

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan pustaka

Motor Diesel adalah suatu motor bakar yang pada langkah pertama menghisap udara murni dari saringan udara, sedangkan pemasukan bahan bakar dilakukan pada akhir langkah kompresi yang mempunyai tekanan tinggi dan menghasilkan suhu yang mampu menyalakan bahan bakar.

Kondisi pembakaran motor diesel sangat tergantung dari kondisi pengabut bahan bakar. Untuk mencapai pembakaran yang sempurna maka pengabut bahan bakar pada saat menyemprotkan bahan bakar harus bertekanan tinggi yaitu 280-350 kg/cm² dan dalam waktu singkat dengan memakai pompa penyemprot bahan bakar tekanan tinggi.

1. Pembakaran mesin diesel

Menurut Daryanto (2004:105), Sistem pembakaran bahan bakar adalah jantung mesin diesel dan dikonstruksikan dengan ketelitian dan bahan-bahan bermutu dan merupakan sistem vital yang mempengaruhi kerja mesin diesel. Bagian-bagian terpenting untuk pemasukan dan pengabutan bahan bakar adalah pompa bahan bakar dan injektor. Pompa bahan bakar mendesak bahan bakar pada saat yang tepat dengan tekanan 300-500 bar melalui lubang mulut pengabut yang sangat kecil kedalam ruang bakar. Garis tengah lubang-lubang pengabut berkisar 0,4 – 0,9 mm. Tekanan semprot yang tinggi dibutuhkan untuk memberi kecepatan awal yang tinggi kepada pancaran minyak. Akibatnya adalah terjadinya penyemprotan halus

dan percikan minyak terdesak sejauh mungkin kedalam ruang bakar untuk mendapat campuran yang baik dengan udara pembakaran.

Menurut P. Van Maanen (Motor Induk Diesel, jilid 1), pembakaran adalah persenyawaan secara cepat dalam proses kimia antara bahan bakar udara dan suhu yang cukup untuk penyalaan. Pada mesin induk udara tersebut dikompresikan sehingga terjadi reaksi kimia yaitu pembakaran di dalam silinder, panas hasil pembakaran selanjutnya diubah menjadi tenaga mekanik. Pada mesin induk pembakarannya terjadi dikarenakan oleh bahan bakar minyak yang disemprotkan berupa kabut kedalam silinder yang bercampur dengan udara yang bersuhu tinggi. Dalam hal kecepatan pembakaran tergantung pada baik buruknya percampuran udara dengan bahan bakar. Oleh karena itu maka bahan bakar harus dikabutkan sehingga reaksi pembakaran dapat berlangsung dengan cepat.

Adapun prinsip dari pengabutan ialah menekan bahan bakar berupa zat cair dengan tekanan yang sangat tinggi melalui lubang yang sangat kecil pada nozzle. Semakin baik pengabutan bahan bakar maka akan semakin sempurna pembakarannya. Dalam ruang pembakaran selain terjadi suhu yang tinggi akan terjadi tekanan yang maksimum akibat pembakaran. Apabila campuran bahan bakar dengan udara tidak sesuai maka proses pembakaran tidak akan terjadi dengan sempurna.

Akibat yang ditimbulkan dari pembakaran yang kurang sempurna adalah sebagai berikut :

- a. Kerugian panas dalam motor menjadi besar

Karena tidak seluruhnya bahan bakar yang disemprotkan oleh injektor ke dalam silinder terbakar (sebagian terbakar atau terbuang melalui

cerobong) sehingga panas yang dihasilkan menurun maka dari itu tenaga yang dihasilkan akan berkurang.

- b. Sisa-sisa pembakaran akan melekat pada lubang isap dan pembuangan antara katup dan dudukanya, terutama pada katup buang sehingga katup tidak dapat menutup rapat.
- c. Sisa-sisa pembakaran akan melekat pada dinding silinder dan kepala torak, yang mana pada liner terdapat lubang sebagai tempat keluarnya minyak lumas sehingga jika ada jelaga yang diakibatkan oleh pembakaran tidak sempurna menutupi lubang tersebut maka pelumasan akan terganggu.

Pada sebuah mesin induk, bahan bakar akan tercampur dengan cepat dengan udara yang mempunyai tekanan tinggi sebelum pembakaran. Campuran akan terbentuk dan akan menyala akibat suhu akhir kompresi yang tinggi yaitu 600°C. Pada mesin induk pembakaran terjadi dikarenakan oleh bahan bakar minyak yang disemprotkan berupa kabut kedalam silinder yang bercampur dengan udara yang bersuhu tinggi. Dalam hal ini kecepatan pembakaran tergantung pada baik buruknya percampuran antara udara dengan bahan bakar. Oleh sebab itu maka bahan bakar harus dikabutkan sehingga reaksi pembakaran dapat berlangsung cepat.

Pembakaran yang sempurna didalam silinder *motor diesel* tergantung syarat-syarat sebagai berikut:

- 1) Derajat pengabutan bahan bakar.
- 2) Suhu tinggi untuk memperoleh pembakaran yang sempurna dari campuran bahan bakar dengan udara.
- 3) Kecepatan relatif yang tinggi antara partikel bahan bakar dan udara.

- 4) Pencampuran yang baik antara partikel dengan bahan bakar dan udara.

2. Injektor

Menurut Karyanto (2001:133) injektor dalam istilah lain disebut *Injection Nozzle* adalah suatu alat yang menyemprotkan bahan bakar solar dalam hamburan yang sangat halus (bentuk kabutan) kedalam suatu udara yang sedang dipadatkan (dikompresikan) didalam ruang bakar silinder motor, dimana udara yang dipadatkan itu memiliki suhu yang cukup tinggi.

Penghamburan dari bahan bakar kedalam udara yang bersuhu tinggi menyebabkan bahan bakar menguap dan membentuk gas dan selanjutnya bahan bakar berubah menjadi gas dan akan terbakar. Pembakaran bahan bakar akan menimbulkan panas yang tinggi akan memiliki tenaga tekanan yang sangat besar.

Menurut Broto Sasongko (2002; 10.6) sebab-sebab tidak baik bekerjanya dari injektor bahan bakar dapat disebabkan keausan yang normal atau karena pemakaian yang tak benar.

Keausan yang abnormal dapat terjadi karena adanya partikel yang keras di dalam bahan bakar yang ikut yang justru menggores bidang-bidang yang presisi dari pompa-pompa dan injektor, menimbulkan keausan yang berlebihan, menutup lubang-lubang pengabut dan menimbulkan kebocoran bahan bakar.

Dengan kebocoran bahan bakar antara jarum dan nozzle pengabut yang selanjutnya dapat tertutup dengan lapisan karbon yang menimbulkan perubahan tekanan bahan bakar pada injektor dan merusakkan otomatisasi

dari nozzle. Dengan adanya partikel keras antara jarum dan badan nozzle dapat menyebabkan terjepitnya jarum.

Apabila lubang pengabut rusak dan kehilangan bentuk sebenarnya dan akan mengganggu otomisasi dan pencampuran bahan bakar dengan udara. Kerja injektor juga dapat terganggu jika kelenturan dari pegas berkurang atau pegas patah.

3. Syarat injektor

Persyaratan utama yang harus dipenuhi oleh sistem injeksi adalah sebagai berikut :

a. Penakaran.

Penakaran yang teliti dari bahan bakar berarti bahwa banyaknya bahan bakar yang diberikan untuk tiap silinder harus dalam kesesuaian dengan beban mesin dan jumlah yang tepat sama dari bahan bakar yang harus diberikan kepada tiap silinder untuk setiap langkah daya mesin. Hanya dengan cara ini mesin akan beroperasi pada kecepatan yang tetap.

b. Pengaturan waktu.

Pengaturan waktu yang layak berarti mengawali injeksi bahan bakar pada saat diperlukan adalah mutlak untuk mendapatkan daya maksimum dari bahan bakar dengan baik serta pembakaran yang sempurna. Kalau bahan bakar diinjeksikan terlalu awal dalam dapur, maka penyalaan akan diperlambat karena suhu udara pada titik ini tidak cukup tinggi. Keterlambatan yang berlebihan akan memberikan operasi yang kasar dan berisik dari mesin serta memungkinkan kerugian bahan

bakar karena pembasahan dinding silinder. Akibatnya adalah boros bahan bakar dan asap gas buang hitam dan tidak akan membangkitkan daya maksimum.

c. Kecepatan injeksi bahan bakar.

Berarti banyaknya bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang bakar dalam satu satuan waktu dalam satu derajat dari perjalanan engkol, kalau dikehendaki untuk menurunkan kecepatan injeksi harus digunakan ujung *nozzel* dengan lubang yang lebih kecil, untuk menaikkan jangka waktu injeksi bahan bakar.

d. Pengabutan.

Bahan bakar menjadi semprotan mirip kabut, tetapi harus disesuaikan dengan jenis ruang bakar. Pengabutan yang baik akan mempermudah pengawalan pembakaran dan menjamin bahwa setiap butiran kecil dari bahan bakar dikelilingi oleh partikel oksigen yang dapat bercampur.

e. Distribusi.

Distribusi bahan bakar harus dapat menyusup keseluruhan bagian ruang bakar yang berisi oksigen untuk pembakaran. Kalau tidak didistribusikan dengan baik maka sebagian dari oksigen tidak akan dimanfaatkan dan keluaran daya mesin akan rendah.

4. Metode penyemprotan bahan bakar

Pada sebuah motor diesel bahan bakar di campur dngan cepat dengan udara tekanan tinggi sebelum pembakaran, campuran yang terbentuk akan menyala akibat suhu akhir kompresi yang tinggi.

Menurut *P. Van Maanen (Motor Diesel Kapal, jilid 1)* Mengenai cara penyemprotan bahan bakar dan pembentukan campuran dikenal dua sistim utama:

a. Penyemprotan Tidak Langsung

Dalam hal ini bahan bakar disemprotkan ke dalam sebuah ruang pembakaran pendahuluan yang terpisah dan ruang pembakaran utama. Ruang tersebut memiliki 25 s/d 60% dari volume total ruang pembakaran. sistim tersebut di terapkan dengan beberapa variasi.

Pada sistem penyemprotan pendahuluan bahan bakar disemprotkan ke dalam ruang tersebut melalui sebuah pengabut berlobang tunggal dengan tekanan penyemprotan relatif rendah ± 100 bar. Pengabutan pada tekanan tersebut kurang baik sekali, akan tetapi bahan bakar dapat menyala dengan cepat akibat suhu tinggi dinding ruang pendahulu tersebut.

Pada motor dengan ruang pusaran di tempatkan sebuah ruang pembakaran berbentuk bola di dalam kepala silinder. Ruang tersebut berhubungan dengan ruang pembakaran utama melalui sebuah saluran tengensial.

Pada waktu kompresi sebagian dari udara pembakaran melalui saluran penghubung didesak ke dalam ruang pusar berbentuk bola sehingga udara akan berputar. Bahan bakar selanjutnya melalui sebuah pengabut berlobang tunggal di semprotkan ke dalam ruang pusar sehingga bercampur dengan udara yang tersedia. Karena sebagian permukaan dinding ruang pusar tidak didinginkan, maka udara yang

berpusar di dalam akan memiliki suhu yang tinggi sehingga bahan bakar terbakar dengan cepat tanpa gejala detonasi.

b. Penyemprotan langsung

Bahan bakar dengan tekanan tinggi (pada motor putaran rendah hingga 1000 bar dan pada motor putaran menengah yang bekerja dengan bahan bakar berat hingga 1500 bar) disemprotkan ke dalam ruang pembakaran yang tidak dibagi. Tergantung dari pembuatan ruang pembakaran maka untuk keperluan tersebut dipergunakan sebuah hingga tiga buah pengabut berlobang banyak. Sistem penyemprotan langsung diterapkan pada seluruh motor putaran rendah dan putaran menengah dan pada sebagian besar dari motor putaran tinggi.

c. Mekanisme penyemprotan bahan bakar

Agar supaya bahan bakar dapat dimasukkan ke dalam silinder dengan cara tepat, diperlukan suatu mekanisme yang amat teliti dan dapat dipercaya. Mekanisme tersebut terdiri dari, untuk setiap silinder, sebuah pompa bahan bakar tekanan tinggi yang pada umumnya selalu digerakkan dengan nok; sebuah saluran bahan bakar tekanan tinggi, dan sebuah katup bahan bakar dengan pengabut yang ditempatkan pada tutup silinder.

5. Tugas injektor

Tugas pompa bahan bakar adalah:

- a. Dengan cepat meningkatkan tekanan bahan bakar hingga mencapai tekanan tinggi tanpa menimbulkan kebocoran.

- b. Menekan bahan bakar dengan jumlah tepat ke pengabut, jumlah tersebut harus juga dapat diatur secara kontinu dari 0 hingga maksimal.
- c. Penyerahan bahan bakar harus dapat dilaksanakan pada saat yang tepat dan dapat dilaksanakan pada jangka waktu yang diinginkan.

Untuk pengabutan yang baik dari bahan bakar diperlukan kecepatan penyemprotan yang tinggi (250 s/d 350 m/det) untuk kecepatan penyemprotan yang tinggi tersebut dicapai dengan tekanan pengabutan tinggi (hingga 1000 bar). Tekanan penyemprotan tersebut dapat ditingkatkan tanpa guna, bila kekentalan atau viskositas bahan bakar terlalu tinggi. Viskositas bahan bakar destilat(minyak gas atau minyak diesel) pada suhu lingkungan normal cukup rendah, bahan bakar berat harus dipanasi atau mendapatkan viskositas penyemprotan yang diisyaratkan sebesar 15 s/d 25 mm²/det. Untuk bahan bakar yang lebih berat (viskositas 350 s/d 580 mm²/det pada suhu 50⁰C) suhu pemanasan adalah hingga 135⁰C, suhu yang lebih tinggi tidak dikehendaki.

6. Bagian-bagian injektor

- a. *Nozzle neddle* (Jarum Pengabut)

Jarum pengabut berfungsi untuk mengatur jumlah bahan bakar yang akan dikabutkan melalui mulut pengabut. Jarum pengabut ditekan pada bidang penutup oleh pegas penutup dengan tekanan yang dapat diatur dengan perantaraan baut tekan. Oleh tekanan minyak gaya-gaya bekerja pada bidang kerucut. Komponen aksial dari gaya mengangkat jarum berlawanan arah dengan kerja pegas penutup.

b. *Nozzle* (Mulut Pengabut)

Mulut pengabut berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar kedalam ruang bakar. Pada akhir penyemprotan tekanan didesak menurun dan jarum ditekan kembali pada bidang penutup. Pembukaan dan penutupan jarum pengabut dapat diawasi dengan sebuah jarum periksa. Pada cara pengabutan ini pompa bahan bakar mendesak, jika penyemprotan harus dimulai dan pompa berhenti jika penyemprotan harus berakhir.

c. *Spindel* (alat penekan jarum)

Alat penekan jarum yang digunakan untuk menekan jarum pada lubang injektor pada saat proses pengabutan. Alat penekan jarum ini sangat penting dalam proses injeksi karena tinggi rendahnya tekanan dalam injektor ditentukan disini.

d. *Lock Nut* (Mur pengaman)

Terdapat pada injektor motor diesel yang berguna sebagai pengaman agar bagian-bagian dari injektor tidak berubah pada waktu menginjeksikan bahan bakar

e. *Adjusting Screw* (baut penyetel)

Baut penyetel berfungsi untuk penyetelan kekuatan dan juga tekanan dari penyemprotan injektor baut penyetel berada diatas dari mur pengaman yang berguna untuk melindungi bagian-bagian injektor lain dan digunakan untuk mengatur posisi mur pengaman dalam injektor.

f. *Spring* (pegas)

Pegas disini berguna pengontrol elastisitas dari injektor pada saat menginjeksikan bahan bakar agar alat penekan jarum dapat kembali keposisinya lagi dan digunakan dalam penyetelan kekuatan injeksi bahan bakar.

g. *Spindle* (Penekan Jarum)

Alat penekan jarum digunakan untuk menekan jarum pada lubang injektor pada saat proses pengabutan. Alat penekan jarum ini sangat penting dalam proses injeksi karena tinggi rendahnya tekanan dalam injektor ditentukan disini.

h. *Spring retainer* (penahan pegas)

Spring retainer sebagai penghubung antara *spring* dan *spindle* berfungsi untuk menahan agar *spindle* tetap pada posisinya.

i. *Air vent valve* (katup pembuangan angin)

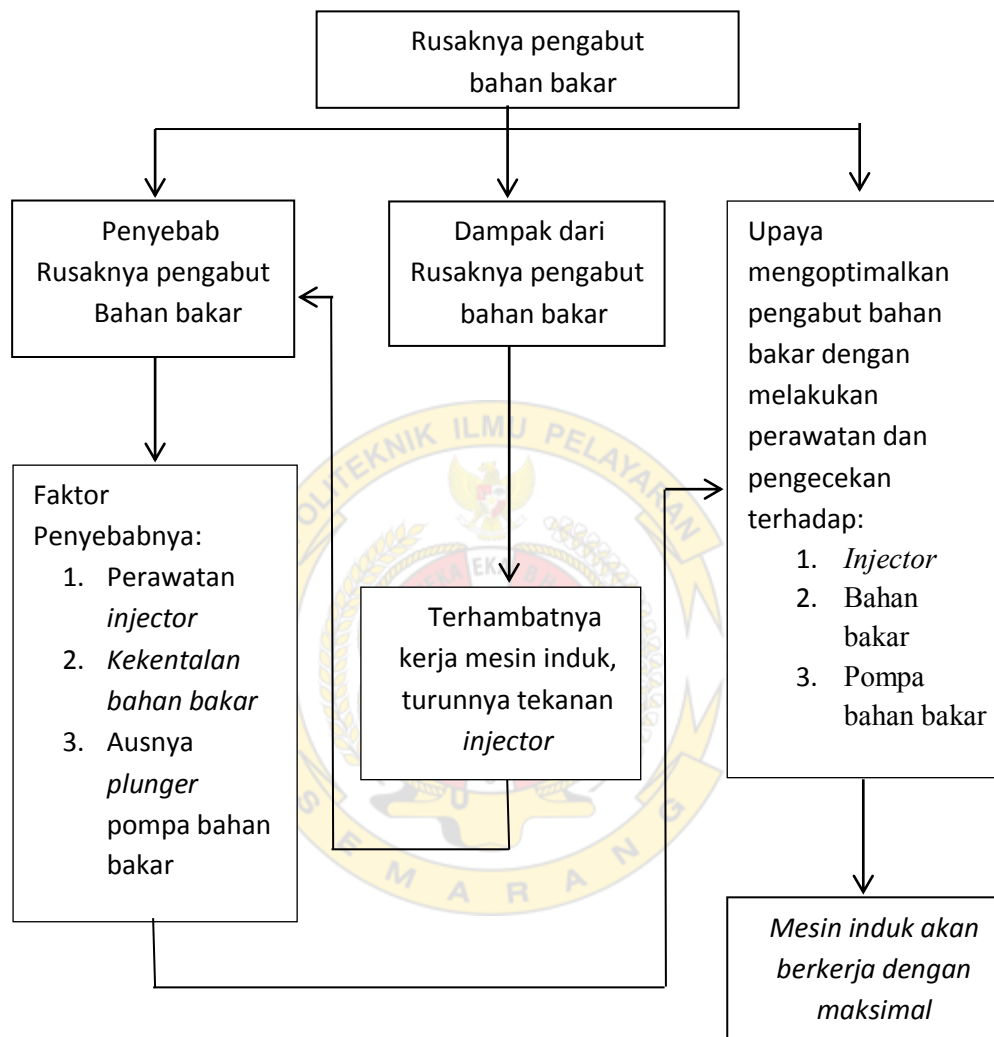
Katup pembuangan angin berfungsi untuk menghilangkan sisa-sisa angin dalam sistem pada saat pemasangan injektor.

B. Kerangka Pikir Penelitian

Berdasarkan kerangka pikir di bawah ini, dapat di jelaskan bermula dari topik yang akan di bahas yaitu rusaknya pengabut bahan bakar. Yang akan menghasilkan faktor-faktor penyebab dari kejadian tersebut.

Dari faktor-faktor tersebut yaitu rusaknya pengabut bahan bakarmempunyai suatu dampak yang alami, Sehingga timbul upaya ataupun usaha yang dilakukan untuk menanggulangi masalah yang ada. Setelah

upaya penanganan masalah telah dilaksanakan, maka pengabut bahan bakar kembali normal.



Gambar 2.9 Kerangka Penelitian