BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Bambang Prastyanto (2012) melakukan penelitian dengan penambahan biodiesel dari minyak biji nyamplung pada bahan bakar solar terhadap hasil uji unjuk kerja mesin diesel generator set dengan prosentase volumetris 10%, 20%, 30% dan 100% (B10, B20, B30, dan B100). Seiring bertambahnya prosentase biodiesel minyak biji nyamplung untuk daya, torsi terjadi penurunan yang sama. Nilai penurunan rata-rata secara berturut 2,82%, 10,31%, 11,85%, dan 30,23%. Hal ini disebabkan semakin besar prosentase penambahan biodiesel minyak biji nyamplung pada biosolar mengakibatkan menurunya nilai kalor, sehingga semakin besar prosentase penambahan biodiesel pada solar akan dapat menurunkan nilai torsi, daya, bmpe. Sedangkan untuk sfc terjadi kenaikan, nilai kenaikan rata-rata 1,87%, 20,88%, 20,72% dan 69, 15%. Hal ini disebabkan semakin besar penambahan prosentase biodiesel minyak biji nyamplung pada biosolar menyebabkan kenaikan pemakaian bahan bakar dikarenakan turunya nilai kalor yang berakibat pada turunya daya dan naiknya konsumsi bahan bakar.

Sudarmanta (2014), Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jurusan Teknik Mesin, menyatakan tentang Pengaruh Penambahan Biodiesel Terhadap Unjuk Kerja dan Emisi Motor Diesel Pada Derajat Waktu Injeksi *Advance*, menyimpulkan: pada pemakaian 100% biodiesel dapat mengurangi durasi *ignition delay* sampai 4 deg, durasi *premixied combustion* sampai 2 deg, *heat release* total sampai 26% emisi soot sampai 30% serta meningkatkan durasi *diffusion combustion* sebesar 3 deg dibandingkan dengan *fossil diesel*; pada pengukuran unjuk kerja mesin menunjukkan bahwa penambahan prosentase biodiesel kedalam campuran bahan bakar menghasilkan penurunan unjuk kerja (torsi, daya, bmpe, dan effisiensi thermis) 1-3% untuk setiap penambahan 20% biodiesel pada campuran bahan bakar dan kenaikan *brake specific fuel consumption* 2-4 % untuk setiap penambahan 20% biodiesel pada campuran bahan bakar ; Pada pengukuran emisi mesin menunjukkan bahwa penambahan prosentase biodiesel kedalam campuran bahan bakar menghasilkan penurunan emisi partikel *soot* 4-6% untuk setiap penambahan 20% biodiesel pada campuran.

2.2 Pengertian Motor Diesel

Motor diesel merupakan motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*) dimana proses pembakaran yang terjadi membutuhkan tekanan tinggi dan temperatur udara tinggi yang nantinya akan dikompresi oleh piston yang posisi piston hampir mencapai titik mati atas (TMA). Maka dari itu motor diesel tidak memerlukan loncatan bunga api (percikan) untuk terjadi pembakaran di dalam ruang bakar. Melalui nosel bahan bakar disemprotkan ke dalam ruang bakar kemudian terjadi pembakaran didalam ruang bakar sehingga udara yang ada didalam silinder telah mencapai temperatur yang tinggi. Bahan bakar yang digunakan pada motor diesel dapat terbakar jika memenuhi syarat perbandingan rasio kompresi yang digunakan, yaitu 12-24 (Cengel:2014).

2.3 Biodiesel

Biodiesel merupakan bahan bakar yang terdiri dari campuran mono-alkil ester dari rantai Panjang asam lemak, yang digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk mesin diesel dan bersumber dari bahan yang dapat diperbarui seperti minyak nabati atau lemak hewani. Dibandingkan dengan bahan bakar fosil, biodiesel memiliki kelebihan seperti bersifat *non-toxic,* biodegradable, mempunyai angka emisi CO_2 dan gas sulfur yang rendah dan sangat ramah terhadap lingkungan (Marchetti *et* al, 2008). Biodiesel dibuat dengan melakukan proses yang dimana proses tersebut adalah reaksi esterifikasi asam lemak bebas atau transesterifikasi trigliserida dengan methanol/etanol dan bantuan katalis sehingga menghasilkan metil ester/etil ester asam lemak dan gliserol (Sufriani, 2006).

