk [11] dengan metode proses transesterifikasi berbahan minyak goreng bekas, methanol serta cangkang bekicot sebagai katalis. Variable penelitian yaitu konsentrasi jumlah katalis serta konsentrasi adsorben magnesium silikat untuk pemurnian mendapatkan hasil terbaik didapatkan dengan yield 63% dengan konsentrasi katalis seberat 6% serta magnesium silikat seberat 1%.

Sepanjang ini, minyak goreng bekas cuma terbuang serta tidak dimanfaatkan, lalu menjadi limbah. Padahal, minyak jelantah bisa dimanfaatkan sebagai bahan pengganti dari minyak CPO di program Negara biodiesel Indonesia. tidak sekedar bernilai inovatif serta ekonomis, langkah ini, juga bisa meminimalkan limbah lingkungan, memberikan dampak untuk perekonomian, baik buat kesehatan, serta mengurangi emisi gas rumah kaca, hingga mendukung dari aspek pembangunan wilayah.

Indonesia mempunyai potensi yang tinggi untuk memanfaatkan minyak goreng bekas menjadi bahan baku pembuatan biodiesel. Sisa konsumsi minyak goreng Indonesia relatif tinggi Karena Uni Eropa menghasilkan 22,7 juta ton, USA kurang lebih 16 juta ton, serta Negara India 23 juta ton. Sayangnya, hanya kurang lebih 18,5 persen yang bisa dikumpulkan menjadi bahan baku minyak jelantah.

Manfaatnya, dari segi biaya untuk produksi lebih menghemat 35%. apabila 1,2 juta kiloliter biodiesel berasal dari minyak CPO dialihkan menggunakan minyak jelantah yang sudah dikumpulkan, itu dapat menghemat lebih kurang Rp4,2 T.

Menurut pandangan dari Vice President Strategic planning Pertamina, Prayitno, menjelaskan bahwa masih terdapat sesuatu yang wajib diperhitungkan pada penggunaan minyak goreng bekas. Yakni dalam pengelompokan minyak goreng bekas skala industry, logistik serta handling. namun, kita mampu mengetahui bagaimana cara mereka untuk mengumpulkan minyak goreng bekas [4].

Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT) di sektor transportasi menunjukkan bahwa biodiesel mulai berkembang lebih besar dengan cepat dari tahun ke tahun sejalan dengan pengaplikasiannya kebijakan mandatori dari BBN yang mengharuskan campuran BBN ke BBM sebanyak 30% (B30) [12].

Tujuan perancangan pabrik biodiesel ini diantaranya yaitu untuk memanfaatkan kembali minyak goreng bekas menjadi produk yang lebih bernilai dan bermanfaat seperti energi terbarukan biodiesel. Kemudian untuk mendukung mandatori program pemerintah terkait penggunaan bahan bakar nabati (BBN) ke BBM sehingga akan mampu menekan angka kebutuhan impor minyak diesel solar.

II. KAPASITAS PRODUKSI DAN SELEKSI PROSES

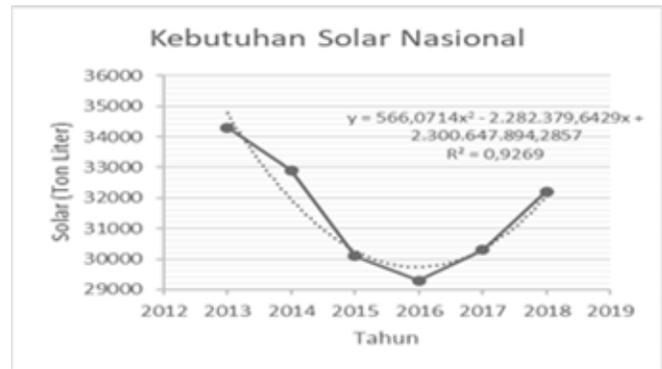
Dalam Penentuan Kapasitas Produksi Biodiesel diambil data kebutuhan diesel nasional dari kementerian ESDM [12].

