

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Biodiesel merupakan pengganti bahan bakar solar dengan kadar emisi yang rendah, biasanya dibuat dari minyak nabati dan sumber daya terbarukan (Leung dkk., 2009). Biodiesel dengan menggunakan bahan baku minyak nabati sebagai salah satu sumber daya terbarukan. Tanaman jarak dan minyak sawit merupakan salah satu dari beberapa pilihan yang dapat dijadikan sebagai bahan baku pada pembuatan biodiesel.

Sumarsono (2008) melakukan pengujian motor diesel menggunakan bahan bakar campuran minyak jarak pagar. Untuk menganalisis diesel terhadap pengaruh komposisi campuran bahan bakar kinerja motor dan gas buang. Metode pengujiannya pakai presentase campuran bahan bakar minyak jarak adalah 0%, 10%, 30%, 50%, dan 100%. Untuk setiap campuran bahan bakar komposisi terhadap putaran motor konstan 2000 rpm dengan beban tenaga listrik dari 0 dan 2kW. Mengenai data komposisi bahan bakar, mengukur emisi gas buang dan minyak pelumas suhu. Hasil tes menunjukkan semakin tinggi presentase minyak jarak dalam campuran bahan bakar, semakin tinggi pula konsumsi bahan bakar, emisi karbon dioksida dan nitrogen oksidasi pada gas buang. Namun semakin rendah emisi gas buang hidrokarbon, oksigen dan asap hitam gas buang.

Kurdi (2006) melakukan pengujian uji kerja (*performance*) mesin diesel dengan bahan bakar biodiesel dari bahan baku minyak jarak. Pengujian awal dengan membuat biodiesel dari minyak jarak. Minyak jarak dicampur metanol dengan rasio sebesar 5:1. Biodiesel yang dihasilkan kemudian di uji sifat fisiknya antara lain kandungan energi yang terdapat di dalamnya, viskositas dan angka setana (*Cetane number*). Hasil pengujian sifat fisik didapatkan nilai kandungan energi sebesar 9.4% lebih kecil dibandingkan dengan minyak solar, hasil dari pengujian biodiesel pada mesin diesel dengan putaran 3.500 rpm terdapat penurunan daya sebesar 4.5% dengan bahan bakar B10. Penurunan tersebut di sebabkan nilai kandungan energi

lebih rendah 9.4% dibandingkan minyak solar. Meskipun nilai kandungan energi rendah pada biodiesel dibandingkan minyak solar, apabila minyak solar tersebut di campurkan dengan biodiesel dengan komposisi tertentu dapat menghasilkan efisiensi yang lebih baik dari minyak solar murni itu sendiri

Tommy (2017) melakukan analisa penelitian mengenai pengujian biodiesel minyak jarak-minyak sawit. Pengujian dimulai dengan menguji sifat fisik biodiesel, pengujian biodiesel pada mesin diesel, pengujian karakteristik injeksi biodiesel, analisis data dan kesimpulan. Hasil penelitian diperoleh bahwa bahan bakar biodiesel B5 dan B10 memiliki daya lebih rendah dari bahan bakar diesel. Biodiesel yang memiliki kekuatan tertinggi BJBS 55 B5 dengan daya 1,672 kW atau 2,90% pada beban maksimum. Konsumsi bahan bakar spesifik pada biodiesel B5 dan B10 lebih rendah dari bahan bakar diesel atau lebih efisien dalam konsumsi bahan bakar. Hasil uji karakteristik injeksi menunjukkan bahwa biodiesel B5 dan B10 memiliki panjang semprotan dan sudut semprotan lebih kecil dari bahan bakar diesel. Semprotan terpanjang dan sudut semprotan terkecil ditemukan di BJBS 91 B10 dengan perbedaan 116,4 mm lebih lama dari semprotan bahan bakar diesel dan perbedaan sudut-sudut  $2,15^0$  di bawah bahan bakar diesel dalam 0,01 detik.

Mahmud, dkk (2010) melakukan penelitian tentang pengukuran kalor sebagai campuran bahan bakar minyak nabati dengan cara mencampurkan minyak jarak pagar dengan jenis minyak lain. Dalam penelitian ini disimpulkan bahwa minyak jarak pagar memiliki densitas, viskositas, bilangan asam dan asam lemak tidak jenuh yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan minyak goreng bekas dan minyak kelapa sawit. Nilai kalor minyak jarak pagar lebih rendah dari minyak goreng bekas dan minyak kelapa sawit. Hal ini menyebabkan semakin besar kuantitas minyak jarak pagar maka semakin tinggi pula densitas, viskositas, bilangan asam, dan asam lemak tidak jenuh. Namun penelitian ini menggunakan parameter densitas, viskositas, dan nilai kalor, sedangkan untuk angka flash point dan kandungan asam lemak belum dilakukan.