2.4 Biodiesel Minyak Biji Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*)

Nyamplung termasuk jenis tanaman yang biasanya tumbuh di sekitar tepi pantai di Indonesia. Nyamplung atau biasa disebut *calophyllum inophyllum* berasal dari Afrika Timur dan pantai India akan tetapi tanaman ini tumbuh di daerah tropis khususnya di negara sekitar Samudra Hindia dan Samudra Pasifik.

Minyak biji nyamplung yang telah melewati proses pengepresan biasanya bewarna kehijauan dengan memiliki kadar asam lemak bebas yang masih tinggi maka dari itu untuk menjadikan biodiesel harus dilakukan proses pendahuluan terlebih dahulu yakni proses *degumming* dan esterifikasi. Sahirman (2009) melakukan proses pembuatan biodiesel dari biji tanaman nyamplung, proses *degumming* merupakan proses yang sangat mempengaruhi kualitas minyak nyamplung. *Degumming* dilakukan pada suhu 80 derajat celcius selama 15 menit dan akan dilanjutkan dengan pembershian menggunakan air hangat dengan suhu 60

derajat celcius, sampai warna minyak yang tadinya kehijauan berubah menjadi kemerahan, seperti pada Gambar 2.1.

Gambar 2.1 Hasil ekstrak minyak biji nyamplung

2.5 Karakteristik Minyak Nyamplung

Perbandingan standar ASTM D6751-3 dan SNI 04-7182-2012 untuk karakteristik minyak nyamplung, komposisi asam lemak dibandingkan minyak nabati lainnya dan karakteristik biodiesel nyamplung dapat dilihat pada Tabel 2.1 kandungan minyak nyamplung, Tabel 2.2 komposisi asam lemak minyak nyamplung, dan Tabel 2.3 karakteristik biodiesel nyamplung.

Tabel 2.1
Kandungan Minyak Nyamplung

No.	Jenis Analisis	Satuan	Hasil
1	Air	%	0,25
2	Densitas	G/ml	0,944
3	Kekentalan	Cp	21,97
4	Bilangan Asam	mg KOH/g	59,94
5	Asam lemak Bebas	%	29,53
6	Bilangan lod	Mg/g	86,42

Sumber: Bustomi, *et al* (2013)

Pada Tabel 2.1 minyak nyamplung mengandung kadar asam bebas yang tinggi yakni, 29,53% sedangkan pada bilangan asam terdapat 59,94 mg KOH/g, sehingga perlu di proses *degumming*, esterifikasi dan transesterifikasi untuk dijadikan biodiesel sebagaimana standar biodiesel.

Tabel 2.2
Komposisi Asam Lemak Minyak Nyamplung Dibandingkan Minyak Nabati Lainnya

No.	Komponen	M. Nyamplung	M.Jarak	CPO	M. Kedele
1	Asam miristat	0,09	-	0,7	0,1
2	Asam palmitat	15,89	11,9	39,2	10,2
3	Asam stearate	12,30	5,2	4,6	3,8
4	Asam oleat	48,49	29,9	41,4	22,8
5	Asam linoleate	20,70	46,1	10,5	51,0
6	Asam lonolenat	0,27	4,7	0,3	6,8
7	Asam arachidat	0,94	-	-	0,28

No.	Komponen	M. Nyamplung	M.Jarak	CPO	M. Kedele
8	Asam erukat	0,72	-	-	0,2

Sumber: Sudrajat *et, al* (2007)

Pada Tabel 2.3 karakteristik biodiesel minyak nyamplung dibandingkan standar ASTM D 6751-3 sebagian parameter belum memenuhi standar nilai seperti pada viskositas kinematik biodiesel minyak nyamplung yang memiliki kekentalan lebih tinggi yaitu 7,724 mm^2/s sedangkan batas nilai standar ialah 2,3-6,0 mm^2/s. Pada titik nyala biodiesel minyak nyamplung berada pada suhu tinggi 151^oC sedangkan batas nilai standar ialah 100^oC, ini berakibat penyalaan bahan bakar biodiesel minyak nyamplung akan lebih lambat. Pada dasarnya parameter lainnya biodiesel minyak nyamplung telah memenuhi standar.