Tabel 1.
Kebutuhan Diesel nasional

Tahun	Ton Liter
2013	34300
2014	32900
2015	30100
2016	29300
2017	30300
2018	32200

Terlihat data kebutuhan diesel nasional pada tahun 2013 sampai tahun 2018 dalam Tabel 1. Kemudian data dalam tabel 1 tersebut diplot di excel untuk membuat grafik untuk memperkirakan kebutuhan pada tahun dimana pabrik biodiesel ini beroperasi yakni pada tahun 2022, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan bahwa terjadi penurunan dari tahun 2013 hingga 2016, namun terjadi kenaikan dari setelah tahun 2016 hingga sekarang memiliki potensi kenaikan akan kebutuhan solar nasional.



Gambar 2. Kebutuhan diesel nasional.

Dari data diatas didapatkan persamaan yaitu:

$$y = 566.0714x^2 - 2,282,379.6429x + 2,300,647,894.2857 \quad (1)$$

dimana:

x = Tahun

y = Kebutuhan Diesel Nasional

Pabrik Biodiesel ini direncanakan beroperasi pada tahun 2022, sehingga untuk mencari kebutuhan pada tahun 2022, maka x = 2022. Sehingga didapatkan kebutuhan diesel (y) sebesar 50.118 Ton Liter. untuk mendukung mandatory pemerintah terkait pemakaian biodiesel, kami merancang pabrik dengan kapasitas produksi pabrik, diambil 80% dari kebutuhan biodiesel nasional pada tahun 2022, sehingga:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Produksi pabrik} &= 80\% \times 50.118 \text{ Ton Liter} \\ &= 40.000 \text{ Ton Liter / Tahun} \end{aligned}$$

Dalam perancangan suatu pabrik, penentuan lokasi pabrik merupakan salah satu faktor utama dalam menentukan keberhasilan suatu pabrik. Penentuan ini juga ditinjau dari, segi ekonomis yaitu berdasarkan pada Return On Investment, yang merupakan presentase pengembalian modal tiap tahun.

Daerah operasi ditentukan oleh faktor utama seperti bahan baku persediaan air listrik dan bahan bakar kemudian iklim serta pemasaran, sedangkan tepatnya lokasi pabrik yang dipilih ditentukan oleh faktor – faktor khusus seperti transportasi, buruh dan tenaga kerja.

Setelah mempelajari dan mempertimbangkan faktor – faktor yang mempengaruhi penentuan lokasi tersebut, maka pabrik yang direncanakan ini didirikan di daerah Kawasan Industrial Banyuwangi di Kecamatan Wongsorejo, Kabupaten Banyuwangi, Provinsi Jawa Timur.

Macam- macam proses dalam pembuatan dari Biodiesel seperti pada Tabel 2 dapat dilakukan dengan 3 proses, yaitu:

1. Proses Mikro Emulsi
2. Proses Pirolisis
3. Proses Transesterifikasi

1. Proses Mikro Emulsi

Metode mikro emulsi merupakan salah satu upaya untuk menurunkan viskositas minyak nabati yang kemudian dapat digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel. Metode ini dilakukan dengan mencampur minyak nabati ke dalam larutan methanol, 2-oktanol dan cetane improver dengan perbandingan 52,7 : 13,3 : 33,3 : 1 .untuk menstabilkannya perlu ditambahkan surfaktan dan kosurfaktan yang berfungsi menurunkan tegangan antar muka campuran menjadi sangat rendah.[13]

2. Proses Pirolisis

Pirolisis adalah proses dekomposisi minyak nabati secara termal atau dapat juga menggunakan bantuan katalis untuk memutuskan rantai hidrokarbon. Pemutusan rantai minyak nabati secara katalik dilakukan dengan menggunakan katalis yang biasa digunakan pada pemutusan rantai minyak bumi, yaitu SiO₂ atau Al₂O₃ pada temperatur 450-850 °C. Produknya kemudian difraksionasi untuk menghasilkan biodiesel, syngas serta arang.

Keuntungan produk biodiesel dari metode ini adalah adanya kemiripan dengan struktur bahan bakar diesel dari minyak bumi, tetapi kelemahan metode ini adalah karena prosesnya tidak boleh terdapat oksigen, maka bahan bakar yang dihasilkan tidak teroksidasi dan peralatan yang digunakan pada metode ini relatif mahal [13].

Tabel 2.
Metode produksi biodiesel [13].

