



JOKASI
KUAT, MENGUATKAN
INDONESIA

SMK
BISA-HEBAT
SIAP BELAJAR - SANTUN - MANUNGGA - KREATIF



TEKNIK KENDARAAN RINGAN

By : Billy Kristiandi, S.ST.

Apa Artinya?

MODUL AJAR

BASIC - OTOMOTIF
PEMBELAJARAN KELAS XI
SEMESTER 1

SMK ANGKASA 1 MARGAHAYU



	MODUL AJAR	SMK ANGKASA 1 MARGAHAYU	
	(BASIC OTOMOTIF)	Kelas	: XI
		Semester	: GANJIL

I. INFORMASI UMUM :

A. Identitas Modul

Nama Penyusun	: BILLY KRISTIANDI, S.ST.
Nama Sekolah	: SMK ANGKASA 1 MARGAHAYU
Tahun Penyusunan	: 2022
Jenjang Sekolah	: SLTA/SMK FASE F
Elemen	: Konversi Energi Kendaraan Ringan
Alokasi Waktu	: 126 JAM PELAJARAN (7 JP X 18 PERTEMUAN)

B. Kompetensi Awal

Peserta didik mampu memahami proses konversi energi kendaraan ringan, identifikasi sumber energi kendaraan ringan, jenis-jenis sumber energi kendaraan ringan (Gasoline, Diesel, Listrik dan Hybrid)

C. Profil Pelajar Pancasila

Setelah mengikuti pembelajaran ini, Profil Pelajar Pancasila yang diharapkan muncul pada peserta didik adalah : Beriman Bertakwa kepada Tuhan YME dan Berahlak mulia, Bergotong Royong, Kreative, Bernalar Kritis, Mandiri

D. Sarana & Prasarana

Sarana & Prasarana yang dibutuhkan pada saat belajar dengan modul ini antara lain :
Alat tulis, buku digital, Smart Phone, Internet, LKPD

E. Target Peserta Didik

- Peserta didik reguler/tipikal : 65 %
- Peserta didik dengan kesulitan belajar : 25 %
- Peserta didik dengan pencapaian tinggi : 10 %

F. Model Pembelajaran yang Digunakan

Discovery Learning dengan pembelajaran Daring / Kombinasi

II. KOMPONEN INTI :

A. Tujuan Pembelajaran

1. Memahami proses kerja engine 2 langkah dan 4 langkah
2. Mengetahui cara menghitung kapasitas mesin
3. Mengetahui nama dan fungsi komponen dalam siklus kerja mesin konversi energi
4. Memahami diagram pembukaan katup sebagai pendukung proses kerja mesin konversi energi
5. Memahami proses kerja engine gasoline
6. Memahami proses kerja engine diesel
7. Memahami proses kerja mobil listrik
8. Memahami proses kerja engine hybrid

B. Pemahaman Bermakna

- Prinsip kerja engine 2 langkah dan 4 langkah
- Proses konversi energi kendaraan ringan
- Jenis sumber energi kendaraan ringan (gasolin, diesel, listrik, hybrid)

C. Pertanyaan Pemantik

- Apa itu mesin konversi energi ?
- Bagaimanakah cara menghitung kapasitas mesin (cc) ?
- Bagaimanakah cara kerja engine 4 dan 2 langkah ??
- Seperti apa komponen dari mesin konversi energi ?
- Apa sajakah jenis mesin konversi energi ?
- Apa itu diagram katup dalam mesin konversi energi ?
- Apa sajakah perbedaan antara engine gasoline,diesel,listrik dan hybrid ?

D. Persiapan Pembelajaran

- Memposting Materi dan Video pembelajaran
- Mempersiapkan LKPD dan Perangkat Asesmen

E. Kegiatan Pembelajaran :

Pertemuan 1		
Tahapan	Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Orientasi</p> <ol style="list-style-type: none"> Guru membuka pelajaran dengan memberi salam dan peserta didik menjawab salam dari guru Salah satu peserta didik memimpin kegiatan berdoa sebelum pembelajaran dimulai (P3 Beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME) Guru mengecek kehadiran peserta didik dengan mengirimkan link daftar hadir Peserta didik melakukan assesment diagnostik kognitif dan non kognitif. <p>Apersepsi</p> <ol style="list-style-type: none"> Guru memberikan apersepsi dengan menggali pengetahuan awal peserta didik terkait : <ul style="list-style-type: none"> Pengertian mesin konversi energi Guru memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari materi yang akan dipelajari <p>Pemberian Acuan</p> <ol style="list-style-type: none"> Guru menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang akan berlangsung 	45'
Kegiatan Inti	<p>Fase 1 : Reflection</p> <p>M = (Mulai Diri) Guru memberikan pertanyaan pemantik Guru memberikan materi pembelajaran berupa video atau bahan bacaan</p> <p>E = (EksplorasiKonsep) Peserta didik diberikan masalah pada materi pembelajaran Peserta didik menggali konsep tentang materi pembelajaran (P3 bernalar kritis)</p> <p>Fase 2 : Research</p> <p>R = (RuangKolaborasi)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok. Masing- masing kelompok akan berdiskusi tentang permasalahan dalam LKPD 1 (yang telah diupload guru dalam Google Classroom) (P3 Gotong royong) <p>R = (RefeleksiTerbimbing)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru membimbing peserta didik untuk dapat menemukan berbagai pengetahuan tentang materi pembelajaran. <p>D=(DemonstrasiKonstektual)</p> <ul style="list-style-type: none"> Peserta didik mengerjakan tugas mandiri untuk lebih memahami materi pembelajaran (P3 Mandiri) <p>E = (Elaborasi Pemahaman)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru membimbing peserta didik yang mengalami kesulitan Peserta didik bisa bertanya jika ada kesulitan 	225'

Penutup	<p>K = (Koneksi Antar Materi Peserta didik bersama)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dapat menanyakan hal-hal yang belum dipahami melalui forum tanya jawab <p>A = (Aksi Nyata)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan tugas mencari contoh lain yang ada di sekitar yang berkaitan dengan materi • Guru memberikan motivasi • Guru menutup dengan memberikan salam 	45'
----------------	---	------------

Pertemuan 2		
Tahapan	Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Orientasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pelajaran dengan memberi salam dan peserta didik menjawab salam dari guru 2. Salah satu peserta didik memimpin kegiatan berdoa sebelum pembelajaran dimulai (P3 Beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME) 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik dengan mengirimkan link daftar hadir 4. Peserta didik melakukan assesment diagnostik kognitif dan non kognitif. <p>Apersepsi</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Guru memberikan apersepsi dengan menggali pengetahuan awal peserta didik terkait : <ul style="list-style-type: none"> • Menghitung kapasitas mesin (cc) <p>Motivasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Guru memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari materi yang akan dipelajari <p>Pemberian Acuan</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang akan berlangsung 	45'

<p>Kegiatan Inti</p>	<p>Fase 1 : Reflection</p> <p>M = (Mulai Diri) Guru memberikan pertanyaan pemantik Guru memberikan materi pembelajaran berupa video atau bahan bacaan</p> <p>E = (EksplorasiKonsep) Peserta didik diberikan masalah pada materi pembelajaran Peserta didik menggali konsep tentang materi pembelajaran (P3 bernalar kritis)</p> <p>Fase 2 : Research</p> <p>R = (RuangKolaborasi)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok. Masing- masing kelompok akan berdiskusi tentang permasalahan dalam LKPD 1 (yang telah diupload guru dalam Google Classroom) (P3 Gotong royong) <p>R = (RefeleksiTerbimbing)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing peserta didik untuk dapat menemukan berbagai pengetahuan tentang materi pembelajaran. <p>D=(DemonstrasiKonstektual)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengerjakan tugas mandiri untuk lebih memahami materi 	<p>225'</p>
-----------------------------	--	--------------------

	<p>pembelajaran (P3 Mandiri)</p> <p>E = (Elaborasi Pemahaman)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing peserta didik yang mengalami kesulitan • Peserta didik bisa bertanya jika ada kesulitan 	
Penutup	<p>K = (Koneksi Antar Materi Peserta didik bersama)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dapat menanyakan hal-hal yang belum dipahami melalui forum tanya jawab <p>A = (Aksi Nyata)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan tugas mencari contoh lain yang ada di sekitar yang berkaitan dengan materi • Guru memberikan motivasi • Guru menutup dengan memberikan salam 	45'

Pertemuan 3		
Tahapan	Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Orientasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pelajaran dengan memberi salam dan peserta didik menjawab salam dari guru 2. Salah satu peserta didik memimpin kegiatan berdoa sebelum pembelajaran dimulai (P3 Beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME) 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik dengan mengirimkan link daftar hadir 4. Peserta didik melakukan assesment diagnostik kognitif dan non kognitif. <p>Apersepsi</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Guru memberikan apersepsi dengan menggali pengetahuan awal peserta didik terkait : <ul style="list-style-type: none"> • Proses kerja engine 4 langkah <p>Motivasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Guru memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari materi yang akan dipelajari <p>Pemberian Acuan</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang akan berlangsung 	45'

<p>Kegiatan Inti</p>	<p>Fase 1 : Reflection</p> <p>M = (Mulai Diri) Guru memberikan pertanyaan pemantik Guru memberikan materi pembelajaran berupa video atau bahan bacaan</p> <p>E = (EksplorasiKonsep) Peserta didik diberikan masalah pada materi pembelajaran Peserta didik menggali konsep tentang materi pembelajaran (P3 bernalar kritis)</p> <p>Fase 2 : Research</p> <p>R = (RuangKolaborasi)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok. Masing- masing kelompok akan berdiskusi tentang permasalahan dalam LKPD 1 (yang telah diupload guru dalam Google Classroom) (P3 Gotong royong) <p>R = (RefeleksiTerbimbing)</p>	<p>225'</p>
-----------------------------	---	--------------------

	<ul style="list-style-type: none"> Guru membimbing peserta didik untuk dapat menemukan berbagai pengetahuan tentang materi pembelajaran. <p>D = (Demonstrasi Kontektual)</p> <ul style="list-style-type: none"> Peserta didik mengerjakan tugas mandiri untuk lebih memahami materi pembelajaran (P3 Mandiri) <p>E = (Elaborasi Pemahaman)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru membimbing peserta didik yang mengalami kesulitan Peserta didik bisa bertanya jika ada kesulitan 	
Penutup	<p>K = (Koneksi Antar Materi Peserta didik bersama)</p> <ul style="list-style-type: none"> Peserta didik dapat menanyakan hal-hal yang belum dipahami melalui forum tanya jawab <p>A = (Aksi Nyata)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru memberikan tugas mencari contoh lain yang ada di sekitar yang berkaitan dengan materi Peserta didik mengerjakan asesmen Guru memberikan motivasi Guru menutup dengan memberikan salam 	45'

Pertemuan 4		
Tahapan	Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Orientasi</p> <ol style="list-style-type: none"> Guru membuka pelajaran dengan memberi salam dan peserta didik menjawab salam dari guru Salah satu peserta didik memimpin kegiatan berdoa sebelum pembelajaran dimulai (P3 Beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME) Guru mengecek kehadiran peserta didik dengan mengirimkan link daftar hadir Peserta didik melakukan assesment diagnostik kognitif dan non kognitif. <p>Apersepsi</p> <ol style="list-style-type: none"> Guru memberikan apersepsi dengan menggali pengetahuan awal peserta didik terkait : <ul style="list-style-type: none"> Komponen engine 4 langkah (nama, fungsi, cara kerja) <p>Motivasi</p> <ol style="list-style-type: none"> Guru memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari materi yang akan dipelajari <p>Pemberian Acuan</p> <ol style="list-style-type: none"> Guru menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang akan berlangsung 	45'
Kegiatan Inti	<p>Fase 1 : Reflection</p> <p>M = (Mulai Diri)</p> <p>Guru memberikan pertanyaan pemantik Guru memberikan materi pembelajaran berupa video atau bahan bacaan</p> <p>E = (Eksplorasi Konsep)</p> <p>Peserta didik diberikan masalah pada materi pembelajaran Peserta didik menggali konsep tentang materi pembelajaran (P3 bernalar kritis)</p> <p>Fase 2 : Research</p> <p>R = (Ruang Kolaborasi)</p>	225'

	<ul style="list-style-type: none"> Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok. Masing- masing kelompok akan berdiskusi tentang permasalahan dalam LKPD 1 (yang telah diupload guru dalam Google Classroom) (P3 Gotong royong) <p>R = (Refleksi Terbimbing)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru membimbing peserta didik untuk dapat menemukan berbagai pengetahuan tentang materi pembelajaran. <p>D=(Demonstrasi Kontektual)</p> <ul style="list-style-type: none"> Peserta didik mengerjakan tugas mandiri untuk lebih memahami materi pembelajaran (P3 Mandiri) <p>E = (Elaborasi Pemahaman)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru membimbing peserta didik yang mengalami kesulitan Peserta didik bisa bertanya jika ada kesulitan 	
Penutup	<p>K = (Koneksi Antar Materi Peserta didik bersama)</p> <ul style="list-style-type: none"> Peserta didik dapat menanyakan hal-hal yang belum dipahami melalui forum tanya jawab <p>A = (Aksi Nyata)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru memberikan tugas mencari contoh lain yang ada di sekitar yang berkaitan dengan materi Peserta didik mengerjakan asesmen Guru memberikan motivasi Guru menutup dengan memberikan salam 	45'

Pertemuan 5		
Tahapan	Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Orientasi</p> <ol style="list-style-type: none"> Guru membuka pelajaran dengan memberi salam dan peserta didik menjawab salam dari guru Salah satu peserta didik memimpin kegiatan berdoa sebelum pembelajaran dimulai (P3 Beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME) Guru mengecek kehadiran peserta didik dengan mengirimkan link daftar hadir Peserta didik melakukan assesment diagnostik kognitif dan non kognitif. <p>Apersepsi</p> <ol style="list-style-type: none"> Guru memberikan apersepsi dengan menggali pengetahuan awal peserta didik terkait : <ul style="list-style-type: none"> Komponen engine 4 langkah (nama, fungsi, cara kerja){lanjutan pertemuan ke-4} <p>Motivasi</p> <ol style="list-style-type: none"> Guru memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari materi yang akan dipelajari <p>Pemberian Acuan</p> <ol style="list-style-type: none"> Guru menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang akan berlangsung 	45'

<p>Kegiatan Inti</p>	<p>Fase 1 : Reflection M = (Mulai Diri) Guru memberikan pertanyaan pemantik Guru memberikan materi pembelajaran berupa video atau bahan bacaan</p> <p>E = (Eksplorasi Konsep) Peserta didik diberikan masalah pada materi pembelajaran Peserta didik menggali konsep tentang materi pembelajaran (P3 bernalar kritis)</p> <p>Fase 2 : Research R = (Ruang Kolaborasi)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok. Masing- masing kelompok akan berdiskusi tentang permasalahan dalam LKPD 1 (yang telah diupload guru dalam Google Classroom) (P3 Gotong royong) <p>R = (Refleksi Terbimbing)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru membimbing peserta didik untuk dapat menemukan berbagai pengetahuan tentang materi pembelajaran. <p>D=(Demonstrasi Kontektual)</p> <ul style="list-style-type: none"> Peserta didik mengerjakan tugas mandiri untuk lebih memahami materi pembelajaran (P3 Mandiri) <p>E = (Elaborasi Pemahaman)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru membimbing peserta didik yang mengalami kesulitan <p>Peserta didik bisa bertanya jika ada kesulitan</p>	<p>225'</p>
<p>Penutup</p>	<p>K = (Koneksi Antar Materi Peserta didik bersama)</p> <ul style="list-style-type: none"> Peserta didik dapat menanyakan hal-hal yang belum dipahami melalui forum tanya jawab <p>A = (Aksi Nyata)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru memberikan tugas mencari contoh lain yang ada di sekitar yang berkaitan dengan materi Peserta didik mengerjakan asesmen Guru memberikan motivasi Guru menutup dengan memberikan salam 	<p>45'</p>

<p>Pertemuan 6</p>		
<p>Tahapan</p>	<p>Kegiatan</p>	<p>Alokasi Waktu</p>

Pendahuluan	<p>Orientasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pelajaran dengan memberi salam dan peserta didik menjawab salam dari guru 2. Salah satu peserta didik memimpin kegiatan berdoa sebelum pembelajaran dimulai (P3 Beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME) 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik dengan mengirimkan link daftar hadir 4. Peserta didik melakukan assesment diagnostik kognitif dan non kognitif. <p>Apersepsi</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Guru memberikan apersepsi dengan menggali pengetahuan awal peserta didik terkait : <ol style="list-style-type: none"> a. Proses kerja engine 2 langkah b. Komponen engine 2 langkah <p>Motivasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Guru memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari materi yang akan dipelajari <p>Pemberian Acuan</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran padapertemuan yang akan berlangsung 	45'
Kegiatan Inti	<p>Fase 1 : Reflection</p> <p>M = (Mulai Diri) Guru memberikan pertanyaan pemantik Guru memberikan materi pembelajaran berupa video atau bahan bacaan</p> <p>E = (Eksplorasi Konsep) Peserta didik diberikan masalah pada materi pembelajaran Peserta didik menggali konsep tentang materi pembelajaran (P3 bernalar kritis)</p> <p>Fase 2 : Research</p> <p>R = (Ruang Kolaborasi)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok. Masing- masing kelompok akan berdiskusi tentang permasalahan dalam LKPD 1 (yang telah diupload guru dalam Google Classroom) (P3 Gotong royong) <p>R = (Refleksi Terbimbing)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing peserta didik untuk dapat menemukan berbagai pengetahuan tentang materi pembelajaran. <p>D = (Demonstrasi Kontektual)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengerjakan tugas mandiri untuk lebih memahami materi pembelajaran (P3 Mandiri) <p>E = (Elaborasi Pemahaman)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing peserta didik yang mengalami kesulitan <p>Peserta didik bisa bertanya jika ada kesulitan</p>	225'
Penutup	<p>K = (Koneksi Antar Materi Peserta didik bersama)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dapat menanyakan hal-hal yang belum dipahami melalui forum tanya jawab <p>A = (Aksi Nyata)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan tugas mencari contoh lain yang ada di sekitar yang berkaitan dengan materi • Peserta didik mengerjakan asesmen • Guru memberikan motivasi • Guru menutup dengan memberikan salam 	45'

Pertemuan 7		
Tahapan	Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Orientasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pelajaran dengan memberi salam dan peserta didik menjawab salam dari guru 2. Salah satu peserta didik memimpin kegiatan berdoa sebelum pembelajaran dimulai (P3 Beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME) 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik dengan mengirimkan link daftar hadir 4. Peserta didik melakukan assesment diagnostik kognitif dan non kognitif. <p>Apersepsi</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Guru memberikan apersepsi dengan merefleksikan kembali materi tentang : <ol style="list-style-type: none"> a. Proses kerja engine 2 langkah b. Proses kerja engine 4 langkah <p>Motivasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Guru memberikan gambaran kembali tentang manfaat mempelajari materi sebelumnya yang akan di evaluasi <p>Pemberian Acuan</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Guru menyampaikan tujuan evaluasi padapertemuan yang akan berlangsung 	45'
Kegiatan Inti	<p>EVALUASI :</p> <p>Dilaksanakan secara lisan dan tulisan, yang bertujuan untuk mengukur kemampuan dari pemahaman siswa dan strategi penyampaian di pertemuan sebelumnya</p>	225'
Penutup	<p>K = (Koneksi Antar Materi Peserta didik bersama)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dapat menanyakan hal-hal yang belum dipahami melalui forum tanya jawab <p>A = (Aksi Nyata)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan motivasi • Guru menutup dengan memberikan salam 	45'

Pertemuan 8		
Tahapan	Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Orientasi</p> <ol style="list-style-type: none"> Guru membuka pelajaran dengan memberi salam dan peserta didik menjawab salam dari guru Salah satu peserta didik memimpin kegiatan berdoa sebelum pembelajaran dimulai (P3 Beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME) Guru mengecek kehadiran peserta didik dengan mengirimkan link daftar hadir Peserta didik melakukan assesment diagnostik kognitif dan non kognitif. <p>Apersepsi</p> <ol style="list-style-type: none"> Guru memberikan apersepsi dengan menggali pengetahuan awal peserta didik terkait : <ol style="list-style-type: none"> Diagram pembukaan katup <p>Motivasi</p> <ol style="list-style-type: none"> Guru memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari materi yang akan dipelajari <p>Pemberian Acuan</p> <ol style="list-style-type: none"> Guru menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang akan berlangsung 	45'
Kegiatan Inti	<p>Fase 1 : Reflection</p> <p>M = (Mulai Diri) Guru memberikan pertanyaan pemantik Guru memberikan materi pembelajaran berupa video atau bahan bacaan</p> <p>E = (Eksplorasi Konsep) Peserta didik diberikan masalah pada materi pembelajaran Peserta didik menggali konsep tentang materi pembelajaran (P3 bernalar kritis)</p> <p>Fase 2 : Research</p> <p>R = (Ruang Kolaborasi)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok. Masing- masing kelompok akan berdiskusi tentang permasalahan dalam LKPD 1 (yang telah diupload guru dalam Google Classroom) (P3 Gotong royong) <p>R = (Refleksi Terbimbing)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru membimbing peserta didik untuk dapat menemukan berbagai pengetahuan tentang materi pembelajaran. <p>D = (Demonstrasi Kontektual)</p> <ul style="list-style-type: none"> Peserta didik mengerjakan tugas mandiri untuk lebih memahami materi pembelajaran (P3 Mandiri) <p>E = (Elaborasi Pemahaman)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru membimbing peserta didik yang mengalami kesulitan <p>Peserta didik bisa bertanya jika ada kesulitan</p>	225'

Penutup	<p>K = (Koneksi Antar Materi Peserta didik bersama)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dapat menanyakan hal-hal yang belum dipahami melalui forum tanya jawab <p>A = (Aksi Nyata)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan tugas mencari contoh lain yang ada di sekitar yang berkaitan dengan materi • Peserta didik mengerjakan asesmen • Guru memberikan motivasi • Guru menutup dengan memberikan salam 	45'
----------------	--	------------