Tabel 2.3
Karakteristik Biodiesel Nyamplung Dibandingkan Standar ASTM D 6751-3

No.	Parameter	Satuan	Metode Uji	Nilai	Biodiesel Nyamplung
1	Massa jenis pada 40^oC	Kg/m^3	ASTM D 1298	850	888,6
2	Viskositas kinematic pada 40^oC	Mm^2/s	ASTM D 445	2,3-6,0	7,724
3	Bilangan setana	-	ASTM D 613	Min 51	51
4	Titik nyala	^oC	ASTM D 93	Min 100	151
5	Titik kabut	^oC	ASTM D 2500	Maks 18	38
6	Abu tersulfatkan	% massa	ASTM D 874	Maks 0,02	0,026
7	Belerang	Ppm-m	ASTM D 1266	Maks 100	16
8	Fosfor	Ppm-n	ASTM D 1091	Maks 10	0,223
9	Bilangan asam	Mg-KOH/gram	AOCS Cd 3d-63	Maks 0,8	0,96
10	Gliserol total	% massa	AOCS Ca 14-56	Maks 0,24	0,232

Sumber: Sahirman (2009)

2.6 Bahan Bakar Solar

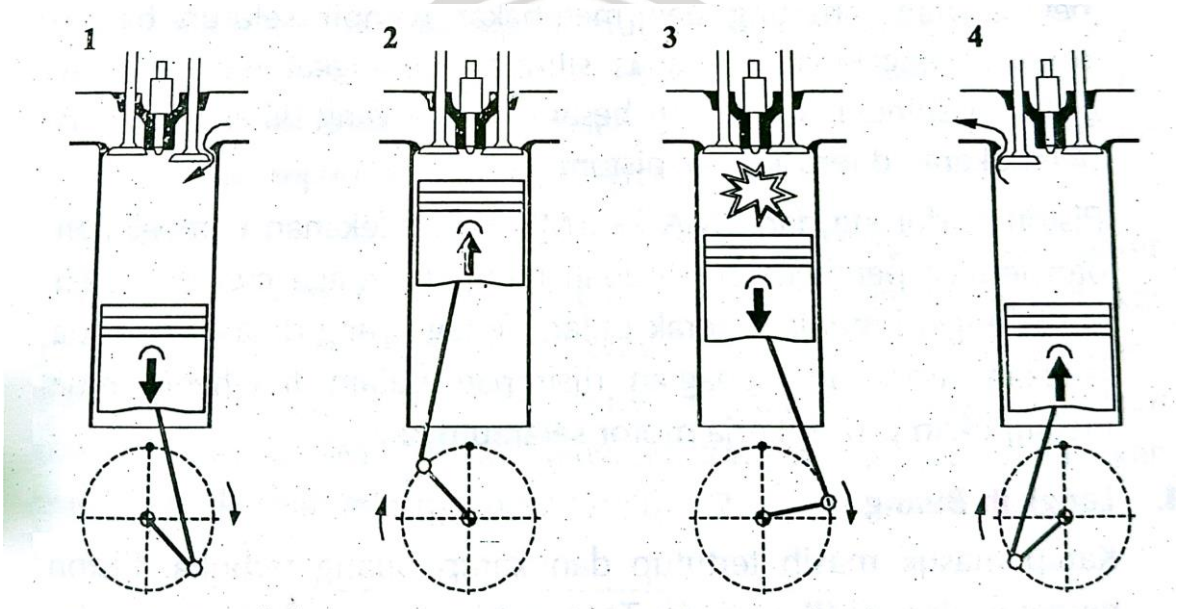
Bahan bakar solar merupakan bahan bakar dari minyak bumi mentah yang di suling sehingga memiliki warna kuning coklat yang jernih (Pertamina, 2005). Pada dasarnya minyak bumi mentah dipisahkan fraksi-fraksinya pada proses destilasi kemudian menghasilkan fraksi solar dengan titik didih 250^oC sampai 300^oC. Penggunaan bahan bakar solar umumnya di gunakan untuk semua jenis mesin diesel pada pembakaran langsung dalam dapur-dapur kecil yang diinginkan pembakaran yang bersih. Biasanya minyak solar juga disebut *automotive diesel oil, gas oil, high speed diesel* (Pertamina, 2005). Bahan bakar soloar mempunyai sifat utama, yaitu:

1. Mempunyai berat jenis sekitar 0,82 $kg.m^3$ – 0,86 $kg.m^3$
2. Mempunyai kandungan sulfur yang lebih besar daripada bensin
3. Mempunyai titik nyala yang tinggi (40^oC sampai 100^oC)
4. Tidak mempunyai warna atau hanya sedikit kekuningan dan berbau

5. Encer dan tidak mudah menguap pada suhu normal
6. Mampu menimbulkan panas sebesar (10.500 kcal/kg)

2.7 Prinsip Kerja Motor Diesel 4 Langkah

Pembakaran dan pengatomisasian (*atomizing*) bahan bakar pada motor diesel tidak sama dengan motor bensin, pada motor diesel 4 langkah, katup masuk dan katup buang digunakan untuk mengontrol proses pemasukan dan pembuangan gas dengan membuka dan menutup saluran masuk dan saluran buang. Pada Gambar 2.2 merupakan proses prinsip kerja motor diesel 4 langkah beserta penjelasannya.



Gambar 2.2 Prinsip kerja mesin diesel 4 langkah
Sumber: Zainal Arifin (2011:5)

1. Langkah Hisap

   Pada langkah ini, piston bergerak dari TMA ke TMB, katup isap membuka dan katup buang menutup sehingga udara segar masuk ke dalam silinder akibat adanya kevakuman melalui *intake manifold*.

2. Langkah Kompresi

   Pada langkah kompresi, katup masuk dan katup buang tertutup, udara yang sudah masuk kedalam silinder akan ditekan oleh piston yang bergerak dari TMB ke TMA. Perbandingan kompresi pada motor diesel berkisar antara 1:15 sampai 1:22. Akhir langkah kompresi injector menyemprotkan bahan bakar ke dalam udara panas yang tekananya dapat mencapai 40 bar.

3. Langkah Usaha

Pada awal langkah usaha bahan bakar yang sudah teratomisasi akan terbakar sebagai hasil pembakaran langsung dan membakar hampir seluruh bahan bakar. Tenaga yang dihasilkan pada langkah usaha ini sebagian disimpan dalam *flywheel* untuk melanjutkan proses kerja motor selanjutnya.

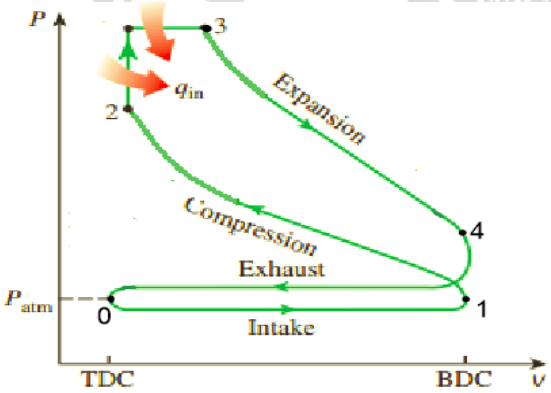
4. Langkah Buang

   Katup masuk masih tertutup dan katup buang terbuka. Piston bergerak dari TMB menuju TMA sehingga mendorong gas sisa pembakaran (gas buang) keluar melalui katub buang yang terbuka. Akhir langkah buang katup masuk terbuka sehingga udara segar masuk ke dalam silinder dan ikut mendorong gas buang keluar.

2.8 Siklus Termodinamika Motor Diesel

Siklus termodinamika merupakan perpindahan panas dan suatu kerja dari suatu sistem yang diikuti dengan perubahan tekanan, volume, temperatur, entropi dimana pada akhirnya sistem kembali ke keadaan semua.

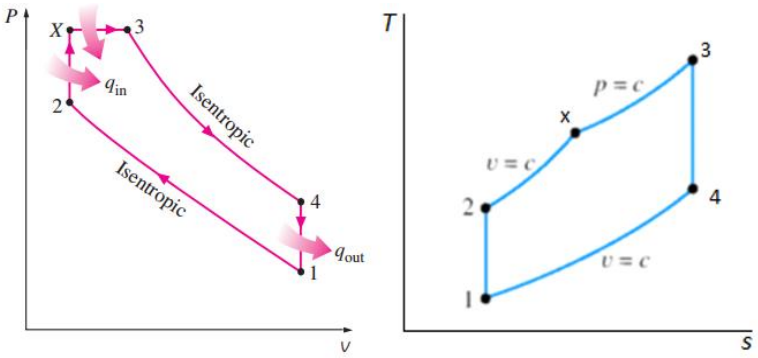
Gambar 2.3 menjelaskan siklus termodinamika motor diesel udara standar, proses pembakaran didekati melalui penambahan panas pada tekanan konstan yang kemudian siklus ini biasa disebut juga dengan siklus tekanan konstan.