Hofman (2003) Menjelaskan bahwa energi yang terkandung di dalam bahan bakar dinyatakan dengan nilai kalor. Besar energi yang terkandung berhubungan dengan nilai kalor, dimana semakin tinggi nilai kalor semakin besar energi yang

terkandung. Untuk menghasilkan daya yang besar mesin memerlukan bahan bakar dengan nilai kalor yang tinggi. Apabila mesin menggunakan bahan bakar dengan nilai kalor yang rendah maka akan membutuhkan bahan bakar yang lebih banyak untuk menghasilkan daya yang sama.

Berdasarkan tinjauan pustaka diatas dapat disimpulkan bahwa biodiesel merupakan bahan bakar pengganti solar atau fosil yang berasal dari minyak nabati yang sifatnya dapat diperbaharui. Bahan baku yang dapat digunakan salah satunya dari minyak jarak dan minyak sawit dengan melalui proses transesterifikasi. Minyak jarak dan minyak sawit dapat digunakan sebagai biodiesel karena sifat fisiknya hampir mendekati sifat fisik solar.

Pada penelitian ini digunakan campuran biodiesel minyak jarak – biodiesel minyak sawit yang akan dicampur dengan minyak solar sebagai variasinya.

## **2.2 Landasan Teori**

### **2.2.1. Bahan Bakar Minyak**

Bahan bakar fosil atau bahan bakar mineral merupakan sumber daya alam yang mengandung hidrokarbon seperti batu bara, petroleum, serta gas alam. Bahan bakar fosil dianggap sebagai sumber energi tak terbarukan, karena proses pembentukannya membutuhkan waktu yang sangat lama. Selain itu menurut Sari dan Pramono (2012) hasil pembakaran dari bahan bakar fosil ini menghasilkan karbondioksida yang merupakan salah satu gas rumah kaca yang menjadi penyebab pemanasan global.

Ketersediaan minyak bumi yang berasal dari fosil ini terus mengalami penurunan seiring dengan penggunaannya yang semakin meningkat. Sehingga perlu dicari bahan bakar alternatif lain yang memiliki sifat dapat diperbarui (renewable) serta ramah terhadap lingkungan.

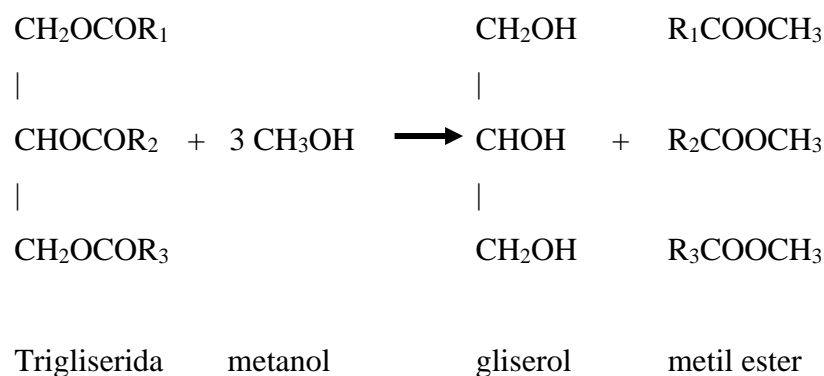
Salah satu sumber energi terbarukan adalah bahan bakar bio cair, yang termasuk dalam bahan bakar bio cair ini adalah bioalkohol seperti metanol, etanol, dan biodiesel. Biodiesel adalah salah satu energi terbarukan yang dapat menggantikan minyak solar. Biodiesel biasanya diperoleh dari limbah minyak sayur dan minyak hewani serta lemak. Biodiesel dapat dijadikan bahan bakar

sebagai pengganti minyak solar pada mesin diesel modern dengan sedikit ataupun tanpa modifikasi pada mesin tersebut (Sari dan Pramono, 2012).

### 2.2.2 Biodiesel

Biodiesel adalah bahan bakar diesel alternatif yang terbuat dari sumber daya hayati terbarukan seperti minyak nabati atau lemak hewani (Ma dan Hanna, 2001). Biodiesel direaksikan dengan *methyl alcohol* atau *ethyl alcohol* dalam suatu lingkungan yang diberi katalis. *Pottassium hydroxide* (KOH) atau *sodium hydroxide* (NaOH) merupakan katalis yang sering digunakan dalam pembuatan biodiesel. Proses pembuatan biodiesel tersebut dinamakan transesterifikasi dengan hasil akhir yang berupa biodiesel dan gliserol. Secara kimiawi, biodiesel disebut *methyl ester* apabila alkohol yang digunakan adalah metanol dan *ethyl ester* jika yang digunakan etanol (Kurdi, 2006).

