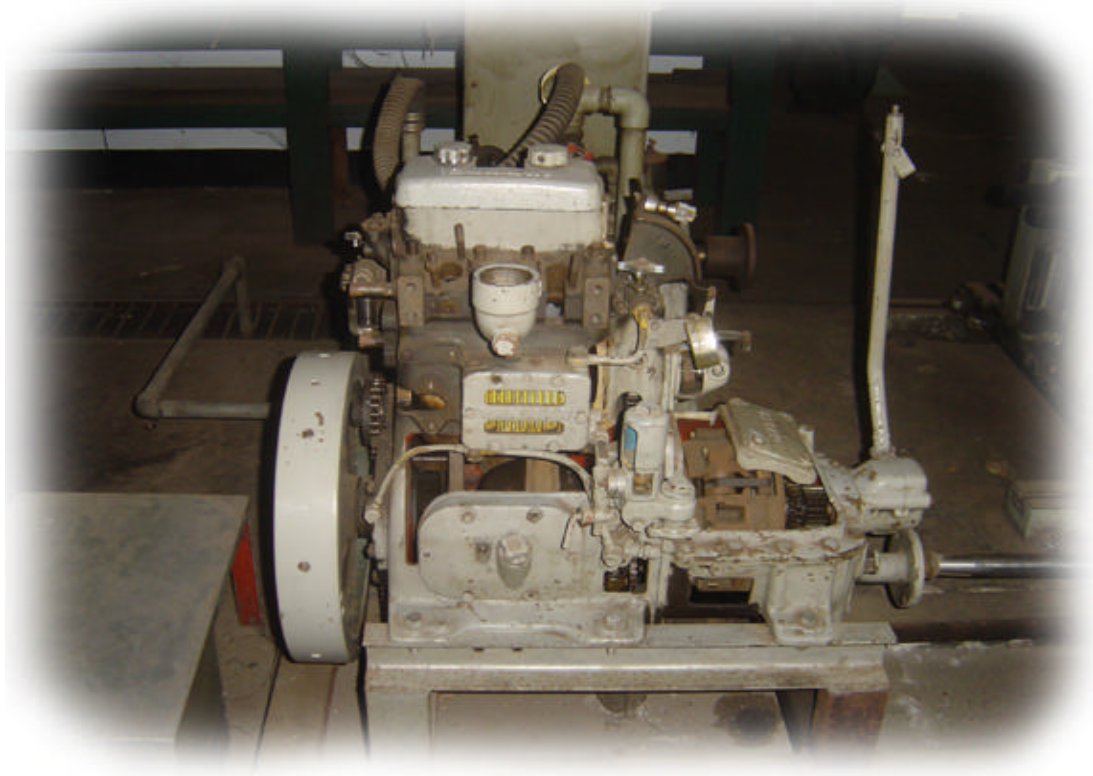


**PRINSIP KERJA MESIN PENGGERAK UTAMA KAPAL DAN MESIN
BANTU**

Kompetensi : Mesin Penggerak Utama dan Bantu

TPL - Prod/Q.01



**BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM DIKMENJUR
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**

2003

KATA PENGANTAR

Pengetahuan prinsip kerja mesin penggerak utama kapal dan mesin bantu merupakan salah satu pengetahuan yang harus dimiliki calon pelaut bagian mesin.

Modul prinsip kerja mesin penggerak utama dan mesin bantu disusun sebagai pengetahuan dasar pada kompetensi mesin penggerak utama, siswa SMK bidang keahlian pelayaran untuk program keahlian teknik perikanan laut, untuk tahap awal sebelum siswa mempelajari modul-modul berikutnya guna mencapai kompetensi program diklat mesin penggerak utama kapal sebagaimana dalam tuntutan kompetensi kurikulumnya.

Semoga modul ini dapat digunakan dan bermanfaat untuk mendukung ketercapaian kompetensi yang diharapkan kurikulum SMK bidang pelayaran.

DAFTAR ISI

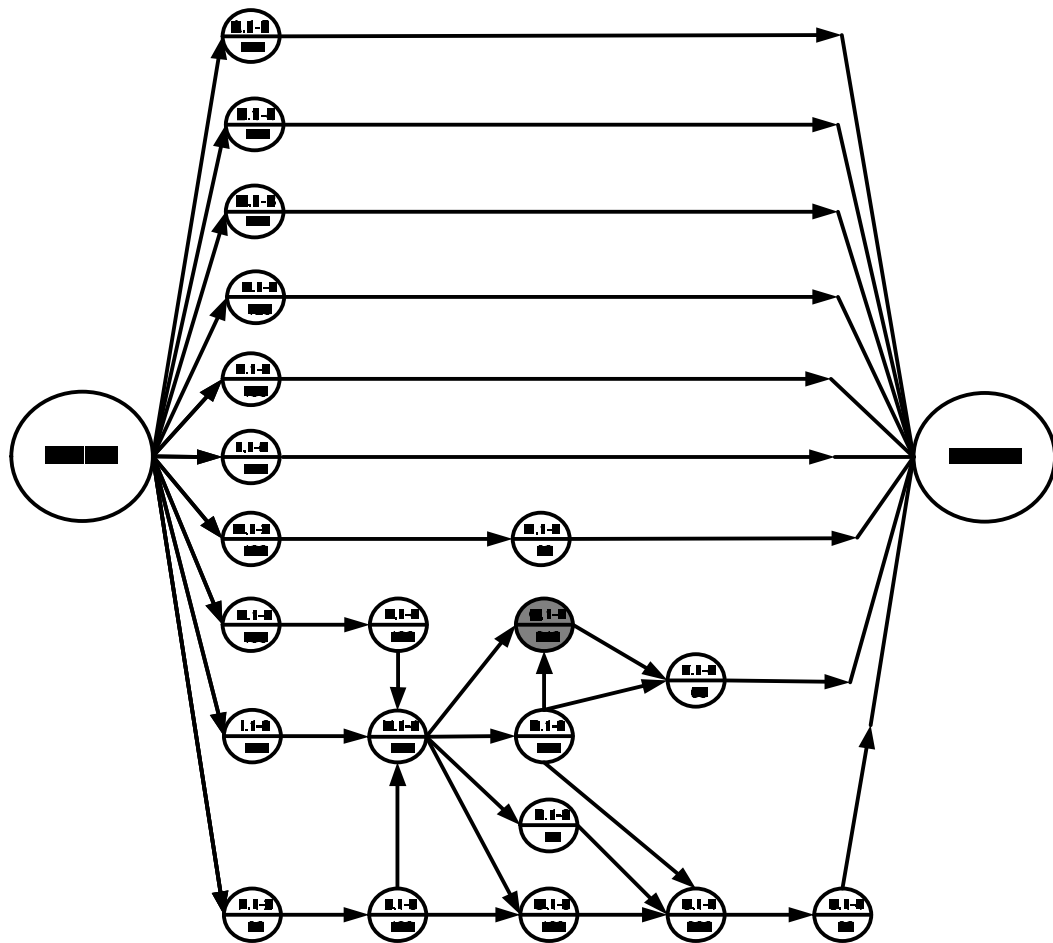
	Halaman
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
PETA KEDUDUKAN MODUL	v
GLOSARIUM	viii
I. PENDAHULUAN	I - 1
A. Deskripsi	I - 1
B. Prasarat	I - 2
C. Petunjuk Penggunaan Modul	I - 3
1. Penjelasan Bagi Siswa	I - 3
2. Peran Guru dalam Proses Pembelajaran.....	I - 5
D. Tujuan Pembelajaran	I - 6
E. Kompetensi	I - 7
F. Cek Kemampuan	I - 8
II. PEMBELAJARAN	II - 1
A. Rencana Belajar Siswa	II - 1
B. Kegiatan Belajar	II - 2
1. Pengertian Umum Mesin Penggerak Kapal	II - 2
a. Tujuan Pembelajaran	II - 2
b. Uraian Materi	II - 2

c. Rangkuman	II - 12
d. Tugas	II - 13
e. Tes Formatif	II - 13
f. Lembar Kerja	II - 15
2. Prinsip Kerja Mesin Penggerak Kapal dan Bantu	II - 17
a. Tujuan Pembelajaran	II - 17
b. Uraian Materi	II - 17
c. Rangkuman	II - 34
d. Tugas	II - 34
e. Tes Formatif	II - 35
f. Lembar Kerja	II - 36
III. EVALUASI	III - 1
IV. PENUTUP	IV - 1
DAFTAR PUSTAKA	

PETA KEDUDUKAN MODUL

Modul pengetahuan prinsip kerja mesin penggerak kapal dan mesin bantu ini merupakan salah satu persyaratan utama yang harus dipelajari oleh setiap perwira bagian mesin (baik kapal niaga maupun kapal perikanan), untuk dapat memahami dan mendapatkan ketrampilan sebelum belajar pada modul-modul selanjutnya. Sebagai kelompok program diklat Mesin Penggerak Utama Kapal seperti dalam profil kompetensi tamatan Teknik Perikanan laut.

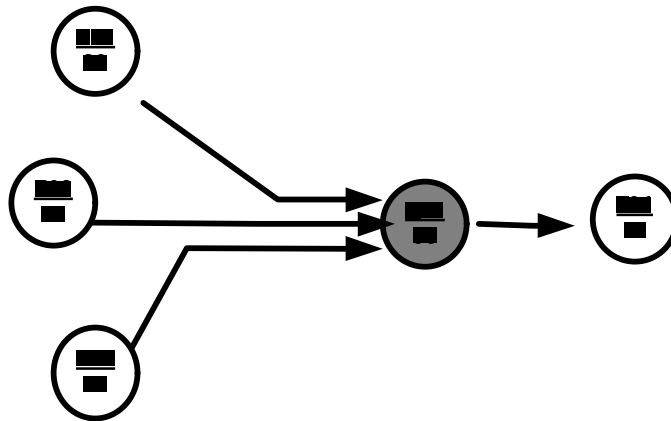
Kedudukan program pembelajaran Teknik Perikanan Laut dalam keseluruhan program pembelajaran dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Lingkaran berikut huruf yang berada di dalam diagram di atas menunjukkan kompetensi yang harus dimiliki sesuai Program Diklat yang bersangkutan, yaitu:

- A = Pencegahan dan Pemadaman Kebakaran
- B = Teknik Penyelamatan Diri
- C = Prosedur Darurat dan Sar
- D = Pelayanan Medis
- E = Pencegahan Polusi Lingkungan Laut
- F = Keselamatan dan Kesehatan Kerja
- G = Hukum Laut dan Peraturan Perikanan
- H = Teknologi Bahan dan Teknik Pengukuran
- I = Menggambar Mesin
- J = Bangunan dan Stabilitas Kapal Perikanan
- K = Peralatan Kerja Mesin
- L = Instalansi dan Peralatan Listrik
- M = Tata Laksana Perikanan yang Bertanggung Jawab
- N = Kerja Bengkel
- O = Otomatisasi dan Sistem Kontrol
- P = Perawatan Alat Penangkap Ikan
- Q = Mesin Penggerak Utama dan Bantu
- R = Pompa dan Sistem Perpipaan
- S = Peralatan Pengolahan dan Sistem Pendingin Ikan
- T = Dinas Jaga
- U = Penanganan dan Penyimpanan Hasil Tangkap

Tahapan kegiatan belajar dan deskripsi pembelajaran dari modul Prinsip Kerja mesin penggerak utama kapal dan mesin bantu (Modul TPL-P/Q 01) ini dalam keseluruhan kegiatan program pembelajaran pada Program Keahlian Teknika perikanan Laut dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.



Keterangan :

- N01 = Melakukan Kerja Bengkel
- R02 = Sistem Hidrolik Pada Pompa
- R03 = Bahan Bakar dan Minyak Pelumas
- Q01 = Prinsip Kerja Mesin Penggerak Utama dan Mesin Bantu
- T01 = Menerapkan Tugas Jaga Mesin

GLOSSARIUM

Air stater (penstater udara), sistem untuk memutar mesin dengan memasukkan udara tekan kedalam silinder untuk memulai penyalaan.