Gambar 2.3 Siklus mesin diesel 4 langkah
Sumber: Cengel (2014:500)

1. Langkah 0-1 = langkah hisap, tekanan (p) konstan.
2. Langkah 1-2 = Langkah kompresi, kondisi isentropic.
3. Langkah 2-3 = Proses pemasukan kalor, tekanan konstan
4. Langkah 3-4 = Proses ekspansi secara isentropic
5. Langkah 4-0 = langkah pengeluaran kalor

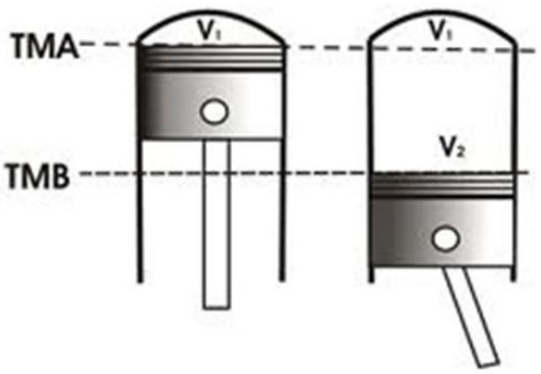
Berikut diagram P-V dan T-S siklus Diesel.



Gambar 2.4 (a) P-V Diagram Siklus Diesel; (b) T-S Diagram Siklus Diesel
Sumber: Cengel (2005:501)

2.9 Rasio Kompresi

Efisiensi motor sangat dipengaruhi oleh tekanan silinder ketika proses pembakaran, salah satu cara meningkatkan tekanan silinder yaitu menaikkan rasio kompresi, dengan rasio kompresi meningkat, efisiensi termal juga meningkat tetapi seiring peningkatan rasio kompresi akan meningkatkan tekanan maksimum silinder Arismunandar (1993). Rasio kompresi merupakan perbandingan antara volume silinder (V_{TMA} + V_{TMB}) dengan volume ruang bakar (V_{TMA}). Nilai perbandingan rasio kompresi dilihat dengan perbandingan antara volume total dibagi dengan volume ruang bakar.



Gambar 2.5 Rasio kompresi
Sumber: Philip Kristanto (2011)

2.9.1 Hubungan Rasio Kompresi terhadap Kinerja Mesin Diesel

Proses pembakaran yang terjadi pada motor diesel sangat bergantung pada tekanan silinder yang dihasilkan. Udara yang ada di dalam silinder dikompresikan oleh gerakan piston dari TMB (titik mati bawah) menuju TMA (titik mati atas). Pada kasus ini pengurangan gasket akan membuat volume ruang bakar akan semakin kecil, sehingga ketika udara dikompresikan oleh gerakan piston dari TMB menuju TMA dengan pengurangan gasket akan menghasilkan tekanan yang lebih tinggi dibandingkan sebelumnya. Tekanan

kompresi yang dihasilkan semakin tinggi pada saat proses pembakaran akan mengakibatkan temperatur udara dalam silinder semakin meningkat. Semakin tinggi panas yang dihasilkan, maka proses pembakaran yang terjadi akan lebih baik. Untuk mendapatkan rasio kompresi yang sesuai maka perlu diperhatikan karakteristik yang ada pada bahan bakar biodiesel yang akan digunakan.

