

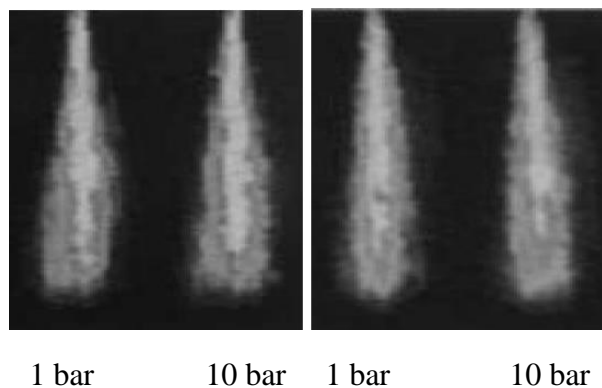
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Kajian Pustaka

Penelitian mengenai karakteristik injeksi dan kinerja mesin diesel menggunakan berbagai macam jenis bahan bakar telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti terkait dengan karakteristik injeksi dan kinerja atau performa mesin diesel. Oleh karena itu pengkajian pustaka ini difokuskan pada perolehan hasil karakteristik injeksi (semprotan *nozzle*) dan kinerja mesin diesel itu sendiri.

Sudarmanta, (2005) meneliti tentang transesterifikasi *crude palm oil* dan uji karakteristik semprotan menggunakan injector motor diesel. Dengan penelitian eksperimental dan simulasi komputer, eksperimental dilakukan untuk mendapatkan hasil dari transesterifikasi dan visualisasi dari semprotan bahan bakar biosolar, sedangkan hasil dari simulisasi komputer untuk mendapatkan karakteristik semprotan yang berpengaruh terhadap proses penguapan dan pembakaran, menggunakan *computational fluid dynamics* dari *software fluent 6.0*.

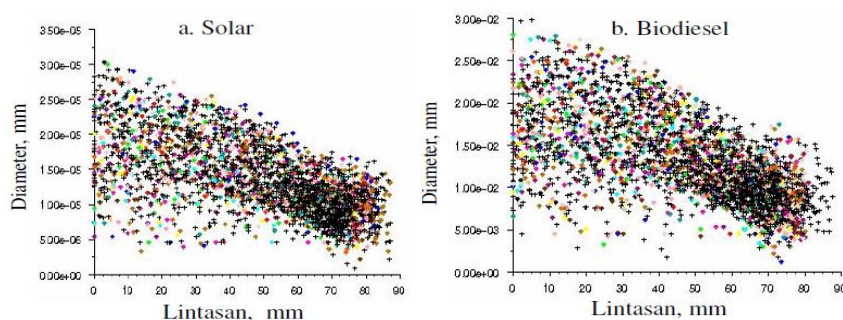


(a) Bahan bakar Solar (b) Bahan bakar Biodiesel

Gambar 2.1 Visualisasi semprotan bahan bakar

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa untuk bahan bakar solar, penetrasi relatif lebih pendek dan sudut semprotan lebih besar dibandingkan dengan Biodiesel. Viskositas yang lebih rendah menyebabkan momentum aliran

lebih kecil sehingga penetrasi semprotan menjadi lebih pendek. Sedangkan tegangan permukaan yang lebih kecil berperan dalam mempercepat butiran-butiran droplet bahan bakar untuk berubah menjadi butiran-butiran yang lebih kecil, properties biodiesel hasil dari transesterifikasi dalam hal ini viskositas, densitas dan tegangan permukaan masih sedikit lebih tinggi biosolar dibandingkan dengan solar biasa dalam uji karakteristik semprotan menggunakan metode eksperimental dan simulasi komputer. Menunjukkan bahwa viskositas yang tinggi menghasilkan proses atomisasi yang kurang baik berupa evaporasi yang lebih rendah, sedangkan densitas dan tegangan permukaan yang lebih tinggi menghasilkan bentuk, penetrasi dan droplet fase cair sedikit lebih banyak sehingga distribusi fase gas menjadi lebih sempit.



Gambar 2.2 Grafik distribusi diameter droplet terhadap panjang lintasan

Gambar 2.2 menunjukkan bahwa semakin jauh lintasan yang ditempuh droplet maka semakin kecil ukurannya. Bahan bakar cair keluar dari atomizer berupa ligamen-ligamen dengan kecepatan dan tekanan berfluktuasi serta berinteraksi dengan gas disekelilingnya sehingga menyebabkan ketidakstabilan. Jika ligamen sudah tidak mampu lagi menahan ketidak stabilan ini maka ligamen selanjutnya akan pecah menjadi droplet. Jika droplet ini masih memiliki kecepatan tinggi, maka akan terpecah lagi menjadi droplet yang lebih kecil lagi dan akhirnya hilang karena adanya perubahan fase menjadi uap. Sedangkan dari kedua jenis bahan bakar tersebut terlihat bahwa biodiesel memiliki diameter relatif besar dibandingkan solar. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi viskositas dan tegangan permukaan bahan bakar maka droplet akan lebih stabil sehingga memerlukan gaya yang lebih besar untuk memecahkannya.