Atmospheric pressure (tekanan atmosferik), tekanan atmosfer yang diukur dari tekanan nol absolut. Pada permukaan laut tekanan atmosfer 14,7 psi. dan makin menurun dengan bertambahnya ketinggian.

Atomize (mengkabutkan), memecah cairan menjadi partikel yang sangat halus

Babbit (babit), logam lunak anti gesek yang digunakan untuk melapis bantalan.

Back pressure (tekanan belakang), hambatan kepada aliran normal gas dan cairan.

Bedplate (plat landasan), bagian bawah mesin yang terletak pada fondasi.

Bore (lubang), diameter dalam silinder mesin atau kompressor.

Brake horse power (daya kuda rem), Daya kuda berguna yang diberikan oleh mesin yang dapat dicari dengan menggunakan rem proni. Singkatnya Bhp.

British thermal unit (satuan panas inggris), jumlah panas yang diperlukan untuk menaikkan suhu satu pon air dengan satu derajat Fahrenheit, dari 68 sampai 69 F, singkatnya BTU

Burning (pembakaran), Secara umum menggantikan combustion, misalnya late burning, yang berarti pembakaran terlambat atau lambat.

By-pass (langkau). Saluran yang memungkinkan cairan atau gas untuk mengambil arah lain daripada yang digunakan secara normal.

Cam (nok), potongan mirip piring, dipasang pada sebuah poros, yang sebagian darinya bulat, dan sisanya (hidungnya) menonjol dari lingkaran ini. Nok digunakan untuk memberikan gerakan yang diinginkan kepada katup popet.

Camshaft (poros nok), poros yang membawa berbagai nok yang diperlukan untuk operasi katup masuk, katup buang, katup bahan bakar dan katup udara penstater.

Cam follower (pengikut nok), bagian dari batang dorong yang menyinggung nok.

Carbon (karbon), salah satu elemen kimia yang merupakan unsur pokok dari bahan Bakar cair dan padat. Juga substansi residu yang diendapkan dalam ruang bakar dan sistem buang mesin disel ketika pembakaran bahan bakar tidak sempurna.

Clearance (celah, kelonggaran). Ruang antara bagian yang bergerak dan yang stasioner. Kelonggaran harus diberikan antara kedua permukaan untuk membolehkan pelumasan dan pemuaian serta penyusutan dengan berubahnya suhu.

Combustion (pembakaran), oksidasi atau penggabungan yang tepat dari bahan mampu bakar misalnya karbon, hidrogen atau belerang, dengan oksigen dari udara.

Compression (kompresi, tekanan), aksi atau hasil penekanan substansi kedalam ruangan yang lebih kecil. Merupakan salah satu dari kejadian dalam daur motor bakar.

Compression ignition (penyalan kompresi), penyalan pengisian bahan bakar oleh panas udara dalam silinder, yang dibangkitkan oleh kompresi udara dalam silinder, seperti dalam mesin disel.

Compression pressure (tekanan kompresi) tekanan pengisian udara pada akhir langkah kompresi.

Compression ratio (perbandingan kompresi), perbandingan volume pengisian dalam silinder mesin pada langkah awal kompresi terhadap langkah akhir kompresi.

Compression rings (cincin kompresi), cincin torak yang ditempatkan pada bagian atas torak untuk sil terhadap kerugian tekanan kompresi dan terhadap kebocoran gas

Compression stroke (langkah kompresi), langkah torak selama pengisian udara dalam silinder ditekan oleh gerakan torak.

Compressor (kompresor) pompa udara yang menghasilkan udara udara tekan untuk menstart mesin, atau untuk injeksi bahan bakar dalam sebuah mesin disel injeksi udara.

Cylinder (silinder), bagian silindris mesin untuk tempat Bergeraknya torak didalamnya, dan merupakan tempat berlangsungnya pembakaran.

Cylinder block (blok silinder) sejumlah silinder dicor menjadi satu bagian.

Cylinder bore (lubang silinder), diameter dalam silinder mesin, juga permukaan silinder tempat bergerak atau meluncurnya torak didalamnya.

Cylinder head (kepala silinder) bagian yang menutup dan merapatkan ujung silinder dan biasanya berisi katup.

Cylinder head stud (stud kepala silinder), batang baja bulat yang diulir, satu ujungnya disekrupkan kedalam blok silinder, ujung yang lain diulir untuk mengambil mur yang memegang kepala silinder dalam kedudukan yang tepat.

Cylinder liner (lapisan silinder), lapisan silindris yang disisipkan kedalam jaket silinder atau blok silinder dan didalamnya torak meluncur.

I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi singkat

Dalam profil kompetensi tamatan Sekolah Pelayaran Menengah bidang keahlian Teknika perikanan Laut, Progran diklat Mesin Penggerak Utama Kapal merupakan salah satu program diklat inti sebagai syarat untuk mendapatkan sertifikat kompetensi keahlian Teknika Perikanan Laut tingkat II (ATKAPIN-II) untuk menunjang pelaksanaan tugas sebagai Perwira di kapal perikanan. Pengetahuan prinsip kerja mesin penggerak utama kapal dan mesin bantu merupakan tahapan awal untuk mendalami keseluruhan materi mesin penggerak kapal. Dalam melaksanakan kegiatan pengoperasian permesinan di atas kapal, kemungkinan terjadinya berbagai gangguan dalam pengoperasian dapat saja terjadi setiap saat. Gangguan yang terjadi dapat disebabkan oleh faktor teknis dan faktor non teknis. Faktor teknis seperti usia mesin, kerusakan sebagai akibat pendayagunaan yang terus menerus dan faktor kelelahan bahan atau matrial, sedang faktor non teknis atau faktor manusia; meliputi kemampuan operator, mental dan metode kerja, tingkat pengetahuan serta akibat kelelahan kerja, yang pada akhirnya dapat menyebabkan terhentinya kegiatan operasi atau bahkan dapat menimbulkan kecelakaan. Untuk mengantisipasi berbagai kemungkinan penyebab terjadinya gangguan dalam pengoperasian yang setiap saat dapat saja terjadi maka setiap personil bagian mesin atau perwira kapal (Masinis dan Kepala Kamar mesin/ Chief Engine) kapal diharuskan untuk memiliki pengetahuan dan keterampilan tentang prinsip kerja mesin penggerak utama dan mesin bantu. Selain itu dengan pengetahuan dan ketrampilan sesuai standar kompetensi yang dimiliki maka dapat menghindari kesalahan-kesalahan operasional.

Modul sub kompetensi Pengetahuan Prinsip Kerja Mesin penggerak utama kapal dan mesin bantu ini pada dasarnya merupakan materi kurikulum

dasar dari kompetensi Mesin Penggerak Utama kapal yang berfungsi mengembangkan kemampuan siswa untuk terbiasa menganalisa dan mengidentifikasi komponen-komponen dan cara kerjanya. Pada dasarnya Mesin penggerak utama dan bantu adalah motor pembangkit tenaga, yang prinsip dan cara kerjanya sama. Pada motor penggerak utama daya yang dihasilkan ditransmisikan kepada instalasi tenaga kapal sebagai penggerak kapal sedangkan pada motor bantu tenaga yang dihasilkan digunakan untuk memutar dinamo generator sebagai pembangkit tenaga listrik. Sebagaimana kita ketahui permesinan dikapal perikanan dengan tenaga < 750 kW hampir tidak ada yang menggunakan gas turbin maupun ketel uap maka untuk materi modul –modul mesin penggerak utama dan bantu hanya akan membahas penggunaan motor diesel. Oleh sebab itu selanjutnya penggunaan istilah mesin akan digantikan dengan menggunakan sebutan motor.

B. Prasyarat

Untuk mempelajari modul prinsip-prinsip mesin penggerak utama kapal dan mesin bantu ini siswa dipersyaratkan memiliki pengetahuan program diklat adaptip khususnya fisika, matematika, dan bahasa inggris, sedang pada program diklat produktif adalah; menggambar mesin/teknik, kerja bengkel, pengetahuan bahan dan teknik pengukuran. Hal ini disebabkan materi modul ini banyak mengaplikasikan perhitungan-perhitungan matematik dan perubahan – perubahan fisik bahan dan matrial pada aktifitas pengoperasian permesinan. Juga proram diklat produktif prasyarat akan sangat membantu mempermudah proses pembelajaran pada modul ini. Hal ini dirancang sebagai suatu paket kompetensi utuh, supaya siswa dapat dengan mudah memahami dan menganalisa prinsip-prinsip tentang cara kerja permesinan, selanjutnya siswa dapat menjelaskan kembali dan mengenali cara pengoperasian serta menerapkan perawatan dan

penjagaan selama mesin beroperasi di kapal yang menjadi salah satu kompetensi dalam pekerjaannya sebagai awak kapal.

C. Petunjuk Penggunaan Modul

1. Penjelasan bagi siswa

Modul ini membahas tentang prinsip-prinsip mesin penggerak utama dan mesin bantu yang digunakan dikapal perikanan berupa materi pengetahuan dan ketrampilan dasar sebagai salah satu persyaratan yang harus dimiliki oleh awak kapal / calon awak kapal yang bekerja di atas kapal.

Setelah mempelajari modul ini Anda sebagai siswa SMK Bidang Keahlian Pelayaran diharapkan dapat memahami prinsip-prinsip yang berkenaan dengan cara kerja, Perbedaan motor diesel dan motor bensin, komponen yang ada pada motor serta fungsi komponen yang ada pada sistem mesin penggerak utama kapal dan mesin bantu, yang secara khusus dapat dirinci dalam dua tahapan kegiatan belajar sebagai berikut :

- 1) Pengetahuan umum mesin penggerak kapal
- 2) Prinsip kerja motor diesel

a. Langkah-langkah belajar yang harus ditempuh

Untuk memberikan kemudahan pada Anda mencapai tujuan-tujuan tersebut, pada masing-masing tahapan belajar, Anda akan selalu menjumpai uraian materi, bahan latihan, rangkuman/intisari dan tes formatif sebagai satu kesatuan utuh.

Oleh karena itu sebaiknya Anda mengetahui seluruh pembahasan itu. Sedangkan untuk memperkaya pemahaman dan memperluas wawasan Anda mengenai materi, disarankan untuk membaca buku rujukan yang sesuai dan dicantumkan dibagian akhir Buku Materi Pokok ini.

b. Perlengkapan yang harus dipersiapkan :

Untuk dapat melaksanakan kegiatan belajar dengan baik pada modul ini, maka perlengkapan di kelas maupun di workshop harus disediakan selengkap mungkin antara lain seperti pada matrik berikut:

Perlengkapan workshop	Perlengkapan ruang kelas	Bahan
<ul style="list-style-type: none"> ☞ Model Unit Instalasi Tenaga Penggerak Kapal (motor penggerak, gear box, poros, baling-baling. ☞ Mesin penggerak utama (operasi) ☞ Cut-away 3-D motor diesel ☞ Motor diesel untuk overhaul ☞ Camshaft termasuk main bearing ☞ Beberapa piston set ☞ Pushrod ☞ Crank bearing ☞ Injector test pump ☞ Injector set ☞ Tools set ☞ Motor bensin operasi ☞ Cut- away 3-D motor bensin ☞ Carburator ☞ Busi ☞ Motor bensin untuk overhaul ☞ Peralatan ukur 	<ul style="list-style-type: none"> ☞ OHP ☞ LCD lengkap ☞ film tentang prinsip dan dasar mesin disel secara ☞ Film. Construction of diesel engine ☞ Film. Diesel, the modern Power ☞ Film. Diesel Fuel Oil System ☞ Film. Ideal Diesel Cycle ☞ Film. Lubrication and Cooling System ☞ Film . Diesel Story. ☞ umum ☞ Poster, grafik, diagram 	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Kain lap (Waste cotton) ☞ Minyak pelumas ☞ Oil can ☞ Grease ☞ Solar ☞ Bensin

c. Hasil Pelatihan

Diharapkan setelah anda dapat menyelesaikan modul prinsip kerja mesin penggerak utama dan bantu, anda dapat memahami komponen-komponen pada unit mesin serta fungsinya masing-masing. Hal ini akan sangat membantu apabila anda nantinya melakukan praktek dikapal latih maupun di dunia industri atau memsuki lapangan pekerjaan Sebagai Juru Minyak (oiler) sehingga sudah tidak asing dengan istilah yang ada dan memudahkan pelaksanaan di lapangan.

d. Prosedur Sertifikasi

Pada sub kompetensi prinsip kerja mesin penggerak utama dan bantu materi pembelajaran masih menitik beratkan pada pengetahuan-pengetahuan dasar dan secara teknis anda belum mempunyai kualifikasi skill untuk mengoperasikan maupun melakukan perawatan, jadi modul TPL-P/G 01, prinsip kerja mesin penggerak kapal anda baru mendapatkan sertifikat sebagai pembantu operator (juru minyak). Setelah anda menyelesaikan uji kompetensi pada modul 1 ini anda dapat melanjutkan belajar pada modul berikutnya (TPL-P/G 02). Sekolah dapat merekomendasikan siswa untuk mengikuti uji kompetensi yang diselenggarakan oleh Panitia Uji Kompetensi dan sertifikasi (PUKS) yaitu suatu panitia yang mengatur pelaksanaan uji kompetensi dan sertifikasi yang ada di pusat dan di daerah. Atau Lembaga Uji Kompetensi yang telah ditunjuk.

2. Peran Guru Antara Lain

- 1) Membantu siswa dalam merencanakan proses belajar
- 2) Membimbing siswa melalui tugas-tugas pelatihan yang dijelaskan dalam tahap belajar.

- 3) Membantu siswa dalam memahami konsep dan praktik baru dan menjawab pertanyaan siswa mengenai proses belajar siswa.
- 4) Membantu siswa untuk menentukan dan mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan dalam belajar.
- 5) Mengorganisasikan kegiatan belajar kelompok jika diperlukan
- 6) Merencanakan seorang ahli/pendamping guru dari tempat kerja untuk membantu jika diperlukan.
- 7) Merencanakan proses penilaian dan menyiapkan perangkatnya
- 8) Melaksanakan penilaian
- 9) Menjelaskan kepada siswa tentang sikap pengetahuan dan ketrampilan dari suatu kompetensi, yang perlu untuk dibenahi dan merundingkan rencana pembelajaran selanjutnya
- 10) Mencatat pencapaian kemajuan siswa.

D. Tujuan Pembelajaran

Siswa memiliki kemampuan menjelaskan cara kerja, fungsi tiap komponen yang ada pada sistem, mengidentifikasi perbedaan motor dua langkah dan empat langkah serta motor diesel dan motor bensin serta komponen-komponen mesin yang banyak digunakan sebagai Mesin penggerak utama kapal dan mesin bantu kapal perikanan. Juga dapat memahami prinsip dan cara kerja tenaga penggerak kapal menggunakan motor 2 dan motor 4 langkah.

E. Kompetensi

Kompetensi : Mesin Penggerak Utama Kapal

Kode Kompetensi : TPL-Prod/Q. 01

Sub kompetensi : Prinsip kerja mesin penggerak utama dan bantu

Kriteria Unjuk Kerja	Lingkup Belajar	Materi Pokok Pembelajaran		
		Sikap	Pengetahuan	Ketrampilan
? Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dan cara kerja motor penggerak kapal perikanan	? Pengetahuan dasar prinsip dan cara kerja Tenaga Kapal dengan menggunakan	? Cermat dalam menjelaskan prinsip kerja mesin penggerak utama dan bantu	? Menjelaskan dasar-dasar termodinamika ? Menjelaskan prinsip kerja motor 2 langkah dan motor 4 langkah	? Menghitung tenaga motor ? Membedakan motor 2 langkah dan motor 4 langkah
? Mampu mengidentifikasi komponen-komponen mesin	? Pengetahuan langkah	? Cermat dalam mengidentifikasi sistem pada instalasi tenaga penggerak kapal	? Menjelaskan prinsip kerja motor diesel dan motor bensin	? Membedakan motor disel dan motor bensin
? Mampu menjelaskan fungsi komponen mesin penggerak kapal	? Pengetahuan dan prinsip kerja tenaga kapal menggunakan motor 4 langkah	? Cermat dalam mengidentifikasi sistem pada instalasi tenaga penggerak kapal	? Menjelaskan prinsip kerja motor diesel dan motor bensin	? Membedakan motor disel dan motor bensin
? Mampu mengidentifikasi komponen pada sistem instalasi mesin	? Motor Diesel dan Bensin ? Komponen pada sistem instalasi penggerak utama dan bantu.			

F. Cek Kemampuan

Beberapa materi pertanyaan yang pernah dipelajari pada program diklat fisika seperti berikut dapat digunakan Untuk mengecek kemampuan sebelum siswa memulai kegiatan belajar pada modul ini:

1. Jelaskan komponen-komponen dan fungsinya yang ada pada motor diesel
2. Jelaskan prinsip dan cara kerja motor disel dan motor bensin
3. Jelaskan daur operasi mesin
4. Jelaskan metode pembakaran
5. Jelaskan metode penginjeksian bahan bakar
6. Jelaskan metoda pembilasan
7. Jelaskan metode pengisian lanjut
8. Jelaskan karakteristik mesin
9. Jelaskan perbedaan utama antara mesin pembakaran dalam dan mesin uap.
10. Sebutkan keuntungan mesin diesel dibandingkan dibandingkan mesin panas yang lain.

II. PEMBELAJARAN

A. Rencana Belajar Peserta Siswa

Kompetensi : Mesin Penggerak Utama Kapal

Kode kompetensi : TPL-Prod/Q 01

Sub Kompetensi : Prinsip Kerja Mesin Penggerak Utama Kapal dan mesin bantu

Jenis Kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat Belajar	Alasan Perubahan	Tanda Tangan Guru
Pengetahuan dasar prinsip dan cara kerja mesin disel.					
Karakteristik mesin Diesel					
Klasifikasi Mesin					
Bagian - Bagian mesin					
Metoda Penginjeksian Bahan Bakar.					
Daur Operasi					
Metoda Pengisian					
Pengaturan silinder					
Disain Umum					
Metoda Pembilasan					
Pengisian Lanjut (supercharging)					

B. Kegiatan Belajar

1. Pengertian Umum Mesin Penggerak Kapal

a. Tujuan Pembelajaran

Siswa memiliki kemampuan menjelaskan komponen utama, klasifikasi mesin, karakteristik mesin dan bagian-bagian mesin yang bekerja pada mesin dua langkah dan empat langkah serta motor diesel dan motor bensin yang banyak digunakan sebagai mesin penggerak utama kapal dan mesin bantu kapal perikanan.

b. Uraian Materi

(1). Umum

Mesin disel adalah jenis khusus dari mesin-pembakaran dalam, sesuai dengan namanya mesin pembakaran dalam adalah mesin panas yang didalamnya, energi kimia dari pembakaran dilepaskan didalam silinder mesin, sedangkan golongan lain dari mesin panas- mesin uap – energi yang ditimbulkan selama pembakaran bahan bakar diteruskan terlebih dahulu ke uap, dan hanya melalui uaplah kerja dilakukukan dalam turbin atau mesin. 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 secara sederhana mesin pembakaran (motor bakar). Nama ini akan dipakai 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. Salah satu yang menonjol penggunaan 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 dari 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 mesin penggerak kapal, maka penghematan bahan bakar menentukan pilihan pada mesin disel.

(2). Karakteristik mesin diesel

Karakteristik dari mesin diesel yang membedakan dari motor bakar yang lain adalah: metoda penyalaan bahan bakar, dalam mesin diesel bahan bakar diinjeksikan ke dalam silinder yang berisi udara bertekanan tinggi. Selama kompresi udara dalam silinder 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 dari luar. Karena alasan ini mesin diesel juga disebut mesin penyalaan kompresi.

- (a). Karakteristik lain dari mesin diesel adalah bahwa mesinnya menghasilkan puntiran yang kurang lebih tidak bergantung pada kecepatan, karena banyaknya udara yang diambil kedalam silinder dalam tiap langkah isap dari torak hanya sedikit dipengaruhi oleh kecepatan mesin. Banyaknya bahan bakar yang dapat dibakar didalam silinder dengan tiap langkah hisap dan usaha berguna yang ditimbulkan oleh aksi torak, dengan demikian, hampir konstan.
- (b). Mesin diesel mempunyai efisiensi panas lebih tinggi dari pada mesin panas yang lain, menggunakan sedikit bahan bakar untuk penyediaan

daya yang sama, serta menggunakan bahan bakar yang lebih murah daripada bensin.

Terdapat beberapa kerugian dibandingkan dengan mesin bensin:

- (a). Agak lebih berat untuk daya yang sama.
- (b). Pada mesin kecepatan tinggi, opsinya agak kasar terutama pada beban ringan.
- (c). Harga awal yang tinggi.

(3). Klasifikasi Mesin

(a). Pengelompokan mesin

Mesin disel dapat dibagi beberapa kelompok, yang masing –masing dibedakan menurut salah satu dari ciri berikut:

- daur operasi
- metoda pengisian silinder
- disain umum, klasifikasi ini menyangkut 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 diesel 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 pada puncaknya selama bagian pertama dari pembakaran, kemudian tetap kira-kira konstan, dan pada torak bergerak lebih jauh lagi dari titik mati, mulai turun menuju akhir dari proses pembakaran; daur ini khusus untuk mesin injeksi tanpa udara kecepatan menengah atau tinggi.

- **Metoda Pengisian**

Mesin disel dapat dibagi menjadi mesin empat langkah dan mesin dua langkah, dalam mesin empat langkah, selama dua langkah dari torak atau satu putaran poros engkol, torak dan silinder bekerja sebagai pompa yang mengeluarkan hasil pembakaran dari 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.

Mesin empat langkah dapat dibagi menjadi mesin penghisapan alamiah dan mesin pengisian lanjut (supercharged),

Mesin jenis penghisapan alamiah pengisian udara segarinya ditarik masuk oleh vakuum 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 yang digunakan pada mesin dua langkah.

- **Disain Umum**

Semua mesin dapat dibagi menjadi mesin yang bekerja tunggal dan mesin yang bekerja ganda. Disain bekerja ganda hanya digunakan untuk mesin besar.

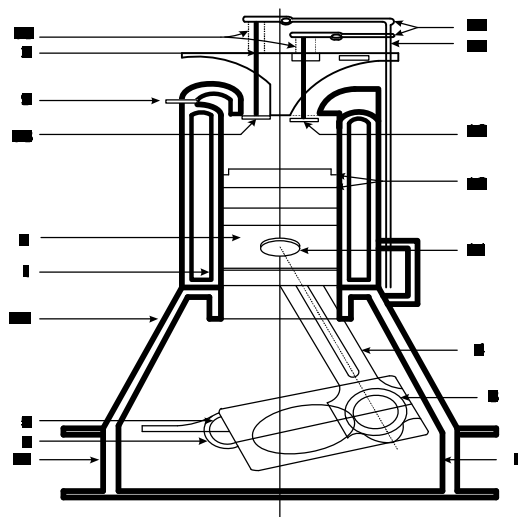
Klasifikasi lain untuk mesin adalah ; mesin horisontal, vertikal, satu garis, jenis V, radial dan silinder berlawanan dan torak berlawanan, yang berarti mesin dengan garis tengah dari silinder yang horisontal, vertikal, sejajar, condong, dan berbentuk bintang. Juga mesin dengan silinder tunggal, dan jamak – dengan dua, tiga, empat, enam dan ada yang 24 silinder.

(b). Metoda Penginjeksian Bahan Bakar.

Dalam mesin diesel kecepatan rendah yang asli, bahan bakar di injeksikan 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 berbagai jenis dan ukuran dari mesin diesel.

(c). 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.