Apabila alkohol direaksikan dengan metanol, maka akan didapat metil ester, sedangkan jika direaksikan dengan etanol akan didapat etil ester. Metanol lebih banyak digunakan sebagai sumber alkohol karena rantainya lebih pendek, lebih polar dan harganya lebih murah dari alkohol lainnya (Ma dan Hanna, 2001). Gambar 2.1 menunjukkan reaksi pembentukan metil ester.



Gambar 2.1 Reaksi Pembentukan Metil Ester

Dimana  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  adalah rantai panjang hidrokarbon atau biasa disebut rantai asam lemak. Metil ester yang diproduksi sebagai pengganti bahan bakar konvensional minyak bumi, harus memenuhi standar biodiesel. Legowo dkk. (2001), menyebutkan ciri biodiesel secara umum meliputi densitas, viskositas kinematik, bilangan setana, kalor pembakaran, titik tuang, titik pijar, dan titik awan.

### 2.2.3 Minyak Jarak

Tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas L.*) dikenal tanaman konservasi, karena sifatnya yang sangat toleran terhadap jenis tanah dan iklim. Tanaman tersebut sangat cepat tumbuh dan struktur akarnya mampu menahan erosi, terutama jika ditanam dengan jarak yang sangat rapat (0,25 – 0,30 m). Jika ditanam dengan jarak tanam lebih lebar yaitu 2 x 3 m dapat digunakan untuk produksi biji. Untuk jarak yang lebih lebar (4x 5 m), maka akan menghasilkan pohon dengan kayu yang baik untuk pembuatan pulp dan papan serat. Tanaman jarak pagar memberikan nilai ekonomis, karena biji yang dikandungnya menghasilkan minyak sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Selain itu, hamper seluruh bagian tanaman dari tanaman jarak pagar dapat dimanfaatkan: kayu dan dahan untuk bahan bakar, kayu tua untuk pulp kertas, papan serat, getah dan daun untuk biopestisida, tempurung biji untuk arang aktif dan serat kulit buah untuk kompos. Selain itu, limbah proses pembuatan biodiesel akan dihasilkan bungkil untuk makanan ternak, biopestisida serta gliserin untuk bahan kimia dan kosmetika. Kemudian dampaknya pada industri hilir yaitu memicu tumbuhnya industri rakyat seperti pupuk, sabun cuci, biopestisida, pulp kertas, gliserin, papan serat dan lain sebagainya (Sudradjat dkk, 2003).

### 2.2.4. Minyak Sawit

Minyak kelapa sawit dapat dihasilkan dari inti kelapa sawit yang dinamakan minyak inti kelapa sawit (*palm karnel oil*) dan bungkil inti kelapa sawit (*palm karnel meal atau pellet*). Minyak sawit mengandung asam lemak.

Menurut Sari dan Pramono (2012) menyatakan bahwa kandungan minyak sawit terhadap pada mesocarp dengan 56% kadar minyak, sedangkan pada inti (karnel) mengandung kadar minyak sebesar 44% dan pada endocarp tidak terdapat kandungan minyak. Minyak sawit kebanyakan digunakan sebagai bahan baku untuk membuat minyak. Selain sebagai pembuatan minyak goreng, minyak sawit juga dapat dimanfaatkan untuk membuat biodiesel.

### 2.2.5 Standar Mutu Biodiesel

BSN (Badan Standarisasi Nasional) telah mengeluarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk biodiesel dengan nomor SNI 7182:2015 yang sudah direvisi SNI 04-7182-2006 dan SNI 7182:2012 . Adapun syarat mutu biodiesel tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Standar SNI untuk biodiesel (SNI 7882, 2015)