Pertemuan 9		
Tahapan	Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Orientasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pelajaran dengan memberi salam dan peserta didik menjawab salam dari guru 2. Salah satu peserta didik memimpin kegiatan berdoa sebelum pembelajaran dimulai (P3 Beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME) 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik dengan mengirimkan link daftar hadir 4. Peserta didik melakukan assesment diagnostik kognitif dan non kognitif. <p>Apersepsi</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Guru memberikan apersepsi dengan menggali pengetahuan awal peserta didik terkait : <ol style="list-style-type: none"> a. Proses kerja engine diesel <p>Motivasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Guru memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari materi yang akan dipelajari <p>Pemberian Acuan</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang akan berlangsung 	45'
Kegiatan Inti	<p>Fase 1 : Reflection</p> <p>M = (Mulai Diri) Guru memberikan pertanyaan pemantik Guru memberikan materi pembelajaran berupa video atau bahan bacaan</p> <p>E = (Eksplorasi Konsep) Peserta didik diberikan masalah pada materi pembelajaran Peserta didik menggali konsep tentang materi pembelajaran (P3 bernalar kritis)</p> <p>Fase 2 : Research</p> <p>R = (Ruang Kolaborasi)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok. Masing- masing kelompok akan berdiskusi tentang permasalahan dalam LKPD 1 (yang telah diupload guru dalam Google Classroom) (P3 Gotong royong) <p>R = (Refleksi Terbimbing)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing peserta didik untuk dapat menemukan berbagai pengetahuan tentang materi pembelajaran. <p>D = (Demonstrasi Kontektual)</p>	225'

	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengerjakan tugas mandiri untuk lebih memahami materi pembelajaran (P3 Mandiri) <p>E = (Elaborasi Pemahaman)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing peserta didik yang mengalami kesulitan <p>Peserta didik bisa bertanya jika ada kesulitan</p>	
Penutup	<p>K = (Koneksi Antar Materi Peserta didik bersama)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dapat menanyakan hal-hal yang belum dipahami melalui forum tanya jawab <p>A = (Aksi Nyata)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan tugas mencari contoh lain yang ada di sekitar yang berkaitan dengan materi • Peserta didik mengerjakan asesmen • Guru memberikan motivasi • Guru menutup dengan memberikan salam 	45'

Pertemuan 10		
Tahapan	Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Orientasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pelajaran dengan memberi salam dan peserta didik menjawab salam dari guru 2. Salah satu peserta didik memimpin kegiatan berdoa sebelum pembelajaran dimulai (P3 Beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME) 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik dengan mengirimkan link daftar hadir 4. Peserta didik melakukan assesment diagnostik kognitif dan non kognitif. <p>Apersepsi</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Guru memberikan apersepsi dengan menggali pengetahuan awal peserta didik terkait : <ol style="list-style-type: none"> a. Perbedaan engine gasoline dan engine diesel <p>Motivasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Guru memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari materi yang akan dipelajari <p>Pemberian Acuan</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang akan berlangsung 	45'
Kegiatan Inti	<p>Fase 1 : Reflection</p> <p>M = (Mulai Diri)</p> <p>Guru memberikan pertanyaan pemantik Guru memberikan materi pembelajaran berupa video atau bahan bacaan</p> <p>E = (Eksplorasi Konsep)</p> <p>Peserta didik diberikan masalah pada materi pembelajaran Peserta didik menggali konsep tentang materi pembelajaran (P3 bernalar kritis)</p> <p>Fase 2 : Research</p> <p>R = (Ruang Kolaborasi)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok. Masing- masing kelompok akan berdiskusi tentang permasalahan dalam LKPD 1 (yang telah diupload guru dalam Google Classroom) (P3 Gotong royong) 	225'

	<p>R = (RefeleksiTerbimbing)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru membimbing peserta didik untuk dapat menemukan berbagai pengetahuan tentang materi pembelajaran. <p>D=(DemonstrasiKonstektual)</p> <ul style="list-style-type: none"> Peserta didik mengerjakan tugas mandiri untuk lebih memahami materi pembelajaran (P3 Mandiri) <p>E = (Elaborasi Pemahaman)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru membimbing peserta didik yang mengalami kesulitan <p>Peserta didik bisa bertanya jika ada kesulitan</p>	
Penutup	<p>K = (Koneksi Antar Materi Peserta didik bersama)</p> <ul style="list-style-type: none"> Peserta didik dapat menanyakan hal-hal yang belum dipahami melalui forum tanya jawab <p>A = (Aksi Nyata)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru memberikan tugas mencari contoh lain yang ada di sekitar yang berkaitan dengan materi Peserta didik mengerjakan asesmen Guru memberikan motivasi Guru menutup dengan memberikan salam 	45'

Pertemuan 8		
Tahapan	Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Orientasi</p> <ol style="list-style-type: none"> Guru membuka pelajaran dengan memberi salam dan peserta didik menjawab salam dari guru Salah satu peserta didik memimpin kegiatan berdoa sebelum pembelajaran dimulai (P3 Beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME) Guru mengecek kehadiran peserta didik dengan mengirimkan link daftar hadir Peserta didik melakukan assesment diagnostik kognitif dan non kognitif. <p>Apersepsi</p> <ol style="list-style-type: none"> Guru memberikan apersepsi dengan menggali pengetahuan awal peserta didik terkait : <ol style="list-style-type: none"> Diagram pembukaan katup <p>Motivasi</p> <ol style="list-style-type: none"> Guru memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari materi yang akan dipelajari <p>Pemberian Acuan</p> <ol style="list-style-type: none"> Guru menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang akan berlangsung 	45'
Kegiatan Inti	<p>Fase 1 : Reflection</p> <p>M = (Mulai Diri)</p> <p>Guru memberikan pertanyaan pemantik Guru memberikan materi pembelajaran berupa video atau bahan bacaan</p> <p>E = (Eksplorasi Konsep)</p> <p>Peserta didik diberikan masalah pada materi pembelajaran Peserta didik menggali konsep tentang materi pembelajaran (P3 bernalar kritis)</p> <p>Fase 2 : Research</p> <p>R = (Ruang Kolaborasi)</p>	225'

	<ul style="list-style-type: none"> Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok. Masing- masing kelompok akan berdiskusi tentang permasalahan dalam LKPD 1 (yang telah diupload guru dalam Google Classroom) (P3 Gotong royong) <p>R = (RefeleksiTerbimbing)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru membimbing peserta didik untuk dapat menemukan berbagai pengetahuan tentang materi pembelajaran. <p>D=(DemonstrasiKonstektual)</p> <ul style="list-style-type: none"> Peserta didik mengerjakan tugas mandiri untuk lebih memahami materi pembelajaran (P3 Mandiri) <p>E = (Elaborasi Pemahaman)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru membimbing peserta didik yang mengalami kesulitan <p>Peserta didik bisa bertanya jika ada kesulitan</p>	
Penutup	<p>K = (Koneksi Antar Materi Peserta didik bersama)</p> <ul style="list-style-type: none"> Peserta didik dapat menanyakan hal-hal yang belum dipahami melalui forum tanya jawab <p>A = (Aksi Nyata)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru memberikan tugas mencari contoh lain yang ada di sekitar yang berkaitan dengan materi Peserta didik mmengerjakan asesmen Guru memberikan motivasi Guru menutup dengan memberikan salam 	45'

Pertemuan 11		
Tahapan	Kegiatan	Alokasi Waktu

<p>Pendahuluan</p>	<p>Orientasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pelajaran dengan memberi salam dan peserta didik menjawab salam dari guru 2. Salah satu peserta didik memimpin kegiatan berdoa sebelum pembelajaran dimulai (P3 Beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME) 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik dengan mengirimkan link daftar hadir 4. Peserta didik melakukan assesment diagnostik kognitif dan non kognitif. <p>Apersepsi</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Guru memberikan apersepsi dengan menggali pengetahuan awal peserta didik terkait : <ol style="list-style-type: none"> a. Komponen engine diesel (nama, fungsi dan cara kerja) <p>Motivasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Guru memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari materi yang akan dipelajari <p>Pemberian Acuan</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang akan berlangsung 	<p>45'</p>
<p>Kegiatan Inti</p>	<p>Fase 1 : Reflection</p> <p>M = (Mulai Diri) Guru memberikan pertanyaan pemantik Guru memberikan materi pembelajaran berupa video atau bahan bacaan</p> <p>E = (Eksplorasi Konsep) Peserta didik diberikan masalah pada materi pembelajaran Peserta didik menggali konsep tentang materi pembelajaran (P3 bernalar kritis)</p> <p>Fase 2 : Research</p> <p>R = (Ruang Kolaborasi)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok. Masing-masing kelompok akan berdiskusi tentang permasalahan dalam LKPD 1 (yang telah diupload guru dalam Google Classroom) (P3 Gotong royong) <p>R = (Refleksi Terbimbing)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing peserta didik untuk dapat menemukan berbagai pengetahuan tentang materi pembelajaran. <p>D = (Demonstrasi Kontektual)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengerjakan tugas mandiri untuk lebih memahami materi pembelajaran (P3 Mandiri) <p>E = (Elaborasi Pemahaman)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing peserta didik yang mengalami kesulitan <p>Peserta didik bisa bertanya jika ada kesulitan</p>	<p>225'</p>
<p>Penutup</p>	<p>K = (Koneksi Antar Materi Peserta didik bersama)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dapat menanyakan hal-hal yang belum dipahami melalui forum tanya jawab <p>A = (Aksi Nyata)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan tugas mencari contoh lain yang ada di sekitar yang berkaitan dengan materi • Peserta didik mengerjakan asesmen • Guru memberikan motivasi • Guru menutup dengan memberikan salam 	<p>45'</p>

Pertemuan 12		
Tahapan	Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Orientasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pelajaran dengan memberi salam dan peserta didik menjawab salam dari guru 2. Salah satu peserta didik memimpin kegiatan berdoa sebelum pembelajaran dimulai (P3 Beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME) 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik dengan mengirimkan link daftar hadir 4. Peserta didik melakukan assesment diagnostik kognitif dan non kognitif. <p>Apersepsi</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Guru memberikan apersepsi dengan menggali pengetahuan awal peserta didik terkait : <ol style="list-style-type: none"> a. Komponen engine diesel (nama, fungsi, cara kerja) ; {lanjutan pertemuan 11) <p>Motivasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Guru memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari materi yang akan dipelajari <p>Pemberian Acuan</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang akan berlangsung 	45'
Kegiatan Inti	<p>Fase 1 : Reflection</p> <p>M = (Mulai Diri) Guru memberikan pertanyaan pemantik Guru memberikan materi pembelajaran berupa video atau bahan bacaan</p> <p>E = (Eksplorasi Konsep) Peserta didik diberikan masalah pada materi pembelajaran Peserta didik menggali konsep tentang materi pembelajaran (P3 bernalar kritis)</p> <p>Fase 2 : Research</p> <p>R = (Ruang Kolaborasi)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok. Masing- masing kelompok akan berdiskusi tentang permasalahan dalam LKPD 1 (yang telah diupload guru dalam Google Classroom) (P3 Gotong royong) <p>R = (Refleksi Terbimbing)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing peserta didik untuk dapat menemukan berbagai pengetahuan tentang materi pembelajaran. <p>D = (Demonstrasi Kontektual)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengerjakan tugas mandiri untuk lebih memahami materi pembelajaran (P3 Mandiri) <p>E = (Elaborasi Pemahaman)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing peserta didik yang mengalami kesulitan Peserta didik bisa bertanya jika ada kesulitan 	225'

Penutup	<p>K = (Koneksi Antar Materi Peserta didik bersama)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dapat menanyakan hal-hal yang belum dipahami melalui forum tanya jawab <p>A = (Aksi Nyata)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan tugas mencari contoh lain yang ada di sekitar yang berkaitan dengan materi • Peserta didik mengerjakan asesmen • Guru memberikan motivasi • Guru menutup dengan memberikan salam 	45'
----------------	--	------------

