

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

Sebagai menunjang pembahasan mengenai penyebab tekanan kompresi yang rendah terhadap kinerja motor diesel utama diatas kapal MT. Fortune Glory XLI maka perlu diketahui dan dijelaskan beberapa teori penunjang serta pengertian tentang silinder liner yang penulis ambil dari sumber pustaka terkait dengan pembahasan skripsi ini.

1. Pengertian Umum Motor Diesel

a. Pengertian motor diesel

Motor diesel sesuai penciptanya **Rudolf Diesel (1859 – 1891)**, adanya udara yang diperlukan untuk pembakaran dikompresikan di dalam silinder oleh torak, sedangkan bahan bakar dalam bentuk halus disemprotkan kedalam udara panas, akibat kompresi akan bercampur dengan baik pada akhir langkah kompresi. Motor diesel juga disebut motor "kompresi udara" atau motor penyemprotan. Motor diesel adalah suatu motor bakar yang terjadinya pembakaran bahan bakar dalam silinder motornya sendiri atau disebut juga *Internal Combustion Engine*, sedangkan proses terjadinya penyemprotan bahan bakar dalam bentuk kabut dilakukan pada akhir langkah kompresi yaitu bahan bakar segera terbakar karena tekanan udara dan temperatur yang naik pada akhir kompresi, sehingga mampu menyalakan bahan bakar.

b. Prinsip kerja motor diesel

Pada umumnya motor penggerak poros baling-baling kapal menggunakan motor diesel. Hanya kapal-kapal tertentu saja yang menggunakan turbin uap. Hal tersebut berdasarkan pertimbangan-pertimbangan antara lain :

- 1) Motor diesel lebih mudah pengoperasiannya.
- 2) Waktu yang diperlukan untuk menyimpan relatif lebih singkat dari pada turbin uap.
- 3) Motor diesel mempunyai rendemen thermis lebih besar sehingga pemakaian bahan bakar tiap PK jam lebih berat.

Motor Diesel dibedakan menjadi dua jenis, yaitu :

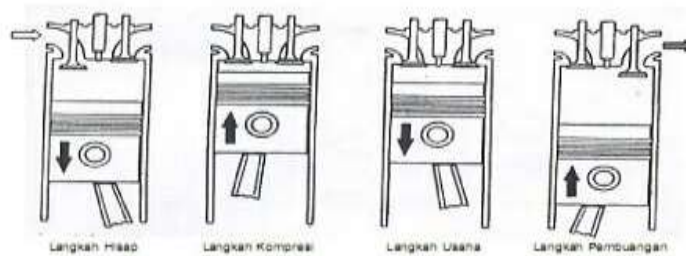
- 1) Motor diesel 4 langkah atau 4 tak
- 2) Motor diesel 2 langkah atau 2 tak

Adapun penjelasan atau pengertian dari motor diesel 4 langkah dan prinsip kerjanya adalah sebagai berikut :

Motor Diesel 4 Langkah :

Motor diesel 4 langkah adalah motor diesel yang setiap 4 langkah torak atau 2 putaran poros engkol akan menghasilkan 1 kali usaha atau tenaga untuk memutar poros engkol. Adapun prinsip kerjanya adalah sebagai berikut.

Proses ini terjadi pada dua putaran poros engkol dan terbagi pada empat langkah torak. Proses 4 Tak dimulai pada saat torak berada pada posisi Titik Mati Atas (TMA) yaitu :



Gambar 2.1 langkah kerja mesin diesel 4 tak

a) Langkah Isap

Pada langkah isap torak bergerak dari TMA menuju TMB dan katup isap mulai terbuka 30° sebelum TMA dan di akhir sampai 30° sesudah TMB, dan katup pembuangan tertutup.

Mulai katup isap yang terbuka udara mengalir ke dalam silinder.

Di saat langkah isap ini, tekanan dalam silinder kurang lebih 0,05 bar lebih rendah dari pada tekanan atmosfer atau tekanan udara luar.

b) Langkah Kompresi

Pada langkah ini kedua katup tertutup dan torak bergerak dari TMB menuju ke TMA. Volume dalam silinder bertambah kecil sehingga tekanan udara dan suhunya meningkat kira-kira tekanan akhir dari kompresi menjadi $\pm 550^\circ\text{C}$.

c) Langkah Usaha

Bahan bakar mulai dikabutkan oleh injektor 10° sebelum TMA dan akhir 10° setelah TMA sehingga bahan bakar akan tercampur dengan udara bertekanan tinggi sehingga terjadilah pembakaran atau ledakan. Selanjutnya ledakan tersebut

berfungsi sebagai tenaga untuk mendorong torak dari TMA ke TMB guna memutar poros engkol. Proses atau peristiwa ini disebut dengan langkah usaha.

d) Langkah Buang

Pada langkah pembuangan torak bergerak dari TM menuju TMA untuk mendorong gas sisa pembakaran keluar silinder. Pada langkah ini katup buang mulai membuka 45° sebelum TMB dan diakhiri 20° sesudah TMA sedangkan katup puastnya tertutup.

Motor Diesel 2 Langkah :

Motor diesel dua langkah yaitu motor diesel yang setiap dua langkah torak atau satu kali putaran poros engkol akan menghasilkan satu kali usaha atau tenaga untuk poros engkol dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a) Torak bergerak dari TMB menuju TMA, katup udara bilas mulai membuka 45° sebelum TMB dan diakhiri sampai 45° sesudah TMA, pada saat tu terjadi proses pembilasan gas buang sekaligus pengisian udara kedalam silinder dan diteruskan dengan proses kompresi atau pemampatan udara.
- b) Penyemprotan bahan bakar ke dalam silinder di mulai 10° sebelum TMA dan diakhiri sampai dengan 10° sesudah TMA, sehingga terjadilah pembakaran atau ledakan di dalam ruang kompresi. Sehingga torak bergerak dari TMA menuju TMB

sebagai langkah usaha dengan katup gas buang mulai membuka 55° sebelum TMB dan diakhiri 55° sebelum TMB dan diakhiri 55° sesudah TMB.

Dari uraian prinsip kerja dan langkah kerja dari motor diesel di atas dapat disimpulkan, jika mesin sedang beroperasi maka akan menimbulkan panas sehingga agar motor induk dapat bekerja terus menerus dan awet, maka panas yang diterima oleh komponen-komponen mesin diesel misalnya silinder liner, klep gas buang, kepala silinder, harus dipindahkan atau diserahkan kepada media pendingin, tetapi dengan berbagai pertimbangan. Untuk motor diesel kapal dipilih air tawar sebagai media pendingin. Dengan kata lain selama motor diesel bekerja memerlukan pendinginan.

Selain panas yang ditimbulkan oleh hasil pembakaran bahan bakar panas juga ditimbulkan akibat dari gesekan antar dua buah logam, misalnya poros terhadap metalnya, ring – ring torak terhadap linernya. Logam – logam tersebut pada suhu yang tinggi akan meleleh, oleh karena itu panas yang terkandung harus dipindahkan ke media pendingin.

2. Pengertian Tentang Torak (*Piston*)

Pengertian tentang *Piston* adalah suatu bagian komponen penting pada mesin induk pada pengompresi yang menghasilkan gaya gas yang selanjutnya mengakibatkan kerja dari motor, dimana pada saat *Piston* bekerja dari TMA menuju TMB katup isap terbuka akhirnya udara masuk

ke dalam silinder, kemudian *Piston* dalam posisi bergerak dari TMB ke TMA, katup isap dan katup buang tertutup dan udara dalam silinder dimampatkan sehingga tekanan udara dan suhunya meningkat. Sebelum *Piston* mencapai TMA bahan bakar disemprotkan ke dalam silinder bercampur dengan udara bertekanan dan bersuhu tinggi sehingga terjadi pembakaran/ledakan yang selanjutnya memutar poros engkol. Dari poros tersebut terjadi perubahan energi dari thermal menjadi energi mekanik.

Tidak pada Motor Diesel Utama saja, torak digunakan untuk berbagai pesawat atau mesin, misalnya bengkel tambal ban yang mempunyai kompresor udara. Dalam hal ini *Piston* berfungsi memampatkan udara yang kemudian ditampung dalam suatu bejana receiver. Prinsip kerjanya sama yaitu memampatkan udara tapi letak perbedaannya pada penggunaan udara kompresi. *Piston* mendapatkan beban baik secara thermis maupun mekanis. Pada *piston* harus disalurkan gaya yang besar. Pada pembebanan besar tersebut lebih dari 10 Mpa (100 bar), *piston* harus kedap terhadap tekanan gas dalam silinder, kedap tersebut terselenggara dengan adanya pegas *piston* dan cincin hantar.

Tidak hanya akibat koefisien panas hantar yang tinggi, tetapi juga akibat masa yang jauh berkurang, masa yang jauh berkurang, maka material ringan sangat cocok sekali untuk pembuatan *piston* asal beban thermis tidak terlalu besar. Material ringan yang banyak digunakan dahulu adalah campuran aluminium-tembaga, sedangkan dewasa ini dipergunakan campuran aluminium-silicon, karena memiliki koefisien muai yang lebih kecil. (data dilihat pada gambar 1 pada lampiran)

3. Susunan *Piston*

Piston terdiri atas tiga bagian, dimana bagian-bagian tersebut adalah :

a. Bagian atas *piston* (*Piston Crown*)

Bagian tersebut menampung gaya gas yang disalurkan pada pena *piston*. Material adalah baja tempa atau baja tuang. Bagian atas tersebut juga mengandung hanya bagian atas atau seluruh pegas *Piston*.

b. Bagian bawah *piston* (*Piston Skirt*)

Piston skirt adalah bagian bawah *piston*, dengan pembilasan pintu sewaktu dalam kedudukan TMA *piston* harus tetap menutup pintu-pintu yang terdapat pada dinding silinder sehingga udara tidak dapat masuk ke dalam ruang pembakaran yang akan mengakibatkan ketidak sempurnaan dalam pembakaran, dikarenakan adanya kebocoran tersebut. *Piston skirt* tersusun dari bahan material ringan, campuran aluminium dengan tembaga, sedang pada saat sekarang digunakan campuran aluminium dengan silicon karena memiliki koefisien muai yang lebih kecil.

c. Cincin Hantar (*Ring Piston*)

Pada *piston* juga terdapat cincin hantar yang juga berfungsi untuk menunjang kerja *Piston* di dalam silinder. Bagian atas *piston* tidak diijinkan mengenai dinding silinder karena bagian atas tersebut: sangat berpengaruh oleh perubahan termis. Selain itu pembentukan

bram pada jarak *Piston* antara pegas *piston* untuk tujuan tersebut, maka di atas bagian *piston* ditempatkan sebuah cincin hantar atau cincin mantel dengan diameter lebih besar yang menumpu pada dinding silinder. Adakalanya di bagian tersebut ditempatkan cincin jalan yang dibuat dari bahan campuran timah hitam-bronz. Cincin tersebut menonjol beberapa persepuluh mm diantara cincin hantar. Pada *piston* trunk bagian hantar tersebut relatif besar dibandingkan dengan pada *piston* motor kepala silang. Oleh sebab gaya samping juga lebih besar dan mencegah agar *piston* tidak mengadakan gerakan sebebas-bebasnya haruslah ada kelonggaran setepat-tepatnya dengan silinder dan dilumasi dengan sebaik-baiknya. Selain itu untuk memperkecil kebocoran udara melalui celah antara *piston* dengan dinding silinder, maka *piston* harus dilengkapi dengan cincin *Piston*. Suatu kebocoran tertentu dari gas melalui ujung-ujung pegas paling atas diperlukan karena dengan demikian karena selisih tekanan gas diantara keseluruhan pegas. Adakalanya hanya pegas terbawah yang dilengkapi dengan kunci pegas rapat gas.

4. Pengertian silinder liner

Setiap motor diesel menggunakan tabung atau pelapis silinder atau yang sering kita dengar dengan istilah silinder liner. Silinder liner adalah tempat ruang pembakaran dimana dalam silinder ini terjadi tekanan kompresi yang sangat tinggi.

Menurut LRC Lilly (diesel engine reference book:12/16) *piston* dan *ring piston* merupakan mesin berkecepatan yang bekerja langsung

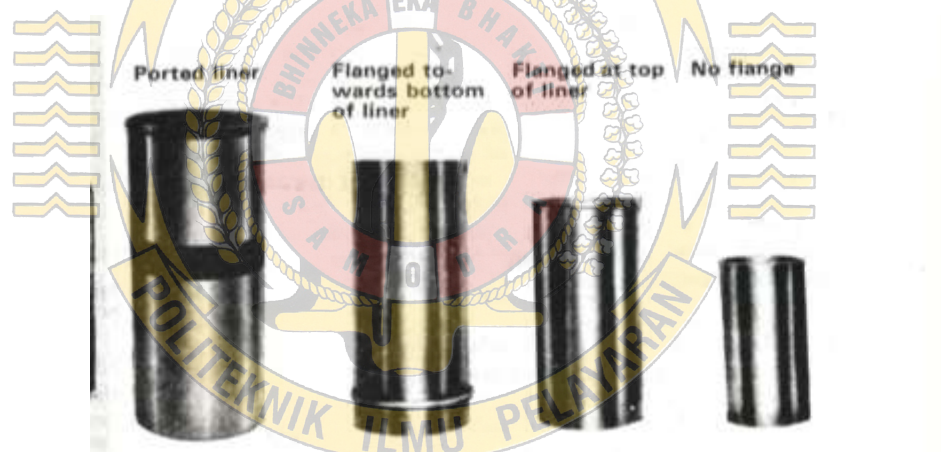
didalam mesin dan didalam silinder blok. Yang mana, mayoritas mempunyai mesin bentuk dalam cocok kedalam silinder blok. Silinder liner yang bagus benar-benar dipertimbangkan dibawah dua tipe yang utama:

a. *Dry liner* (silinder kering)

Silinder liner kering bukan menjadi dalam hubungan dengan mesin sistim pendingin.

b. *Wet liner* (silinder basah)

Berhubungan langsung dengan mesin pendingin dan tidak bagian dari integral sistim pendingin.