Ariwibowo, (2011) meneliti tentang performa mesin diesel berbahan-bakar biodiesel teroksidasi dibandingkan dengan mesin diesel berbahan-bakar biodiesel dan solar. Biodiesel dibuat dari minyak sawit dengan proses transesterifikasi. Kemudian, biodiesel tersebut dioksidasi dengan proses aerasi dengan aliran oksigen 0,8 liter per menit pada temperatur 60°C selama 10 jam untuk mencapai nilai peroksida 80 meq. Pencapaian nilai peroksida tersebut ekuivalen dengan biodiesel yang tersimpan selama 4 bulan. Pembuatan biodiesel dilakukan dengan metode Mike Pelly. Sifat-sifat biodiesel diukur antara lain bilangan peroksida, densitas, viskositas, angka setana, dan kandungan energi. Performa mesin diuji melalui pengambilan data parameter torsi, kecepatan putar mesin, konsumsi bahan bakar, dan temperatur gas buang. Sedangkan emisi gas buang yang diukur adalah hidrokarbon (HC) tak terbakar, karbon monoksida (CO), dan nitrogen oksida (NOx). Torsi mesin diukur dengan water brake dynamometer, sedangkan konsumsi bahan bakar diukur dengan gelas ukur. Performa mesin ditentukan oleh *brake specific fuel consumption*, bsfc, yang merupakan kalkulasi konsumsi bahan bakar dibagi dengan daya brake. Metode *nondispersion infrared* (NDI) digunakan untuk mengukur hidrokarbon tak terbakar dan karbon monoksida, dan metode kolorimeter untuk NOx. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan bakar biodiesel teroksidasi mempunyai karakteristik pembakaran lebih baik dibandingkan dengan solar, pada rentang beban kecil sampai dengan menengah, yang diindikasikan dengan daya yang lebih besar daripada solar yaitu sebesar 12,37%. Namun, bsfc dari bahan bakar tersebut lebih tinggi 4,84% daripada solar. Pemakaian B20 biodiesel-teroksidasi/solar merupakan pemakaian terbaik pada penelitian ini. Campuran B20 untuk biodiesel-teroksidasi/solar mempunyai daya lebih tinggi 16,2% dan bsfc lebih rendah 11,2% dibandingkan dengan solar. Pemakaian B100 biodiesel-teroksidasi tidak memberikan performa yang lebih baik pada mesin diesel. Secara umum emisi HC, CO, dan NOx dari biodiesel teroksidasi lebih rendah daripada solar.

Sudik, (2012) meneliti tentang pengaruh perbedaan tekanan injeksi terhadap besarnya torsi, daya dan konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*) pada motor diesel satu silinder dengan campuran bahan bakar solar, minyak kelapa dan minyak kemiri. Obyek utama dalam penelitian ini yaitu motor diesel satu silinder yang mampu menghasilkan torsi, daya dan konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*) pada motor diesel satu silinder. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah campuran perbandingan antara minyak solar dikombinasikan dengan minyak kelapa dan minyak kemiri. Variabel terikat yaitu variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah unjuk kerja motor diesel yang meliputi besarnya torsi, daya dan konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*) pada motor diesel satu silinder.

Data yang diperoleh dari pengujian dan perhitungan menunjukkan ada perbedaan unjuk kerja motor diesel satu silinder yang menggunakan campuran bahan bakar: solar + minyak kemiri, campuran: solar + minyak kelapa, campuran: solar + minyak kemiri + minyak kelapa, dibanding yang hanya menggunakan solar murni. Semakin tinggi konsentrasi minyak nabati didalam campuran, semakin menurun unjuk kerja motor diesel. Minyak kelapa dan minyak kemiri dapat dijadikan sebagai bahan alternatif untuk dicampur dengan solar dalam campuran tertentu, untuk mendapatkan konsumsi bahan bakar yang relatif sama seperti jika menggunakan solar murni, prosentase minyak kelapa dan minyak kemiri tidak melebihi 15 % karena apabila lebih dari 15 % maka konsumsi bahan bakar akan semakin boros sehingga daya dan torsi akan mengalami penurunan.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Definisi Mesin Diesel

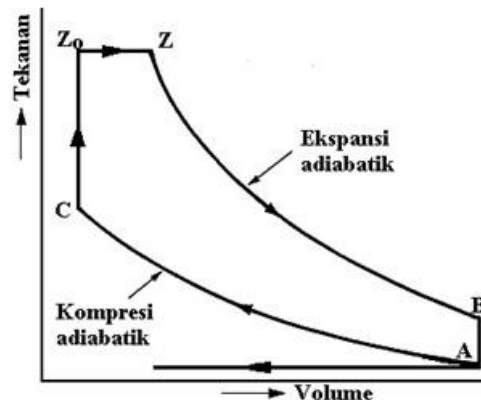
Konsep pembakaran pada mesin diesel adalah melalui proses penyalaan kompresi udara yang dilakukan dengan menginjeksikan bahan bakar kedalam silinder yang bertekanan dan bertemperatur tinggi, proses penginjeksian bahan bakar diesel menggunakan injector, berbeda dengan motor bakar bensin yang dibantu dengan percikan bunga api dari busi sebagai pembantu proses pembakaran bahan bakarnya.

Proses pembakaran pada mesin diesel ini terjadi karena udara dikompresikan pada ruangan dengan perbandingan kompresi yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan motor bakar bensin, kompresi motor bakar bensin antara 7-12, sedangkan pada motor bakar diesel kompresinya yaitu 14-22, sehingga udara mempunyai tekanan dan temperatur yang melebihi suhu dan tekanan penyalaan dari bahan bakar.

Daya merupakan besarnya kerja yang dilakukan persatuan waktu, dengan satuan daya kuda *Horse power*. Satu daya kuda sama dengan kemampuan mengangkat beban seberat 75 kg sejauh satu meter dalam satuan detik. Performa pada motor diesel antara lain daya dan torsi dipengaruhi oleh besarnya jumlah kalor hasil pembakaran, yaitu nilai kalor dari hasil pembakaran campuran bahan bakar dan udara kompresi. Bahan bakar yang mempunyai nilai kalor yang rendah memerlukan jumlah bahan bakar yang lebih banyak untuk menghasilkan tenaga sebesar satu daya kuda dibandingkan bahan bakar yang memiliki nilai kalor yang tinggi.

Motor diesel dan motor bensin tidak banyak berbeda, keduanya mempunyai engkol penggerak, mekanisme katup, rangka pendingin, sistem pelumasan dan lain sebagainya. Perencanaan motor diesel dibagi dalam dua model, dilengkapi dengan peralatan injeksi bahan bakar dan perencanaan komponen yang besar untuk dapat menahan muatan besar yang diakibatkan tekanan pembakaran yang besar, motor diesel sering lebih berat dalam hubungan ke tenaga motor, sekitar 7 kg membangun per kW kira-kira setengah untuk motor bensin, menjaga ukuran dan pengurangan berat komponen tersendiri motor diesel dibuat bahan yang kuat (Daryanto, 2005).

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



Gambar 2.3. Siklus Mesin Diesel

(Sumber : Kristanto, 2015)

Keterangan gambar :

- A-C : Proses kompresi adiabatik
- C-Zo : Pemasukan panas secara isokhorik (Q_1)
- Zo-Z : Pemasukan panas secara isobaric (Q_2)
- Z-B : Proses ekspansi adiabatik
- B-A : Pengeluaran panas secara isokhorik

Pada awalnya udara murni masuk dalam silinder melalui katup masuk, kemudian dilanjutkan proses kompresi, lalu udara murni yang masuk kedalam ruang bakar dikompresikan sampai mencapai tekanan dan suhu tinggi. Tekanan dan suhu tinggi ini berfungsi untuk membakar bahan bakar. Bahan bakar diinjeksikan masuk melalui nosel dengan tekanan tinggi yang masuk kedalam ruangan bakar berupa kabut. Dengan suhu dan tekanan yang tinggi maka bahan bakar (solar) yang telah diinjeksikan kedalam ruang bakar tadi dikompresikan guna melakukan proses pembakaran. 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 katup buang. Proses pembakaran tersebut akan berlangsung secara terus menerus selama mesin bekerja.

2.2.2. Pembakaran didalam Motor Diesel

Pembakaran adalah reaksi kimia dari unsur-unsur bahan bakar dengan zat asam yang kemudian menghasilkan panas yang disebut *heat energy*. Oleh karena itu pada setiap pembakaran diperlukan bahan bakar, zat asam dan suhu yang cukup tinggi untuk awal mulanya pembakaran.

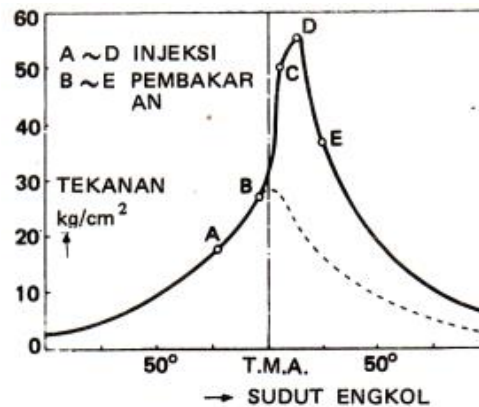
Motor diesel merupakan jenis motor dengan pembakaran yang memanfaatkan suhu dari udara yang telah dikompresikan didalam silinder (*Compression-ignition engine*). Agar bahan bakar dapat terbakar sendiri, maka diperlukan tekanan udara didalam silinder motor diesel dengan rasio kompresi 15-22 pada tekanan kompresi 40-45 Kg/cm² dan temperaturnya 600 °C. (E. Karyanto, 2000 : 164).

Bahan bakar yang disemprotkan oleh injector (nosel) yang masuk kedalam ruang bakar dalam bentuk kabut. Penyalaan dimulai ketika campuran bahan bakar dan udara telah sesuai dengan suhu untuk melakukan proses pembakaran, setelah mencapai suhu pembakaran tadi, bahan bakar dan udara yang telah dikompresikan tadi terjadi ledakan yang mendorong piston untuk turun kebawah, lalu piston akan naik keatas untuk melakukan proses pembuangan hasil dari sisa pembakaran.

Proses pembakaran motor diesel berlangsung dalam empat periode sebagai berikut :

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

Periode ini merupakan tahap persiapan pembakaran. Bahan bakar disemprotkan ke udara panas di dalam ruang bakar sehingga menjadi campuran yang mudah terbakar. Tahap ini bahan bakar belum terbakar atau proses pembakaran belum di mulai. Pembakaran dimulai pada titik B, peningkatan tekanan terjadi secara konstan, karena piston terus bergerak menuju TMA (titik mati atas)



Gambar 2.4. Diagram Proses Pembakaran pada Motor Diesel

(sumber : Daryanto dan Setyabudi, 2013)

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

Campuran bahan bakar dan udara yang telah dikompresikan tadi mulai terbakar dan merata diseluruh bagian dalam ruang bakar. Awal pembakaran mulai terjadi di beberapa bagian dalam silinder. Pembakaran ini berlangsung sangat cepat sehingga terjadilah letupan (*explosive*). Letupan ini berakibat tekanan dalam silinder meningkat dengan cepat.

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

Injektor terus menyemprotkan bahan bakar dan terakhir pada titik D karena injeksi bahan bakar terus berlangsung didalam udara yang bertekanan dan bersuhu tinggi, maka bahan bakar yang diinjeksikan akan langsung terbakar. Tahap ini pembakaran dikontrol oleh jumlah bahan bakar yang diinjeksikan, sehingga tahapan ini disebut tahap pengontrolan pembakaran.

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

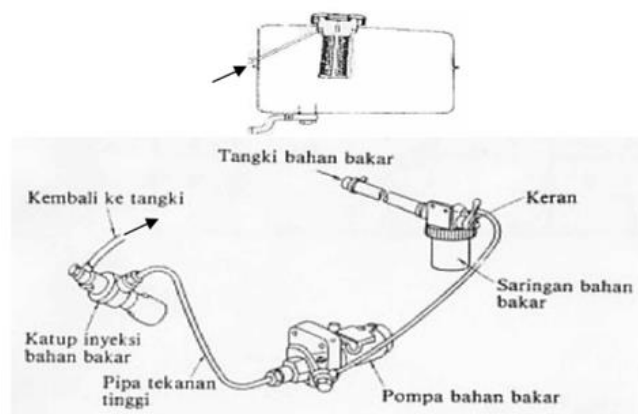
Di titik D, injeksi bahan bakar berhenti, namun bahan bakar masih ada yang belum terbakar. Periode ini sisa bahan bakar diharapkan akan terbakar seluruhnya. Apabila tahapan ini terlalu panjang akan menyebabkan suhu gas buang meningkat dan efisiensi pembakaran berkurang. Beberapa penyebab terjadinya penundaan pembakaran

disebabkan dari jenis dan kualitas bahan bakar, temperatur udara yang dikompresikan, turbulensi udara, sistem pengkabutan yang tidak sempurna, kondisi injektor yang sudah rusak, dan kerja pompa injeksi yang tidak baik.

2.2.3. Sistem Bahan Bakar

Sistem bahan bakar merupakan komponen yang penting dalam mesin diesel, sistem bahan bakar pada mesin diesel memiliki fungsi sebagai penyuplai bahan bakar ke ruang bakar dengan tekanan dan takaran yang sesuai dengan kerja motor diesel. Komponen utama dari sistem bahan bakar motor diesel 4 tak silinder tunggal (horizontal) meliputi :

- a. Tangki bahan bakar.
- b. Keran.
- c. Saringan bahan bakar.
- d. Pompa injeksi bahan bakar.
- e. Pipa penyalur dan pipa tekanan tinggi.
- f. Injector (katup injeksi bahan bakar).



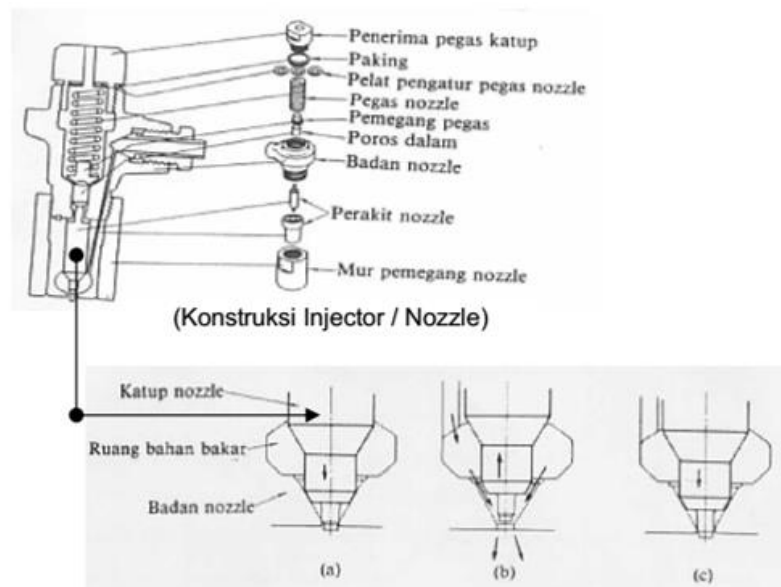
Gambar 2.5. Skema aliran sistem bahan bakar mesin diesel

(Dikmenjur, 2003)

Adapun fungsi dari masing-masing komponen sistem bahan bakar diatas meliputi :

- a. tangki bahan bakar berfungsi sebagai tempat penampung bahan bakar motor diesel.
- b. Keran berfungsi untuk membuka dan menutup aliran bahan bakar dari tangki ke saringan bahan bakar.
- c. Saringan bahan bakar berfungsi untuk menyaring kotoran atau partikel-partikel kecil yang mengalir bersamaan bahan bakar, agar bahan bakar yang dialirkan ke pompa injeksi benar-benar bersih.
- d. Mekanisme governor berfungsi untuk mengatur jumlah suplay bahan bakar ke injector sesuai dengan beban kerja mesin (putaran mesin).
- e. Pompa injeksi bahan bakar berfungsi untuk menaikkan tekanan bahan bakar sehingga bahan bakar mampu membuka katup injeksi (melawan pegas katup). Proses penyemprotan bahan bakar dalam silinder berlangsung sempurna (bahan bakar berbentuk kabut/partikel kecil).
- f. Injektor (katup injeksi bahan bakar) berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar bertekanan tinggi ke dalam ruang bakar sehingga proses pembakaran (langkah usaha) dapat berlangsung dengan baik.

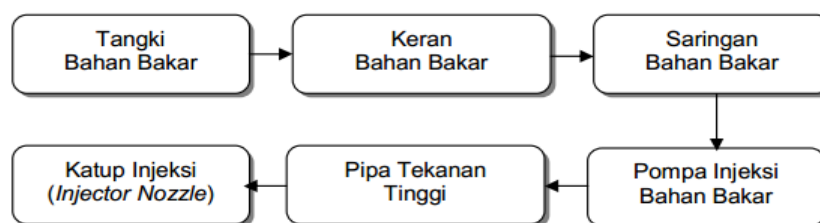
Adapun cara kerja system bahan bakar pada motor diesel generator secara umum adalah sebagai berikut : ketika keran bahan bakar diputar ke posisi membuka maka bahan bakar akan mengalir ke pompa injeksi melalui saringan bahan bakar terlebih dahulu. Saat mesin mulai dihidupkan, pompa injeksi juga turut bekerja dan memompakan bahan bakar ke injector melalui pipa tekanan tinggi. Tekanan bahan bakar yang tinggi mengakibatkan pegas penahan katup nosel didalam injector terdesak (membuka nosel) dan bahan bakar di semprotkan kedalam ruang bakar, setelah proses injeksi bahan bakar diesel selesai maka katup nosel akan menutup kembali karena adanya tekanan pegas pengembali pada nosel.



Gambar 2.6. Urutan kerja katup nosel pada proses injeksi bahan bakar

(Dikmenjur, 2003)

Bahan bakar yang berlebihan pada injector kemudian dialirkan kembali ketangki bahan bakar hal ini terjadi karena pada nosel memiliki relief valve dan saluran pengembali. Dengan demikian tidak terjadi pemborosan bahan bakar, karena bahan bakar yang tersisa/berlebih saat proses penyemprotan bahan bakar dikembalikan lagi ke tangki bahan bakar. Aliran bahan bakar pada setiap komponen system bahan bakar diatas bila dibuat kedalam diagram alir dalah sebagai berikut :

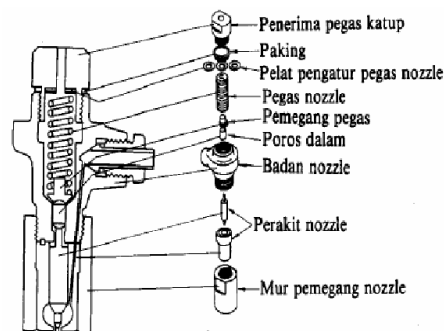


Gambar 2.7. Diagram aliran sistem bahan bakar

(Dikmenjur, 2003)

2.2.4 Pengabut (*injector*)

Pengabut/*injector* berfungsi untuk mengatur bentuk kabut bahan bakar yang akan diinjeksikan ke dalam silinder. Bentuk kabutan bahan bakar bertujuan untuk atomisasi dan penetrasi. Atomisasi bertujuan untuk proses penguapan bahan bakar agar dapat bereaksi (bercampur) dengan oksigen, sedangkan penetrasi bertujuan untuk mendapatkan homogenitas campuran, yaitu diawali dengan penyebaran bahan bakar yang merata ke seluruh ruang pembakaran.



Gambar 2.8. Kontruksi injektor

(Dikmenjur, 2003)

Pada bagian ujung setiap *injector* terdapat komponen yang disebut dengan *nozzle*, yang berfungsi sebagai katup atau membentuk pengabutan bahan bakar yang diharapkan. *Nozzle* dipasang pada body *injector* menggunakan mur pengikat (*retaining nut*). *Nozzle* terdiri dari body dan jarum *nozzle* yang dihubungkan dengan pegas *injector* melalui *pressure spindle*. Besarnya tekanan pengabutan 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. Namun ada juga jenis pengaturan yang lain, dimana pengaturan tekanan menggunakan ketebalan plat yang diletakan diatas plat. Bila tekanan yang diinginkan menjadi lebih tinggi, maka perlu menambahkan ketebalan plat dan sebaliknya.

Prinsip kerja injector, bahan bakar yang ditekan oleh pompa injeksi masuk ke *injector* melalui saluran tekan. Tekanan bahan bakar tadi akan mendorong jarum pengabut keatas melawan tegangan pegas, sehingga jarum pengabut terangkat membuka lubang *injector* dan bahan bakar akan masuk kedalam silinder. Pada saat proses penyemprotan bahan bakar menuju ruang silinder bahan bakar yang berlebihan akan di alirkan kembali menuju tangki melalui saluran balik yang ada pada nosel.

2.2.5. Bahan Bakar Motor Diesel

Bahan bakar diesel biasa juga disebut dengan *light oil* atau solar, yaitu suatu campuran dari hidrokarbon yang telah didestilasi setelah bensin dan minyak tanah dari minyak mentah pada temperatur 200°C sampai 340°C. Bahan bakar jenis ini atau biasa disebut sebagai bahan bakar solar sebagian besar digunakan untuk menggerakkan motor diesel. Bahan bakar motor diesel juga memiliki sifat-sifat yang mempengaruhi kinerja mesin diesel itu sendiri antara lain sebagai berikut :

a. Penguapan (*volality*)

Volality adalah sifat atau kemampuan bahan bakar untuk berubah menjadi fase uap, tekanan uap yang tinggi dan titik didih yang rendah menandakan tingginya penguapan, maka semakin rendah suhu, semakin tinggi penguapannya

b. Residu karbon

Residu karbon adalah kadar dari residu yang menunjukkan kadar fraksi hidrokarbon yang memiliki titik didih yang tinggi dari bahan bakar, sehingga karbon akan tertinggal setelah penguapan dan pembakaran bahan bakar yang terjadi.

c. Viskositas

Viskositas menunjukkan resistensi fluida terhadap aliran. Semakin tinggi viskositas bahan bakar, semakin sulit suatu bahan bakar diinjeksikan. Viskositas yang tinggi dapat berpengaruh secara langsung terhadap kemampuan bahan bakar bercampur dengan udara.

d. Kadar sulfur

Kadar sulfur yang berada di dalam bahan bakar diesel, jika berlebihan dapat menyebabkan keausan pada bagian mesin, karena di dalam sulfur terdapat partikel-partikel padat yang terbentuk ketika proses pembakaran terjadi.

e. Abu dan endapan

Abu dan endapan dalam bahan bakar adalah sumber dari bahan mengeras yang mengakibatkan keausan mesin diesel. Tingginya konsentrasi menyebabkan penyumbatan pada injeksi bahan bakar. Kandungan abu maksimal yang diijinkan adalah 0,01% dan endapan 0,05%.

f. Titik nyala

Titik nyala merupakan temperatur paling rendah dimana bahan bakar dapat menimbulkan uap yang bisa terbakar ketika disinggung dengan percikan api.

g. Titik tuang

Titik tuang adalah titik temperatur terendah dimana bahan bakar mulai membeku dan terbentuk Kristal-kristal paraffin yang dapat menyumbat saluran bahan bakar. Titik tuang maksimal untuk bahan bakar diesel adalah 0°F .

h. Sifat korosif

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

i. Massa jenis

Massa jenis menunjukkan besarnya perbandingan antara masa dari bahan bakar dengan volumenya.

j. Bilangan cetana (*cetane number*)

Bilangan cetana sekitar 50. Bilangan cetana bahan bakar adalah volume dari cetana dalam campuran cetana dan *alpha-metylnaphthalene* mempunyai mutu penyalaan yang sama dan bahan bakar yang diuji.

Cetana mempunyai mutu penyalan yang sangat baik dan *alpha-metylnaphthalene* mempunyai mutu penyalan yang buruk. Bilangan cetana 48 berarti bahan bakar cetana dengan campuran yang terdiri atas 48% cetana dan 52% *alpha-metyl naphthalene*.

2.2.5.1. Biosolar

Pengalihan konsumsi energi dari jenis energi fosil yang tidak bisa diperbarui (*unrenewable energy*) ke jenis energi hayati non fosil yang bisa diperbarui (*renewable energy*) mulai dilakukan untuk mengurangi konsumsi energi dari jenis energi fosil. *Biofuel* yang dibuat dari minyak nabati seperti minyak kelapa sawit dan minyak pohon jarak pagar menjadi salah satu alternatif perubahan dari energi dari energi yang bisa diperbaharui, *biofeul* ini dibuat dengan proses transesterifikasi. Proses ini pada dasarnya merupakan proses yang mereaksikan minyak nabati (minyak kelapa sawit atau minyak pohon jarak) dengan methanol dan ethanol dengan katalisator soda api (NaOH atau KOH).

Dari hasil proses transesterifikasi minyak kelapa sawit itu akan dihasilkan metil ester asam lemak murni (FAME). kemudian FAME tersebut di *blending* dengan solar murni selama 10 menitan, menghasilkan biodiesel yang siap pakai. biosolar merupakan campuran solar dengan minyak nabati yang didapatkan dari minyak kelapa sawit atau *crude palm oil* (CPO). Sebelum dicampurkan minyak kelapa sawit direaksikan dengan methanol dan ethanol dengan katalisator NaOH atau KOH untuk menghasilkan *fatty acid methyl ester* (FAME). Untuk biosolar jenis B-5 yang dijual saat ini mengandung 5 persen campuran FAME. Sebelum dicampurkan, laboratorium pengujian yang dimiliki Pertamina selalu memastikan FAME yang dipakai memenuhi standar spesifikasi yang sudah ditetapkan.

Dengan kandungan minyak nabati, BBM menjadi lebih ramah lingkungan. Biosolar memiliki angka cetane 51 hingga 55 atau lebih tinggi daripada solar standar yang sekitar 48. Semakin tinggi angka cetane,

makin sempurna pembakaran sehingga polusi dapat ditekan. Kerapatan energi per volume yang diperoleh juga makin besar. Selain itu, campuran FAME menurunkan sulfur sehingga tidak lebih dari 500 ppm.

Biodiesel atau Biosolar ini memiliki keunggulan komparatif dibandingkan dengan bentuk energi lain yaitu :

- a. Lebih mudah ditransportasikan
- b. Memiliki kerapatan energi per volume yang lebih tinggi
- c. Memiliki karakter pembakaran yang relatif bersih
- d. Ramah lingkungan

Tidak seperti solar murni, biosolar memiliki kelemahan. Kelemahannya biosolar ini tidak cocok dipakai untuk kendaraan bermotor yang memerlukan kecepatan dan daya, karena biodiesel menghasilkan tenaga yang lebih rendah dibandingkan solar murni. Maka bagi kendaraan alat angkut beban bertonase besar biosolar ini justru menjadi kontra produktif, sebab mesin menjadi berkurang tenaganya bila dibanding saat memakai solar.

2.2.5.2. Pertamina Dexlite

Dexlite merupakan bahan bakar terbaru dari Pertamina untuk kendaraan bermesin diesel di Indonesia. Dexlite diluncurkan sebagai varian baru bagi konsumen yang menginginkan BBM dengan kualitas di atas Solar biasa (bersubsidi) *Cetane Number* minimal 48, tetapi dengan harga yang lebih murah daripada Pertamina Dex *Cetane Number* minimal 53. Dexlite memiliki *Cetane Number* sebesar 51, sementara itu Solar memiliki kandungan *Cetane Number* sebesar 48 dan untuk Pertamina Dex memiliki *Cetane Number* sebesar 53. Kemudian, kandungan sulfur pada Dexlite juga berada diantara Bahan Bakar Minyak (BBM) jenis solar/biosolar dan Pertamina dex.

Jika di solar/biosolar kandungan sulfurnya berada di 3.000-3.500, sementara dex berada di 300 ppm, dan dexlite 1000-1.200 ppm. Kemudian dari segi emisi, lebih baik dibandingkan dengan solar dan biosolar. Dalam

berakselerasi memakai Dexlite, mesin menjadi bertenaga dan jauh lebih efisien, jika di bandingkan dengan solar, Karena kandungan *fatty acid methyl eter*/FAME pada solar mencapai 20% sehingga membuat solar kurang bertenaga, berbeda halnya dengan Dexlite meski mengandung FAME akan tetapi ditambah dengan zat aditif yang membuat hilangnya dampak negatif FAME. Zat Aditif yang dimasukan tersebut akan menghilangkan sifat mudah membeku FAME dan menaikkan angka *Cetane Number* (CN). *Cetane Number* sendiri dalam solar sama seperti BBM jenis Premium yaitu oktan (RON), semakin tinggi cetane maka kualitas dari solar menjadi lebih baik, karena makin mudah terbakar membuat akselerasi mesin diesel menjadi lebih baik dan juga emisi menjadi sedikit.

2.2.6. Daya Listrik dan Konsumsi Bahan Bakar pada Mesin Diesel

2.2.6.1. 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

$$P = \frac{W}{t} \dots \dots \dots (1)$$

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 :

$$P = \frac{VIt}{t} \text{ atau } P = V \times I$$

Dimana, P : daya (watt)

V : tegangan/ beda potensial (volt)

I : arus (ampere)

Kelipatan satuan watt antar lain : miliwatt (mW), kilowatt (kW), atau megawatt (MW).

1 miliwatt = 1 Mw, = 0,0001 W = 10^{-3} W

1 kilowatt = 1 kW, = 1000 W = 10^3 W

1.2.6.2. Konsumsi bahan bakar

Dalam pengujian kinerja mesin diesel, besarnya daya suatu mesin diesel merupakan hasil dari pembakaran campuran bahan bakar dan udara dalam ruang silinder. Banyaknya bahan bakar yang dikonsumsi oleh mesin diesel dibandingkan dengan daya pembebanan yang dihasilkan dalam tiap satuan waktu akan diperoleh besaran ruang disebut konsumsi bahan bakar spesifik/*specific fuel consumption* (sfc).

$$\text{SFC} = \frac{M_f}{P} \dots\dots\dots (2)$$

$$M_f = \frac{V_{\text{bahan bakar}} \times \rho_{\text{bahan bakar}}}{t} \times \frac{3600}{1000}$$

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)

ρ bahan bakar : Spesific gravity (kg/l)

Mf : Massa bahan bakar (kg/jam)