

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

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.

Pengabutan bahan bakar untuk memperoleh bentuk yang sehalus-halusnya dan penyebaran terutama tergantung dari sistem penyemprotan yang digunakan. Faktor penting yang perlu diperhatikan dalam proses pembakaran adalah pusran udara yang sangat diperlukan untuk memperoleh campuran bahan bakar dengan udara, tergantung dari hubungan yang serasi antara sistem penyemprotan, sistem pemasukan udara, bentuk ruang bakar, dinding silinder dan puncak torak. Besarnya diameter dari lubang-lubang pengabut dibuat dengan ukuran tertentu. Apabila lubang itu terlalu kecil maka pengabut sangat sulit dan akan mudah tertutup kotoran, demikian juga apabila lubang terlalu besar maka pengabutan akan kurang sempurna karena kecepatan bahan bakar yang akan dikabutkan terlalu besar.

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

1. Kerugian panas dalam motor menjadi besar

Karena tidak seluruhnya bahan bakar yang disemprotkan oleh injektor kedalam silinder terbakar (sebagian terbakar atau terbuang melalui cerobong) sehingga panas yang dihasilkan menurun maka dari itu tenaga yang dihasilkan akan berkurang.

2. Sisa-sisa pembakaran akan melekat pada lubang isap dan pembuangan antara katup dan dudukannya, terutama pada katup buang sehingga katup tidak dapat menutup rapat.

3. Sisa-sisa pembakaran akan melekat pada dinding silinder dan kepala torak, yang mana pada liner terdapat lubang sebagai tempat keluarnya minyak pelumas 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.

Menurut M. David Burghardt dan George D. Kingsley, dalam bukunya yang berjudul *Marine Diesel*, bahwa untuk pembakaran 1 kg minyak bahan bakar *diesel* secara teoritis diperlukan sekitar 14,0-14,5 kg udara.

Tetapi dalam keadaan seperti ini sebagian partikel dari oksigen yang bercampur nitrogen dan hasil pembakaran tidak mampu berperan serta dalam proses pembakaran karena sangat singkatnya waktu yang diperlukan dalam pembakaran sejumlah karbon monoksida kemudian akan terbentuk atau carbon tetap belum terbakar. Maka untuk menjamin pembakaran yang sempurna dari bahan bakar dan menghindari rugi panas karena pembakaran carbon monoksida dan carbon yang tidak terbakar harus terdapat kelebihan udara dalam silinder. Perbandingan berat udara yang ada terhadap berat bahan bakar yang diinjeksikan selama tiap langkah daya disebut perbandingan udara bahan bakar.

Perbandingan ini merupakan faktor yang sangat penting dalam operasi mesin induk. Agar pembakaran berlangsung cepat dan sempurna, maka pada motor putaran rendah dan motor putaran menengah diperlukan sekitar dua kali jumlah udara pembakaran teoritis. Dalam hal ini maka dikatakan dengan faktor udara 2 atau kelebihan udara sebesar 100%.

Bahan bakar yang disemprotkan kedalam silinder berbentuk butiran-butiran cairan yang halus. Oleh karena udara didalam silinder pada saat tersebut sudah bertemperatur dan bertekanan tinggi maka butir-butir tersebut akan menguap. Penguapan butir-butir bahan bakar itu dimulai pada bagian permukaan luarnya, yaitu bagian yang terpanas.

Uap bahan bakar yang terjadi itu selanjutnya bercampur dengan udara yang ada sekitarnya. Proses penguapan itu berlangsung terus selama temperatur sekitarnya mencukupi. Jadi proses penguapan juga terjadi secara berangsur-angsur. Demikian juga dengan proses pencampuran dengan udara. Maka pada saat terjadi campuran bahan bakar udara yang sebaik-baiknya, proses penyalan bahan bakar dapat berlangsung dengan baik pula. Sedangkan proses pembakaran didalam silinder juga terjadi secara berangsur-angsur dimana proses pembakaran awal terjadi pada temperatur yang relatif lebih rendah dan laju pembakarannya pun akan bertambah cepat. Hal itu disebabkan karena pembakaran berikutnya berlangsung pada temperatur lebih tinggi.

Setiap butir bahan bakar mengalami proses tersebut diatas. Hal itu juga menunjukkan bahwa proses penyalan bahan bakar didalam motor *diesel* terjadi pada banyak tempat, yaitu di tempat-tempat dimana terdapat campuran bahan bakar udara sebaik-baiknya untuk penyalan. Sekali penyalan dapat dilakukan, dimanapun juga, baik temperatur maupun tekanannya akan naik sehingga pembakaran dilanjutkan dengan lebih cepat kesemua arah.

Proses pembakaran dapat dipercepat antara lain dengan cara memusar udara yang masuk kedalam silinder, yaitu untuk mempercepat dan memperbaiki proses pencampuran bahan bakar dan udara. Namun demikian, jika pusaran udara itu begitu besar maka ada kemungkinan terjadi kesukaran mengoperasikan mesin dalam keadaan dingin.

Hal itu disebabkan karena proses pemindahan panas dari udara ke dinding silinder, yang masih dalam keadaan dingin, menjadi lebih besar

sehingga udara tersebut menjadi dingin juga. Sebaliknya, jika mesin sudah panas temperatur udara sebelum langkah kompresi menjadi lebih tinggi, sehingga dengan pusaran udara dapat diperoleh kenaikan tekanan efektif rata-ratanya. Oleh sebab itu mesin akan bekerja lebih efisien pula.

Bahan bakar memiliki berbagai spesifikasi yang dapat dijadikan acuan bagi pembeli bahan bakar pada waktu memilih. Bagi pemakai bahan bakar *diesel* sangat penting sekali bahwa bahan bakar tersebut memenuhi beberapa persyaratan minimum sehingga baik sekali untuk mengadakan spesifikasi beberapa sifat dari berbagai bahan bakar tersebut. Spesifikasi tersebut ternyata tidak mudah khususnya untuk bahan bakar residu, karena sifat-sifatnya ditentukan oleh asal minyak bumi aslinya serta proses rafinasi yang diterapkan. Bahan bakar residu tidak dibuat dengan suatu tujuan tertentu (seperti misalnya bensin untuk motor), akan tetapi tetap merupakan sisa dari suatu proses produksi. Persyaratan yang terlalu ketat terhadap beberapa sifat tertentu, tidak akan dapat dipenuhi oleh si pembuat/leveransir bahan bakar, atau persyaratan tersebut akan mengakibatkan kenaikan harga yang sangat tidak diharapkan.

Hingga beberapa waktu telah digunakan spesifikasi dari british standard institute (BSI) sebagai pokok/dasar; spesifikasi tersebut ditetapkan dalam normalblad BS 2869. Ternyata bahwa persyaratan tersebut kurang memenuhi persyaratan pemakai karena spesifikasi bahan bakar residu berlandaskan pemakaian pada ketel uap. Dewasa ini sedang dicari suatu spesifikasi yang

akan diakui secara internasional dan yang dapat diterima oleh internasional standard organization (ISO).

Pada tahun 1982 suatu komisi dari BSI telah disusun suatu spesifikasi untuk bahan bakar kapal (*Marine Fuel*) dengan judul “BS MA 100:1982”. Dalam spesifikasi tersebut berbagai jenis bahan bakar untuk kapal telah dibagi dalam 12 klas. Setiap klas dinyatakan dengan huruf M (untuk *Marine*) diikuti dengan sebuah angka yang meningkat dari 1 sampai 12. Klas M1 dan M2 menyangkut bahan bakar distilat, klas M3 sampai M9 menyangkut bahan bakar residu (berat) dengan viskositas yang meningkat, tetapi dengan kepekatan terbatas. Untuk kls M10, M11, dan M12 tidak diberikan batasan untuk kepekatan.

Berbagai spesifikasi bahan bakar menyangkut antara lain;

- a. Sifat pengendalian minyak (penyimpanan, pemindahan, pembersihan).
- b. Keamanan sewaktu penyimpanan dan pengerjaan dari minyak.
- c. Sifat pembakaran.
- d. Pengaruh terhadap keausan bagian motor.

Di bawah ini diberikan penjelasan dari sifat-sifat yang disebut dalam spesifikasi tersebut :

1) Kepekatan

Dalam hal ini diartikan dengan perbandingan antara massa dari suatu volume tertentu bahan bakar terhadap massa air dengan volume yang sama. Kepekatan merupakan sebuah angka tanpa dimensi, dan sangat penting sekali dalam rangka ruangan simpan yang dibutuhkan, dan untuk

pembersih dengan bantuan separator sentrifugal. Kepekatan dinyatakan dengan suhu 15°C.

2) Viskositas Kinematis

Hal ini merupakan suatu ukuran untuk kekentalan bahan bakar. Ditentukan dengan cara sejumlah bahan bakar tertentu dialirkan melalui sebuah lubang yang telah dikaliberasi dan menghitung waktu mengalir bahan bakar tersebut. Dahulu viskositas kinematis diukur melalui beberapa peralatan yang berlainan dan dinyatakan dengan satuan yang sama. Satu-satunya satuan yang diakui adalah centistoke (cst) yang sama satuannya dengan mm^2/det .

Viskositas sangat dipengaruhi oleh suhu, sehingga perlu dicatat. Hingga akhir-akhir ini viskositas dalam bahan bakar sering dinyatakan dalam “detik Redwood I pada 100°F (SRI/ 100°F)”, akan tetapi dewasa ini telah dinyatakan dalam centistoke pada 50°C. Pada spesifikasi terbaru disarankan untuk menyatakan viskositas bahan bakar distillate pada 40°C, bahan bakar residu pada 80°C. Suhu-suhu tersebut lebih sesuai dengan suhu kerja. Untuk menghitung kembali viskositas dalam satuan lain, atau pada suhu yang lain banyak digunakan grafik.

Gambar dari grafik suhu-viskositas dapat dilihat pada lampiran gambar no. 1

3) Titik Nyala

Hal ini merupakan asuhu terendah dalam °C yang mengakibatkan suatu campuran bahan bakar dan udara dalam sebuah bejana tertutup menyala dengan sebuah nyala api. Titik nyala ditentukan dengan sebuah pesawat dari Pensky Martens (PM) dengan mangkok tertutup (*close cup*), dan sangat penting sekali dalam rangka persyaratan undang-undang yang menjamin perawatan aman dari bahan bakar di atas kapal.

4) Residu Zat Arang (Angka Conradson)

Hal ini merupakan ukuran untuk pembentukan endapan zat arang pada pembakaran suatu bahan bakar dan sangat penting dalam rangka pengotoran dari tip pengabut, pegas torak, dan alur pegas torak, katup buang, dan turbin gas buang. Residu zat arang diukur dengan pesawat dari Conradson; dalam sebuah bak kecil dan tertutup bahan bakar dipanasi. Zat C-H yang ringan akan menguap keluar sedangkan yang berat akan diuraikan pada suhu yang lebih tinggi, artinya molekul yang panjang dipecah dalam bagian yang kecil. Dengan demikian maka zat arang akan dibebaskan dan yang tertinggal dalam bak tersebut. Persentase residu disebut residu zat arang atau angka conradson zat arang.

5) Kadar Belerang

Sebagian besar dari bahan bakar cair mengandung belerang yang sebagai molekul terikat pada zat C-H sehingga tidak dapat dipisahkan. Kadar belerang sangat penting mengingat timbulnya korosi pada suhu rendah dari bagian motor karena pendinginan dari gas pembakaran.

6) **Kadar Abu**

Hal ini menunjukkan kadar material anorganik dalam bahan bakar. Material tersebut mungkin sudah ada dalam minyak bumi kasar, akan tetapi dapat terbawa juga sewaktu transportasi dan rafinasi. Pada umumnya berbentuk oksida metal misalnya dari nikel, vanadium, aluminium, besi, dan natrium. Zat-zat tersebut dapat menyebabkan keausan dan korosi.

7) **Kadar Air**

Hal ini sangat penting dalam hubungannya dengan energy spesifik atau nilai opak suatu bahan bakar. Air dapat mengakibatkan permasalahan pada waktu pembersihan dari bahan bakar dan dapat mengakibatkan korosi misalnya pada pompa bahan bakar dan pengabut. Air (laut) dapat juga mengandung natrium.

8) **Kadar Vanadium**

Metal ini terdapat dalam setiap minyak bumi, khususnya minyak bumi dari daerah Caribia. Metal tersebut terikat pada zat C-H sehingga tidak bias dihilangkan dengan pembersihan. Bila dalam bahan bakar terdapat vanadium dan natrium dapat mengakibatkan terjadinya korosi pada suhu tinggi dalam motor.

9) **Kadar Aluminium**

Bila dalam bahan bakar terdapat aluminium, maka hal tersebut akan terjadi dalam bentuk halus dan sangat keras dari silikat aluminium yang dipergunakan sebagai katalisator pada proses penghancuran secara katalis sewaktu rafinasi dari minyak bumi. Zat katalisator tersebut sangat mahal

sehingga sejauh mungkin ditarik kembali. Bila tetap berada dalam bahan bakar akan mengakibatkan kerusakan berat akibat keausan dalam pompa bahan bakar, pengabut, pegas torak, dan silinder. Dengan cara sentrifusa yang sungguh-sungguh dapat dikeluarkan dari bahan bakar.