2.9.2 Contoh Perhitungan Rasio Kompresi dengan Menggunakan Gasket

Mengubah rasio kompresi yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan cara menambah ketebalan *head gasket*. Berikut dibawah ini cara mentukan ketebalan gasket pada variasi rasio kompresi yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 2.4
Spesifikasi Mesin Yanmar LN 70

Spesifikasi Mesin Yanmar Standar	
Diameter piston (*Bore*)	7,8 cm
Langkah piston (*Stroke*)	6,2 cm
Volume silinder (*Displacement*)	296,258 cm^3
Perbandingan Kompresi	17,5 : 1
Tebal gasket	0,90 mm

Tabel 2.4 menjelaskan spesifikasi mesin yang digunakan dalam penelitian ini. Untuk mendapatkan volume ruang bakar, langkah yang pertama menentukan volume ruang bakar mesin tersebut dengan menggunakan persamaan 2.1 sebagai contoh perhitungan berikut.

$$r_c = \frac{VL}{\text{Volume TMA}} + 1 \qquad (2\text{-}1)$$

$$17{,}5 = \frac{296{,}258\ cm^3}{\text{Volume TMA}} + 1$$

$$16{,}5 = \frac{296{,}258\ cm^3}{\text{Volume TMA}}$$

$$V_{TMA} = \frac{296{,}258\ cm^3}{16{,}5}$$

$$V_{TMA} = 17{,}95\ cm^3$$

Setelah didapatkan volume ruang bakar dengan menggunakan *gasket* setelah itu dilanjutkan menghitung tebal *gasket* pada rasio kompresi 19,5 yang tercantum pada tabel 2.4.

$$19{,}5 = \frac{296{,}258\ cm^3}{\text{Volume TMA}} + 1 \qquad (2\text{-}2)$$

$$18{,}5 = \frac{296{,}258\ cm^3}{\text{Volume TMA}}$$

$$VTMA\ 19{,}5 = 16{,}01\ cm^3$$

VGasket 19,5 = VTMA 17,5 – VTMA 19,5

Vgasket 19,5 = 17,95 – 16,01

Vgasket 19,5 = 1,94 cm^3

$$1{,}94\ cm^3 = \frac{\pi}{4} \times 7{,}8 \times T_{gasket}$$

$$Tgasket = \frac{1{,}94\ cm^3}{\frac{\pi}{4} \times (7{,}8\ cm)} \times 7{,}8$$

Tgasket 19,5 = 2,46 cm

Tgasket 19,5 = 0,24 mm

Menentukan ketebalan gasket dalam penelitian ini dapat dilihat pada langkah perhitungan rasio kompresi 19.5. Dimulai dengan menentukan rasio kompresi yang akan digunakan dengan nilai $V_{ruang\ bakar}$ yang tetap kemudian didapatkan ketebalan gasket yang akan digunakan.

Tabel 2.5
Ketebalan Gasket Masing-Masing Rasio Kompresi

Rasio Kompresi	Volume Gasket (mm)	Ketebalan (mm)
19,5	1,94	0,24
17,5	4,3	0,9
15,5	6,7	1,41

2.10 *Air Fuel Ratio* (*AFR*)

Air fuel ratio merupakan parameter yang paling sering digunakan dalam mendefinisikan campuran. AFR merupakan perbandingan antara massa dari udara dengan bahan bakar pada suatu titik tinjau. *Air fuel ratio* juga dapat dinyatakan dalam perbandingan volume karena sebanding dengan perbandingan mol. Perbandingan volume ini sering digunakan untuk bahan bakar gas. Campuran udara dan bahan bakar dengan komposisi yang tepat untuk menghasilkan pembakaran sempurna yang disebut campuran stoikiometri. AFR dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$AFR = \frac{m\ udara}{m\ bahan\ bakar} \qquad (2\text{-}3)$$

Dengan:

m udara = Massa molekul udara

m bahan bakar = Massa molekul bahan bakar

Bila nilai aktual lebih besar daripada AFR stoikiometri maka terdapat udara yang jumlahnya berlebih dari pada yang dibutuhkan pada sistem dalam proses pembakaran maka dapat dikatakan campuran tersebut miskin bahan bakar. Tetapi bila nilai aktual lebih kecil

dari AFR stoikiometri maka tidak terdapat cukup udara pada sistem, dapat disimpulkan bahwa campuran tersebut kaya bahan bakar.

2.11 Karakteristik Bahan Bakar Diesel

2.11.1 Nilai Kalor (*Heating Value)*

Nilai kalor merupakan karakteristik utama dari setiap bahan bakar, dimana karakteristik seberapa banyak *power* yang di hasilkan sewaktu bahan bakar dibakar. Nilai kalor bahan bakar menunjukkan seberapa besar energi yang terkandung di dalamnya. Bahan bakar terdiri dari senyawa antara hydrogen, carbon, dan unsur lain yang tak terbakar yang sulit dipisahkan dari minyak mentah. Pengukuran nilai kalor bahan bakar digunakan sebuah alat yang biasa dinamakan kalori meter (Sukoco dan Arifin; 2008:48).