No	Parameter Uji	Satuan, min/maks	Persyaratan
1	Massa jenis pada 40°C	kg/m <sup>3</sup>	850 -890
2	Viskositas Kinematik pada40°C	mm <sup>2</sup> /s (cSt)	2,3 - 6,0
3	Angka setana	Min	51
4	Titik nyala (mangkok tertutup)	°C, min	100
5	Titik kabut	°C, maks	18
6	Korosi lempeng tembaga (3 jam pada 50°C)		nomor 1
7	Residu karbon - dalam per contoh asli, atau - dalam 10% ampas distilasi	% -massa, maks	0,05
			0,3
8	Air dan sedimen	% -vol, maks	0,05
9	Temperatur distilasi 90%	°C, maks	360
10	Abu tersulfatkan	% -massa, maks	0,02
11	Belerang	mg/kg, maks	100
12	Fosfor	mg/kg, maks	10
13	Angka asam	mg-KOH/g, maks	0,5
14	Gliserol bebas	% -massa, maks	0,02
15	Gliserol total	% -massa, maks	0,24
16	Kadar ester metal	% -massa, min	96,5
17	Angka iodium	% -massa(g-I <sub>2</sub> /100g), maks	115
18	Kadar monogliserida	% -massa, maks	0,8
19	Kestabilan oksidasi -Periode induksi metode rancimat, atau -Periode induksi metode petro oksidasi	Menit	360
			27

## 2.2.6 Karakteristik Biodiesel

Biodiesel yang dihasilkan dari percobaan dikarakterisasi agar mendapatkan gambaran tentang karakteristik biodiesel, yaitu karakteristik fisik dan komposisi metal ester. Berikut ini merupakan karakteristik dari bahan bakar diesel.

### 2.2.6.1 Viskositas

Viskositas (kekentalan) merupakan sifat instrinsik fluida yang menunjukkan resistensi fluida terhadap alirannya, yang disebabkan oleh gesekan di dalam bagian cairan yang berpindah dari suatu tempat ke tempat lain yang mempengaruhi pengatoman bahan bakar dengan injeksi kepada ruang pembakaran sehingga terbentuk pengendapan pada mesin. Pada umumnya viskositas minyak nabati jauh lebih tinggi dibandingkan viskositas solar, sehingga biodiesel turunan minyak nabati masih mempunyai hambatan untuk dijadikan sebagai bahan bakar pengganti solar. Standar *kinematik viscosity* dari biodiesel adalah sebesar 2,3 cSt sampai 6 cSt (Gusman, 2011:33).

### 2.2.6.2 Densitas

Massa jenis menunjukkan perbandingan massa persatuab volume, karakteristik ini berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel persatuan volume bahan bakar (Apriwi, 2015). Kerapatan suatu fluida ( $\rho$ ) dapatdidefenisikan sebagai massa per satuan volume. Dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

$\rho$  = massa jenis (kg/m<sup>3</sup>)

m = massa (kg)

v = volume (m<sup>3</sup>)

### 2.2.6.3 Titik Nyala (*Flash Point*)

Menurut Sudik (2013) titik nyala adalah titik temperatur terendah dimana bahan bakar dapat menyala ketika bereaksi dengan udara. Bila nyala terus terjadi secara menerus maka suhu tersebut dinamakan titik bakar (*fire point*). Semakin

tinggi titik nyala dari suatu bahan bakar semakin aman penanganan dan penyimpanannya (Widyastuti, 2007).

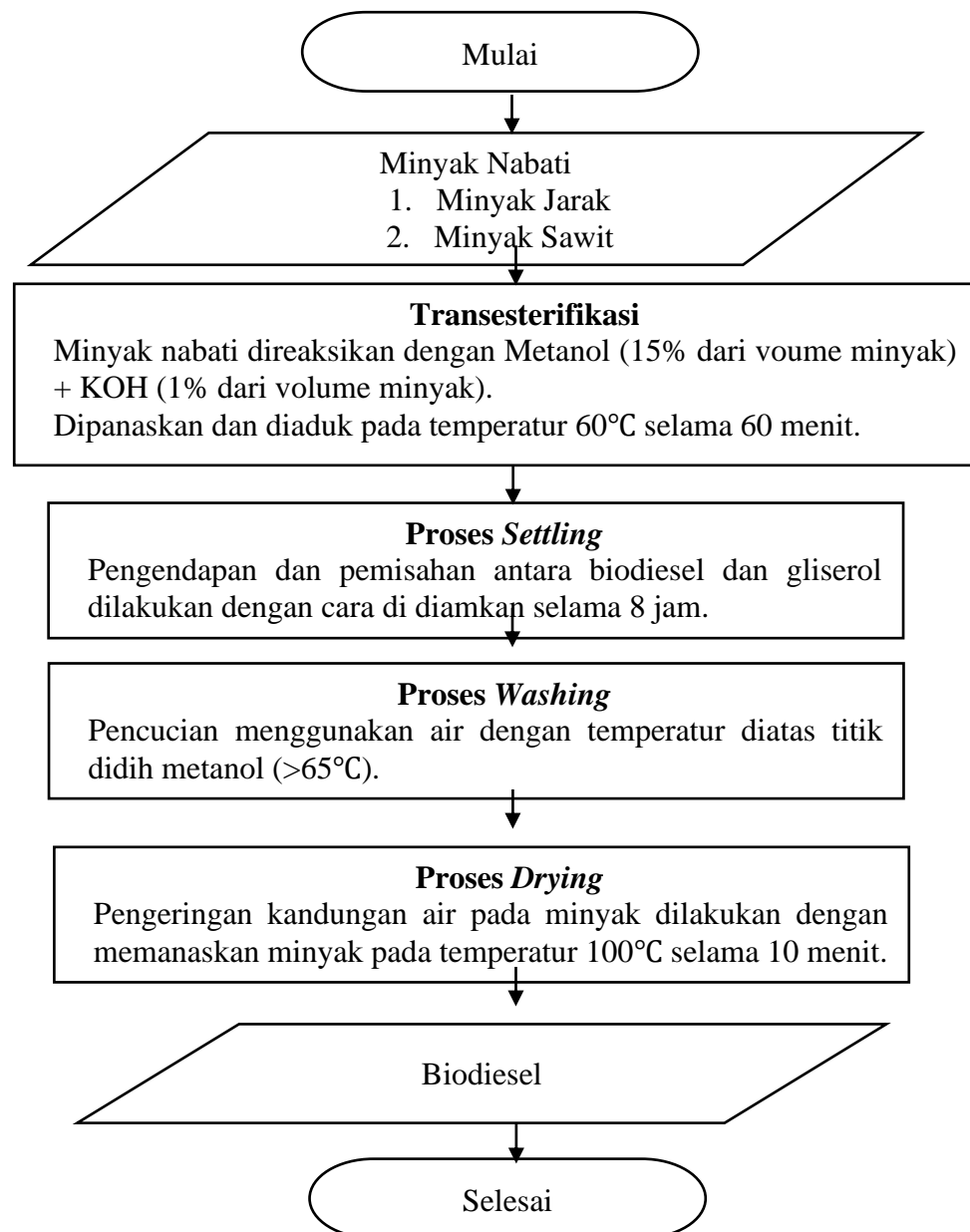
#### **2.2.6.4 Nilai Kalor**

Nilai kalor adalah suatu angka yang menyatakan jumlah panas/kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar dengan udara/oksigen. Nilai kalor yang semakin tinggi dalam bahan bakar maka akan semakin besar energi yang dikandung dalam bahan bakar persatuan massa. Nilai kalor ini diperlukan untuk perhitungan jumlah konsumsi bahan bakar minyak yang diperlukan mesin dalam satu periode (Hendartono, 2005).

#### **2.2.7 Proses Pembuatan Biodiesel**

Proses pembuatan biodiesel melalui reaksi trans-esterifikasi. Transesterifikasi adalah proses reaksi antara lemak atau minyak nabati dengan alkohol yang menghasilkan ester dan gliserol sebagai produk sampingannya. Syarat suatu minyak untuk dapat dilakukan proses trans-esterifikasi secara langsung yaitu yang memiliki kadar asam lemak bebas kurang dari 2.5% (Leung, 2009). Secara sederhana, proses pembuatan biodiesel dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut ini.





Gambar 2.2 Proses Pembuatan Biodiesel

Menurut (Uji LPPT UGM) Minyak jarak memiliki kadar asam lemak bebas sebesar 0.70%, sedangkan minyak sawit memiliki kadar asam lemak bebas sebesar 0.06%. Sehingga kedua minyak tersebut telah memenuhi syarat proses transesterifikasi secara langsung tanpa melalui proses esterifikasi.

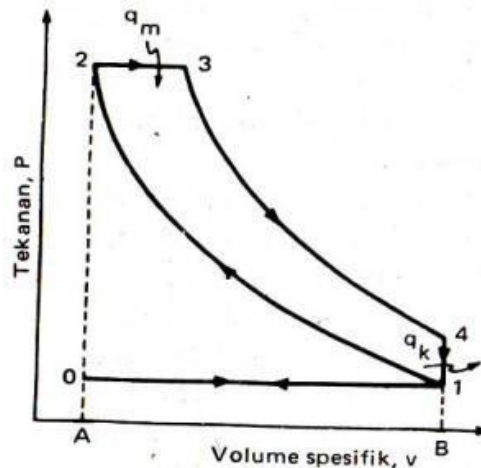
### 2.2.8 Motor Bakar

Motor bakar adalah suatu pesawat kalor yang mengubah energi panas menjadi energi mekanik untuk melakukan kerja. Mesin kalor secara garis besar di kelompokkan menjadi dua jenis pembakaran yaitu pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*), dan pembakaran luar (*External Combustion Engine*). Motor bakar dalam adalah proses pembakaran yang terjadi di dalam mesin atau ruang bakar yang berada di dalam mesin. Motor bakar luar adalah suatu motor dimana proses pembakarannya di luar dari mekanisme mesin. Jenis mesin pembakaran dalam adalah motor diesel, turbin gas dan motor bensin, sedangkan yang termasuk pembakaran luar adalah turbin uap (Wardono. dkk, 2004).

### 2.2.9 Motor Diesel

Motor diesel merupakan salah satu jenis motor pembakaran dalam yang membakar bahan bakar melalui proses injeksi sampai panas tertentu, dengan tekanan udara yang tinggi dalam ruang bakar. Motor diesel biasa disebut dengan penyalaan kompresi (*compression ignition engine*) cara penyalaan bahan bakarnya dengan menyemprotkan bahan bakar yaitu solar ke dalam udara yang telah bertekanan dan bertemperatur tinggi, sebagai akibat dari proses kompresi (Nuruzzaman, 2003).

Pada motor diesel terdapat suatu proses pemasukan dan pengeluaran kalor dengan tekanan konstan atau biasa disebut dengan siklus udara tekanan konstan (siklus diesel). Siklus udara tekanan konstan merupakan siklus motor bakar torak yang terjadi ketika pemasukan dan pengeluaran kalor terjadi pada kondisi tekanan konstan. Jenis siklus ini terjadi motor diesel. Gambar siklus mesin diesel dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Siklus Mesin Diesel (Ideal)  
(J. Trommel, 1991)

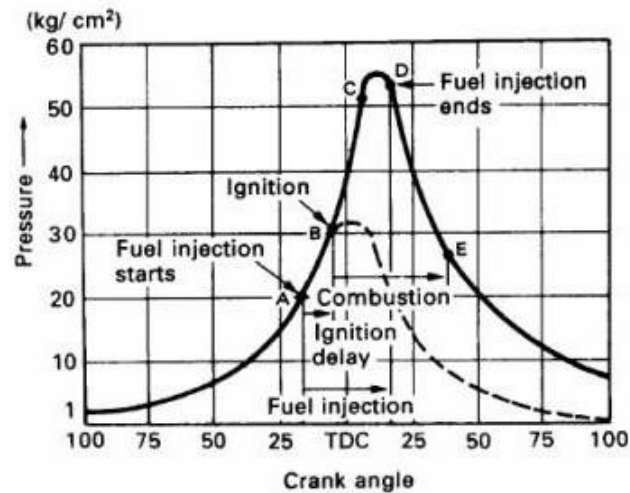
Proses dari siklus tersebut yaitu :

- 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)

### 2.2.10 Proses Pembakaran Mesin Diesel

Proses pembakaran adalah suatu proses perubahan tenaga kimia bahan bakar menjadi tenaga mekanik yang terjadi pada suatu mesin. Dalam suatu proses pembakaran di dalam silinder terjadi pembakaran antara bahan bakar dan oksigen yang berasal dari udara. Proses pembakaran menghasilkan gas yang mampu menggerakkan torak yang dihubungkan dengan poros engkol (*crankshaft*) oleh batang penggerak (*connecting rod*) (Nuruzzaman, 2003). Syarat-syarat yang sangat penting dari proses pembakaran pada motor diesel diantaranya adalah emisi yang rendah, pemakaian bahan bakar yang hemat, dan suara pembakaran yang rendah.

Proses pembakaran pada motor diesel berlangsung dalam empat periode yang ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Diagram Proses Pembakaran Motor Diesei  
(Isuzu Training Center, 2011)

1. Periode pertama : kelambatan pembakaran / *ignition delay* (A - B) periode ini biasa disebut dengan fase persiapan pembakaran, karena pada tahap ini, dimana bahan bakar mulai diinjeksikan oleh nosel injektor sehingga bahan bakar mulai bercampur dengan udara yang sudah dikompresikan di dalam silinder.
2. Periode kedua : saat perambatan api / *flame propagation* (B - C) campuran bahan bakar dan udara akan mulai terbakar di beberapa titik di dalam ruang bakar silinder. Nyala api akan merambat dengan kecepatan tinggi seolah – olah campuran bahan bakar terbakar sekaligus. Pada periode perambatan api ini akan mengakibatkan tekanan di dalam silinder naik. Kenaikan pada periode ini, sesuai dengan jumlah campuran bahan bakar dan udara yang diinjeksikan pada langkah pertama. Periode ini sering disebut periode pembakaran letup.
3. Periode ketiga : saat pembakaran langsung / *direct combustion* (C – D) akibat nyala api di dalam silinder, maka bahan bakar yang diinjeksikan akan langsung terbakar. Pembakaran pada periode ini dapat dikontrol dengan sejumlah bahan bakar yang disemprotkan, oleh karena itu periode ini sering disebut juga dengan periode pembakaran terkontrol.