Parameter	Mikro emulsi	Pyrolisis	Transesterifikasi
Bahan baku	Minyak kedelai, methanol, dan cetane number	Minyak nabati	Minyak nabati dan methanol
Kondisi operasi	Suhu 30 C	Suhu 500 C 1 Atm Waktu reaksi 30 menit	Suhu 60-70 C 1 Atm Waktu reaksi 30-60 menit
Konversi	-	50% arang 30% syngas 20% biodiesel	95-99 % Biodiesel
Katalis	Tween 80, oleique, Labrasol	SiO ₂ Al ₂ O ₃	NaOH
produk	Biodiesel	Arang, syngas, biodiesel	Biodiesel

3. Proses Transesterifikasi

Proses transesterifikasi ialah proses dari reaksi kimia antara alkohol yang bereaksi dengan senyawa trigliserida dari minyak, alkohol yang dipergunakan pada proses ini ialah methanol serta menggunakan bantuan katalis basa homogen (NaOH). Reaksi transesterifikasi menggunakan katalis basa lebih cepat serta juga seringkali dipergunakan secara komersil dari pada menggunakan katalis asam [13].

Transesterifikasi adalah proses yang mereaksikan trigliserida dalam minyak nabati atau lemak hewani dengan alkohol rantai pendek seperti metanol atau etanol yang menghasilkan metil ester asam lemak (Fatty Acids Methyl Esters /FAME) atau biodisel dan gliserol (gliserin) sebagai produk samping. Katalis yang digunakan pada proses transesterifikasi adalah basa/alkali. Jenis katalis yang biasa digunakan diantaranya seperti Natrium hidroksida (NaOH) atau kalium hidroksida (KOH). Katalis NaOH lebih kuat mengkatalisis reaksi transesterifikasi dibandingkan KOH, sebab pada konsentrasi yang sama tampak bahwa katalis NaOH lebih mampu menurunkan viskositas lebih rendah dari pada katalis KOH. Namun demikian. kekurangan katalis NaOH adalah kemudahan terbentuknya sabun sebagai hasil samping reaksi, sehingga perlu penanganan khusus pada proses pencucian [14].

Apabila bahan baku yang digunakan adalah minyak mentah yang mengandung kadar asam lemak bebas (FFA) tinggi (yakni lebih dari 2%) maka perlu dilakukan proses esterifikasi terlebih dahulu untuk menurunkan kadar asam lemak bebas hingga sekitar 2% supaya menghindari proses penyabunan saat dilakukan proses transesterifikasi [3].

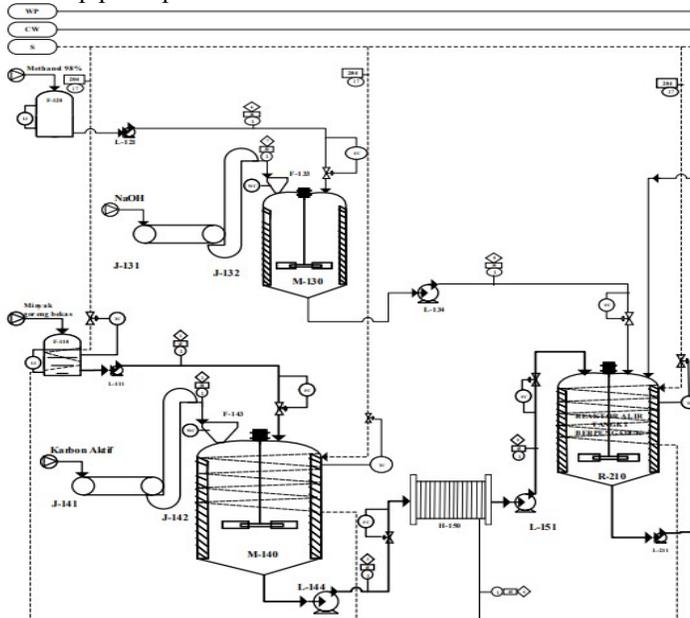
Dari beberapa metode pembuatan biodiesel, metode Transesterifikasi adalah metode yang sering digunakan karena relatif sederhana tanpa membutuhkan peralatan yang rumit dan juga bahan – bahan yang diperlukan dapat diperoleh dengan mudah, konversi reaksi nya tinggi serta produk yang dihasilkan memiliki yield yang tinggi sehingga lebih menguntungkan dari pada metode proses yang lainnya. Maka dari itu, perancangan pabrik biodiesel ini memilih proses Transesterifikasi.

