

Bab 4 Penjelasan Umum, Konstruksi dan Sistem Injeksi Mesin Diesel

4.1 UMUM

Mesin disel adalah jenis khusus dan *mesin-pembakaran – dalam*. Sesuai dengan namanya, mesin pembakaran dalam adalah mesin panas yang di dalamnya, energi kimia dan pembakaran dilepaskan di dalam silinder mesin; sedangkan golongan lain dan mesin panas-mesin tiap energi yang ditimbulkan selama pembakaran bahan bakar diteruskan lebih dahulu ke uap dan hanya melalui uaplah kerja dilakukan dalam mesin atau turbin. Tetapi, karena tidak ada mesin dengan pembakaran luar, kecuali pengembangan yang terakhir, yaitu turbin gas, yang dalam segala hal berada dalam satu kelompok dengan sendirinya; maka pada saat ini terdapat kecenderungan untuk menyebutkan semua mesin panas yang dioperasikan langsung oleh gas pembakaran adalah secara sederhana *mesin pembakaran* (motor bakar). Nama yang pendek ini akan digunakan dalam teks selanjutnya.

Juga penting untuk dicatat bahwa di Jerman, negara kelahirannya, mesin disel selalu disebut secara sederhana, motor bakar, seperti semua yang lain yang disebut mesin pembakaran dalam.

Terdapat beberapa alasan mengapa mesin disel tidak hanya menyaingi mesin panas yang lain tetapi dalam banyak hal menguasai medan. Kelas pelayanannya adalah faktor utama dalam banyak kasus. Salah satu penggunaan yang menonjol dan mesin disel adalah transportasi di darat dan di air, pada truk, kereta rel, lokomotif, perahu dan kapal. Dalam banyak instalasi ukuran kecil dan sedang, pada pertanian dan perusahaan industri kecil, maka kesederhanaan dan biaya rendah dan operasi menentukan bahwa pemakaian mesin minyak lebih disukai daripada mesin uap atau motor listrik. Dalam instalasi daya besar, yang digunakan untuk menghasilkan arus listrik atau penggerak kapal, maka penghematan bahan bakar menentukan pilihan pada mesin disel.

4.2 KARAKTERISTIK MESIN DIESEL.

Karakteristik utama dan mesin disel yang membedakannya dan motor bakar yang lain adalah metoda penyalaan bahan bakar. Dalam mesin disel bahan bakar diinjeksikan ke dalam silinder, yang berisi udara bertekanan tinggi. Selama kompresi udara dalam silinder mesin

maka suhu udara meningkat, sehingga ketika bahan bakar, dalam bentuk kabut halus, bersinggungan dengan udara panas ini, akan menyala, dan tidak dibutuhkan alat penyalaan lain dan luar. Karena alasan ini, mesin disel juga disebut *mesin penyalaan kompresi*.

Karakteristik mesin disel lain yang penting adalah bahwa mesinnya menghasilkan puntiran yang kurang lebih tidak tergantung pada kecepatan, karena banyaknya udara yang diambil ke dalam silinder dalam tiap langkah hisap dan torak hanya sedikit dipengaruhi oleh kecepatan mesin. Banyaknya bahan bakar yang dapat dibakar di dalam silinder dengan tiap langkah hisap dan usaha berguna yang ditimbulkan oleh aksi torak, dengan demikian, hampir konstan.

Sama pentingnya juga adalah fakta bahwa mesin disel mempunyai efisiensi panas lebih tinggi daripada mesin panas yang lain, menggunakan sedikit bahan bakar untuk penyediaan daya yang sama, serta menggunakan bahan bakar yang lebih murah dan pada bensin.

Tentu saja, terdapat juga beberapa kerugian kalau dibandingkan dengan mesin bensin :

1. agak lebih berat untuk daya kuda yang sama
2. pada mesin kecepatan tinggi, operasinya agak kasar, terutama pada beban ringan
3. harga awal sangat tinggi

4.3 KLASIFIKASI MESIN.

Mesin disel dapat dibagi menjadi beberapa kelompok, yang masing-masing dibedakan menurut salah satu dan ciri berikut; dan operasi, metoda pengisian silinder, dan disain umum. Klasifikasi yang terakhir, mencakup jumlah dan kedudukan silinder, metoda penginjeksian dan pembakaran bahan bakar, kecepatan, dan sebagainya. Klasifikasi ini sering tumpang tindih, yaitu mesin dalam kelas yang sama menurut satu ciri, merupakan kelas yang berbeda menurut ciri yang lain.

Daur Operasi ; Mesin disel dapat dibagi menjadi yang beroperasi pada daur *tekanan konstan* dan yang beroperasi pada daur *kombinasi*. Mesin dengan pembakaran yang dilaksanakan pada tekanan konstan adalah mesin besar injeksi udara kecepatan rendah. Suatu kombinasi, atau dwi-pembakaran, daurnya dengan satu bagian bahan bakar terbakar pada volume konstan, seperti pada mesin bensin, dan bagian yang lain terbakar pada tekanan yang mendekati konstan. Dalam mesin yang beroperasi pada daur kombinasi, pertama kali tekanan menanjak sampai puncaknya selama bagian pertama dari pembakaran, kemudian tetap kira-kira konstan, dan pada saat torak bergerak lebih jauh lagi dari titik mati, mulai turun menuju akhir dan proses pembakaran; daur ini khusus untuk mesin injeksi tanpa udara kecepatan menengah dan tinggi.