Keterangan Gambar :

1. Lapisan silinder. 2. Kepala silinder. 3. torak, 4. batang engkol, 5. poros engkol, 6. pipi engkol, 7. bantalan utama, 8. pena engkol dan bantalanya, 9. nosel bahan bakar, 10 cincin torak, 11. pena torak dan bantalanya, 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. Skema mesin diesel empat langkah. (sumber Bambang Priambodo, 1995)

(4). Bagian – Bagian mesin

Suatu pemahaman dari operasi atau kegunaan berbagai bagian berguna untuk pemahaman sepenuhnya dari seluruhi mesin. Setiap bagian atau unit mempunyai fungsi khusus masing-masing yang harus dilakukan dan bekerja sama dengan bagian yang lain membentuk mesin diesel. Orang yang ingin mengoperasikan, memperbaiki atau menservis mesin disel, harus mampu mengenal bagian yang berbeda dengan pandangan dan mengetahui apa fungsi kusus masing-masing. Pengetahuan tentang bagian-bagian mesin akan diperoleh edikit demi sedikit, pertama kali dengan membaca secara penuh perhatian yang berikut, dan kemudian dengan melihat daftar istilah pada akhir buku ini setiap istilah yang belum dapat anda mengerti.

Bagian bekerja utama adalah :

- | | |
|---------------------------------------|-------------------------|
| (a). silinder | (e). poros engkol |
| (b). kepala silinder | (f). Roda gila |
| (c). katup pemasukan dan katup buang. | (g). Poros nok |
| (d). torakbatang engkol | (h). Karter. |
| | (i). Sistem bahan bakar |

(a). Silinder.

Jantung mesin adalah silindernya, yaitu tempat bahan bakar dibakar dan daya ditimbulkan. Bagian dalam silinderdibentuk dengan lapisan (**liner**) atau selongsong (**sleeve**).Diameter dalam silinder disebut lubang (**bore**)

(b). Kepala silinder (**cylinder head**)

Menutup satu ujung silinder dan sering berisikan katup tempat udara dan bahan bakar diisikan dan gas buang dikeluarkan.

(c). Torak (*piston*)

Ujung lain dari 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 dari ujung silinder ke ujung yang lain disebut langkah (*stroke*)

(d). Batang Engkol (*Connecting rod*)

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

(e). Poros engkol (*crankshaft*)

Poros engkol berputar dibawah aksi torak melalui batang engkol dan pena engkol yang terletak diantara pipi engkol (*crankweb*), dan meneruskan daya dari torak kepada poros yang digerakkan. Bagian dari poros engkol yang didukung oleh bantalan utama dan berputar didalamnya disebut tap (*journal*).

(f). 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.

(g). Poros Nok (Camshaft)

Yang digerakkan oleh 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.

(h). Karter (crankcase)

Berfungsi menyatukan silinder, torak dan poros engkol, melindungi semua bagian yang bergerak dan bantalanya dan merupakan reservoir bagi minyak pelumas. Disebut sebuah blok silinder kalau lapisan silinder disisipkan didalamnya. Bagian bawah dari karter disebut plat landasan (*bed plat*).

(i). Sistem Bahan Bakar

Bahan bakar dimasukan kedalam ruang bakar oleh sistem injeksi yang terdiri atas. saluran bahan bakar, dan injektor yang juga disebut nosel injeksi bahan bakar atau nosel semprot.

(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 alumunium ringan. Blok silinder, karter dan plat landasan sering dibuat dari plat atau keping baja dilas. Bagian bergerak yang mendapatkan tegangan atau pengausan yang relatif besar misalnya; poros engkol dan batang engkol, dibuat dari baja. Tetapi, poros engkol dari mesin kecepatan tinggi mungkin dibuat dari alumunium tempa untuk mengurangi berat dan gaya inersia dari bagian yang ulak-alik.

(a). Poros engkol

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

(b). Cangkang bantalan (Bearing shell)

Terbuat dari besi cor , perunggu atau baja untuk kekakuan, yang dilapis dengan berbagai paduan gesekan rendah, misalnya babbit atau tembaga – timbel, untuk mengurangi gesekan antara bantalan dan poros yang berputar.

(6). Pengaturan silinder

(a). Silinder satu garis.

Ini merupakan pengaturan yang paling sederhana, dengan semua silinder sejajar, satu garis (inline) seperti dalam gambar 1-2 . Konstruksi ini biasa digunakan untuk mesin yang mempunyai silinder sampai delapan. Mesin satu baris biasanya mempunyai silinder vertikal. Tetapi mesin dengan silinder horisontal digunakan untuk bus. Mesin seperti ini pada dasarnya adalah mesin vertikal yang direbahkan pada sisinya untuk mengurangi beratnya.

(b). Pengaturan -V

Kalau mesin mempunyai lebih dari delapan silinder, sulit untuk membuat poros engkol dan rangka yang tegar dengan pengaturan satu garis. Pengaturan -V (gambar 1-3 a) dengan dua batang engkol yang dipasangkan pada pena engkol masing-masing, memungkinkan panjang mesin dipotong

setengahnya jhingga lebih tegar, dengan poros engkol lebih kaku. Iini merupakan pengaturan yang paling umum untuk mesin dengan derlapan sampai enambelas silinder. Silinder yang terletak pada satu bidang disebut sebuah bank; sudut a antara dua bank bervariasi dari 30 sampai 120 derajat, sudut yang paling umum adalah antara 40 dan 70 derajat.

(c). Mesin Radial

Mempunyai silinder yang semuanya terletak pada satu bidang dengan garis tengahnya berada pada sudut yang sama dan hanya ada satu engkol untuk tempat memasang semua batang engkol. Mesin jenis ini dibangun dengan lima, tujuh, sembilan dan sebelas silinder.

(d). Mesin Datar.

(gambar 1-3b) adalah mesin V dengan sudut 180 derajat antara bank. Pengaturan semacam ini digunakan untuk bus dan truk.

(e). Unit Mesin Jamak.

Berat tiap daya kuda, yang disebut berat mesin spesifik, makin besar dengan makin bertambahnya ukuran mesin, lubang dan langkahnya. Untuk mendapatkan mesin dengan keluaran daya sangat tinggi tanpa menambah berat spesifiknya, maka dua dan empat mesin lengkap, yang memiliki enam atau delapan silinder masing-masing dikombinasikan dalam satu kesatuan dengan menghubungkan tiap mesin kepada poros penggerak utama s (gb1-4a dan b) dengan bantuan kopling dan rantai rol atau kopling dan roda gigi.

(f). Mesin torak berlawanan

Mesin dengan dua torak tiap silinder yang menggerakkan dua poros engkol (gb. 1-6) digunakan dalam kapal dan kereta rel. Disainya menunjukkan banyak keuntungan dari pembakaran bahan bakar, menyeimbangkan masa ulak-alik, pemeliharaan mesin dan mudah dicapai.

(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 ¾ in X 6 in X 6 sil X 800 put/ menit atau sering disederhanakan 4 ¾ X 6 X 6 X 800 Berarti sebuah mesin dengan lubang 4 ¾ in, langkah 6 in, silinder 6, kecepatan ternilai 800 putaran/ menit.

Penandaan yang lain adalah dengan perpindahan torak, atau disingkat dengan perpindahan (displacement). Perpindahan mesin dihitung sebagai hasil kali luas torak, langkah torak dan jumlah silinder. Dalam satuan Inggris, perpindahan diberikan dalam inci kubik. Kecepatan mesin tidak masuk kedalam penentuan perpindahan mesin. Kadang-kadang perpindahan diberikan sebagai perpindahan satu silinder dan jumlah silinder. Maka mesin 4 ¾ x 6 x 6 x 800 dapat dispesifikasikan juga dengan 638 in kubik atau sebagai mesin 106,3 x 6 in, kubik.

c. Rangkuman

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

Bagian bekerja utama adalah : silinder, kepala silinder untuk memegang katup pemasukan dan katup buang. Torak, batang engkol, poros engkol, bantalan poros engkol atau bantalan utama dan bantalan batang engkol, pompa bahan bakar dan injektor

d. Tugas

1. Buat identifikasi komponen dan fungsi motor disel
2. Buat identifikasi komponen dan fungsi motor bensin
3. Buat identifikasi perbedaaan motor dua langkah dan motor empat langkah
4. Gambarkan sketsa poros engkol dan sebutkan bagian-bagian utamanya.
5. Sebutkan dan gambarkan dengan sketsa pengaturan silinder mesin disel yang paling umum.
6. Apakah dua penyebab yang paling sering dari kerusakan poros engkol
7. Jelaskan mengapa getaran puntir sangat berbahaya
8. Apakah yang disebut dengan batas ketahanan bahan
9. Apakah yang disebut batas elastisitas bahan?
10. Apakah tindakan yang pencegahan yang harus dilakukan untuk menjaga pemuaian yang tidak dapat dihindarkan pada poros engkol diesel ?.

e. Test Formatif (Q.01.1)

1. Apakah perbedaan utama antara mesin pembakaran dalam dan mesin uap atau turbin uap ?
2. Sebutkan semua keuntungan mesin disel dibandingkan mesin panas yang lain.
3. Apakah karakteristik utama mesin disel yang membedakanya dari motor bakar yang lain.
4. Mengapa mesin disel sering disebut mesin penyalaan kompresi ?
5. Bagaimana momen puntir yang dihasilkan oleh mesin diesel berubah dengan kecepatan mesin ?

6. Bagaimana efisiensi panas mesin disel bila dibandingkan dengan efisiensi panas motor bakar yang lain ?
7. Apakah kerugian mesin disel bila dibandingkan dengan mesin bensin ?
8. Apakah dasar klasifikasi mesin disel ?
9. Sebutkan metoda apa saja yang digunakan untuk mensuplai mesin disel dengan pengisian udara segar ?
10. Apakah artinya mesin disel dengan penghisapan alamiah.

Cocokkanlah jawaban anda dengan kunci jawaban yang terdapat pada bagian akhir Buku Materi Pokok ini. Hitunglah jumlah jawaban anda yang benar, kemudian gunakanlah rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1. dan 2

Rumus :

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban Anda yang benar}}{10} \times 100 \%$$

Arti tingkat penguasaan yang anda capai :

- | | |
|--------------|---------------|
| 90 % - 100 % | : Baik sekali |
| 80 % - 89 % | : Baik |
| 70 % - 79 % | : Cukup |
| ≤ 69 % | : Kurang |

Bila tingkat penguasaan anda mencapai 80 % ke atas, anda dapat meneruskan ke kegiatan belajar berikutnya, Bagus, tetapi apabila nilai yang anda capai di bawah 80 %, anda harus mengulangi kegiatan belajar 1, terutama pada bagian yang belum anda kuasai.

f. Lembar kerja

1. Kegiatan

- Mengidentifikasi komponen motor disel
- Mengidentifikasi fungsi masing-masing komponen motor disel dan bensin
- Mengidentifikasi sistem pada pelumasan, pendinginan, bahan bakar

2. Alat

- Cut-away 3-D model mesin disel
- Motor disel operasional
- Motor disel peraga bongkar pasang dua langkah
- Gambar singkap komponen motor disel
- Tool set
- Peralatan ukur
- Special tools
- Peratan tulis
- Motor peraga bongkar pasang disel empat langkah
- Bahan
- Kain lap/ majun
- Oli
- Solar
- Bensin

3. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

- Sarung tangan
- Savety shoes

4. Langkah kerja

- Menyiapkan peralatan
- meyiapkan motor peraga
- menyiapkan motor untuk bongkar pasang
- mengidentifikasi komponen motor disel
- megidentifikasi tahapan pekerjaan
- mencatat dan menggambar komponen dan tahapan pekerjaan
- mencatat dan menggambar sistem pendinginan, sistem bahan bakar, sistem pelumasan, sistem starting.
- Mencatat prosedur pengoperasian.

2. Prinsip Kerja Mesin Penggerak Kapal dan Bantu

a. Tujuan Pembelajaran

Siswa memiliki kemampuan menjelaskan cara kerja, mengidentifikasi perbedaan motor dua langkah dan empat langkah yang banyak digunakan di Mesin penggerak utama kapal dan mesin bantu kapal perikanan.

b. Uraian Materi

(1). Daur empat langkah

(a). Daur.

Urutan kejadian yang berulang secara teratur dan dalam urutan yang sama disebut sebuah daur (Cycle). Beberapa kejadian berikut, membentuk sebuah daur dalam mesin disel:

- Mengisi silinder dengan udara segar.
- Penekanan isi udara yang menaikkan suhu sehingga kalau bahan bakar diinjeksikan, akan segera menyala dan terbakar secara efisien
- Pembakaran bahan bakar dan pengembangan gas panas.
- Mengosongkan hasil pembakaran dari silinder.

Kalau keempat kejadian ini diselesaikan, maka daur diulangi. Kalau masing-masing dari keempat kejadian ini memerlukan langkah torak yang terpisah, maka daurnya disebut daur empat langkah.

(a). Titik Mati (*dead centers*).

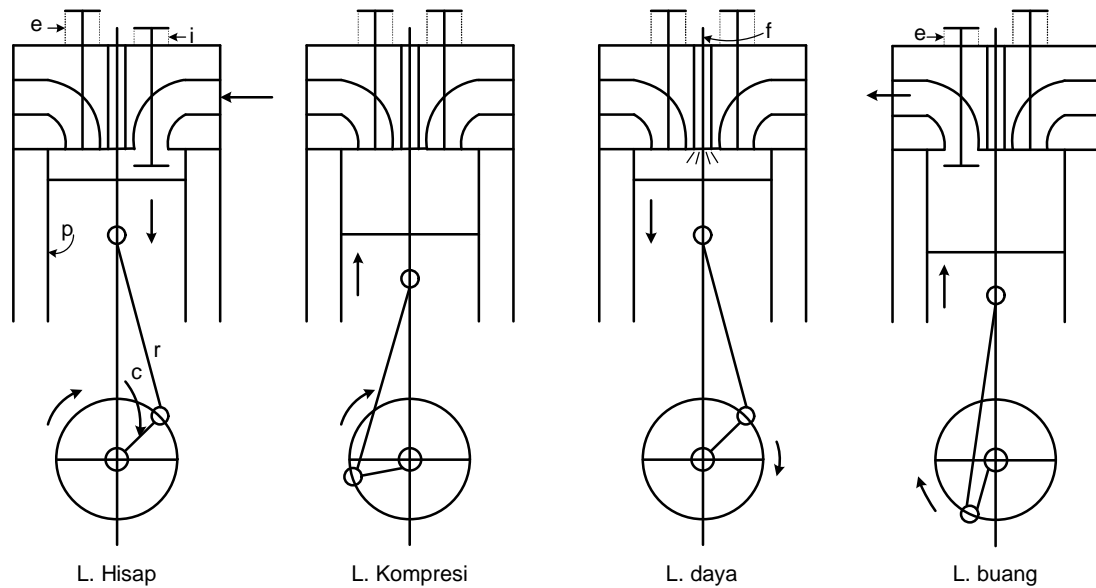
Kedudukan torak ketika berada paling dekat dengan kepala silinder dan paling jauh dari kepala silinder disebut berturut-turut titik mati atas (top) dan titik mati bawah (bottom), yang ditandai dengan t.m.a dan t.m.b. alasan penandaan ini adalah bahwa pada kedudukan ini garis tengah pena engkol berada pada bidang yang sama dengan garis tengah pena torak, tap poros

serta torak tidak dapat digerakan oleh tekanan gas. Gaya gerak harus datang dari putaran pena engkol yang bekerja melalui batang engkol.

(b). Kejadian Utama

Empat kejadian utama ditunjukkan secara skematis dalam gambar 2-1. Selama kejadian pertama, atau langkah hisap (suction) (gb. 2-1 a), torak bergerak turun, ditarik oleh batang engkol r, ayang diujung bawahnya digerakkan oleh engkol c. Torak, yang bergerak menjauhi kepala silinder, menimbulkan vakuum dalam silinder, dan udara luar ditarik atau dihisap ke dalam silinder melalui katup pemasukan I yang terbuka disekitar awal langkah isap dan tetap terbuka sampai torak mencapai t.m.b.

Kalau torak telah melalui t.m.b, maka kejadian kedua, atau langkah kompresi, dimulai (gb 2-1 b) ; katup pemasukan menutup dan torak yang didorong keatas oleh engkol dan batang engkol, menekan udara didalam silinder dan menaikkan suhunya. Segera sebelum torak mencapai t.m.a, maka nbahan bakar cair dalam bentuk semprotan kabut halus dimasukkan sedikit demi sedikit kedalam udara panas didalam silinder. Bahan bakar menyala dan terbakar selama bagian pertama dari langkah kerja, sehingga menaikkan tekanan didalam silinder. Selama langkah yang ketiga ini yang disebut langkah kerja atau langkah daya (gb. 2-1c), gas panas mendorong torak turun atau maju. Gas mengembang dari volume silinder yang membesar dan melalui batang engkol dan engkol meneruskan energi yang ditimbulkan kepada poros engkol yang berputar.



Gambar. 2-1. Kejadian dalam daur empat langkah. (Sumber: Bambang Priambodo 1995)

Sejara sebelum torak mencapai t.m.b, katup buang e, membuka (gb.2-1d) dan hasil pembakaran yang panas dan masih bertekanan tinggi mulai lari melalui lubang buang keluar. Selama kejadian keempat, atau langkah buang, torak bergerak keatas, di dorong oleh engkol dan batang engkol, mengisir hasil pembakaran yang tersisa.

Didekat t.m.a katup buang ditutup, katup pemasukan dibuka dan daur dimulai kembali. Seperti dapat dilihat, keempat langkah memerlukan dua putaran dari poros engkol. Jadi dalam mesin empat langkah, satu langkah daya diperoleh untuk tiap dua putaran poros engkol, atau banyaknya impuls daya tiap menit adalah setengah putaran/menit ternilai (rating)

(c). Pengaturan waktu kejadian

Kenyataannya titik pemisah antara keempat kejadian utama tidak bersekatu dengan awal dan akhir langkah yang bersangkutan. Perbedaannya lebih kecil dalam mesin kecepatan rendah dan membesar dengan meningkatnya kecepatan mesin. Katup pemasukan mulai membuka sebelum t.m.a, dengan 10 sampai 25 derajat perjalanan engkol. Pendahuluan ini memungkinkan

katup cukup terbuka pada t.m.a, ketika torak mulai langkah isap. Katup pemasukan ditutup mulai 25 sampai 45 derajat setelah t.m.b. Penginjeksian bahan bakar dimulai dari 7 sampai 27 derajat sebelum t.m.a. Akhir penginjeksian bahan bakar tergantung pada beban mesin. Untuk melepaskan tekanan gas buang sebelum torak memulai langkah balik, katup buang mulai membuka 30 sampai 60 derajat sebelum t.m.b, dan menutup 10 sampai 20 derajat setelah t.m.a.

(d). Kompresi

Terdapat dua manfaat dalam menekan isi udara selama langkah kedua atau langkah kompresi: Pertama menaikkan efisiensi panas atau efisiensi total dari mesin dengan menaikkan densiti pengisian sehingga diperoleh suhu yang lebih tinggi selama pembakaran; ini dilakukan pada semua motor bakar, baik dari jenis penyalaan cetus api (busi) maupun penyalaan kompresi. Yang kedua, untuk menaikkan suhu udara pengisian sedemikian rupa sehingga kalau kabut halus dari bahan bakar di injeksikan kedalamnya, maka bahan bakar akan menyala dan mulai terbakar tanpa memerlukan sumber penyalaan dari luar misalnya busi yang digunakan dalam mesin bensin.

(e). Perbandingan kompresi

Perbandingan kompresi dari motor bakar adalah perbandingan dari volume V_1 inci kubik, dari gas dalam silinder dengan torak dengan t.m.b, terhadap volume V_2 dari gas, dengan torak pada t.m.a, Perbandingan kompresi ditandai dengan R;

$$R = \frac{V_1}{V_2}$$

Volume V_2 disebut volume kompresi atau ruang bakar, Volume V_1 sama dengan jumlah perpindahan torak dan volume kompresi.

Biasanya perbandingan kompresi mesin disel sekitar 12:1 sampai 19:1 dengan perbandingan kompresi kurang dari 12:1 terdapat bahaya bahwa suhu udara tekan tidak cukup untuk memastikan penyalaan bahan bakar kalau mesin distarter dingin. Batas yang tinggi ditetapkan dengan pertimbangan praktis. Secara teoritis suatu kenaikan perbandingan kompresi mesin akan menaikkan efisiensi panas dan menurunkan penggunaan bahan bakar. Tetapi, kenaikan perbandingan kompresi akan menaikkan tekanan gas maksimum dan suhu pembakaran. Ini menimbulkan tegangan dan tekanan yang meningkat dalam berbagai bagian dari mesin dan kerugian gesekan yang lebih tinggi. Berarti memerlukan bagian mesin yang lebih kuat dan lebih berat serta memperberat mesin secara keseluruhan. Tekanan dan suhu yang lebih tinggi juga meningkatkan keausan mesin sehingga mengurangi keawetan dan keandalanya. Oleh karenanya setiap jenis mesin mempunyai batas yang tidak dianjurkan untuk dilampui dalam menaikkan kompresi.

(f). Pembakaran

Terdapat dua metoda yang berbeda dari pembakaran bahan bakar dalam silinder mesin :

- **Pada volume konstan**

Pembakaran pada volume konstan berarti bahwa selama pembakaran volumenya tidak berubah dan semua energi panas yang ditimbulkan oleh bahan bakar menjadi kenaikan suhu dan tekanan gas. Dalam sebuah mesin berarti bahwa pembakaran diproses pada kecepatan sedemikian tinggi sehingga torak tidak mempunyai waktu untuk bergerak selama pembakaran. Pembakaran semacam ini diperoleh ketika torak pada t.m.a, keuntungan dari metode pembakaran bahan bakar ini adalah efisiensi panas yang tinggi.

Kerugiannya adalah kenaikan tekanan yang sangat mendadak dan mengakibatkan kebisingan pada mesin. Pembakaran semacam ini kira-kira didekati dalam mesin bensin penyalan cetus api.

- **Pada tekanan konstan**

Pembakaran pada tekanan konstan, berarti bahwa selama pembakaran suhunya naik dengan kecepatan sedemikian sehingga kenaikan tekanan yang dihasilkan kira-kira cukup untuk melawan pengaruh penambahan volume disebabkan gerakan torak, dan tekanan tidak berubah. Energi panas yang ditimbulkan oleh bahan bakar sebagian berubah menjadi kenaikan suhu gas dan sebagian menjadi kerja luar yang dilakukan. Dalam mesin dengan pembakaran tekanan konstan, bahan bakar dibakar sedikit demi sedikit sehingga tekanan yang diperoleh pada akhir langkah kompresi dipertahankan selama seluruh proses pembakaran. Pembakaran semacam ini digunakan dalam mesin disel injeksi udara kecepatan rendah yang asli. Keuntungannya adalah mesin berjalan dengan halus, sehingga menghasilkan momen puntir lebih merata karena tekanan pembakaran yang diperpanjang. Tetapi tidak sesuai untuk mesin minyak kecepatan tinggi.

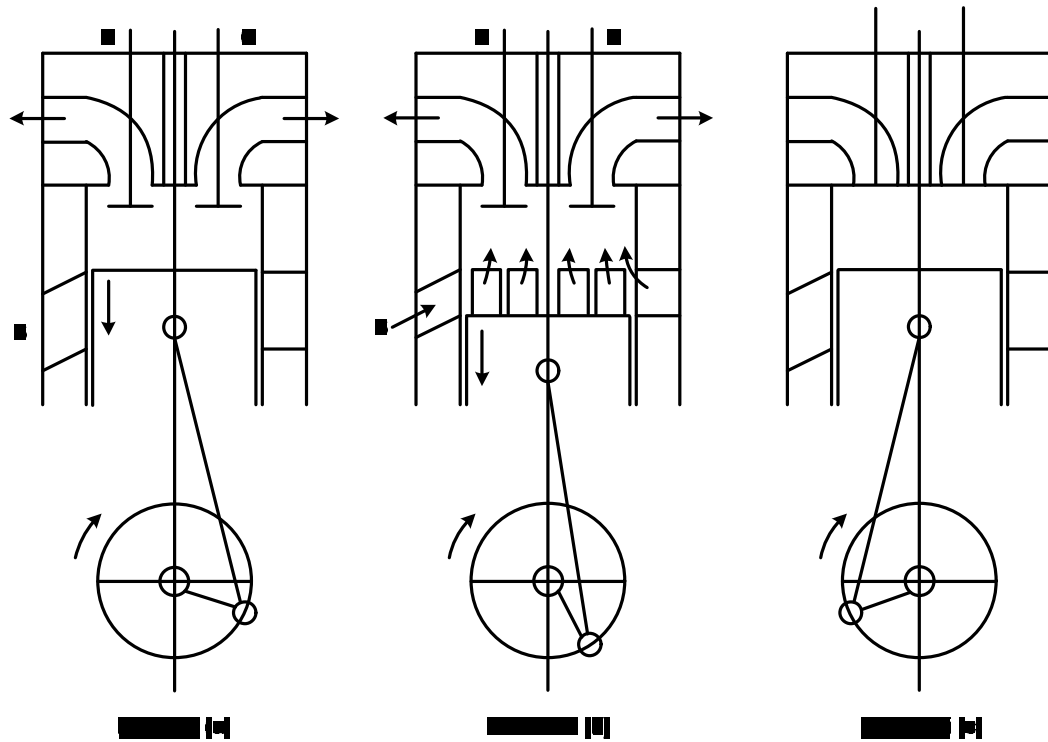
Mesin disel kecepatan tinggi modern beroperasi pada daur yang merupakan kombinasi dari kedua metoda diatas, dan disebut juga daur dwi-pembakaran (dual-combustion); satu bagian bahan bakar dibakar dengan cepat, hampir dengan volume konstan dekat t.m.a sisanya dibakar sewaktu torak mulai bergerak menjauhi t.m.a, Tetapi tekanan tingginya tidak konstan, melainkan biasanya pertama kali naik kemudian turun. Secara umum daur ini lebih menyerupai daur pembakaran volume konstan dari pada daur mesin disel asli. Keuntungannya adalah efisiensi tinggi dan penggunaan bahan bakar hemat. Kekurangannya adalah sulitnya mencegah operasi yang kasar dan bising dari mesin.

(2). Daur dua langkah

(a). Kejadian daur dua langkah

Sebuah daur dua langkah diselesaikan dalam dua langkah, atau satu putaran poros engkol, sedangkan daur empat langkah memerlukan dua putaran. Perbedaan utama antara mesin dua langkah dan mesin empat langkah adalah metode pengeluaran gas yang telah dibakar dan pengisian silinder dengan udara segar. Dalam mesin empat langkah operasi ini dilakukan oleh torak mesin selama langkah buang dan isap. Dalam mesin dua langkah operasi ini dilakukan dekat t.m.b, oleh pompa atau penghembus udara yang terpisah.

Kejadian kompresi, pembakaran dan ekspansi tidak berbeda dengan kejadian pada mesin empat langkah. Pengeluaran gas sisa dan pengisian silinder dengan pengisian udara segar dilakukan sebagai berikut : Kalau torak telah menjalani 80 sampai 85 persen dari langkah ekspansi, katup buang, e, e (gb.2-2a) terbuka, gas buang dilepaskan dan mulai lari dari silinder dan tekanan dalam silinder mulai turun. Torak meneruskan gerak menuju t.m.b, dan akhirnya membuka lubang s,s, yaitu lubang tempat lewat udara yang agak ditekan, sehingga udara mulai memasuki silinder, Udara ini tekananya agak lebih tinggi dari pada gas panas didalam silinder, sehingga mendorongnya keluar melalui katup e,e (gb. 2-2b) ke udara luar. Operasi ini disebut membilas, udara yang dimasukan disebut udara bilas, dan lubang tempat udara masuk disebut lubang bilas. Kira-kira pada saat torak pada langkah naik menutup lubang s, s, maka katup buang e, e juga ditutup (gb. 2-2e) dan langkah kompresi dimulai.



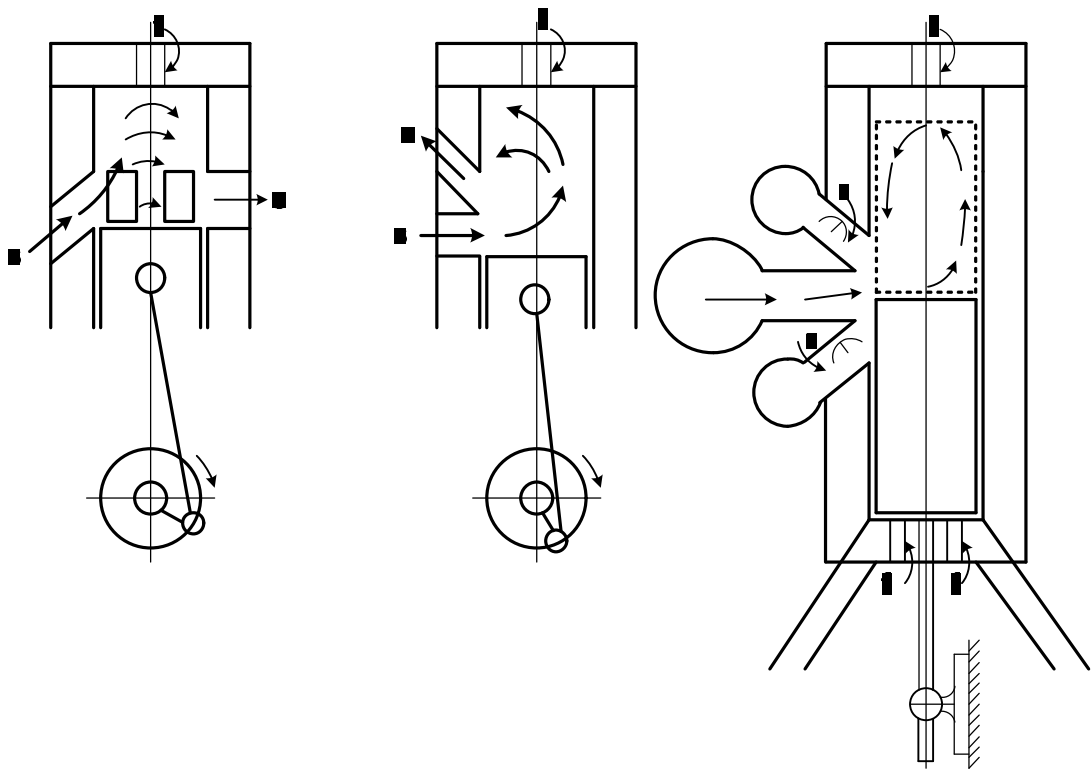
Gambar. 2-2. Pembilasan dari daur dua langkah (Sumber : Bambang Priambodo 1995)

Keuntungan operasi dua langkah adalah penghilangan dua langkah pengisian yang diperlukan dalam operasi empat langkah. Jadi silinder memberikan satu langkah daya untuk tiap putaran mesin kalau dibandingkan dengan satu langkah daya untuk tiap dua putaran pada mesin daur empat langkah. Kalau semua kondisi yang lain misalnya lubang, langkah, kecepatan dan tekanan gas efektif rata-rata sama, maka mesin dua langkah akan membangkitkan daya dua kali lipat daripada mesin empat langkah. Ini berarti juga bahwa mesin dua langkah dalam garis besarnya mempunyai berat setengah dari mesin empat langkah dari daya yang sama dan menghasilkan momen puntir yang lebih rata.

Tetapi, harus dicatat bahwa ini hanya benar untuk mesin yang memiliki tekanan efektif rata-rata sama. Jadi mesin dua langkah dengan karter yang membilas mempunyai tekanan efektif rata-rata yang rendah, sehingga membangkitkan daya yang kurang dari mesin empat langkah yang

sebanding. Di lain pihak, mesin empat langkah dengan pengisian lanjut dapat membangkitkan daya yang sama atau lebih besar daripada mesin dualangkah dari perpindahan yang sama.

Keuntungan ini sangat penting pada kapal dan lokomotif sehingga penggunaan mesin dua langkah pada instalasi ini jauh lebih banyak daripada mesin empat langkah, khususnya dalam unit daya besar. Kerugian dari semua mesin dua langkah, adalah suhu yang tinggi dari torak dan kepala silinder yang diakibatkan fakta bahwa pembakaran terjadi pada tiap putaran.



Gambar 2-3	Gambar 2-4	Gambar 2-5
Pembilasan aliran silang	Pembilasan aliran lingkaran atau aliran balik	Pembilasan aliran balik dalam mesin kerja ganda.

(Sumber: Bambang Priambodo, 1995)

(b). Metoda Pembilasan

Gb.2-2 hanya mengilustrasikan salah satu dari beberapa metoda dari pembilasan silinder. Dalam beberapa mesin gas buangnya dibiarkan keluar melalui lubang, yang dibuka oleh torak seperti lubang pembilasan s,s (gb.2-2) Tergantung pada letak lubang buang terhadap lubang bilas, terdapat dua metoda pembilasan yang dasarnya berbeda: pembilasan aliran silang (cross flow) (gb 2-3) dan pembilasan lingkaran (loop) atau aliran balik (return flow) (gb.2-4)

(c). Pembilasan aliran silang.

Dengan metode ini torak terlebih dulu membuka lubang buang e,e, dan melipatkan tekanan : dengan menurun lebih jauh maka torak membuka lubang bilas s,s. dan mulai memasukan udara agak bertekanan yang arusnya terutama diarahkan keatas, seperti ditunjukkan tanda panah, sehingga mendorong keluar gas buang melalui lubang e,e. Setelah melampui t.m.b torak terlebih dahulu menutup lubang bilas dan segera setelah itu menutup lubang buang. Kenyataan bahwa lubang buang tertutup setelah lubang bilas memungkinkan sebagian dari udara pengisian lari dari silinder. Ini merupakan kerugian dari skema bilas tersebut. Tetapi juga mempunyai keuntungan tertentu, yaitu kesederhanaan konstruksi dan pemeliharaan, dengan tidak adanya katup yang harus tetap rapat.

Beberapa mesin besar kecepatan rendah menggunakan sekema pembilasan arus silang yang diperbaiki dengan tambahan katup searah yang terlrtaak didekat lubang bilas. Dalam kasus ini lubang bilas dibuat sama tinggi atau bahkan agak lebih tinggi daripada lubang buang. Seperti ditunjukkan dalam gb. 1-5. Oleh karenanya lubang bilas dibuka oleh torak secara serentak dengan atau sedikit sebelum lubang buang; tetapi katup searah mencegah gas buang masuk kedalam penerima udara bilas. Segera setelah tekanan didalam silinder turun dibawah tekanan dalam penerima udara, maka

tekanan dalam penerima udara membuka katup searah dan pemasukan udara bilas dimulai. Pembilasan dilanjutkan sampai lubang bilas maupun lubang buang ditutup oleh torak. Skema ini memberikan efisiensi pembilasan, yang menghasilkan tekanan efektif rata-rata lebih tinggi pada biaya nominal pada katup dan pemeliharanya.