III. URAIAN PROSES

Proses pembuatan Biodiesel dengan Proses transesterifikasi dengan menggunakan katalis basa homogen dimulai dengan memasukkkan semua bahan baku yakni minyak dengan methanol dalam reactor dibantu dengan penggunaan katalis NaOH yang berfungsi untuk mempercepat terjadinya reaksi transesterifikasi. dimana bahan baku minyak goreng bekas yang digunakan berfase liquid dan methanol juga berfase liquid. Kemudian secara garis besar operasi proses seperti dalam Gambar 3-5 dibagi menjadi 3 bagian yaitu:

- a. Tahap persiapan bahan
- b. Tahap reaksi
- c. Tahap pemurnian

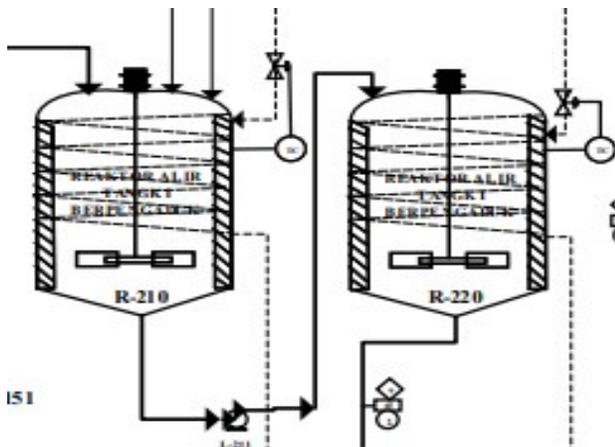
1. Tahap persiapan bahan



Gambar 3. Area persiapan bahan baku.

Bahan baku Minyak Goreng Bekas ditampung dalam tangki penampung Minyak goreng bekas (F- 110) dipanaskan dengan bantuan steam hingga suhunya 65°C. Bahan baku minyak goreng bekas yang masih tinggi FFA nya tersebut kemudian dimasukkan ke dalam Mixer II (M-140) yang beroperasi pada suhu 65°C dengan tekanan 1 atm dengan ditambahkan karbon aktif yang bertujuan untuk menurunkan kadar FFA nya supaya nanti reaksi Transesterifikasi dapat berjalan optimal serta meminimalkan reaksi penyabunan. Kemudian dialirkan menuju filter press (H-150) yang berfungsi untuk memisahkan bahan baku minyak goreng bekas yang sudah berkurang kadar FFA nya dengan karbon aktif, selanjutnya minyak goreng bekas tersebut dialirkan kedalam reaktor (R-210) dengan penambahan larutan Methanol dan NaOH yang sebelumnya sudah dicampur dalam Mixer I (M-130).

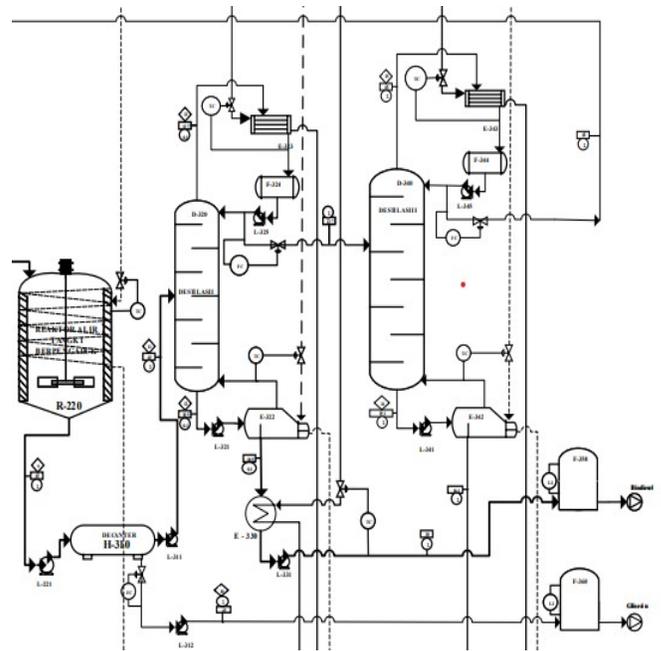
2.Tahap Reaksi



Gambar 4. Area sintesis biodiesel.

Di dalam reaktor (R-210) dan reactor (R-220) yang beroperasi pada suhu 65 °C, Trigliserida yang terkandung dalam minyak goreng bekas selanjutnya bereaksi dengan metanol 98% yang menyebabkan terjadinya reaksi transesterifikasi sehingga terbentuklah produk Methyl Ester (Biodiesel) dan produk samping gliserin dengan konversi reaksi sebesar 97%. Selanjutnya produk Methyl ester, Gliserin, air, FFA, NaOH maupun methanol dan trigliserida sisa dipisahkan menggunakan decanter dan kolom destilasi.

3.Tahap Pemurnian



Gambar 5. Area pemurnian biodiesel.

Campuran produk Methyl Ester yang keluar dari reactor masuk ke dalam decanter (H-310) untuk dipisahkan dengan gliserinnya. Prinsip pemisahan dalam decanter menggunakan perbedaan densitas antar gliserin dan methyl ester. Gliserin, NaOH dan air akan keluar sebagai produk bawah (under flow) yang kemudian ditampung dalam tangki penampung (F- 360). Sedangkan methyl ester yang masih mengandung FFA, Trigliserida dan Methanol sisa, dipisahkan menggunakan kolom destilasi I (D-320). Bahan yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap sebagai produk atas (Methanol dan Trigliserida). Sedangkan produk methyl ester dan FFA akan keluar sebagai produk bawah yang akan didinginkan terlebih dahulu menggunakan cooler (E-330) hingga bersuhu 30°C dan selanjutnya dialirkan ke dalam tangki penampung produk methyl ester (F-350).

Campuran methanol Trigliserida kemudian dipisahkan lagi menggunakan kolom destilasi II (D-340) yang bertujuan untuk memurnikan methanol. Selanjutnya methanol yang memiliki titik didih lebih rendah menjadi produk atas yang kemudian di recycle kembali ke dalam reaktor (R-210). Trigliserida yang menjadi bottom produk dialirkan ke Waste Treatment Plant (WTP) [15].

IV. MATERIAL BALANCE

Berdasarkan hasil perhitungan dari material balance Pra Desain Pabrik Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Proses Transesterifikasi, diperoleh bahwa dengan feed minyak goreng bekas sebanyak 6329,6928 Kg/Jam, pabrik ini dapat menghasilkan produk Biodiesel sebanyak 5050,5051 Kg/jam atau 40.000 Ton/tahun.

Pada alat utama, reaktor yang digunakan yaitu reaktor alir tangki berpengaduk, feed bahan masuk reaktor dari Filter Press diantaranya Trigliserida sebesar 5233,5546 kg/jam, Asam Lemak Bebas sebesar 40,9008 kg/jam dan H₂O sebesar 20,2776 kg/jam. Dari Mixer I diantaranya Metanol sebesar 1769,8719 kg/jam, H₂O sebesar 36,1198 kg/jam dan NaOH sebesar 52,3355 kg/jam. Lalu terjadi reaksi transesterifikasi didalam reaktor kemudian terbentuklah metil ester sebesar 5101,0767 kg/jam dan produk samping gliserin 547,7298 kg/jam dengan bahan trigliserida sisa sebesar 157 kg/jam, asam lemak bebas sisa sebesar 40,9008 kg/jam, H₂O sisa sebesar 56,3975 kg/jam, methanol sisa 1197,6133 kg/jam dan NaOH sebesar 52,3355 kg/jam.

V. ANALISIS EKONOMI

Dengan desain umur pabrik selama 10 tahun, didapatkan Internal Rate of Return (IRR) sebesar 26,29 % yang dimana nilainya lebih besar dari bunga pinjaman bank sebesar 9,95%. Kemudian didapatkan Pay Out Time (POT) sebesar 2.7 tahun dan Break Even Point (BEP) sebesar 30,8 %.