2.11.2 Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Berat jenis bahan bakar merupakan perbandingan kepadatan bahan bakar dengan kepadatan air. Pengukuran berat jenis diukur dengan menggunakan alat ukur hydrometer. Berat jenis bahan bakar motor diesel dapat berpengaruh pada daya penetrasi saat di injeksikan ke dalam ruang bakar, semakin berat bahan bakar maka nilai kalor yang dihasilkan semakin besar.

2.11.3 Titik Nyala (*Flash Point*)

Titik nyala ialah dimana temperatur bahan bakar sudah siap dinyalakan ketika bersinggungan dengan api. Titik api berada di atas titik nyala yaitu sekitar 10^{o}C sampai dengan 20^{o}C. Titik nyala api bahan bakar menjadi parameter besarnya bahaya kebakaran, bahan bakar yang titik nyala api rendah akan sangat berpotensi untuk terjadi kebakaran.

2.11.4 Kekentalan (*Viscosity*)

Kekentalan bahan bakar dapat berfungsi sebagai pelumas komponen sistem bahan bakar, akan tetapi bila kekentalan bahan bakar terlalu tinggi akan mengakibatkan terjadinya kabutan yang kasar. Dampaknya proses pembakaran tidak dapat menghasilkan energi panas yang ideal, dan asap gas buang juga akan menghitam. Asap yang tebal pada kendaraan diesel biasa disebabkan oleh kondisi mesin dan kualitas bahan bakar.

2.11.6 Titik Uap (*Volatility*)

Titik uap bahan bakar dilihat pada perbandingan udara dan uap bahan bakar yang dapat dibentuk pada temperatur yang sudah ditentukan. Bahan bakar diesel titik uap ditunjukkan dengan 90% temperatur destilasi.

2.11.7 Kualitas Penyalaan (*Cetane Number*)

Semakin tinggi angka setana bahan bakar maka akan semakin pendek waktu yang dibutuhkan untuk memulai pembakaran. Hal ini kebalikan dari kualitas penyalaan bensin yang biasa disebut oktana, dimana semakin tinggi angka oktana maka semakin Panjang waktu yang dubutuhkan untuk memulai pembakaran. Nilai cetan dari kebanyakan miyak diesel berkisar antara 30-60. (Wardana, 2008), angka setana bahan bakar 50 berarti 50% *Polyolifin* dan 50% *Alpha Methil Napthalene*. Menaikkan angka setana bahan bakar dapat menggunakan senyawa *Oxyorganik* yang biasanya disebut "*Diesel Dope*" (Sukoco dan Arifin, 2008:50-51).

2.11.8 Oksidasi dan Air

Oksidasi dan air dapat menjadi permasalahan pada mesin diesel. Oksidasi kotor yang masih ada pada bahan bakar akan mengkaibatkan keausan dini, dan kemungkinan menyumbat saluran bahan bakar. Kandungan abu dan air pada bahan bakar yang diizinkan ialah 0,01% abu, dan 0,05% untuk abi dan air.

2.11.9 Karakteristik Kinerja Motor Bakar

Dengan adanya bentuk hubungan antara indikator kerja dengan indikator operasional, maka dapat diketahui kondisi optimum suatu motor bakar harus dioperasikan, atau apakah kondisi suatu motor bakar masih baik dan layak untuk dioperasikan.

2.12.1 Torsi

Tekanan yang dihasilkan dari langkah kerja energi hasil pembakaran menyebabkan piston bergerak dari TMA (Titik Mati Atas) ke TMB (Titik Mati Bawah) yang kemudian energi tersebut disalurkan melalui *connecting rod* dan diubah *crank shaft* dari gerak translasi menjadi gerak rotasi. Berputarnya *crank shaft* menimbulkan gaya yang biasa disebut moment putar. Alat ukur yang dapat mengukur besarnya nilai torsi suatu kinerja mesin ialah *dynamometer*. Nilai torsi didapat dari hubungan perkalian besarnya beban pengereman pada

dynamometer dengan Panjang lengan yang dihubungkan dengan timbangan dengan poros. Persamaan dapat dirumuskan sebagai berikut (Arismunandar 1993).