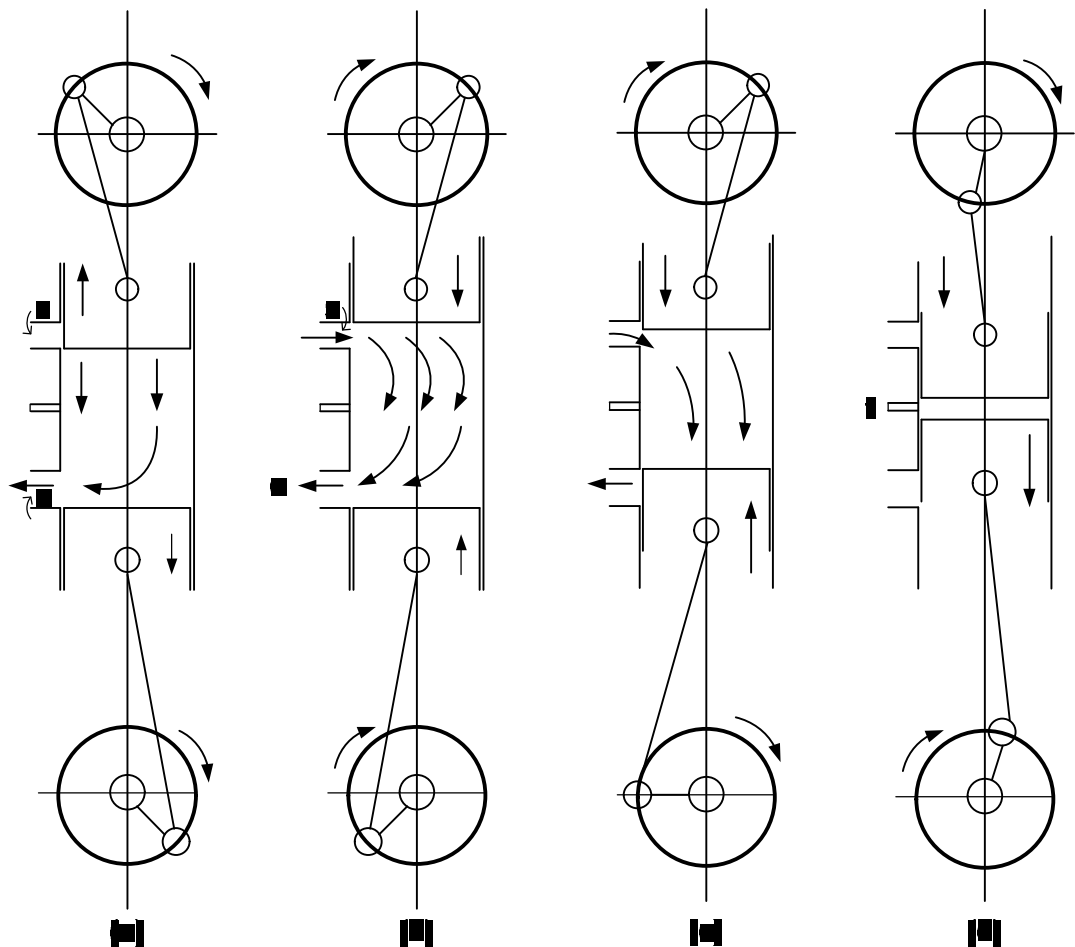
(d). Pembilasan lingkaran.

Gb.2-4. Mirip dengan aliran silang dalam hal urutan pembukaan lubang. Tetapi arah aliran udara berbeda, seperti ditunjukkan dengan tanda anak panah. Keuntungannya adalah bahwa keseluruhan penerimaan udara bilas dan penerima gas buang terletak pada sisi yang sama dari silinder, sehingga lebih mudah dicapai. Skema ini sesuai untuk mesin kerja ganda, karena dengan mesin tersebut maka operasi katup buang (gb. 2-2) untuk ruang bakar bawah menjadi sangat rumit. Kalau digunakan pada mesin kerja ganda (gb.2-5) skema ini disempurnakan dengan memasang katup buang putar, *r*. selama pelepasan gas buang, maka katup *r*, terbuka, tetapi katup ini tertutup kalau torak menutupi lubang bilas pada langkah balik. Dengan pengaturan ini untuk melepaskan pengisian udara selama awal langkah kompresi, ketika lubang buang ditutup oleh torak, katup putar dibuka dan dibuat siap untuk daur berikutnya. Seperti dapat dilihat pada gambar 2-5, panjang torak dibuat tepat sama dengan panjang langkah untuk mengendalikan kejadian pembuangan dan pembilasan secara bergantian oleh tepi atas dan bawah dari torak.

(e). Skema torak berlawanan

Torak bawah mengendalikan lubang buang, torak atas mengendalikan lubang bilas. Untuk mendapatkan pelepasan awal dari gas buang dengan membuka lubang buang *e*, mendahului lubang bilas *s*, maka engkol dari poros engkol bawah dimajukan terhadap engkol dari poros engkol atas, sehingga mendahului engkol atas 10 sampai 15 derajat. Dengan cara ini

maka lubang buang terbuka terlebih dahulu (gb.2-6a) ; kalau tekanan telah cukup diturunkan, lubang bilas dibuka (gb,2-6b) dan pembilasan berlangsung. Setelah lubang buang ditutup, dilakukan tambahan pemasukan udara (gb.2-6c) sampai lubang bilas juga tertutup kemudian dilakukan kompresi sedikit sebelum torak mencapai titik yang paling berdekatan dengan torak yang lain, bahan bakar diinjeksikan, menyala, dan terbakar sementara langkah ekspansi dimulai (gb. 2-6 d). Putaran dari poros engkol atas dan bawah diteruskan kepada poros engkol utama dibawah oleh poros vertikal perantara dan dua pasang roda gigi payung



Gb. (2-6). Operasi torak berlawanan.(Sumber : Bambang Priambodo , 1995)

Keuntungan dari skema ini adalah :

- 1) Pembilasan yang efisien dari silinder sehingga ditimbulkan daya lebih besar
- 2) Tidak ada katup dan roda gigi pengoperasian katup.
- 3) Tidak ada kepala silinder, yang karena bentuknya rumit merupakan sumber gangguan dalam operasi mesin.
- 4) Kemudahan pencapaian untuk inspeksi dan perbaikan dari bagian pada umumnya.

Kedua skema pembilasan (gb 2-2 dan 2-6) juga diklasifikasikan sebagai pembilasan sealiran (uniflow). Dalam kedua kasus maka gas buang dan udara bilas mengalir dalam arah yang sama, sehingga kurang peluangnya untuk pembentukan turbolensi yang tidak dapat dihindarkan pada pembilasan aliran silang dan aliran balik.

(3). Pengisian Lanjut. (supercharging)

Pengisian lanjut bertujuan untuk menaikkan daya mesin yang perpindahan torak dan kecepatannya telah ditentukan. Dalam mesin disel daya dibangkitkan oleh pembakaran bahan bakar, dan kalau dikehendaki kenaikan daya, bahan bakar yang dibakar harus lebih banyak sehingga udara harus lebih banyak tersedia karena setiap pound bahan bakar memerlukan sejumlah udara tertentu, kondisi lainnya sama, yaitu suatu volume, atau ruang akan memegang berat udara yang lebih besar, kalau tekanan udara dinaikkan. Maka pengisian lanjut didapatkan dengan suatu tekanan yang lebih tinggi pada awal langkah kompresi.

Untuk menaikkan tekanan udara mesin empat langkah, pengisian udara tidak dihisap ke dalam silinder atau dikatakan, tidak dimasukkan dengan

penghisapan alamiah oleh torak yang mundur, tetapi oleh pompa atau penghembus udara yang terpisah.

Terdapat tiga jenis penghembus yang digunakan :

- 1) Pompa torak ulak-alik yang mirip dengan kompresor udara
- 2) Penghembus perpindahan positif yang berputar dari jenis roots, dan
- 3) Penghembus kecepatan tinggi pompa sentrifugal, biasanya digerakkan oleh turbin gas yang memanfaatkan energi kinetik yang dari gas buang

Kalau pengisian lanjut digunakan pada mesin empat langkah, perubahan utama yang diperlukan dalam disain adalah perubahan pengaturan waktu dari katup pemasukan dan pembuangan. Waktu pembukaan katup pemasukan dimajukan dan penutupan katup buang diperlambat, kedua katup dirancang untuk tetap terbuka secara serentak untuk sekitar 50 sampai 100 derajat, pemilihannya tergantung pada kecepatan normal mesin. Pembukaan secara serentak ini disebut tumpang tindih (*overlapping*). Keuntungan yang diperoleh dari tumpang tindih banyak adalah pembilasan yang lebih baik pada ruang bakar. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tumpang tindih sebesar 40 sampai 50 derajat akan menaikkan keluaran daya mesin dari sekitar 5 persen – kalau pengisian lanjut sangat kecil, hanya untuk meniadakan vakuum dalam silinder utama langkah isap – sampai 8 persen dengan tekanan pengisian lanjut 12 in air raksa. Sebagai perbandingan tumpang tindih 10 sampai 20 derajat yang umum digunakan dalam mesin tanpa pengisian lanjut. Daya total yang diperoleh karena pengisian lanjut bervariasi dari 20 sampai 50 persen, tergantung pada tekanan pengisian lanjut, yang pada mesin disel sekarang bervariasi dari 5 sampai sekitar 12 in air raksa.

Perlu dicatat bahwa bersama kenaikan tekanan tekanan efektif rata-rata, pengisian lanjut juga menaikkan tekanan penyalaan maksimum dan suhu maksimum. Sebaliknya, penggunaan bahan bakar tiap daya kuda- jam biasanya berkurang dengan pengisian lanjut, karena sebagai akibat dari kenaikan turbolensi udara, dilakukan pengadukan yang lebih baik antara udara dan bahan bakar udara pengisian, sehingga pembakaran bahan bakar menjadi lebih baik, dan juga karena efisiensi mekanis dari mesin meningkat- dari kenyataan bahwa keluarannya dinaikkan lebih besar daripada kerugian mekanisnya.

Mesin dua langkah biasanya telah mempunyai penghembus untuk udara bilas dan pengisian lanjut dapat diperoleh secara mudah dengan menaikkan jumlah dan tekanan udara bilas. Sebagai tambahan, sedikit perubahan dari pengaturan waktu buang dan waktu bilas untuk mendapatkan udara bilas lebih banyak dari awal langkah kompresi.

(4). Kecepatan Torak.

Kecepatan poros engkol dapat dianggap seragam tetapi, perjalanan torak tidak demikian : pada titik mati torak diam, kecepatannya nol, pada saat torak mulai bergerak, kecepatannya meningkat sedikit demi sedikit dan mencapai maksimum disekitar pertengahan langkah, dari sini kecepatan torak mulai menurun dan pada titik mati yang berlawanan torak menjadi berhenti lagi. Jadi kecepatan torak bervariasi dengan waktu, Untuk beberapa perhitungan perlu diketahui kecepatan torak rata-rata, yaitu kecepatan konstan yang diperlukan oleh torak untuk bergerak mencapai jarak yang sama seperti kalau ditempuh dengan kecepatan variabel. Kecepatan rata-rata biasanya disebutkan secara sederhana sebagai kecepatan torak dari mesin. Umumnya mengukur kecepatan torak dalam feet tiap menit. Jarak yang dijalani oleh torak dalam satu menit sama dengan dua langkah yang dibuat tiap putaran dikalikan jumlah putaran tiap menit n dan merupakan kecepatan torak rata-

rata **c**. Kalau panjang langkah adalah **l in**, dibagi dengan 12 untuk mengubah inci menjadi feet didapatkan :

$$C = \frac{Ln}{6}$$

(a). Faktor kecepatan

Mesin sering kali dibagi menjadi beberapa kelas prestasi kecepatan yaitu :

- 1) mesin kecepatan rendah
- 2) mesin kecepatan sedang
- 3) mesin kecepatan tinggi

Tetapi kecuali digunakan ukuran yang pasti, maka penamaanya tetap kabur, telah dicoba menggunakan kecepatan mesin, putaran tiap menit atau kecepatan torak feet tiap menit, sebagai ukuran prestasi kecepatan, tetapi tak satupun dari kedua metode ini yang dapat memberikan penunjukan yang berarti.

Alasan bahwa kecepatan putar semacam itu tidak sesuai sebagai karakteristik kecepatan disebabkan tidak diperhitungkanya ukuran dari mesin. Sebuah mesin 3 ½ x 4 ½ x 6 yang beroperasi pada 900 putaran/ menit bukan mesin kecepatan tinggi, tetapi hanya menengah karena mesin dari ukuran ini dapat dijumpai beroperasi pada kecepatan 2000 putaran/ menit atau lebih. Sebaliknya mesin diesel, 8 ½ X 10 ½ biasanya beroperasi pada kecepatan tidak melebihi 750 putaran/ menit, tetapi meskipun kecepatannya serendah ini beberapa cirinya menyerupai mesin kecepatan tinggi dan sebuah mesin 8 ½ X 10 ½ X 900 dapat dinyatakan sebagai mesin kecepatan tinggi.

Sebaliknya juga benar, yaitu menurut kecepatan toraknya, dalam sebuah mesin besar maka kecepatan torak yang lebih tinggi, 1.800 ft tiap menit atau lebih, dapat diperoleh dengan kecepatan putar relatif rendah; dalam mesin kecil kecepatan tinggi, kecepatan toraknya tidak tinggi.