Metoda Pengisian. Mesin disel dapat dibagi menjadi *mesin empat langkah* dan *mesin dua langkah*. Dalam mesin empat langkah, selama dua langkah dan torak, atau satu putaran poros engkol, torak dan silinder bekerja sebagai pompa yang mengeluarkan hasil pembakaran dan pembakaran dalam daur sebelumnya dan mengisi silinder dengan udara segar. Dalam mesin dua langkah, silinder dibilas dan diisi dengan udara segar oleh udara agak bertekanan yang diberikan oleh suatu pompa atau penghembus dari luar. Kemudian mesin empat langkah dapat dibagi menjadi mesin *penghisapan alamiah* dan mesin pengisian lanjut (super-

charged). Mesin jenis penghisapan alamiah pengisian udara segarinya ditarik masuk oleh vakum yang dihasilkan ketika torak bergerak menjauhi ruang pembakaran. Dalam mesin pengisian lanjut maka pengisiannya dimasukkan ke dalam silinder pada tekanan yang lebih dari atmosfer. Tekanan udara tinggi ini dihasilkan oleh pompa atau penghembus yang mirip dengan yang digunakan dalam mesin dua langkah.

Desain umum. Semua mesin dapat dibagi menjadi mesin bekerja tunggal dan mesin bekerja ganda. Desain bekerja ganda hanya digunakan untuk mesin besar. Klasifikasi lain di bawah ini adalah : mesin horisontal, vertikal, satu garis, jenis V, radial dan silinder berlawanan dan torak berlawanan, yang berarti mesin dengan garis tengah dari silinder yang horisontal, vertikal, sejajar, condong dan berbentuk bintang. Juga mesin dengan silinder – tunggal dan – jamak, dengan dua, tiga, empat, enam dan kadang 24 silinder.

Metoda Penginjeksian Bahan Bakar. Dalam mesin disel kecepatan rendah yang asli, bahan bakar diinjeksikan ke dalam silinder oleh hembusan udara tekanan tinggi, sehingga dinamakan mesin injeksi udara. Perlengkapan injeksi udara terlalu berat dan rumit untuk mesin kecepatan tinggi, dengan lubang kecil yang menggunakan berbagai jenis injeksi tanpa udara atau mekanis. Saat ini injeksi mekanis digunakan untuk segala jenis dan ukuran dari mesin disel.

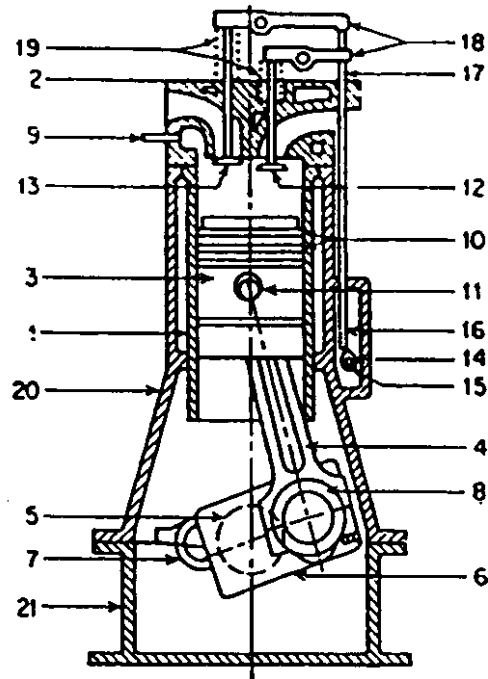
Kecepatan. Klasifikasi mesin menurut kecepatannya sebagai mesin kecepatan rendah, menengah dan tinggi mempunyai alasan berdasarkan fakta bahwa faktor kecepatan mempengaruhi desain dari mesin, pemeliharaannya dan umurnya seperti dijelaskan dalam bagan 2-9.

4.4 BAGIAN-BAGIAN MESIN

Suatu pemahaman dan operasi atau kegunaan berbagai bagian diperlukan untuk pemahaman sepenuhnya dari seluruh mesin. Setiap bagian atau unit mempunyai fungsi khusus masing-masing yang harus dilakukan dan bekerja sama dengan bagian yang lain membentuk mesin disel. Orang yang ingin mengoperasikan, memperbaiki, atau menservis mesin disel harus mampu mengenai bagian yang berbeda dengan pandangan dan mengetahui apa fungsi khusus masing-masing. Pengetahuan tentang bagian-bagian mesin akan diperoleh sedikit demi sedikit, pertama kali dengan membaca secara penuh perhatian bagian yang berikut dan kemudian dengan melihat daftar istilah pada akhir buku ini setiap istilah yang belum cukup dikenal dan membaca bab yang berhubungan.