VI. KESIMPULAN/RINGKASAN

Dari hasil yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perencanaan Operasi : kontinyu, 24 jam/hari, 330 hari
2. Kapasitas Produksi : 40.000 ton/tahun
3. Bahan Baku
 - Minyak Goreng Bekas : 6329,6928 Kg/Jam
 - Methanol : 589,9573 Kg/Jam
4. Produk
 - Biodiesel : 5050,5051 Kg/Jam
 - Gliserin : 721.4288 Kg/Jam
5. Umur Pabrik : 10 tahun
6. Masa Konstruksi : 2 tahun
7. Analisa Ekonomi:

a) Pembiayaan

- Modal Tetap (FCI) : Rp 334.984.131.183
- Modal Kerja (WCI) : Rp 145.303.679.512
- Investasi Total(TCI) : Rp 480.287.810.695
- Biaya Produksi Total : Rp 581.214.718.049

b) Penerimaan

- Hasil Penjualan : Rp 771.851.614.049

c) Rehabilitasi Perusahaan

- Laju Pengembalian Modal (IRR) : 26,29 %
- Waktu Pengembalian Modal (POT) : 2,7 tahun
- Break Even Point (BEP) : 30,8 %

Dari hasil uraian diatas, dari segi teknis dan ekonomis terlihat bahwa IRR sebesar 26,29 % berada di atas bunga pinjaman bank sebesar 9,95 %. Jangka waktu pengembalian modal (POT) selama 2,7 tahun, lebih kecil dari waktu pengembalian modal yang ditetapkan pemberi pinjaman yaitu 10 tahun. Berdasarkan kondisi seperti ini, pabrik Biodiesel dari minyak goreng bekas ini layak untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Darmanto, 2006, analisa biodiesel minyak kelapa sebagai bahan bakar alternative minyak diesel, Jurnal Traksi, 4(2): 64.
- [2]. Putri dkk, 2012, studi proses pembuatan biodiesel dari minyak kelapa (coconut oil) dengan bantuan gelombang ultrasonik, Jurnal Rekayasa Proses, 6(1): 20-25.
- [3]. Arita dkk, 2008, pembuatan metil ester asam lemak dari cpo off grade dengan metode esterifikasi-transesterifikasi, Jurnal Teknik Kimia, 15(2): 34-43.
- [4]. Elfadina, 2021, analisa minyak goreng bekas sebagai biodiesel, Jurnal Teknik, 1(2): 21.
- [5]. Padil dkk, 2010, pembuatan biodiesel dari minyak kelapa melalui reaksi metanolisis menggunakan katalis caco₃ yang dipijarkan, Jurnal Natur Indonesia, 13(1): 27-32.
- [6]. Wahyudin dkk, 2018, tinjauan perkembangan proses katalitik heterogen dan non-katalitik untuk produksi biodiesel, Jurnal Keteknik Pertanian, 6(2): 123-136.
- [7]. Elisabeth, 2001, biodiesel sawit, bahan bakar alternatif ramah lingkungan, warta penelitian dan pengembangan pertanian, 23.
- [8]. Aziz dkk, 2012, Penggunaan Zeolit Alam sebagai Katalis dalam Pembuatan Biodiesel, Jurnal Valensi, 2 (4): 511-515.
- [9]. Buchori, 2007, Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas Dengan Proses Catalytic Cracking, Jurnal Teknik, 28 (2): 10.
- [10]. Surliaimi Dkk, 2016, Proses Dry Washing Biodiesel Dari Minyak Jelantah Menggunakan Bentonit, Prosiding Seminar Nasional Hasil Riset dan Standardisasi Industri VI, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala.
- [11]. Arifin Dkk, 2016, Produksi Biodiesel Dari Minyak Jelantah Menggunakan Katalis Heterogen Cangkang Bekicot (Achatina Fulica) Dengan Metode Pencucian Dry Washing, Jurnal Rotor, 9(2): 15.
- [12]. Kementrian ESDM, 2019, outlook energy indonesia 2019, Jakarta: DEN
- [13]. Zhang dkk, 2003, biodiesel production from waste cooking oil, Bioresource Technology, 89(1):1-16
- [14]. Joelianingsih dkk, 2006, Perkembangan proses pembuatan biodiesel sebagai bahan bakar nabati (bnn), Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [15]. Jackam et al., 2010, Production of biodiesel and glycerin from high free fatty acid feedstocks, US patent no.US 7,806,945 b2.