Suatu karakteristik kecepatan yang baik, yang disebut faktor kecepatan dan dinamakan **Cs**, diperoleh sebagai hasil kali dari putaran tiap menit dan kecepatan torak.

Agar didapat besaran yang kecil, dan mudah diingat hasilnya dibagi dengan 100.000. jadi:

$$Cs = \frac{nc}{100.000}$$

Faktor kecepatan untuk berbagai mesin disel yang ada terletak diantara batas 1 dan sedikit diatas 81. Menurut data ini semua mesin dapat dibagi menjadi empat kelas, masing-masing kelas batas tertingginya diperoleh dengan mengalikan batas rendah dengan 3.

- 1). Mesin kecepatan rendah, dengan faktor kecepatan 1 sampai 3
- 2). Mesin kecepatan sedang, dengan faktor kecepatan 3 sampai 9
- 3). Mesin kecepatan tinggi, dengan faktor kecepatan 9 sampai 27
- 4). Mesin kecepatan sangat tinggi, dengan faktor kecepatan 27 sampai 81 atau lebih.

c. Rangkuman

1. Mengetahui golongan kecepatan yang dimiliki oleh sebuah mesin sangat berguna bagi operator mesin.
2. Makin tinggi klasifikasi kecepatan sebuah mesin, maka operator harus makin mencoba memelihara mesin dengan kondisi jalan yang paling baik dan mengamati setiap detil dalam buku instruksi pabrik, dan harus lebih berhati-hati lagi ketika menginspeksi atau memperbaiki mesin secara menyeluruh (overhaul)

d. Tugas

Jelaskan dan gambar sketsa siklus pembakaran motor disel dua langkah

1. Jelaskan dengan sketsa urutan kejadian utama dalam mesin daur empat langkah
2. Jelaskan dan gambarkan proses pembilasan motor empat langkah
3. Jelaskan dua metode pada proses pembakaran
4. Jelaskan apa yang dimaksud pengisian lanjut.
5. Sebutkan satu persatu dan gambarkan dengan sketsa diagramatis berbagai metoda pembilasan mesin dua langkah yang waktu ini digunakan.
6. Sebutkan semua bagian yang membentuk konstruksi rangka mesin diesel besar vertikal
7. jelaskan keuntungan menggunakan lapisan silinder?
8. Gambarkan sketsa karter untuk mesin diesel ukuran sedang
9. Buat sketsa dari batang engkol diesel konvensional dan berikan nama pada tiap bagian dari batang.

d. Test Formatif (Q.01.2)

1. Apakah arti daur ?
2. Sebutkan satu persatu kejadian yang membentuk daur dalam sebuah mesindiesel.
3. Apakah artinya daur empat langkah ?
4. Apakah artinya titik mati dalam mesin dengan gerak ulak-alik
5. Apakah alasan penggunaan istilah titik mati untuk kedudukan tertentu dari Torak.
6. Sebutkan pengaturan waktu yang biasa dari kejadian mesin dalam istilah perjalanan engkol sehubungan kedua titik mati.
7. Apakah dua manfaat penekanan pengisian udara sebelum menginjeksikan bahan bakar ?
8. Apakah artinya perbandingan kompresi pada motor bakar ?
9. Berapakah perbandingan kompresi yang biasa untuk mesin disel.
10. Apakah dua metoda yang membedakan pembakaran bahan bakar dalam silinder motor bakar.

Cocokkanlah jawaban anda dengan kunci jawaban yang terdapat pada bagian akhir Buku Materi Pokok ini. Hitunglah jumlah jawaban anda yang benar, kemudian gunakanlah rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1. dan 2

Rumus :

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban Anda yang benar}}{10} \times 100 \%$$

Arti tingkat penguasaan yang anda capai :

90 % - 100 % : Baik sekali

80 % - 89 % : Baik

70 % - 79 % : Cukup

≤ 69 % : Kurang

Bila tingkat penguasaan anda mencapai 80 % ke atas, anda dapat meneruskan ke kegiatan belajar berikutnya, Bagus, tetapi apabila nilai yang anda capai di bawah 80 %, anda harus mengulangi kegiatan belajar 1, terutama pada bagian yang belum anda kuasai.

f. Lembar kerja

1. Kegiatan

- Mengidentifikasi Proses pembakaran
- Mengidentifikasi proses pembilasan
- Mengidentifikasi daur operasi
- Mengidentifikasi proses pengisian lanjut

5. Alat

- Cut model mesin disel
- Motor disel operasional
- Motor disel peraga bongkar pasang dua lankah
- Gambar singkap komponen motor disel
- Tool set
- Peralatan ukur
- Special tools
- Peratan tulis
- Motor peraga bongkar pasang disel empat langkah

5. Bahan

- Kain lap/ /majun
- packing minyak/firely
- Packing karet/ untuk air pendingin
- Spare part
- Oli
- Solar
- Grease

5. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

- Sarung tangan
- Savety shoes

5. Langkah kerja

- menyiapkan peralatan
- meyiapkan motor peraga
- mengidentifikasi komponen motor disel
- megidentifikasi tahapan pekerjaan
- mencatat dan menggambar komponen dan tahapan pekerjaan
- membongkar motor sesuai urutan dan tahapan
- mengukur komponen seperti; cylinder liner, piston, crank shaft dll
- mencatat dan menggambar hasil bongkar pasang dan pengukuran
- Mencatat dan menggambar komponen pada sistem serta fungsinya

III. EVALUASI

Kompetensi : Mesin Penggerak Utama Kapal

Kode kompetensi : TPL-Prod/Q.01

Sub Kompetensi : Prinsip Kerja Mesin Penggerak Utama Kapal dan Mesin Bantu

Nama Siswa :

Nomor Induk siswa :

Waktu	Nilai	Kognitif skill	Psikomotor skill	Attitude skill	Produk/benda kerja sesuai standart
		Mengidentifikasi komponen dan fungsi motor disel	Menunjukkan komponen dan fungsi motor disel	Menunjukkan dan menjelaskan komponen dan fungsi motor diesel sesuai urutan	Daftar komponen dan fungsinya dari motor diesel
		Menggambar sketsa poros engkol dan menyebut bagian-bagiannya	Menggambar sketsa poros engkol	Menyebutkan bagian-bagian poros engkol dengan cermat	Gambar sketsa poros engkol
		Menjelaskan dan menggambar sketsa siklus pembakaran motor disel dua langkah	Menggambar sketsa siklus pembakaran motor disel dua langkah	Menjelaskan gambar sketsa dan siklus pembakaran motor disel dua langkah	Gambar sketsa siklus pembakaran motor disel dua langkah

		Menjelaskan dan menggambar sketsa proses pembilasan motor dua langkah	Menggambar sketsa proses pembilasan motor dua langkah	Menjelaskan proses pembilasan motor dua langkah dengan cermat	Gambar sketsa proses pembilasan motor dua langkah
		Menjelaskan dan menggambar sketsa siklus pembakaran motor disel empat langkah	Menggambar sketsa siklus pembakaran motor disel empat langkah	Menjelaskan gambar sketsa dan siklus pembakaran motor disel empat langkah	Gambar sketsa siklus pembakaran motor disel empat langkah
		Menjelaskan dan menggambar sketsa proses pembilasan motor empat langkah	Menggambar sketsa proses pembilasan motor empat langkah	Menjelaskan proses pembilasan motor empat langkah dengan cermat	Gambar sketsa proses pembilasan motor empat langkah

Instruktur/guru

(.....)

KUNCI JAWABAN TES FORMATIF

? **Kode Q.01.1**

1. Sesuai dengan namanya mesin pembakaran dalam adalah mesin panas yang didalamnya, energi kimia dari pembakaran dilepaskan didalam silinder mesin, sedangkan golongan lain dari mesin panas- mesin uap – energi yang ditimbulkan selama pembakaran bahan bakar diteruskan terlebih dahulu ke uap, dan hanya melalui uaplah kerja dilakukan dalam turbin atau mesin.
2. Kesederhanaan dan biaya rendah dari 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 mesin penggerak kapal, maka penghematan bahan bakar menentukan pilihan pada mesin disel.
3. Metoda penyalaan bahan bakar, dalam mesin diesel bahan bakar diinjeksikan ke dalam silinder yang berisi udara bertekanan tinggi.
4. Selama kompresi udara dalam silinder 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 dari luar.
5. karena banyaknya udara yang diambil kedalam silinder dalam tiap langkah isap dari torak hanya sedikit dipengaruhi oleh kecepatan mesin.
6. Mesin diesel mempunyai efisiensi panas lebih tinggi dari pada mesin panas yang lain, menggunakan sedikit bahan bakar untuk penyediaan daya yang sama, serta menggunakan bahan bakar yang lebih murah daripada bensin.

7. Agak lebih berat untuk daya yang sama. Pada mesin kecepatan tinggi, operasinya agak kasar terutama pada beban ringan, dan Harga awal yang tinggi.
8. a. dari operasi b. metoda pengisian silinder c. disain umum.
9. Mesin penghisapan alamiah dan mesin pengisian lanjut (supercharged),
10. Mesin jenis penghisapan alamiah pengisian udara segar nya ditarik masuk oleh vakuum yang dihasilkan ketika torak bergerak menjauhi ruang pembakaran.

? **Kode Q.01.2**

1. Daur (cycle) yaitu satu seri kejadian, operasi atau gerakan yang berulang sendiri dalam urutan yang teratur.
2. Kejadian pada satu siklus/daur operasi meliputi; langkah isap, langkah kompresi, langkah daya/kerja dan langkah buang.
3. Daur empat langkah apabila masing-masing kejadian langkah isap, langkah kompresi, langkah kerja dan langkah buang memerlukan langkah torak yang terpisah, memerlukan dua kali putaran poros engkol.
4. Kedudukan torak ketika berada paling dekat atau paling jauh dari kepala silinder
5. Pada kedudukan ini garis tengah pena engkol berada pada bidang yang sama dengan garis tengah pena torak, tap poros serta torak tidak dapat digerakkan oleh tekanan gas.
6. Katup pemasukan mulai membuka 10 sampai 25 derajat t.m.a, perjalanan engkol. Katup pemasukan menutup mulai 25 sampai 40 derajat t.m.b.

7. Pertama menaikkan efisiensi panas atau efisiensi total dari mesin, yang kedua untuk menaikkan suhu udara pengisian sehingga injeksi bahan bakar yang dimasukkan akan terbakar tanpa memerlukan sumber penyalaan dari luar
8. Adalah perbandingan dari volume V_1 . Inci kubik, dari gas dalam silinder dengan torak pada t.m.b. terhadap V_2 dari gas, dengan torak pada t.m.a
9. Perbandingan kompresi sekitar 12:1 sampai 19:1
10. Yaitu metode volume konstan dan metode tekanan konstan

IV. PENUTUP

Modul prinsip kerja mesin penggerak utama kapal dan mesin bantu (TPL-P/Q 01) merupakan modul awal dari kompetensi mesin penggerak utama kapal (TPL-P/Q) pada pembelajaran modul ini siswa masih banyak belajar pada teori-teori dasar termodinamika dan fisika yang berhubungan dengan prinsip-prinsip dan cara kerja mesin diesel. Oleh karena itu modul ini masih banyak pada belajar teori sehingga siswa belum mempunyai keahlian dalam permesinan. Selanjutnya anda disarankan untuk mengikuti pelatihan dan belajar pada modul berikutnya yaitu menjaga kelancaran selama mesin beroperasi dan mengatasi gangguan serta melakukan perbaikan mesin sehingga keseluruhan sub kompetensi pada program diklat kompetensi mesin penggerak utama dapat anda selesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar W; Koichi Tsuda, 1986, **Motor diesel putaran tinggi**, Pradnya Paramita, Jakarta
- Priambodo B, dalam V.L Maleev, 1995 **Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel (Diesel Engine Operation and Maintenance)**. Erlangga, Jakarta.
- Suyanto, 2001. **Motor Bakar**, Sekolah Tinggi Perikanan, Jakarta
- Yanmar Diesel, 1980. **Buku Petunjuk Mesin Diesel Yanmar**, Pt Yanmar Indonesia, Jakarta.