Gambar 2.2 Tipe silinder kering



Gambar 2.3 Tipe silinder liner basah

5. Sistem Pelumasan Silinder

Pada motor torak trunk bidang jalan silinder dilumasi dengan minyak pelumas pinata gerak yang dilemparkan. Pada motor torak trunk lebih besar, pelumasan lempar tersebut kurang cukup khususnya pada kecepatan rotasi rendah sehingga silinder secara terus menerus dilumasi melalui nipel pelumas. Dalam hal ini tercampurnya sebagian dari minyak pelumas silinder dengan minyak pelumas pinata gerak tidak dapat dicegah, sehingga dalam hal tersebut selalu digunakan minyak pelumas sama untuk kedua sistem tersebut. Sistem pelumasan pada motor induk pada waktu sedang berolah gerak digunakan pompa stand by. Apabila kapal sudah berjalan *full away* maka pompa *stand by* dapat dimatikan, pompa kopel yang terdapat pada motor induk akan menggantikan sebagai penghisap minyak lumas dari dalam sump tank melalui dua buah filter duplex, selanjutnya melalui *plat cooler* L.O. Pompa minyak pelumas biasanya merupakan pompa roda gigi, tekanan minyak lumas diatur oleh katup pengatur tekanan sehingga mencapai 2 sampai 4 kg/cm atau 3 sampai 4 kg/cm.

6. Pengertian kompresi

Kompresi adalah proses penekanan udara oleh piston dari TMB menuju TMA yang telah bercampur bahan bakar. Udara yang telah di kompresi jelas volumenya akan berubah menjadi lebih kecil. Pada proses ini diharapkan udara dan bahan bakar menjadi homogen akan terjadi pembakaran yang sempurna. Tekanan kompresi adalah tekanan efektif

rata-rata yang terjadi pada combustion chamber akibat dorongan piston. Tekanan kompresi dibagi menjadi 2 yaitu tekanan kompresi motorik dan tekanan kompresi pembakaran

- a. Tekanan kompresi motorik adalah tekanan yang diukur menggunakan pressure gauge dari lubang busi dengan cara menarik full handle gas maka throttle akan membuka secara penuh dan menstarter mesin hingga mendapatkan angka tertinggi dari jarum pressure gauge tersebut dengan satuan kPa, psi, atau bar. Tekanan kompresi motorik yang dihasilkan mesin mencapai kisaran 9-13 psi atau 900-1300 kPa.
- b. Tekanan kompresi pembakaran adalah tekanan kompresi yang dihitung saat proses pembakaran pada saat mesin menyala. Pengukuran tidak dihitung menggunakan pressure gauge manual namun menggunakan pressure gauge yang ditanam pada silinder head. Tekanan kompresi pada saat pembakaran bisa mencapai 10 kali lipat dari tekanan kompresi motorik.

Perbandingan kompresi adalah perbandingan angka dimana total volume silinder (V2) dengan total volume ruang bakar(V1) dibagi dengan volume ruang bakar(V1). Yang di rumuskan sebagai berikut

$$Cr = V2 + V1 / V1$$

Untuk motor standar minimal kompresinya adalah 8.8 : 1. Semakin tinggi nilai perbandingan maka semakin sempit volume ruang bakarnya dan semakin besar pula volume silindernya. Dengan semakin tinggi perbandingan kompresi maka tenaga yang dihasilkan semakin tinggi pula.

B. Kerangka Pikir Penelitian

Dalam hal ini penulis akan memaparkan beberapa kerangka pikir secara bagan alur kompresi dalam menjawab atau menyelesaikan pokok permasalahan yang telah dibuat ialah sebagai berikut:



Gambar 2.4 kerangka pikir penelitian

C. Definisi Operasional

Penulis akan menjelaskan tentang pengertian yang berhubungan dengan proses kompresi di dalam ruang pembakaran dan komponen-komponennya.

1. *Cylinder liner* adalah tempat berlangsungnya proses kerja mesin langkah isap, kompresi, usaha dan buang.
2. *Piston* adalah sumbat geser yang terpasang di dalam sebuah silinder mesin pembakaran dalam.
3. *Ring piston* adalah sebuah komponen berbentuk seperti cincin yang tidak sempurna (ada celah) yang mencegah piston bergesekan langsung dengan dinding silinder.
4. *Cylinder head* salah satu komponen utama mesin yang dipasangkan pada blok silinder dan diikat menggunakan baut.