4. Periode keempat : saat pembakaran lanjut / *after burning* (D – E) meskipun injeksi bahan bakar telah selesai, keadaan proses pembakaran sempurna belum sepenuhnya tercapai pada titik D sehingga masih ada proses pembakaran pada titik D -E. Pembakaran pada periode ini berfungsi untuk membakar sisa campuran bahan bakar dan udara yang belum sepenuhnya terbakar.

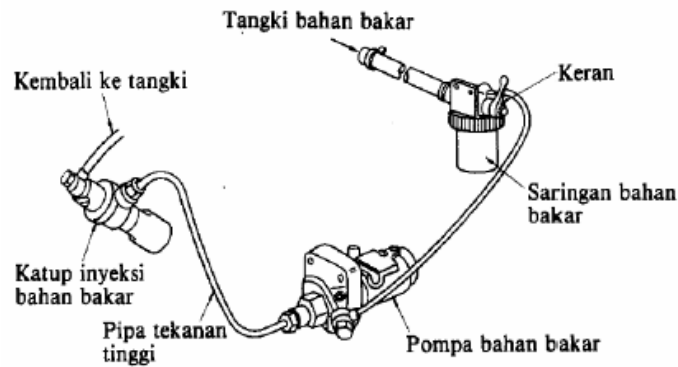
Proses pembakaran empat periode ini sangat berhubungan erat dengan tingkat efektifitas dari suatu kerja mesin. Efektifitas dari suatu mesin dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, salah satunya yaitu sifat karakteristik dari bahan bakar yang digunakan.

Mengetahui karakteristik bahan bakar sangat penting, karena berhubungan dengan kualitas penyalaan (*ignition quality*). Kualitas pada penyalaan ini sangat berkaitan dengan apa yang disebut "*ignition delay*". Semakin pendek *ignition delay*. Maka semakin baik pula pada kualitas penyalaannya.

#### **2.2.11 Sistem Bahan Bakar**

Sistem bahan bakar (*fuel system*) akan sangat berpengaruh pada kinerja suatu motor diesel karena sistem dari suatu bahan bakar memiliki peranan yang sangat penting dalam menyediakan dan menyuplai bahan bakar ke dalam suatu ruang pembakaran sesuai dengan kapasitas dari mesin.

Komponen utama dari system bahan bakar motor diesel 4 tak silinder tunggal (horizontal) yaitu : tangki bahan bakar, keran, saringan bahan bakar (fuel filter), pompa injeksi bahan bakar, pipa tekanan tinggi dan pengabut (*nozzle*) (Rabiman, dkk 2011).



Gambar 2.5 Skema aliran bahan bakar motor diesel

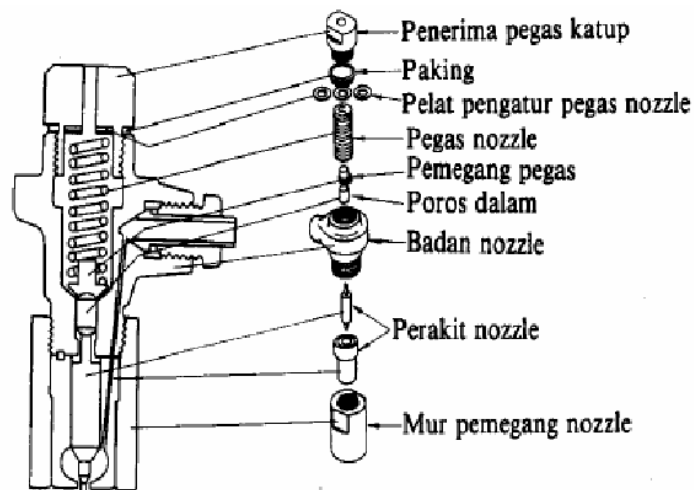
(Dikmenjur, 2004)

Cara kerja sistem bahan bakar pada motor diesel secara umum yaitu ketika keran bahan bakar saat dibuka maka bahan bakar mengalir ke pompa injeksi melalui saringan bahan bakar (*fuel filter*). Saat mesin berputar, pompa injeksi dapat bekerja memompakan bahan bakar ke injector melalui pipa tekanan tinggi. Bahan bakar yang bertekanan tinggi dapat mengakibatkan pegas penahan katup nosel di dalam injector terdesak (membuka nosel) dan bahan bakar terinjeksi ke dalam ruang bakar. Setelah proses injeksi telah selesai maka katup akan secara otomatis menutup kembali karena adanya pegas kembali.