Pertemuan 13		
Tahapan	Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Orientasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pelajaran dengan memberi salam dan peserta didik menjawab salam dari guru 2. Salah satu peserta didik memimpin kegiatan berdoa sebelum pembelajaran dimulai (P3 Beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME) 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik dengan mengirimkan link daftar hadir 4. Peserta didik melakukan assesment diagnostik kognitif dan non kognitif. <p>Apersepsi</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Guru memberikan apersepsi dengan menggali pengetahuan awal peserta didik terkait : <ol style="list-style-type: none"> a. Proses kerja mobil listrik <p>Motivasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Guru memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari materi yang akan dipelajari <p>Pemberian Acuan</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang akan berlangsung 	45'
Kegiatan Inti	<p>Fase 1 : Reflection</p> <p>M = (Mulai Diri)</p> <p>Guru memberikan pertanyaan pemantik Guru memberikan materi pembelajaran berupa video atau bahan bacaan</p> <p>E = (Eksplorasi Konsep)</p> <p>Peserta didik diberikan masalah pada materi pembelajaran Peserta didik menggali konsep tentang materi pembelajaran (P3 bernalar kritis)</p> <p>Fase 2 : Research</p> <p>R = (Ruang Kolaborasi)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok. Masing-masing kelompok akan berdiskusi tentang permasalahan dalam LKPD 1 (yang telah diupload guru dalam Google Classroom) (P3 Gotong royong) <p>R = (Refleksi Terbimbing)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing peserta didik untuk dapat menemukan berbagai pengetahuan tentang materi pembelajaran. 	225'

	<p>D=(DemonstrasiKonstektual)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengerjakan tugas mandiri untuk lebih memahami materi pembelajaran (P3 Mandiri) <p>E = (Elaborasi Pemahaman)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing peserta didik yang mengalami kesulitan <p>Peserta didik bisa bertanya jika ada kesulitan</p>	
Penutup	<p>K = (Koneksi Antar Materi Peserta didik bersama)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dapat menanyakan hal-hal yang belum dipahami melalui forum tanya jawab <p>A = (Aksi Nyata)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan tugas mencari contoh lain yang ada di sekitar yang berkaitan dengan materi • Peserta didik mengerjakan asesmen • Guru memberikan motivasi • Guru menutup dengan memberikan salam 	45'

Pertemuan 14		
Tahapan	Kegiatan	Alokasi Waktu

<p>Pendahuluan</p>	<p>Orientasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pelajaran dengan memberi salam dan peserta didik menjawab salam dari guru 2. Salah satu peserta didik memimpin kegiatan berdoa sebelum pembelajaran dimulai (P3 Beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME) 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik dengan mengirimkan link daftar hadir 4. Peserta didik melakukan assesment diagnostik kognitif dan non kognitif. <p>Apersepsi</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Guru memberikan apersepsi dengan menggali pengetahuan awal peserta didik terkait : <ol style="list-style-type: none"> a. Komponen mobil listrik (nama, fungsi, cara kerja) <p>Motivasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Guru memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari materi yang akan dipelajari <p>Pemberian Acuan</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang akan berlangsung 	<p>45'</p>
<p>Kegiatan Inti</p>	<p>Fase 1 : Reflection</p> <p>M = (Mulai Diri) Guru memberikan pertanyaan pemantik Guru memberikan materi pembelajaran berupa video atau bahan bacaan</p> <p>E = (Eksplorasi Konsep) Peserta didik diberikan masalah pada materi pembelajaran Peserta didik menggali konsep tentang materi pembelajaran (P3 bernalar kritis)</p> <p>Fase 2 : Research</p> <p>R = (Ruang Kolaborasi)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok. Masing-masing kelompok akan berdiskusi tentang permasalahan dalam LKPD 1 (yang telah diupload guru dalam Google Classroom) (P3 Gotong royong) <p>R = (Refleksi Terbimbing)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing peserta didik untuk dapat menemukan berbagai pengetahuan tentang materi pembelajaran. <p>D = (Demonstrasi Kontektual)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengerjakan tugas mandiri untuk lebih memahami materi pembelajaran (P3 Mandiri) <p>E = (Elaborasi Pemahaman)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing peserta didik yang mengalami kesulitan <p>Peserta didik bisa bertanya jika ada kesulitan</p>	<p>225'</p>
<p>Penutup</p>	<p>K = (Koneksi Antar Materi Peserta didik bersama)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dapat menanyakan hal-hal yang belum dipahami melalui forum tanya jawab <p>A = (Aksi Nyata)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan tugas mencari contoh lain yang ada di sekitar yang berkaitan dengan materi • Peserta didik mengerjakan asesmen • Guru memberikan motivasi • Guru menutup dengan memberikan salam 	<p>45'</p>

Pertemuan 15		
Tahapan	Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Orientasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pelajaran dengan memberi salam dan peserta didik menjawab salam dari guru 2. Salah satu peserta didik memimpin kegiatan berdoa sebelum pembelajaran dimulai (P3 Beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME) 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik dengan mengirimkan link daftar hadir 4. Peserta didik melakukan assesment diagnostik kognitif dan non kognitif. <p>Apersepsi</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Guru memberikan apersepsi dengan menggali pengetahuan awal peserta didik terkait : <ol style="list-style-type: none"> a. Komponen mobil listrik (nama, fungsi, cara kerja) ; {lanjutan pertemuan ke-14} <p>Motivasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Guru memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari materi yang akan dipelajari <p>Pemberian Acuan</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang akan berlangsung 	45'
Kegiatan Inti	<p>Fase 1 : Reflection</p> <p>M = (Mulai Diri) Guru memberikan pertanyaan pemantik Guru memberikan materi pembelajaran berupa video atau bahan bacaan</p> <p>E = (Eksplorasi Konsep) Peserta didik diberikan masalah pada materi pembelajaran Peserta didik menggali konsep tentang materi pembelajaran (P3 bernalar kritis)</p> <p>Fase 2 : Research</p> <p>R = (Ruang Kolaborasi)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok. Masing- masing kelompok akan berdiskusi tentang permasalahan dalam LKPD 1 (yang telah diupload guru dalam Google Classroom) (P3 Gotong royong) <p>R = (Refleksi Terbimbing)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing peserta didik untuk dapat menemukan berbagai pengetahuan tentang materi pembelajaran. <p>D = (Demonstrasi Kontektual)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengerjakan tugas mandiri untuk lebih memahami materi pembelajaran (P3 Mandiri) <p>E = (Elaborasi Pemahaman)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing peserta didik yang mengalami kesulitan <p>Peserta didik bisa bertanya jika ada kesulitan</p>	225'