Mesin disel bervariasi dalam penampilan luar, ukuran, jumlah dan pengaturan silinder, dan detil konstruksi. Tetapi, mereka mempunyai bagian utama yang sama, yang meskipun kelihatannya berbeda, tetapi melakukan fungsi yang sama. Setiap mesin disel hanya mempunyai sedikit bagian kerja utama; bagian bantu diperlukan untuk menyatukan bagian yang bekerja atau untuk membantu bagian bekerja utama dalam prestasinya. Bagian bekerja yang utama adalah:

- (a) silinder (b) kepala silinder, biasanya memegang katup pemasukan dan katup buang; (c) torak; (d) batang engkol; (e) poros engkol; (f) bantalan poros engkol atau bantalan utama dan bantalan halang engkol; dan (g) pompa bakar dan nosel bahan bakar.



Gambar 1-1. Penampang melintang dari mesin disel tertentu: 1. lapisan silinder; 2. kepala silinder; 3. torak; 4. batang engkol; 5. poros engkol 6. pipi engkol; 7. bantalan utama; 8. pena engkol dan bantalannya; 9. nosel bahan bakar; 10. cincin torak;; 11. pena torak dan bantalannya; 12. katup pemasukan; 13. katup buang; 14. poros nok; 15. nok; 16. pengikut nok; 17. batang dorong; 18. lengan ayun; 19. pegas katup; 20. blok silinder atau karter; 21. plat landasan.

Gambar 1-1 menunjukkan secara skematis mesin disel empat langkah tertentu, dengan pemberian nama pada bagian yang bekerja dan bagian-bagian utamanya.

Silinder. Jantung mesin adalah silindernya, yaitu tempat bahan bakar dibakar dan daya ditimbulkan. Bagian dalam silinder dibentuk dengan *lapisan (liner)*, atau *selongsong (sleeve)*.

Diameter dalam silinder disebut *lubang (bore)*.

Kepala silinder (Cylinder head) menutup satu ujung silinder dan sering berisikan katup tempat lewat udara dan bahan bakar diisikan dan gas buang dikeluarkan.

Torak (piston). Ujung lain dan ruang kerja silinder ditutup oleh torak yang meneruskan kepada poros daya yang ditimbulkan oleh pembakaran bahan bakar. *cincin torak (piston ring)* yang dilumasi dengan minyak mesin menghasilkan sil (seal) rapat gas antara torak dan lapisan silinder. Jarak perjalanan torak dan satu ujung silinder ke ujung yang lain disebut *langkah (stroke)*.

Batang engkol (connecting rod). Satu ujung, yang disebut *ujung kecil* dan batang engkol, dipasangkan kepada *pena pergelangan (wrist pin)* atau *pena torak (piston pin)* yang terletak di dalam torak. Ujung yang lain atau *ujung besar* mempunyai bantalan Untuk pena engkol batang engkol mengubah dan meneruskan gerak ulak-alik (*reciprocating*) dan torak menjadi putaran kontinu pena engkol selama langkah kerja dan sebaliknya selama langkah yang lain.

Poros engkol (crankshaft). Poros engkol berputar di bawah aksi dan torak melalui batang engkol dan pena engkol yang terletak di antara pipi engkol (*crankweb*), dan meneruskan daya dari torak kepada poros yang digerakan. Bagian dan poros engkol yang didukung oleh bantalan utama dan berputar di dalamnya disebut tap (*journal*).

Suatu *roda gila (flywheel)* dengan berat yang cukup dikuncikan kepada poros engkol dan menyimpan energi kinetik selama langkah daya dan mengembalikannya selama langkah yang lain. Roda gila membantu menstart mesin dan juga bertugas membuat putaran poros engkol kira-kira seragam.

Poros nok (camshaft) yang digerakkan dari poros engkol oleh penggerak rantai atau oleh roda gigi pengatur waktu mengoperasikan *katup pemasukan* dan *katup buang* melalui *nok pengikut nok*, *batang dorong*, dan *lengan ayun*. Pegas katup berfungsi menutup katup.

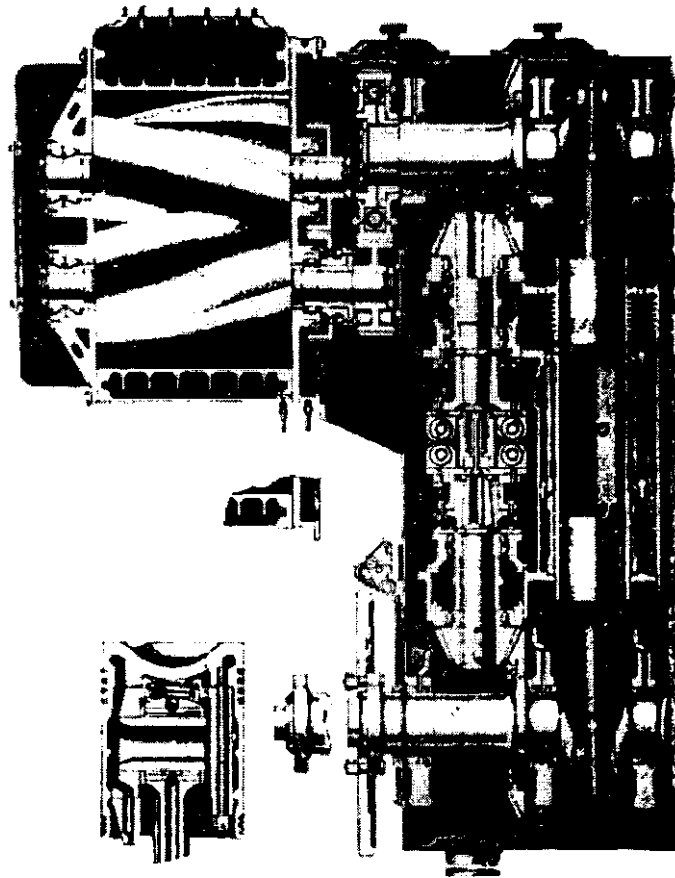
Karter (crankcase) berfungsi menyatukan silinder, torak dan poros engkol, melindungi semua bagian yang bergerak dan bantalannya, dan merupakan reservoir bagi minyak lumas. Disebut sebuah *blok silinder* kalau lapisan silinder disisipkan di dalamnya Bagian bawah dari karter disebut *plat landasan (bedplate)*.

Bahan bakar dimasukkan ke dalam ruang bakar oleh sistem injeksi yang terdiri atas *pompa*, *saluran bahan bakar*, dan *injektor*, yang juga disebut *nosel injeksi bahan bakar* atau *nosel semprot*.

4.5 BAHAN

Bagian-bagian mesin disel pada umumnya terbuat dari besi tuang. Tetapi, untuk mendapatkan mesin yang lebih ringan, bagian tertentu, misalnya torak dan kepala silinder, dapat dibuat dari paduan aluminium ringan. Blok silinder, karter dan plat landasan sering dibuat dari plat atau keping baja dilas. Bagian bergerak yang mendapatkan tegangan atau pengausan relatif besar, misalnya poros engkol dan batang engkol, dibuat dari baja. Tetapi, poros engkol dari mesin kecepatan tinggi mungkin dibuat dari aluminium tempa untuk mengurangi berat dan gaya inersia dari bagian yang ulak-alik.

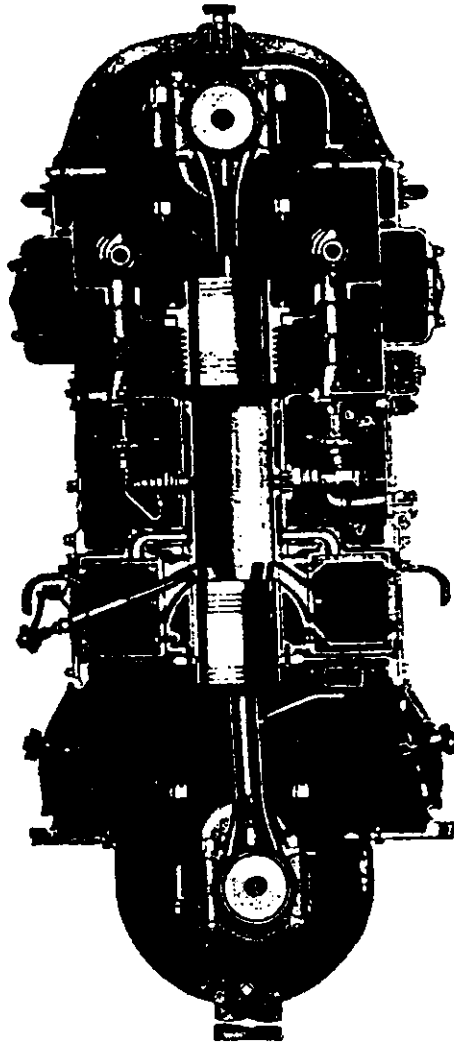
Poros engkol sampai akhir-akhir ini ditempa dari baja. Kemudian poros engkol yang dicor dari paduan besi khusus digunakan dalam mesin dari segala ukuran dan kecepatan. Satu alasannya adalah jauh lebih mudah untuk memberikan bentuk rumit yang dikehendaki oleh disain teoritis kepada poros engkol cor daripada mesin yang ditempa. Alasan yang lain adalah biaya pembuatan yang lebih murah, terutama untuk mesin kecil yang diproduksi besar-besaran.



Gb. 1.6 Potongan longitudinal dari mesin disel torak berlawanan. Atas kebaikan Fairbanks, Morse & Co.

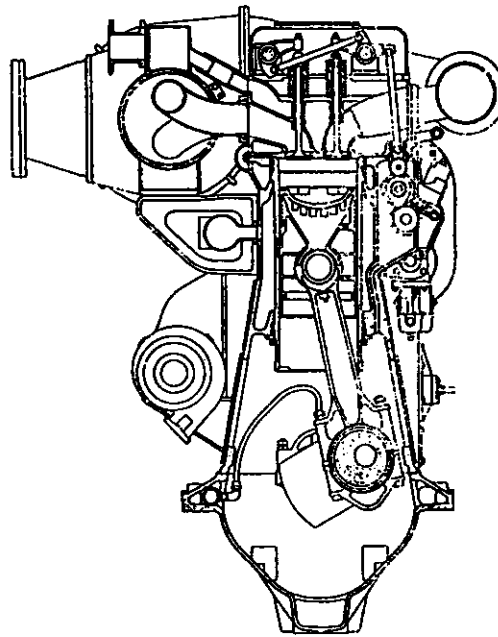
Jenis Mesin yang Mewakili. Gb. 1.5 menunjukkan penampang melintang dari mesin disel besar, dua langkah termasuk kecepatan rendah, seperti yang digunakan dalam instalasi tenaga untuk menggerakkan genarot listrik. Mesin ini menimbulkan 340 bhp (daya kuda rem) tiap silinder pada 240put/men dan dibangun dalam kesatuan dengan tiga sampai sepuluh silinder, 1000 sampai 3400 bhp tiap mesin.

Gb 1.6 menunjukkan pandangan longitudinal dan Gb 1.7 penampang melintang dari mesin dua langkah, torak berlawanan yang digunakan terutama untuk instalasi kapal dan lokomotif. Mesin Amerika yang paling besar dari jenis ini di dalam sepuluh silinder dengan lubang 8 1/8 in dan 10 inx2 ditimbulkan sampai 2000 bhp pada 750 put/men, yang agak tinggi kecepatannya untuk mesin dengan ukuran itu.

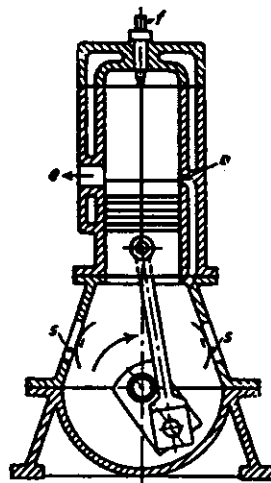


Gb. 1.7 Penampang melintang dari mesin disel torak berlawanan. Atas kebaikan Fairbanks, Morse & Co.

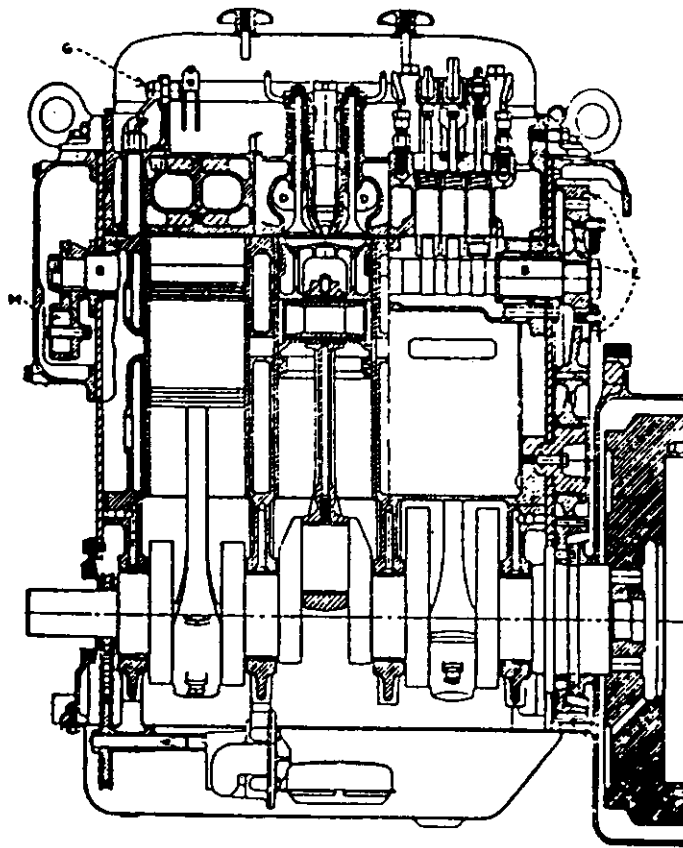
Gb 1.8 menunjukkan mesin industri kecepatan sedang dari jenis empat langkah dan Gb 1.9 adalah penampang melintang dari mesin industri kecil 2 langkah. Gb 1.10 menunjukkan penampang melintang dan Gb 1.11 penampang lingitudinal, dari mesin 2 langkah jenis kendaraan yang digunakan pada truk, bus dan traktor.



Gb. 1.8 Penampang melintang dari mesin stasioner pengisian lanjut berukuran 13 kali. Atas kebaikan The Cooper – Bessemer Co.



Gambar 1-9. Mesin pembilasan. Pintu pada karter dengan katup plat s,s memasukkan udara selama langkah torak ke atas. Selama langkah ke bawah maka udara dalam karter ditekan. Ketika torak membuka pintu buang e, sebagian dari gas buang lari melalui e dan sisanya dibilas oleh udara dari karter yang dimasukan melalui lubang a yang dibuka oleh torak. Nosel bahan bakar ditandai dengan f.

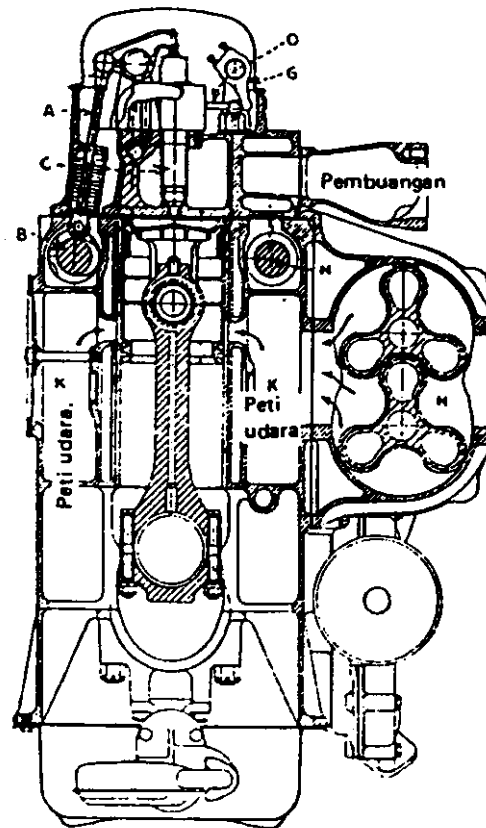


Gb. 1.10 Penampang longitudinal dari mesin disel.

4.7 PENANDAAN MESIN

Mesin disel, seperti mesin kendaraan, ditandai dengan lubang, langkah, jumlah silinder dan kecepatan kalau mesin beroperasi pada kecepatan tetap, dalam urutan yang disebutkan. Maka suatu penandaan $4 \frac{1}{2} \text{ in} \times 6 \text{ in} \times 800 \text{ put/men}$ atau sering disederhanakan $4 \frac{1}{2} \times 6 \times 6 \times 800$ berarti sebuah mesin dengan lubang $4 \frac{1}{2} \text{ in}$, langkah 6 in , silinder 6, kecepatan ternilai 800 put/men . Dalam penandaan yang digunakan pada Angkatan Laut AS maka banyaknya silinder disebutkan lebih dahulu, baru kemudian lubang dan langkah.

Penandaan yang lain adalah dengan perpindahan torak, atau disingkat dengan perpindahan (displacement). Perpindahan mesin dihitung sebagai hasil kali dari luas torak, langkah torak, dan jumlah silinder. Dalam satuan Inggris perpindahan diberikan dalam inci kubik. Kecepatan mesin tidak masuk ke dalam penentuan perpindahan mesin. Kadang – kadang perpindahan diberikan sebagai perpindahan satu silinder dan jumlah silinder. Maka mesin $4 \frac{3}{4} \times 6 \times 6 \times 800$ dapat dispesifikasikan juga dengan 638 in kubik atau sebagai mesin $106,3 \times 6 \text{ in}$ kubik.



Gambar 1-11. Penampang melintang mesin disel truk GM dua langkah. Poros nok B digerakkan oleh roda gigi E (Gambar 1-10), yang juga menggerakkan penghembus H dan poros imbang N. Poros nok B mengoperasikan katup buang melalui batang dorong A dan juga injektor bahan bakar C. Penghembus H (Gambar 1-11) mempunyai tiga cuping rotor dan memberikan udara bilas agak bertekanan kepada peti udara K, kemudian dari sini dimasukkan ke silinder ketika sebuah torak membuka lubang di dekat titik mati bawah, seperti ditunjukkan oleh panah.

INJEKSI BAHAN BAKAR

4.8 METODA

Terdapat dua metoda injeksi bahan bakar yang berlainan *injeksi udara* dan *injeksi tanpa udara*. Metoda injeksi tanpa udara dikenal dengan berbagai nama, misalnya injeksi mekanis, padat, dan hidrolis.

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

1. Penakaran yang teliti dari minyak bahan bakar
2. Pengaturan waktu yang layak dari injeksi bahan bakar

3. Kecepatan yang sesuai dari injeksi bahan bakar
4. Pengabutan yang baik dari bahan bakar
5. Distribusi yang baik dari bahan bakar dalam ruang pembakaran

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

Pengaturan waktu. Pengaturan waktu yang layak berarti mengawakili injeksi bahan bakar pada saat yang diperlukan: adalah mutlak untuk mendapatkan daya maksimum dari bahan bakar dan penghematan bahan bakar dengan baik serta pembakaran yang sempurna. Kalau bahan bakar diinjeksikan terlalu awal dalam daur, maka penyalannya 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 dan kepala torak. Akibatnya adalah borosnya bahan bakar dan asap dalam gas buang. Kalau bahan bakar diinjeksikan terlambat dalam daur, maka sebagian dari bahan bakar akan terbakar pada saat torak telah jatuh melampaui t.m.a. Kalau ini terjadi, maka mesin tidak akan membangkitkan daya maksimumnya, gas buang akan berasap, dan pemakaian bahan bakar boros.

Kecepatan injeksi bahan bakar berarti banyaknya bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang bakar dalam satu satuan waktu atau dalam satu derajat dan perjalanan engkol. Kalau kecepatan injeksi tinggi, maka sejumlah bahan bakar tertentu dari injeksikan dalam waktu yang singkat, atau dalam jumlah derajat yang kecil perjalanan engkol. Kalau dikehendaki untuk menurunkan kecepatan injeksi, harus digunakan ujung nosel dengan lubang yang kecil untuk menaikkan jangka waktu injeksi bahan bakar.

Kecepatan injeksi mempunyai pengaruh yang serupa dengan pengaturan terhadap prestasi mesin. Kalau kecepatan injeksi terlalu tinggi, akibatnya akan dengan injeksi yang terlalu awal; kalau kecepatan injeksi terlalu rendah, akibatnya akan sama dengan injeksi yang sangat terlambat.

Pengabutan dari arus bahan bakar menjadi semprotan mirip kabut harus disesuaikan dengan jenis ruang bakar. Beberapa ruang bakar memerlukan kabut yang halus, ruang bakar yang lain dapat beroperasi dengan kabut yang lebih kasar. Pengabutan yang baik akan mempermudah pengawalan pembakaran dan menjamin bahwa butiran kecil dari bahan bakar dikelilingi oleh partikel oksigen yang dapat dicampur dengannya

Distribusi. Distribusi bahan bakar harus sedemikian rupa sehingga bahan bakar akan menyusup ke seluruh bagian ruang bakar yang berisi oksigen untuk pembakaran. Kalau bahan bakar tidak didistribusikan dengan baik, maka sebagian dari oksigen yang tersedia tidak akan dimanfaatkan dan keluaran daya mesin akan rendah

Persyaratan Tambahan. Untuk praktisnya maka sistem injeksi bahan bakar, terutama pompa tekanan tinggi, harus mempunyai sifat tambahan. Yaitu harus (1) memelihara setelahnya untuk waktu sangat panjang, tidak kehilangan setelahnya karena getaran dari kecepatan mesin yang tinggi atau karena keausan yang berlebihan; (2) hemat daya; (3) ringan dan tidak terlalu besar, terutama dengan mesin yang kecil; tidak berisik.

4.9 INJEKSI UDARA

Injeksi udara digunakan pada awal mesin disel. Saat ini jarang digunakan dan hanya untuk mesin besar yang beroperasi pada bahan bakar yang sangat kental.

Dalam mesin injeksi udara maka energi potensial dari udara tekan diubah menjadi energi kinetik. Energi kinetik dari udara yang memuai ini digunakan untuk menghantarkan bahan bakar ke dalam silinder dari katup semprot, untuk mengabutkan bahan bakar, dan untuk menimbulkan pusaran (turbulence) dalam ruang bakar agar bahan bakar di udara bercampur dengan baik.

Sistem injeksi udara terdiri atas empat komponen utama :

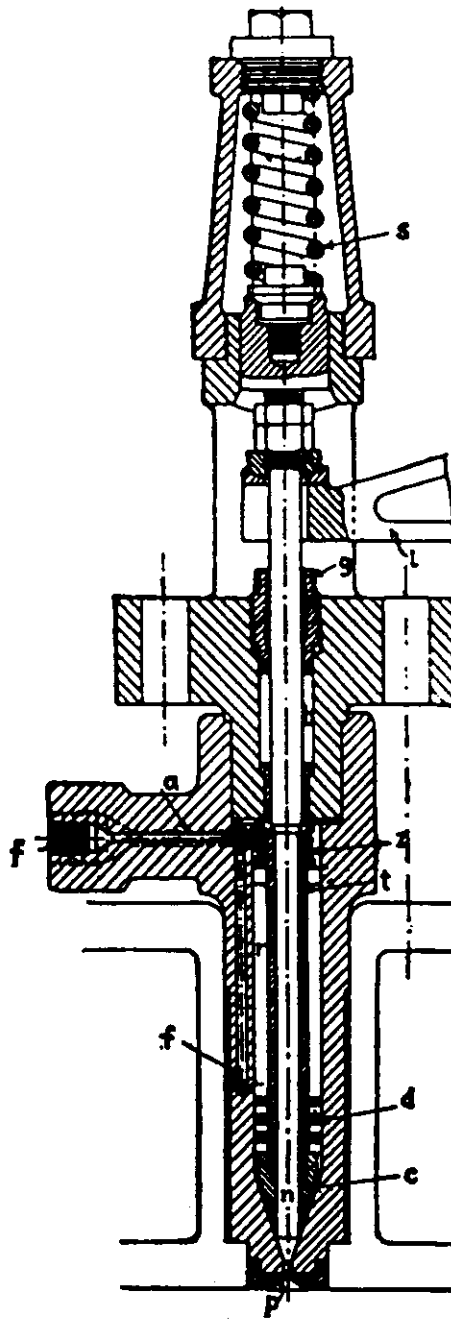
1. Pompa bahan bakar untuk menahan bahan bakar
2. Kompresor udara untuk menyediakan udara injeksi
3. Katup semprot
4. Nok bahan bakar dan penggerak penjalan

Pompa bahan bakar. Jenis yang paling umum digunakan adalah masing-masing silinder mesin mempunyai plunyer, dan banyaknya bahan bakar dikendalikan dengan mengubah-ubah panjang terpakai dari langkah plunyer. Satu-satunya fungsi dari pompa adalah untuk menakar banyaknya bahan bakar secara tepat dan memberikannya kepada katup semprot.

Kompresor Udara. Kompresor mempunyai dua tingkat atau lebih sering lagi tiga tingkat dan memberikan udara kepada penerima udara, yang disebut *botol udara*. Dari botol udara ini sebuah pipa menyalurkan udara ke tangki penekan udara (air header) yang disambung ke injektor bahan bakar. Kompresor tersebut juga bertugas untuk mengisi lagi botol udara yang digunakan untuk menstart mesin.

Katup semprot (Gambar 8-1) terdiri atas sebuah katup jarum n dengan ujung konis yang dipegang pada dudukannya oleh pegas berat s , dan beberapa piringan pengabut d dengan beberapa lubang untuk memecah bahan bakar dan mencampurkannya dengan udara injeksi ketika udara dan bahan bakar mengalir melalui katup dan plat api p . Plat api ini mempunyai orifis (orifice) untuk melewatkan campuran bahan bakar udara yang dimasukkan ke ruang bakar. Katup jarum diangkat secara mekanis oleh tuas l yang dijalankan oleh nok pada poros nok.

Nok Bahan-bakar. Hanya pengaturan waktu injeksi yang dikendalikan oleh nok bahan bakar; kecepatan injeksi, pengabutan bahan bakar, dan distribusi dalam ruang bakar seluruhnya dikendalikan oleh jumlah dan ukuran orifis dalam piringan pengabung dan dalam plat api serta oleh tekanan udara injeksi. Tekanan udara injeksi bervariasi dari 800 sampai 1.200 psi,



Gambar 1-9. Mesin pembilasan. Pintu pada karter dengan katup plat s,s memasukkan udara selama langkah torak ke atas. Selama langkah ke bawah maka udara dalam karter ditekan. Ketika torak membuka pintu buang e, sebagian dari gas buang lari melalui e dan sisanya dibilas oleh udara dari karter yang dimasukkan melalui lubang a yang dibuka oleh torak. Nosel bahan bakar ditandai dengan f.

tergantung pada kecepatan dan beban. Oleh karenanya, bentuk nok tidak begitu penting. Nok biasanya terdiri dari tonjolan radial yang relatif kecil pada permukaan silindris dari piringan. Injeksi udara memenuhi lima persyaratan utama dengan cukup baik, tetapi mempunyai kekurangan praktis sebagai berikut: (1) kompresor menyerap daya cukup besar dan (2) agak berat dan besar, tidak sesuai untuk mesin kecepatan tinggi dengan lubang kecil.

4.10 INJEKSI MEKANIS

Klasifikasi. Semua metoda injeksi mekanis dapat dibagi lagi menjadi empat kelompok utama: (1) sistem *tekanan konstan*, atau *rel sekutu*, (2) sistem *pompa Sentakan*, (3) sistem *distributor*, dan (4) sistem *ruang prapembakaran*. Perbedaan dalam konstruksi yang dijumpai dalam mesin dari berbagai pabrik adalah sedemikian rupa sehingga dapat membantu pembicaraan mereka untuk membagi lagi kelompok utama lebih jauh. Sistem *rel sekutu* dapat dibagi menjadi sistem dasar dan modifikasi yang digunakan dalam mesin Cooper-Bessemer. Sistem *pompa sentakan* dapat dibagi menjadi sistem asli, dengan pompa terpisah dan injektor bahan bakar untuk tiap silinder, dan modifikasi dengan pompa dan injektor digabungkan dalam satu unit.

Pengabutan. Dengan injeksi mekanis, pengabutan diperoleh sebagai berikut; Bahan bakar cair, dengan tekanan tinggi, melewati satu atau beberapa lubang, masuk ke dalam ruang bakar yang diisi dengan udara yang tekanannya jauh lebih kecil; akibatnya 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 dari bahan bakar dipisahkan dari permukaan arus, kemudian butiran yang baru saja muncul ke permukaan dipisahkan lagi, dan seterusnya sampai seluruh arus cairan di pisah-pisah menjadi butiran sangat kecil. *Pengabutan (atomisasi)* maknanya adalah memecah menjadi atomnya. Kenyataannya setiap butiran bukan sebuah atom, melainkan beberapa. Karena *atomisasi* terlampau berlebihan, tetapi menunjukkan bahwa prosesnya menuju ke arah itu.

Penyusupan. Dalam injeksi mekanis distribusi bahan bakar dalam ruang bakar umumnya diperoleh dengan dua cara, yaitu penyusupan dan pusaran udara. Penyusupan adalah jarak yang ditempuh butiran bahan bakar yang dibawa oleh energi kinetik yang diberikan kepadanya ketika meninggalkan nosel bahan bakar. Gesekan antara bahan bakar dan udara dalam ruang bakar secara berangsur menyerap energi ini. Penyusupan tergantung pada berbagai karakteristik dari sistem injeksi bahan bakar dan berkurang dengan makin halusnnya pengabutan.

Pusaran Udara praktis tidak tergantung pada sistem injeksi bahan bakar dan merupakan cara tambahan dalam mendapatkan pembakaran yang baik.