10) Energy Spesifik (Nilai Pembakaran)

Hal ini merupakan panas dalam MJ yang bebas pada pembakaran 1 kg bahan bakar yang dapat dibedakan antara “*energy spesifik bruto*” atau nilai pembakaran atas dan “*energy spesifik neto*” atau nilai pembakaran bawah atau nilai opak. Pada penentuan “*energy spesifik bruto*” maka gas pembakaran yang terbentuk didinginkan sedemikian sehingga uap air yang terkandung dalam gas akan mengondensir, sehingga panas kondensasi dari uap air akan dibebaskan. *Energy spesifik* dari suatu bahan bakar tergantung bersama-sama dari sifat-sifat yang tercantum dalam spesifikasi, seperti kepekatan dan kadar belerang sehingga tidak dapat dipengaruhi oleh leveransi bahan bakar. Memasukkan *energy spesifikasi* kedalam spesifikasi tidak akan membawa arti sama sekali.

11) Sifat Penyalaan

Hal ini sangat penting dalam pemakaiannya sebagai bahan bakar. Dalam hal tersebut belum terdapat metode yang diterapkan untuk menetapkan criteria yang praktis dari sifat penyalaan bahan bakar.

12) Kadar Natrium

Kadar natrium sangat penting dalam kaitannya dengan kemungkinan terjadinya korosi suhu tinggi yang diakibatkan karena ikatan vanadium/natrium. Kadar natrium sangat dipengaruhi oleh pengotoran

dengan air (laut) karena pengotoran air laut sebesar 1% dapat mengakibatkan kadar natrium sebesar 100 ppm (part per million, mg per kg).

13) Daya Campur

Yang diartikan dengan “daya campur” dari bahan bakar cair adalah kemungkinan untuk saling mencampur beberapa jenis bahan bakar tanpa mengakibatkan endapan besar dari asfalteen (kotoran) dalam campuran. Oleh karena dari leveransir bahan bakar tidak dapat diharapkan untuk mengetahui daya campur bahan bakar yang telah diserahkan dengan bahan bakar yang telah ada di kapal, maka untuk hal tersebut tidak ditentukan spesifikasi. Secara umum dianjurkan untuk mencegah pencampuran bahan bakar dari berbagai sumber diatas kapal.

Menurut L. Roy Harrington dalam bukunya *Marine Engineering*, bahan bakar yang diterima diatas kapal pada umumnya banyak mengandung kotoran berupa zat padat dan zat cair. Hal ini disebabkan oleh banyak proses yang ditempuh oleh bahan bakar. Dengan kenyataan inilah pembakaran kurang baik walaupun sudah melalui proses penyaringan didalam pesawat pembersih bahan bakar dan melalui saringan-saringan bahan bakar sebelum masuk kedalam pompa bahan bakar. Bahan bakar yang kotor akan mengakibatkan rusaknya alat pengabut (*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 kedalam 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 terbakar sehingga pembakaran tidak optimal dan keluaran daya mesin akan rendah. 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) Percampuran yang baik antara partikel dengan bahan bakar dan udara.

Ada dua macam injeksi bahan bakar, yaitu injeksi udara dan injeksi tanpa udara. Pada kapal tempat penulis mengadakan penelitian menggunakan injeksi tanpa udara.

Injeksi tanpa udara juga dikenal dengan nama injeksi mekanis. Pengabutan injeksi mekanis diperoleh bahan bakar cair dengan tekanan tinggi melewati satu atau beberapa lubang yang masuk ke arus bahan bakar membangkitkan kecepatan tinggi dan ini menimbulkan gesekan besar antara arus cairan dan udara dalam ruang bakar. Karena gesekan ini maka butiran halus muncul dan dipisahkan menjadi butiran sangat kecil.

Metode penyemprotan bahan bakar dan pembentukan campuran ada dua sistem utama yaitu sistem penyemprotan tidak langsung dan sistem penyemprotan langsung. Pada kapal tempat penulis mengadakan penelitian menggunakan sistem penyemprotan langsung. Sistem penyemprotan langsung diterapkan pada seluruh motor putaran rendah dan putaran menengah serta pada sebagian besar dari motor putaran tinggi.

Bahan bakar dengan tekanan tinggi disemprotkan ke dalam ruang pembakaran yang tidak dibagi, tergantung dari pembuatan ruang pembakaran maka untuk keperluan tersebut digunakan sebuah hingga tiga buah pengabut berlubang banyak.

Bahan bakar dengan bantuan pompa bahan bakar tekanan tinggi dipompakan pada saat tepat ke katub bahan bakar yang dilengkapi dengan pengabut, pada waktu dimulai dengan langkah tekan maka bahan bakar mula-mula akan dikompres dalam silinder, pompa dan saluran penghubung antara pompa dan pengabut sehingga mencapai

tekanan penyemprotan yang disyaratkan dan baru kemudian akan berlangsung penyemprotan dan pengabutan. Antara saat awal langkah tekan dan saat awal penyemprotan terdapat suatu periode perlambatan yang tersebut tergantung dari konstruksi pompa dan volume bahan bakar dalam pompa saluran bahan bakar. Setelah butiran bahan bakar pertama dalam silinder akan terjadi proses kimia dari penyalaan dan pembakaran.

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 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 udara dengan udara yang bersuhu tinggi.

Dalam hal ini 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.

Setiap butir bahan bakar mengalami proses tersebut diatas. Hal itu juga menunjukkan bahwa proses penyalaan bahan bakar didalam motor *diesel* terjadi pada banyak tempat, yaitu di tempat-tempat dimana terdapat campuran bahan bakar udara sebaik-baiknya untuk

penyalaan. Sekali penyalaan dapat dilakukan, dimanapun juga, baik temperatur maupun tekanannya akan naik sehingga pembakaran dilanjutkan dengan lebih cepat ke semua arah.

Proses pembakaran dapat dipercepat antara lain dengan cara memusar udara yang masuk kedalam silinder, yaitu untuk mempercepat dan memperbaiki proses pencampuran bahan bakar dan udara. Namun demikian, jika pusaran udara itu begitu besar maka ada kemungkinan terjadi kesulitan mengoperasikan mesin dalam keadaan dingin. Hal itu disebabkan karena proses pemindahan panas dari udara kedinding silinder yang masih dalam keadaan dingin, menjadi lebih besar sehingga udara tersebut menjadi dingin juga. Sebaliknya jika mesin sudah panas temperatur udara sebelum langkah kompresi menjadi lebih tinggi, sehingga dengan pusaran udara dapat diperoleh kenaikan tekanan efektif rata-ratanya. Oleh sebab itu mesin akan bekerja lebih efisien.

Agar bahan bakar dapat dimasukkan kedalam silinder dengan cara tepat diperlukan suatu mekanisme yang sangat teliti dan dapat dipercaya. (P. Van Maanen Hal. 4.8 Jilid 1 Motor *Diesel* Kapal) Mekanisme tersebut terdiri dari, untuk setiap silinder, sebuah pompa bahan bakar bertekanan tinggi yang pada umumnya selalu digerakkan oleh sebuah nok yang ditempatkan pada sebuah poros nok, sebuah saluran bahan bakar tekanan tinggi dan sebuah katup bahan bakar dengan pengabut yang ditempatkan pada tutup silinder. Untuk pengabut yang baik dari bahan bakar diperlukan kecepatan penyemprotan yang tinggi (250-350 m/det) untuk pengabutan langsung dan kecepatan penyemprotan tinggi tersebut dicapai dengan tekanan

pengabutan tinggi hingga 400 bar. Tekanan penyemprotan tersebut dapat ditingkatkan tanpa guna, bila kekentalan viskositas bahan bakar terlalu tinggi. Viskositas bahan bakar distilet (minyak gas atau minyak *diesel*) pada suhu lingkungan normal cukup rendah, bahan bakar berat harus dipanasi untuk mendapatkan viskositet penyemprotan yang disyaratkan. Untuk bahan bakar yang lebih berat suhu pemanasannya hingga 135 °C, suhu yang lebih tinggi tidak dikehendaki.

Motor *diesel* dapat bekerja dengan baik dan ekonomis apabila pembakaran bahan bakar dapat baik dan cepat (sempurna). Untuk mendapatkan hal tersebut, penyemprotan bahan-bakar kedalam silinder harus tepat pada waktu dan kedudukan engkol tertentu, agar percampuran udara yang telah dikompresi dan bahan bakar yang berupa kabut dapat sempurna. Untuk ini, maka tekanan mendorong bahan bakar harus cukup besar dan dapat merubah bahan bakar menjadi kabut (Motor Bakar, Hal. 155. Jilid 3)

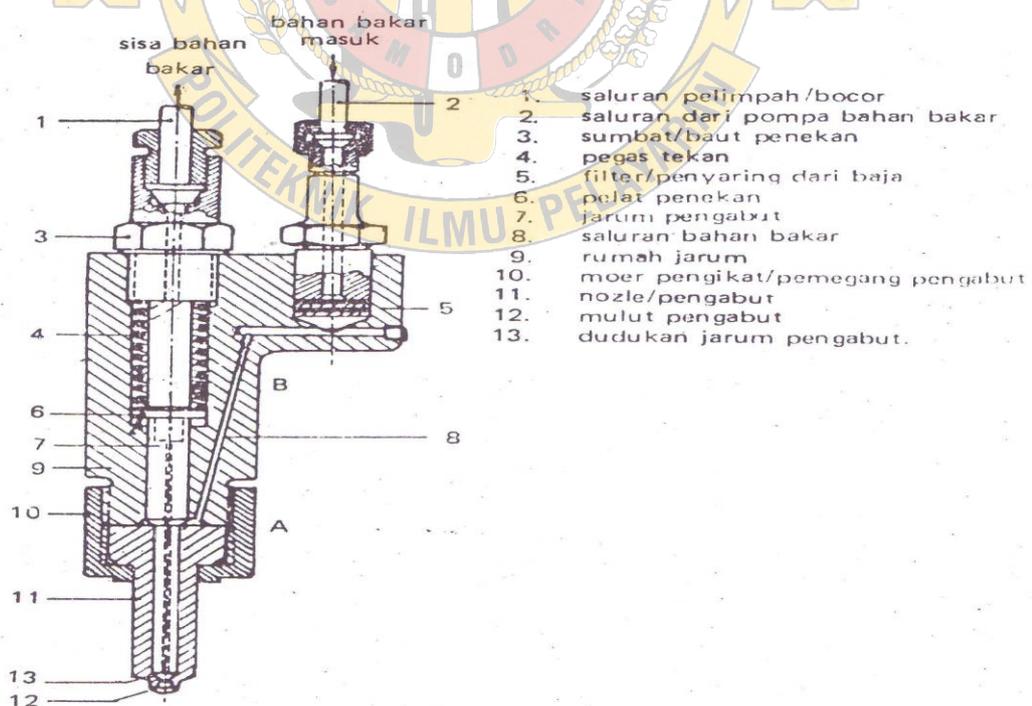
Dalam pengabutan bahan bakar tidak boleh mengenai dinding-dinding silinder yang mendapat pendinginan dari luar. Percampuran bahan bakar dan udara itu merupakan suatu campuran bahan bakar yang mudah terbakar pada suhu 600°C, yaitu diatas suhu penyalaan bahan bakar tersebut.

Bilamana pengabutan (penyemprotan) bahan bakar tertunda waktunya dan tidak merupakan kabut yang halus, maka terjadilah penimbunan bahan bakar didalam silinder, yang dapat menyebabkan detonasi, pada waktu tekanan meninggi. Untuk menjaga agar bahan bakar dapat bercampur dengan baik, maka diperlukan alat bantu yang disebut injektor.

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa injektor mempunyai tugas antara lain:

- 1) Membawa bahan bakar berangsur angsur kedalam ruang pembakaran.
- 2) Mengabutkan bahan bakar.
- 3) Mencampur bahan bakar dengan udara, agar pembakaran dapat berjalan dengan sempurna dan cepat.

Prinsip dasar kerja injektor yaitu bahwa pada nozzle terdapat sebuah katup jarum, dimana ujung bawahnya terdiri dari dua bidang kerucut. Kerucut yang pertama menetap pada dudukannya, sedangkan yang kedua menerima tekanan dari bahan bakar. Jika gaya yang ditimbulkan bahan bakar melebihi gaya pegas maka katup akan terangkat keatas sehingga membuka lubang *nozzle*.



Gambar 2.1 injektor

Bagian-bagian Penting 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 perantara baut tekan. Oleh tekanan minyak gaya-gaya bekerja pada bidang kerucut. Komponen aksial dari gaya mengangkat jarum berlawanan arah dengan kerja pegas penutup. Jarum pengabut disebut juga sebagai katup jarum untuk mengabutkan bahan bakar.

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 Pengunci/ 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. Adjusting screw terletak dibagian atas dari sebuah 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 Guide*

Spindle guide berada pada kedua ujung spindle yaitu ujung bawah dan ujung atas. Pada ujung atas berhubungan dengan *spring* retainer dan pada ujung bawah berhubungan dengan jarum pengabut yang berfungsi agar spindle dapat menekan jarum pengabut dengan baik.

h) *Spring Retainer* (Penahan Pegas)

Spring retainer sebagai penghubung antara pegas 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.

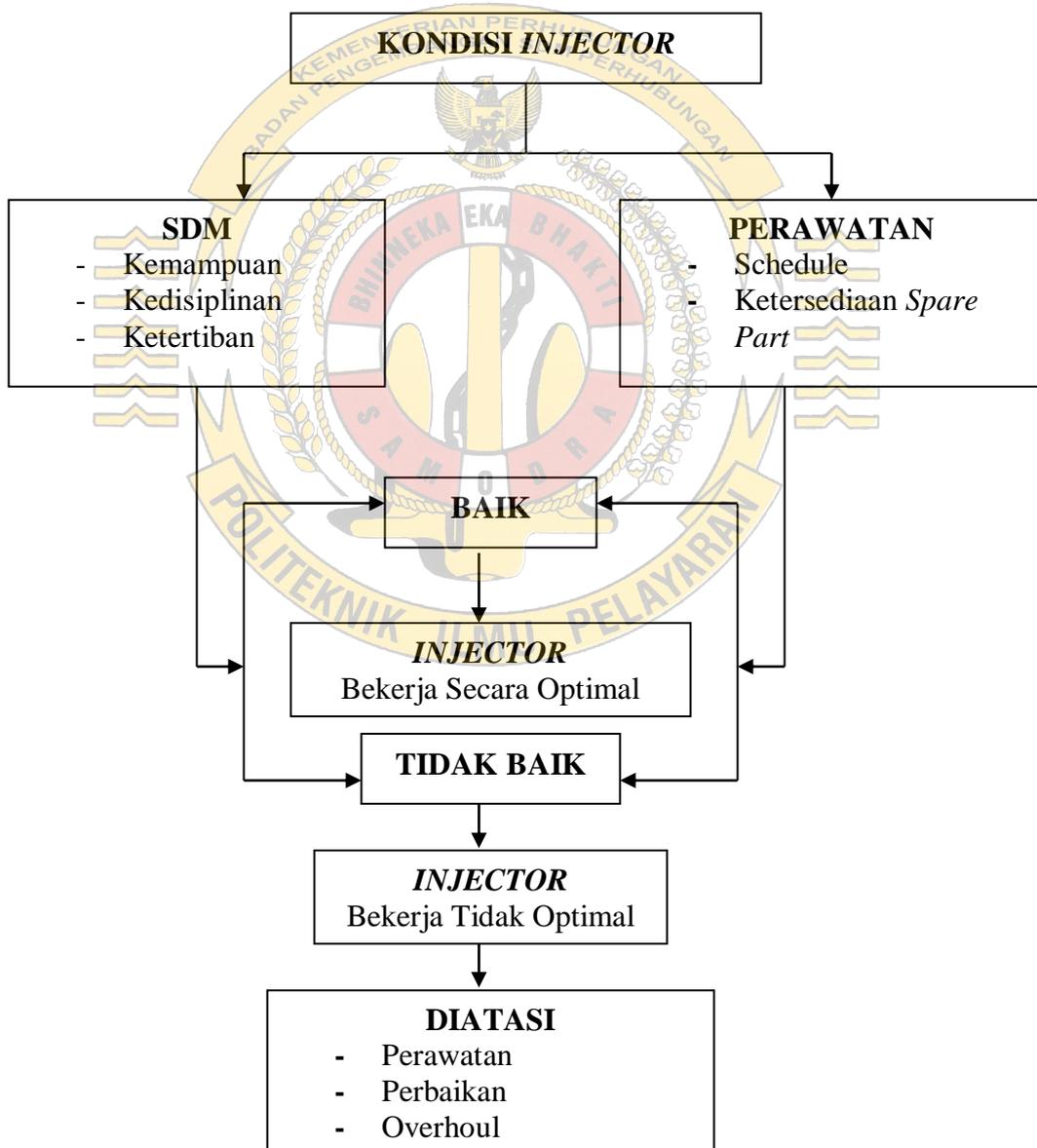
B. Kerangka Pikir Penelitian

Meninjau dari teori-teori yang telah diuraikan diatas, dapat kita ketahui bahwa peranan injektor pada motor *diesel* sangat penting. Injektor sebagai suatu alat untuk mengabutkan bahan bakar sangat mempengaruhi kesempurnaan dari proses pembakaran didalam silinder. Apabila pembakaran didalam silinder tidak sempurna maka tenaga yang di hasilkan motor *diesel* tersebut akan berkurang sehingga dapat mengganggu kelancaran pengoperasian kapal. Pada dasarnya yang menjadi penyebab timbulnya gangguan-gangguan pada injektor adalah kurang maksimalnya perawatan.

Prinsip dari pengabutan adalah menekan bahan bakar berupa zat cair dengan tekanan yang sangat tinggi melalui lubang yang sangat kecil pada *nozzle*. Dengan demikian apabila tekanan yang dikehendaki tidak tercapai (280-350 kg/cm²) maka bahan bakar tidak dapat mengabut dengan baik. Dari hal tersebut dapat kita ketahui bahwa pompa bahan bakar tekanan tinggi sangat mempengaruhi kerja injektor.

Berdasarkan wacana diatas, dapat dicari suatu pemecahan masalah dan seharusnya dapat dikurangi bahkan dicegah dengan diterapkannya beberapa strategi perawatan yang tepat sehingga pengoperasian kapal tidak terganggu.

Perawatan yang menyangkut perhatian, pengawasan, pemeliharaan, perbaikan, dan faktor sumber daya manusia sebagai operator pelaksana dalam menciptakan kondisi siap operasi dari suatu mesin induk kapal yang pada prinsipnya memerlukan penanganan dan perawatan yang efektif dan efisien, maka diharapkan dapat menunjang operasional pelayaran yang telah direncanakan oleh perusahaan pelayaran. Di bawah ini penulis lampirkan bagan alur dari kerangka pikir penelitian:



Gambar 2.2 Kerangka Pemikiran “Identifikasi Gangguan Pada Injektor Mesin Induk”

Dilihat dari kerangka pikir diatas, maka dapat disimpulkan bahwa baik buruknya *injector* sangat dipengaruhi oleh SDM dan juga cara perawatannya. Agar *injector* dapat bekerja dengan baik, dibutuhkan SDM (masinis) yang memiliki kemampuan, kedisiplinan, serta ketertiban dalam melakukan perawatan terhadap *injector* tersebut.

Setelah dilakukan perawatan, untuk mengetahui berhasil atau tidaknya perawatan tersebut, maka dapat dilihat dari kerja *injector*. Apakah *injector* tersebut bekerja secara optimal atau tidak. Apabila *injector* tidak bekerja secara optimal setelah dilakukan perawatan, maka masinis perlu melakukan perbaikan dan overhaul terhadap *injector* tersebut.

C. Definisi Operasional

Melihat akan pentingnya peranan injektor dalam mesin *diesel* induk guna menunjang kelancaran operasional kapal menimbulkan rasa keingintahuan para pembacanya dan untuk mempermudah dalam mempelajarinya maka dibawah ini akan di jelaskan mengenai pengertian dari istilah-istilah yang ada :

1. Injektor

Adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar kedalam silinder yang disalurkan dari pompa bahan bakar pada tekanan tinggi.

2. Pengabutan

Adalah penyemprotan bahan bakar yang berupa zat cair dengan tekanan yang sangat tinggi melalui lubang kecil pada *nozzle*.

3. Pembakaran

Adalah persenyawaan secara cepat dalam proses kimia antara bahan bakar, udara dan panas yang dikompresikan sehingga terjadi ledakan didalam silinder.

4. Pompa Bahan Bakar Bosch

Adalah pompa bahan bakar tekanan tinggi yang berfungsi untuk mendesak bahan bakar dalam pengabutan tekan dan mengatur banyak sedikitnya bahan bakar, yang diatur dengan perantara hubungan yang menggerakkan plunyer pompa bahan bakar.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran gambar no. 3

5. Viscositas

Adalah standar kekentalan bahan bakar atau minyak.

6. Gas buang

Adalah gas sisa pembakaran yang terdiri dari CO_2 13%, SO_2 0.3%, O_2 3%, H_2O 5%, N_2 77% dan panas suhu yang dihasilkan.