$$T = F \times l \quad (2\text{-}4)$$

Sumber: Arismunandar (1993)

Dengan:

T = Torsi (kgf.m)

F = Besar Gaya Putar Yang Terbaca Pada Timbangan (kgf)

L = Panjang Lengan *Dynamometer* (cm)

2.12.2 Daya

Daya yang didapatkan dari poros mesin atau biasa disebut sebagai daya poros yang digunakan untuk menggerakkan beban, atau proposional dinamakan daya poros. Daya poros dihasilkan dari daya indikasi yang diperoleh dari energi hasil pembakaran. Dari beberapa daya indikasi yang terbuang adanya gesekan-gesekan mekanik pada komponen mesin hingga daya poros nilainya lebih kecil dan digunakan sebagai batasan indikator kinerja mesin (Arismunandar 1993). Daya poros dapat dihitung dengan perkalian torsi (T) dengan putaran poros (n). Berikut persamaannya:

$$Ne = T \cdot \omega = \frac{T \cdot 2\pi \cdot n}{60 \cdot 75} = \frac{T \cdot n}{716{,}5} \quad (2\text{-}5)$$

Sumber: Arismunandar (1993)

Dengan:

Ne = Daya Poros (PS)

T = Torsi (kgf.m)

ω = Kecepatan Anguler Poros (rad. detik^{-1})

n = Putaran Poros (rpm)

2.12.3 *Specific Fuel Consumption Effective* (SFCe)

Specific fuel consumption effective ialah banyaknya penggunaan bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan daya efektif selama 1 jam. Nilai SFCe dihasilkan dari pembagian dari nilai daya efektif dan konsumsi bahan bakar yang didapatkan (Arismunandar 1993). Untuk mendapatkan hasil SFCe dapat menggunakan rumus dibawah ini.

$$SFC_e = \frac{F_c}{N_e} = \frac{Q \cdot \rho \cdot \frac{3600}{1000}}{N_e} \quad . \quad (2\text{-}6)$$

Sumber: Arismunandar (1993)

Dengan:

SFCe = Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Efektif (kg/PS.jam)

Q = Debit bahan Bakar (ml)

ρ = Massa Jenis Bahan Bakar (gr/ml)

FC = Penggunaan Bahan Bakar Tiap Jam (kg/jam)

Ne = Daya Poros (PS)

2.12.4 Efisiensi Termal Efektif (ηe)

Efisiensi termal efektif merupakan perbandingan antara kalor yang diperoleh untuk menghasilkan daya dengan energi panas bahan bakar yang dalam waktu yang sama. Efisiensi termal efektif juga dapat mengetahui keefisienan atau tidaknya penggunaan bahan bakar untuk menghasilkan daya. Nilai yang dihasilkan efisiensi termal efektif berbanding terbalik dengan nilai konsumsi bahan bakar efektif SFCe. Besarnya nilai efisensi termal efektif dapat dihitung menggunakan perumusan sebagai berikut (Arismunandar 1993).

$$\eta_{te} = \frac{632 \cdot N_e}{F_c \cdot LHV_{bb}} x100\% = \frac{632}{F_c/_{N_e} \cdot LHV_{bb}} x100\% = \frac{632}{SFC_e \cdot LHV_{bb}} x\ 100\% \quad (2\text{-}7)$$

Sumber: Arismunandar (1993)

Dengan:

Qe = Panas hasil pembakaran yang diubah menjadi daya efektif (kcal/jam)

η_e = Efisiensi termal efektif (%)

LHV_{bb} = Nilai kalor dari bahan bakar (kkal/kg)

Qb = Panas hasil pembakaran (kcal/jam)

2.13 Hipotesis

Peningkatan rasio kompresi pada mesin diesel, menyebabkan tekanan dalam silinder serta temperatur ruang bakar menjadi lebih tinggi, sehingga biodiesel biji minyak nyamplung yang mempunyai bilangan setana dengan karakteristik titik nyala dan viskositas yang melebihi standar biodiesel pada umumnya dapat menghasilkan proses pembakaran yang sempurna. Hal ini dapat meningkatkan kinerja mesin. Namun ketika rasio kompresi tetap dengan peningkatan kadar minyak nyamplung secara terus menerus pada bahan bakar solar murni akan mengakibatkan penurunan kinerja mesin.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA