

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Bahan bakar fosil adalah sumber energi yang tidak dapat diperbaharui. Namun demikian pemakaian bahan bakar minyak fosil lebih banyak dipakai dibandingkan dengan bahan bakar yang lain. Sehingga dibutuhkan alternatif pengganti bahan bakar fosil. Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar pengganti yang baik untuk dipakai dan dikembangkan di Indonesia. Biodiesel merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan karena tidak menimbulkan emisi seperti bahan bakar minyak fosil.

Berikut ini merupakan hasil beberapa penelitian tentang uji bahan bakar biodiesel dari minyak nabati (kelapa) yang sudah pernah dilakukan. Menurut Abdurachman dan Mulyani (2003), pertanaman kelapa di Indonesia mencapai luasan 3,76 juta ha dan 92,40% di antaranya merupakan perkebunan rakyat dengan pola pengusahaan secara monokultur. Kemudian berdasarkan penilaian kesesuaian lahan untuk tanaman kelapa, lahan yang berpotensi untuk pengembangan kelapa mencapai 10,70 juta ha, terluas terdapat di Papua, Kalimantan Barat, Kalimantan Timur, dan Riau. Peningkatan produksi kelapa dapat dilakukan melalui pemanfaatan beberapa sumber pertumbuhan produksi, di antaranya meningkatkan produktivitas tanaman dengan pemanfaatan varietes unggul, pengendalian hama atau penyakit, pemupukan, merehabilitasi, dan meningkatkan kesehatan tanaman, serta perluasan tanaman ke areal baru yang potensial.

Menurut Nugraha dan Taharuddin (2015) biodiesel dapat dibuat dari berbagai biomassa yang mengandung minyak. Kelapa adalah salah satu biomassa yang potensial dikembangkan karena produksinya yang sangat besar di Indonesia. Pembuatan biodiesel dari minyak kelapa dapat menggunakan ekstraktor-transesterifikator, dimana proses ekstraksi dan reaksi terjadi secara kontinyu di dalam satu unggun. Pada pembuatan biodiesel ini bahan yang digunakan adalah minyak kelapa dengan metanol sebagai pelarut dan reaktan melalui proses

ekstraktor-transesterifikator. Kemudian hasil dari proses ekstraksi-transesterifikasi dengan methanol sebagai pelarut sekaligus reaktannya, diperoleh bahwa laju alir dan temperatur terbaik pada proses ekstraksi adalah 50 ml/menit dan 60°C dengan yield yang didapat sebanyak 49,10 gr atau 38,36% dari 128 gr kandungan minyak di kelapa kering. Dan pada proses transesterifikasi, temperatur terbaik adalah 60°C dengan metil ester yang dihasilkan sebanyak 30,00 gr atau 94,94%. Pada penelitian ini, NRe laju alir metanol tidak diperhitungkan sebelumnya sehingga perbedaan laju alir tidak terlalu mempengaruhi dibandingkan perbedaan temperatur operasi.

Darmanto dan Sigit (2006) melakukan penelitian tentang analisa biodiesel minyak kelapa sebagai bahan bakar alternatif minyak diesel.

Tabel 2.1 Hasil pengujian bahan bakar

Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan sampel dengan kode						Biodiesel	Metode Pemeriksaan
	B0...()	B5	B10	B15	B20	B25		
Viscosity Kinematic at 100 °F, cst	3,694	4.442	4.635	5.123	5.299	5.635	11.20	ASTM D 1298
Flash Point P.M.c..°F	144	101	99	98	108	106	68	ASTM D 445
Specific gravity at 60 °F	0.8478	0.8547	0.8578	0.8559	0.8586	0.8612	0.9119	ASTM D 93
Caloric Value, BTU/lb	19603	19559	19539	19551	19533	19517	19177	
Cetana Number	51.4							

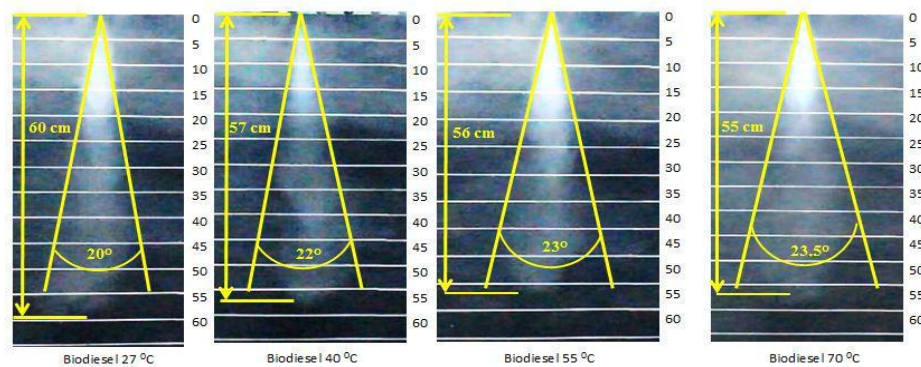
Dari tabel 2.1 menunjukkan bahwa biodiesel minyak kelapa mempunyai nilai viskositas yang lebih tinggi daripada solar. Namun untuk nilai flash point dan nilai kalor, biodiesel minyak kelapa lebih rendah daripada solar.

Harsono dan Siregar (2015) melakukan penelitian dan pengujian performa mesin diesel dengan perbandingan bahan bakar solar 100% dengan campuran solar dan biodiesel minyak kelapa menunjukkan hasil bahwa campuran antara solar 70% dengan biodiesel 30% mempunyai daya maksimum 5,36 HP dengan efisiensi daya 97,64% pada 2.190 rpm, paling mendekati bila dibandingkan dengan daya maksimum solar murni (100%), 5,41 HP dengan efisiensi daya 98,36% pada 2.200 rpm. Jadi dapat dikatakan bahwa campuran antara solar 70% dengan biodiesel 30% adalah campuran optimum. Kemudian untuk Torsi maksimum pada daya maksimum bahan bakar adalah campuran antara solar 70% dengan biodiesel 30% adalah 1.748 kgm, torsi maksimum campuran antara solar 80% dengan biodiesel

20%, 1.745 kgm, sedangkan torsi maksimum pada daya maksimum campuran antara solar 90% dengan biodiesel 10% adalah 1.738 kgm. Ketiga torsi maksimum bahan bakar campuran tersebut berada di bawah torsi maksimum solar 100%, 1.761 kgm. Selanjutnya untuk Kebutuhan bahan bakar spesifik campuran antara solar 70% dengan biodiesel 30% yaitu 293,01g/kW-jam dan bahan bakar solar 100% 311,81 g/kW-jam.

Pengujian bahan bakar biodiesel selanjutnya dilakukan oleh Sari dan Pramono (2012), yang melakukan pengujian tentang unjuk kerja mesin diesel dengan bahan bakar biodiesel dari minyak jelantah, dengan metanol 50% dan katalis NaOH 0,35%. Pada pengujian ini biodiesel dicampur atau *dimixing* dengan solar dengan perbandingan 20% biodiesel dan 80% solar, perbandingan ini diberi kode *mixing* (M20). Berdasarkan pengujian dan pengamatan pada motor diesel tipe S-1110, menunjukkan perbandingan konsumsi bahan bakar solar dan biodiesel M20 terbukti lebih hemat bahan bakar daripada menggunakan solar mulai dari rpm terendah (1200 rpm) sampai rpm tertinggi (2200 rpm) dengan persentase penghematan rata-rata biodiesel M20 sebesar 21,26%. Sedangkan berdasarkan perhitungan konsumsi bahan bakar spesifik (sfc) menunjukkan hasil konsumsi bahan bakar spesifik (sfc) biodiesel M20 lebih hemat daripada solar dengan persentase penghematan rata-rata sfc biodiesel M20 sebesar 21,88% dari rpm terendah (1200 rpm) sampai rpm tertinggi (2200 rpm).

Priyanto, (2017) melakukan pengujian tentang karakteristik semprotan bahan bakar biodiesel minyak sawit dengan variasi perbedaan temperatur, mulai dari biodiesel temperatur 27°C, 40°C, 55°C, dan 70°C. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah perubahan temperatur biodiesel dapat memperbaiki karakteristik semprotan bahan bakar berupa panjang penetrasi semprotan yang semakin pendek dan sudut yang lebih besar. Hal tersebut dapat di lihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.1 Semprotan biodiesel variasi temperatur 27°C, 40°C, 55°C, 70°C

Pada gambar 2.1 menunjukkan bahwa dengan kenaikan temperatur bahan bakar biodiesel menyebabkan perubahan karakteristik semprotan biodiesel dimana penetrasi semprotannya menjadi lebih pendek dan sudutnya lebih besar seiring dengan kenaikan temperatur biodiesel jika dibandingkan dengan pemanasan biodiesel standar.

Untuk hasil emisi gas buang dari bahan bakar biodiesel lebih baik dibandingkan dengan hasil emisi gas buang dari bahan bakar fosil. Turnip (2010) melakukan pengujian tentang emisi gas buang hasil pembakaran mesin, maka diperoleh dengan hasil kadar CO terendah terjadi saat menggunakan bahan bakar biodiesel dimethyl ester B-01 yaitu 0,033%, kadar Nox terendah terjadi saat menggunakan bahan bakar biodiesel dimethyl ester B-01, B-02, dan solar sebesar 0 ppm, kadar HC terendah terjadi saat menggunakan bahan bakar biodiesel dimethyl ester b-01 sebesar 3 ppm, kadar CO<sub>2</sub> terendah terjadi saat menggunakan bahan bakar biodiesel dimethyl ester B-01 sebesar 2,40%, kadar O<sub>2</sub> terendah terjadi saat menggunakan bahan bakar dimethyl ester B-02 sebesar 14,75%.

Dari beberapa tinjauan pustaka di atas maka dapat disimpulkan bahwa biodiesel dari minyak nabati mempunyai nilai properties atau sifat fisik bahan bakar yang lebih tinggi daripada solar murni. Dengan melakukan pemanasan yang teratur dapat memperbaiki nilai properties dari biodiesel yang cenderung tinggi. Kemudian untuk campuran bahan bakar pada pengujian kinerja mesin diesel menunjukkan bahwa campuran solar 70% dan biodiesel 30% adalah campuran optimum yang menghasilkan torsi maksimum senilai 1.748. Sedangkan untuk kebutuhan bahan

bakar spesifiknya menunjukkan nilai sebesar 293,01 g/kW-jam. Campuran antara bahan bakar biodiesel dengan minyak solar terbukti lebih hemat dibandingkan dengan hanya menggunakan minyak solar murni. Selain itu emisi gas buang yang dihasilkan dari campuran bahan bakar minyak solar dengan biodiesel adalah senilai 2,40%. Artinya emisi gas buang dari bahan bakar yang dicampur dengan biodiesel lebih baik daripada gas emisi buang yang dihasilkan oleh bahan bakar minyak solar murni.

Pengujian kinerja mesin diesel dengan menggunakan bahan bakar solar dengan minyak kelapa sudah pernah dilakukan. Perbedaan penelitian yang sebelumnya sudah dilakukan dengan penelitian yang dilakukan terletak pada bahan bakarnya. Penelitian yang pernah dilakukan menggunakan bahan bakar minyak solar dengan biodiesel dari minyak kelapa dan minyak kemiri. Ada pula yang menggunakan bahan bakar minyak solar dengan biodiesel minyak jelantah. Sedangkan penelitian yang dilakukan adalah menggunakan bahan bakar solar dengan biodiesel minyak kelapa dengan proses pembuatan berdasarkan variasi waktu dan temperatur. Perbedaan penelitian selanjutnya adalah terletak pada pengujian karakteristik injeksi nosel (semprotan nosel).

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Motor Bakar**

Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin pengerak, yang merubah energi panas menjadi energi gerak (mekanis) untuk melakukan kerja. Secara garis besar mesin kalor dibagi dalam 2 kelompok, yaitu mesin kalor jenis pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*) dan mesin kalor jenis pembakaran luar (*External Combustion Engine*). Contoh dari mesin kalor jenis pembakaran dalam adalah motor diesel, motor bensin, dan turbin gas. Sedangkan untuk contoh dari mesin kalor jenis pembakaran luar adalah turbin uap. Mesin pembakaran dalam atau motor bakar adalah sebuah mesin yang proses pembakaran bahan bakarnya terjadi di dalam mesin itu sendiri, sehingga gas hasil pembakaran bahan bakar dipakai sebagai fluida kerja untuk melakukan kerja mekanis. Sedangkan mesin pembakaran luar adalah sebuah mesin yang proses pembakaran bahan bakarnya terjadi diluar

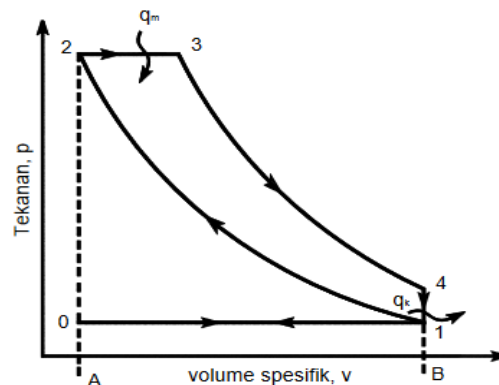
mesin. Pada proses pembakaran ini, energi panas dari gas pembakaran bahan bakar digunakan untuk merubah air menjadi uap bertekanan tinggi. Selanjutnya uap tersebut dirubah menjadi energi mekanis untuk melakukan kerja mekanis.

### 2.2.2 Motor Diesel

Motor diesel merupakan salah satu jenis mesin kalor pembakaran dalam, dimana pembakaran bahan bakarnya melalui proses *injeksi* sampai panas tertentu dengan menggunakan tekanan udara yang tinggi di dalam ruang bakar. Motor diesel biasanya disebut dengan motor penyalaan kompresi (*compression ignition engine*). Karena cara penyalaan bahan bakarnya dilakukan dengan menyemprotkan bahan bakar yaitu solar ke dalam udara yang telah bertekanan dan bertemperatur tinggi, sebagai akibat dari proses kompresi (Nuruzzaman, 2003). Perbandingan kompresi yang rendah biasanya digunakan pada motor diesel ukuran besar dengan putaran rendah sedangkan perbandingan kompresi tinggi biasanya digunakan pada motor diesel ukuran kecil dengan putaran tinggi (4000 rpm), perancangan biasanya menggunakan perbandingan kompresi yang serendah-rendahnya berdasarkan pertimbangan kekuatan material dan berat mesinnya, oleh karena itu motor diesel bekerja dengan perbandingan kompresi antara 14-17 (Wiranto, 2002).

Motor diesel menggunakan siklus dual diesel, siklus ini berasal dari rancangan Rudolf Diesel untuk menggunakan udara tanpa bahan bakar yang ditekan sampai tekanan tinggi (karena itu temperaturnya tinggi) dengan menggunakan angka kompresi yang tinggi dari daripada siklus Otto. Temperatur yang tinggi ini menyebabkan bahan bakar menyala pada waktu disemprotkan kedalam ruang pembakaran. Dalam siklus ini udara ditekan hingga volume yang sangat kecil sehingga mempunyai tekanan dan temperatur yang sangat tinggi didekat TMA, bahan bakar disemprotkan kedalam silinder berisi udara tekanan tinggi dan terjadilah proses pembakaran.

Mesin diesel ideal mempunyai lima proses, yaitu proses pemasukan panas, kompresi isentropic, pemasukan panas ( $Q_1$ ), pemasukan panas ( $Q_2$ ), ekspansi isentropic, dan pembuangan.



Gambar 2.2 Siklus mesin diesel (Arismunandar, 1988)

Proses dari siklus tersebut yaitu :

- 0 – 1 : Langkah hisap, tekanan ( $p$ ) konstan (isobarik).
- 1 – 2 : Langkah kompresi, tekanan ( $p$ ) bertambah (adiabatik).
- 2 – 3 : Proses pemasukan kalor (isobarik).
- 3 – 4 : Proses ekspansi (adiabatik).
- 4 – 1 : Proses pengeluaran kalor (isokhorik).
- 1 – 0 : Langkah buang, tekanan ( $p$ ) konstan (isobarik).

Pada awalnya udara murni masuk dalam silinder, kemudian dilanjutkan proses kompresi, udara murni dikompresikan sehingga mencapai tekanan dan suhu tinggi. Tekanan dan suhu tinggi ini yang kemudian digunakan untuk membakar bahan bakar. Bahan bakar masuk melalui nosel dengan tekanan tinggi dan sampai di ruang bakar berupa kabut. Dengan suhu dan tekanan yang tinggi maka bahan bakar (solar) yang telah berupa kabut akan bercampur dengan udara dan selanjutnya akan terbakar. Tekanan dalam ruang silinder akan meningkat dan mendorong torak ke bawah atau yang disebut sebagai *ekspansi adiabatik*. Kemudian gas sisa pembakaran akan dibuang melalui saluran buang. Proses pembakaran tersebut akan berlangsung secara terus menerus selama mesin hidup.

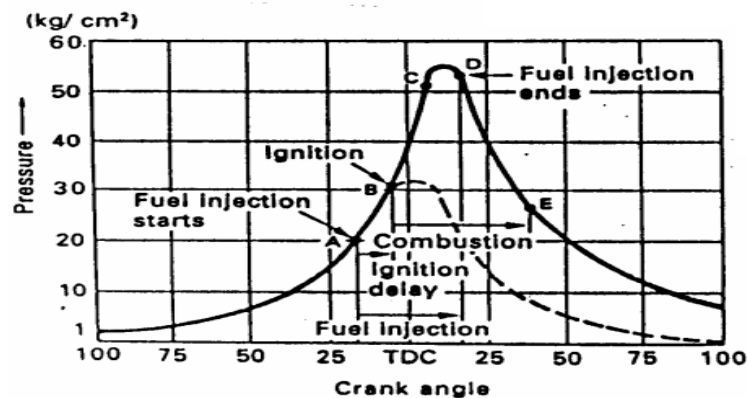
### 2.2.3 Pembakaran di Dalam Motor Diesel

Pembakaran adalah suatu reaksi kimia yang cepat antara oksigen dengan elemen – elemen dari bahan yang mudah atau dapat terbakar, disertai timbulnya cahaya dan menimbulkan panas.

Motor diesel merupakan jenis motor dengan pembakaran yang memanfaatkan suhu dari udara yang telah dikompresikan di dalam silinder (*Compression-ignition engine*). Tekanan udara didalam silinder motor diesel pada akhir langkah kompresi adalah 40-45 Kg/cm<sup>2</sup> dan temperaturnya 600°C (E. Karyanto, 2000 : 164).

Bahan bakar disemprotkan oleh injektor (nosel) dalam bentuk kabut. Penyalaan dimulai dari titik dimana campuran bahan bakar dan udara yang paling sesuai, selanjutnya di ikuti dengan pembakaran dari campuran tersebut. Sedangkan terjadinya proses pembakaran akan mengakibatkan peningkatan suhu dan tekanan udara.

Proses pembakaran motor diesel berlangsung dalam empat periode sebagai berikut :



Gambar 2.3 Diagram proses pembakaran pada motor diesel  
(Isuzu Training Center, 2011)

1. Periode pertama : kelambatan pembakaran / *Delay Periode* (A-B)

Periode ini merupakan proses percampuran dari bahan bakar yang mengandung partikel halus dan udara, sehingga membentuk campuran yang mudah terbakar. Waktu yang dibutuhkan untuk proses ini dinamakan periode persiapan pembakaran (*delay periode*). Lama waktu pada periode ini sangat mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh motor diesel. Kenaikan tekanan seiring dengan gerakan naiknya torak didalam silinder.



2. Periode kedua : penyebaran api (B-C)

Campuran bahan bakar dan udara mulai terbakar dan api akan menyebar ke seluruh ruang pembakaran dengan cepat sehingga akan timbul letupan dalam silinder dalam silinder dan tekanan maupun suhunya akan naik secara cepat.

3. Periode ketiga : Pembakaran langsung (C-D)

Bahan bakar segera terbakar pada periode ini sehingga tidak ada proses keterlambatan nyala. Pembakaran dapat dikontrol dengan sejumlah bahan bakar yang disemprotkan pada periode ini. Oleh karena itu periode ini sering disebut juga dengan periode pembakaran terkontrol. Periode ini berhubungan dengan kecepatan penyemprotan, ukuran tetesan kabut dan jumlah penyemprotan.

4. Periode keempat : Pembakaran sisa (D-E)

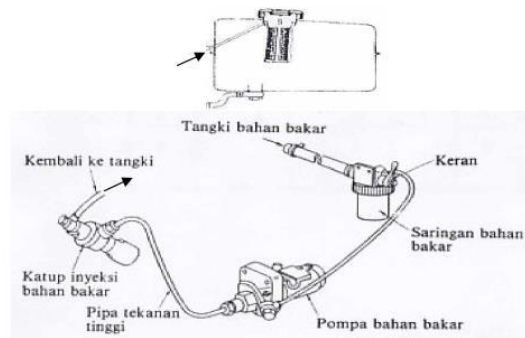
Meskipun penyemprotan bahan bakar telah selesai, keadaan pembakaran sempurna belum sepenuhnya tercapai pada titik D dan masih akan terbakar antara titik D-E, pada proses ekspansi/kerja.

Periode ini berhubungan erat dengan banyaknya bahan bakar yang akan disemprotkan, tetesan ukuran kabut, kontak dengan udara dalam ruang bakar. Agar pembakaran ini dapat efektif, maka tekanan selama periode pembakaran cepat dijaga serendah mungkin.

Karakteristik bahan bakar diesel yang penting yaitu kualitas penyalaan (*ignition quality*). Kualitas penyalaan ini berkaitan dengan apa yang disebut "*ignition delay*". Semakin pendek *ignition delay* maka semakin baik pula kualitas penyalaannya. Kualitas ini ditunjukkan dengan angka cetane (*Cetane Number, CN*).

#### **2.2.4 Sistem Bahan Bakar**

Secara sederhana sistem bahan bakar pada motor diesel berfungsi untuk menyuplai bahan bakar ke ruang bakar dengan takaran yang sesuai dengan kerja motor diesel. Komponen utama dari sistem bahan bakar motor diesel 4 langkah meliputi : tangki bahan bakar, keran, saringan bahan bakar, pompa injeksi bahan bakar, pipa penyalur dan pipa tekanan tinggi dan injektor (katup injeksi bahan bakar).

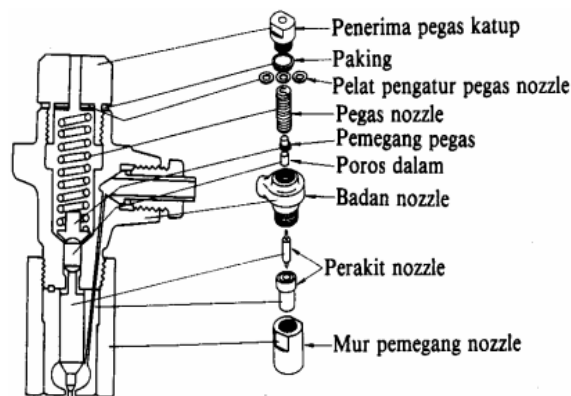


Gambar 2.4 Skema aliran sistem bahan bakar mesin diesel  
(Sari dan Pramono, 2012)

### 2.2.5 Injektor dan Nosel

Injektor berfungsi untuk menghantarkan bahan bakar dari pompa injektor ke dalam silinder pada setiap akhir langkah kompresi dimana piston mendekati titik mati atas (TMA). Injektor yang dirancang sedemikian rupa mengubah tekanan bahan bakar dari pompa injektor yang bertekanan tinggi untuk membentuk kabut yang bertekanan antara 60 sampai 200 kg/cm<sup>2</sup>.

Nosel sendiri merupakan salah satu bagian dari injektor yang berfungsi sebagai penyemprot bahan bakar ke dalam ruang bakar.



Gambar 2.5 Konstruksi injektor  
(Dikmenjur, 2004)

Nosel merupakan salah satu komponen yang terdapat pada injektor, lebih tepatnya berada pada ujung injektor. Nosel berfungsi sebagai katup pembentuk kabutan bahan bakar yang diharapkan. Nosel terpasang pada bodi injektor menggunakan mur pengikat (*retaining nut*).

Besarnya tekanan pengabut pada nosel dapat diatur melalui tegangan pegas yang menekan jarum nosel. Bila tekanan yang diinginkan lebih tinggi, maka dapat dilakukan dengan menambah plat pengatur pegas nosel dan sebaliknya.

Konsep kerja injektor yaitu bahan bakar yang ditekan oleh pompa injeksi masuk ke dalam injektor melalui saluran tekanan tinggi. Tekanan bahan bakar yang tinggi akan mendorong jarum pengabut melawan arah tegangan pegas, sehingga jarum pengabut terangkat membuka lubang injektor dan bahan bakar masuk ke dalam silinder. Pada saat proses penginjeksian ini, sebagian bahan bakar yang tidak ikut terinjeksikan akan disalurkan kembali ke tangki bahan bakar melalui saluran balik.

### 2.2.6 Bahan Bakar Motor Diesel

High Speed Diesel (HSD) merupakan BBM jenis solar yang memiliki angka performa *cetane number* 45, jenis BBM ini umumnya digunakan untuk mesin transportasi mesin diesel yang umum dipakai dengan sistem injeksi pompa mekanik (*injection pump*) dan *electronic injection*, jenis BBM ini diperuntukkan untuk jenis kendaraan bermotor transportasi dan mesin industri (<http://www.bphmigas.go.id>). Bahan bakar yang sebaiknya digunakan dalam motor diesel adalah jenis bahan bakar yang dapat segera terbakar (sendiri) yaitu dapat memberikan periode persyaratan pembakaran rendah. Berikut ini sifat – sifat bahan bakar yang mempengaruhi kinerja mesin diesel antara lain :

a. Kekentalan (*Viskositas*)

*Viskositas* bahan bakar diesel berfungsi sebagai pelumas komponen sistem bahan bakar. *Viskositas* menunjukkan resistensi fluida terhadap aliran. Semakin tinggi viskositas bahan bakar, semakin sulit suatu bahan bakar diinjeksikan.

b. Titik Nyala (*Flash Point*)

Merupakan temperatur paling rendah dimana bahan bakar siap dinyalakan apabila bersinggungan dengan api. Titik api berada diatas titik nyala yaitu sekitar 10°C sampai dengan 20°C. *Flash point* bahan bakar menjadi indikator besarnya bahaya kebakaran, bahan bakar yang *flash*

*pointnya* rendah akan sangat berbahaya terhadap terjadinya kebakaran (Sudik, 2013).

c. Titik Beku (*Pour Point*)

Titik Beku (*Pour Point*) merupakan titik temperatur terendah dimana bahan bakar mulai membeku. Kondisi temperatur *Pour Point* yang tinggi dapat ditandai dengan sulitnya bahan bakar mengalir dan bentuk kabutan yang kasar.

d. Titik Uap (*Volatility*)

*Volality* adalah sifat atau kemampuan bahan bakar untuk berubah menjadi fase uap. Bahan bakar diesel (solar), *volatility* ditunjukkan dengan 90% temperatur destilasi. Artinya pada temperatur destilasi 90% bahan bakar telah dapat didestilasikan dari minyak mentah (Sukoco dan Arifin; 2008: 49).

e. Residu Karbon

Residu karbon adalah karbon yang ditinggal setelah penguapan dan pembakaran habis. Bahan bakar yang diuapkan dari minyak, diperolehkan residu karbon maksimum 0,10%. Kadar residu karbon menunjukkan kadar fraksi hidrokarbon yang mempunyai titik didih yang lebih tinggi dari bahan bakar, sehingga dapat mengakibatkan karbon tertinggal setelah penguapan dan pembakaran bahan bakar (Toyib, 2017).

f. Sifat korosif

Bahan bakar minyak tidak boleh mengandung bahan yang bersifat korosif dan tidak boleh mengandung asam basa.

g. Kualitas Penyalaan (*cetane number*)

Angka setana bahan bakar diesel biasanya ditetapkan antara 20-60, angka setana bahan bakar 50 berarti 50% Polyolifin dan 50% Alpha Methil Napthalene. Untuk menaikkan besarnya angka setana dapat dipergunakan senyawa Oxyorganik yang biasanya dikenal dengan istilah "*Diesel Dope*" (Sukoco dan Arifin; 2008; 50-51).

### 2.2.7 Minyak Solar

Minyak solar adalah bahan bakar minyak yang dihasilkan dari proses penyulingan minyak bumi mentah, bahan bakar ini mempunyai warna kuning coklat yang jernih. Minyak solar biasa digunakan sebagai bahan bakar pada semua jenis motor (diesel) termasuk kendaraan bermotor. Minyak solar sering disebut juga sebagai gas oil, ADO, HSD, atau Dieseline.

Solar mempunyai sifat utama sebagai bahan bakar, antara lain: 1) Tidak berwarna atau sedikit kekuning-kuningan dan berbau, 2) Encer dan tidak menguap dibawah temperatur normal, 3) Titik nyala tinggi 40°C sampai 100°C , 4) Terbakar spontan pada 350°C, sedikit di bawah bensin, 5) Berat jenis 0,82 s/d 0,86, 6) Menimbulkan panas yang besar (10.917 kkal/kg), dan 7) Mempunyai kandungan sulphur yang lebih besar dibanding dengan bensin (Sudik, 2013).

### 2.2.8 Biodiesel

Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar yang dapat diperbaharui yang terbuat dari minyak tumbuh – tumbuhan (nabati) atau lemak hewan. Secara kimia, biodiesel merupakan bahan bakar yang terdiri dari campuran *monoalkil ester* dari rantai panjang asam lemak. Bahan bakar biodiesel mempunyai potensi besar untuk diaplikasikan sebagai bahan bakar pengganti solar dan *flash point* dari biodiesel lebih rendah dari pada solar. Biodiesel dapat dicampur dengan minyak solar ataupun dengan minyak diesel. Biodiesel dapat disintesis dari minyak jelantah kelapa sawit melalui dua tahapan reaksi yaitu reaksi esterifikasi dan transesterifikasi. Biodiesel diproses berdasarkan reaksi kimia yang disebut dengan transesterifikasi untuk mengubah minyak dasar menjadi ester yang diinginkan dan membuang asam lemak bebas. Katalis yang digunakan dalam pembuatan biodiesel adalah katalis basa, baik *Kalium Hidroksida* atau *Natrium Hidroksida*.

Agar dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti solar, biodiesel harus mempunyai kemiripan sifat fisik dan kimia dengan minyak solar. Salah satu sifat fisik yang penting adalah viskositas. Sebenarnya, minyak lemak nabati sendiri dapat dijadikan bahan bakar, namun, viskositasnya terlalu tinggi (28 – 40 mm<sup>2</sup>/s) sehingga tidak memenuhi persyaratan untuk dijadikan bahan bakar mesin diesel

(Chen, Hao. et. al, 2015). Karena Minyak nabati memiliki kekentalan (viskositas) yang jauh lebih besar dari minyak diesel atau solar maupun biodiesel, sehingga pompa penginjeksi bahan bakar di dalam mesin diesel tak mampu menghasilkan pengkabutan (*atomization*) yang baik ketika minyak nabati disemprotkan ke dalam kamar pembakaran (Destianna, et. al, 2007). Proses Transesterifikasi dilakukan untuk menurunkan viskositas minyak nabati sehingga dapat menjadi biodiesel yang memiliki karakteristik mendekati solar.

Adapun tahapan – tahapan pembuatan sampel biodiesel dari minyak kelapa sebagai berikut :

- a. Mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan untuk pembuatan sampel.
- b. Mengukur volume minyak kelapa murni sebanyak 1200 ml. Setelah ditakar minyak dimasukkan kedalam toples.
- c. Selanjutnya toples yang berisi minyak dimasukkan kedalam alat, setelah itu pastikan alat pembuat biodiesel dalam keadaan ON, seting variasi temperature sesuai yang diinginkan sambil minyak diaduk dan dipanasi di dalam alat tersebut.
- d. Sambil menunggu minyak kelapa mencapai suhu yang dicapai, langkah selanjutnya menakar perbandingan antara campuran methanol sebanyak 15% dari volume minyak kelapa dan katalis (KOH) sebanyak 1% dari volume minyak kelapa.
- e. Setelah mencapai suhu yang diinginkan masukan campuran katalis dan methanol kedalam minyak kelapa.
- f. Seting variasi waktu pada timer sesuai yang di inginkan.
- g. Timer yang sudah diseting pada waktu yang tertentu akan mati secara otomatis, angkat minyak yang sudah selesai melalui pada proses transesterifikasi.
- h. Proses pemisahan antara biodiesel dan gliserol dengan cara diamkan selama 8 jam, setelah itu pisahkan dalam
- i. Mencuci biodiesel setelah melalui pemisahan dengan perbandingan 1:2 antara air dan biodiesel dengan suhu air 70°C

- j. Mencuci biodiesel setelah melalui pemisahan dengan perbandingan 1:2 antara air dan biodiesel dengan suhu air 70°C
- k. Panasi biodiesel yang sudah melalui proses pencucian dengan suhu 100°C selama 15 menit.
- l. Setelah proses pemanasan untuk menghilangkan kandungan air yang terkandung dalam biodiesel, selanjutnya pindahkan biodiesel kedalam toples berukuran 100 ml dan 1000 ml dalam keadaan yang sudah dingin.
- m. Ulangi langkah-langkah di atas untuk seluruh variabel variasi temperature dan waktu yang akan di uji.

Biodiesel yang dihasilkan dari proses transesterifikasi memiliki karakteristik. Adapun karakteristik biodiesel dapat dilihat dari tabel

Tabel 2.2 Sifat fisik dan kimia biodiesel

No	Parameter	SNI Biodiesel
1	Komposisi	Metil ester
2	Densitas 40°C	0,86-0,89 gr/ml
3	Viskositas kinematic	2,3-6,0 mm/d(cst)
4	Titik nyala	Minimal 100°C
5	Titik kabut	Maksimal 18°C
6	Gliserol bebas	Maksimal 0,02%
7	Angka setana	Minimal 51

### 2.2.9 Minyak Kelapa

Minyak kelapa atau *Virgin Coconut Oil* merupakan minyak kelapa yang diperoleh dari daging buah kelapa segar melalui proses pemanasan tertentu atau tanpa pemanasan dan tidak menggunakan tambahan bahan kimia maupun lainnya. Pembuatan biodiesel dari minyak kelapa murni dapat dilakukan dengan berbagai metode. Pada penelitian ini minyak kelapa murni dibuat menjadi biodiesel melalui proses *transesterifikasi*, yaitu proses dimana reaksi antara *trigliserida* yang terkandung dalam minyak dan penerima gugus asil. Penerima gugus asil dapat berupa asam *karboksilat (asidolisis)*, alkohol (*alkoholisis*) atau ester lain (*interesterifikasi*) (Robles dkk, 2009).

Minyak kelapa dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif atau bahan campuran minyak solar karena terdapat asam-asam yang mengandung unsur karbon sebagai salah satu komponen pembakaran. Tiga macam asam tersebut adalah asam *oleic*, asam *linoleic*, dan asam *lauric*. Ada karakteristik penting campuran minyak kelapa dengan minyak solar: a) berat jenis dan viskositas sedikit lebih tinggi dari pada minyak solar, b) memiliki angka setana lebih rendah dari pada minyak solar, c) nilai panas atau nilai kalor relatif lebih rendah dari pada minyak solar (Sudik, 2013).

### 2.2.10 Persamaan Rumus Borman

Secara teoritis, panjang semprotan ini juga dapat diketahui dengan menggunakan persamaan berikut (Borman, 1998).

$$\frac{L}{L_b} = 0.0349 \times \left(\frac{\rho_a}{\rho_f}\right)^{1/2} \times \left(\frac{t}{d_o}\right) \times \left(\frac{\Delta P}{\rho_f}\right)^{1/2}$$

Dimana  $L_b$  dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut (Borman, 1998) :

$$L_b = 15.8 \times d_o \times \sqrt{\frac{\rho_f}{\rho_a}}$$

Keterangan :

- L : Panjang semprotan (mm)
- $\rho_f$  : Densitas bahan bakar ( $\text{kg/m}^3$ )
- $\rho_a$  : Densitas udara ( $\text{kg/m}^3$ )
- $\Delta P$  : Tekanan injeksi (Pa)
- $d_o$  : Diameter lubang nosel (mm)

Sedangkan untuk mencari sudut semprotan dapat dicari menggunakan persamaan sebagai berikut (Borman, 1998) :

$$\theta = 0.05 \times \left(\frac{\Delta P \times (d_o)^2}{\rho_f \times (V_f)^2}\right)^{1/4}$$



Keterangan :

- $\theta$  : Sudut semprotan ( $^{\circ}$ )  
 $\Delta P$  : Tekanan injeksi (Pa)  
 $d_o$  : Diameter lubang nosel (mm)  
 $\rho_f$  : Densitas bahan bakar ( $\text{kg/m}^3$ )  
 $\nu_f$  : Viskositas kinematik bahan bakar ( $\text{m}^2/\text{s}$ )

### 2.2.11 Daya Listrik

Daya listrik adalah besarnya usaha yang dilakukan oleh sumber tegangan dalam 1 detik. Jika dalam waktu  $t$  detik sumber tegangan telah melakukan usaha sebesar  $W$ , maka daya alat tersebut adalah sebagai berikut (teknikelektronika.com).

Rumus perhitungan daya listrik yang digunakan :

$$P = \frac{W}{t} \dots\dots\dots (2.2)$$

- Dimana,  $P$  : Daya (Joule/detik) atau Watt  
 $W$  : Usaha (Joule)  
 $t$  : Waktu (detik)

1 Joule / detik = 1 Watt atau  $1 \text{ J/s} = 1 \text{ W}$

Karena  $W = VIt$ , maka :

$$P = \frac{VIt}{t} \text{ atau } P = V \times I \dots\dots\dots (2.3)$$

- Dimana,  $P$  : Daya (Watt)  
 $V$  : Tegangan / beda potensial (Volt)  
 $I$  : Arus (Ampere)

### 2.2.12 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC)

Konsumsi bahan bakar spesifik atau *specific fuel consumption* merupakan parameter unjuk kerja mesin yang berhubungan langsung dengan nilai ekonomis sebuah mesin, karena dengan mengetahui hal ini maka dapat dihitung jumlah bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan sejumlah daya dalam selang waktu tertentu (T.A.P Krisnadi N, 2009 di dalam Sari dan Pramono, 2012).

Untuk menghitung konsumsi bahan bakar secara spesifik atau *specific fuel consumption*, maka didapatkan rumus sebagai berikut :

$$SFC = \frac{m_f \times 10^3}{P} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana, SFC : *Specific Fuel Consumption* atau konsumsi bahan bakar spesifik (kg/kW.h)

$m_f$  : Laju aliran bahan bakar (kg/jam)

P : Daya keluaran (kW)

Besarnya laju aliran bahan bakar ( $m_f$ ) dihitung dengan rumus berikut :

$$m_f = \frac{\rho_f \cdot V_f \cdot 10^{-3}}{t_f} \times 3600 \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana,  $\rho_f$  : Densitas (g/ml)

$V_f$  : Volume bahan bakar yang diuji (ml)

$t_f$  : Waktu untuk menghabiskan bahan bakar sebesar volume