### 2.2.12 Injektor dan Nosel

injektor merupakan alat yang berfungsi untuk menghantarkan bahan bakar dari pompo injector ke dalam suatu silinder di setiap akhir langkah kompresi dimana piston mendekati titik mati atas (TMA). Injektor Injektor dirancang untuk 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 merupakan salah satu dari bagian injektor, lebih tepatnya berada pada ujung injector. Nosel juga berfungsi sebagai katup pembentuk kabutan bahan bakar yang direncanakan.



Gambar 2.6 Kontruksi Injektor

(Dikmenjur, 2004)

Nosel Nosel terdiri dari body dan jarum nosel yang dihubungkan dengan pegas injektor melalui *pressure spindle*. Besarnya tekanan pengabutan pada nosel dapat diatur melalui tegangan pegas yang menekan jarum nosel. Bila tekanan yang diinginkan lebih tinggi, maka tinggal mengencangkan baut penyetel (*adjusting screw*) dan mengunci dengan mur pengunci (*lock nut*) dan sebaliknya.

Prinsip kerja injektor yaitu bahan bakar yang ditekan oleh pompa injeksi masuk ke injektor melalui saluran tekan dengan tekanan tinggi. Tekanan bahan bakar akan mendorong jarum pengabut keatas melawan tegangan pegas, sehingga jarum pengabut terangkat membuka lubang injektor dan bahan bakar masuk kedalam silinder. Pada saat proses penginjeksian, sebagian dari bahan bakar tidak ikut terinjeksi dan kemudian disalurkan kembali ketangkki bahan bakar melalui saluran balik.

### 2.2.13 Daya Listrik

Daya listrik merupakan besarnya usaha yang dilakukan oleh sumber tegangan dalam 1 detik. Jika dalam waktu  $t$  detik sumber tegangan telah melakukan usaha sebesar  $W$ , maka daya lat tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut (Tipler, 2010).

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

Dimana, P : Daya (Joule/detik) atau Watt

W: Usaha (Joule)

t : Waktu (detik)

1 joule/detik = 1 Watt atau 1 J/s = 1 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)

#### 2.2.14 Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar spesifik atau *specific fuel consumption* (sfc) adalah rasio perbandingan total konsumsi bahan bakar terhadap daya listrik yang dibangkitkan dalam sebuah industri pembangkit listrik. jika mengetahui hal ini maka dapat dihitung jumlah bahan bakar yang dikonsumsi dalam selang waktu tertentu.

Untuk menghitung konsumsi bahan bakar spesifik dapat menggunakan rumus sebagai berikut (Rumahorbo, 2014)

$$SFC = \frac{Mf}{P} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana dari persamaan (2.4) dapat dicari Mf dengan persamaan berikut.

$$Mf = \frac{V \text{ bahan bakar} \times \rho \text{ bahan bakar}}{t} \times \frac{3600}{1000} \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan:

Sfc :Konsumsi bahan bakar spesifik (kg/kwatt.jam)

V bahan bakar : Volume bahan bakar (ml)

t : Waktu konsumsi bahan bakar/10 ml (detik)

P : Daya (KW)

$\rho$  bahan bakar : Spesific grafity (kg/l)

Mf : Massa bahan bakar (kg/jam)



### 2.2.15 Besar Sudut Injeksi Bahan Bakar

Sudut penyebaran yang dihasilkan pada semprotan atau injeksi bahan bakar dipengaruhi oleh nilai viskositas yang terkandung dalam bahan bakar. Bahan bakar yang memiliki viskositas tinggi maka akan menghasilkan semprotan yang bersudut kecil, begitu sebaliknya (Borman, 1998).

Untuk mencari sudut semprotan dapat menggunakan persamaan berikut.

$$\theta = 0,05 \times \left( \frac{\Delta P \times (d_o)}{\rho_f \times (V_f)} \right)^{1/4} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

$\theta$  : Sudut semprotan ( $^{\circ}$ )

$\Delta P$  : Tekanan injeksi (Pa)

$d_o$  : Diameter lubang nosel (mm)

$\rho_f$  : Densitas bahan bakar ( $\text{kg/m}^3$ )

$V_f$  : Viskositas kinematik bahan bakar ( $\text{m}^2/\text{s}$ )