Penutup	<p>K = (Koneksi Antar Materi Peserta didik bersama)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dapat menanyakan hal-hal yang belum dipahami melalui forum tanya jawab <p>A = (Aksi Nyata)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan tugas mencari contoh lain yang ada di sekitar yang berkaitan dengan materi • Peserta didik mengerjakan asesmen • Guru memberikan motivasi • Guru menutup dengan memberikan salam 	45'
----------------	--	------------

Pertemuan 16		
Tahapan	Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Orientasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pelajaran dengan memberi salam dan peserta didik menjawab salam dari guru 2. Salah satu peserta didik memimpin kegiatan berdoa sebelum pembelajaran dimulai (P3 Beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME) 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik dengan mengirimkan link daftar hadir 4. Peserta didik melakukan assesment diagnostik kognitif dan non kognitif. <p>Apersepsi</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Guru memberikan apersepsi dengan menggali pengetahuan awal peserta didik terkait : <ol style="list-style-type: none"> a. Proses kerja engine Hybrid <p>Motivasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Guru memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari materi yang akan dipelajari <p>Pemberian Acuan</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang akan berlangsung 	45'
Kegiatan Inti	<p>Fase 1 : Reflection</p> <p>M = (Mulai Diri) Guru memberikan pertanyaan pemantik Guru memberikan materi pembelajaran berupa video atau bahan bacaan</p> <p>E = (Eksplorasi Konsep) Peserta didik diberikan masalah pada materi pembelajaran Peserta didik menggali konsep tentang materi pembelajaran (P3 bernalar kritis)</p> <p>Fase 2 : Research</p> <p>R = (Ruang Kolaborasi)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok. Masing- masing kelompok akan berdiskusi tentang permasalahan dalam LKPD 1 (yang telah diupload guru dalam Google Classroom) (P3 Gotong royong) <p>R = (Refleksi Terbimbing)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing peserta didik untuk dapat menemukan berbagai pengetahuan tentang materi pembelajaran. <p>D = (Demonstrasi Kontekstual)</p>	225'

	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengerjakan tugas mandiri untuk lebih memahami materi pembelajaran (P3 Mandiri) <p>E = (Elaborasi Pemahaman)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing peserta didik yang mengalami kesulitan <p>Peserta didik bisa bertanya jika ada kesulitan</p>	
Penutup	<p>K = (Koneksi Antar Materi Peserta didik bersama)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dapat menanyakan hal-hal yang belum dipahami melalui forum tanya jawab <p>A = (Aksi Nyata)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan tugas mencari contoh lain yang ada di sekitar yang berkaitan dengan materi • Peserta didik mengerjakan asesmen • Guru memberikan motivasi • Guru menutup dengan memberikan salam 	45'

Pertemuan 17		
Tahapan	Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Orientasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pelajaran dengan memberi salam dan peserta didik menjawab salam dari guru 2. Salah satu peserta didik memimpin kegiatan berdoa sebelum pembelajaran dimulai (P3 Beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME) 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik dengan mengirimkan link daftar hadir 4. Peserta didik melakukan assesment diagnostik kognitif dan non kognitif. <p>Apersepsi</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Guru memberikan apersepsi dengan menggali pengetahuan awal peserta didik terkait : <ol style="list-style-type: none"> a. Komponen engine hybrid (nama, fungsi, cara kerja) <p>Motivasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Guru memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari materi yang akan dipelajari <p>Pemberian Acuan</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang akan berlangsung 	45'
Kegiatan Inti	<p>Fase 1 : Reflection</p> <p>M = (Mulai Diri)</p> <p>Guru memberikan pertanyaan pemantik Guru memberikan materi pembelajaran berupa video atau bahan bacaan</p> <p>E = (Eksplorasi Konsep)</p> <p>Peserta didik diberikan masalah pada materi pembelajaran Peserta didik menggali konsep tentang materi pembelajaran (P3 bernalar kritis)</p> <p>Fase 2 : Research</p> <p>R = (Ruang Kolaborasi)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok. Masing-masing kelompok akan berdiskusi tentang permasalahan dalam LKPD 1 (yang telah diupload guru dalam Google Classroom) (P3 Gotong royong) 	225'

	<p>R = (Refleksi Terbimbing)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru membimbing peserta didik untuk dapat menemukan berbagai pengetahuan tentang materi pembelajaran. <p>D = (Demonstrasi Kontektual)</p> <ul style="list-style-type: none"> Peserta didik mengerjakan tugas mandiri untuk lebih memahami materi pembelajaran (P3 Mandiri) <p>E = (Elaborasi Pemahaman)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru membimbing peserta didik yang mengalami kesulitan <p>Peserta didik bisa bertanya jika ada kesulitan</p>	
Penutup	<p>K = (Koneksi Antar Materi Peserta didik bersama)</p> <ul style="list-style-type: none"> Peserta didik dapat menanyakan hal-hal yang belum dipahami melalui forum tanya jawab <p>A = (Aksi Nyata)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru memberikan tugas mencari contoh lain yang ada di sekitar yang berkaitan dengan materi Peserta didik mengerjakan asesmen Guru memberikan motivasi Guru menutup dengan memberikan salam 	45'

Pertemuan 17		
Tahapan	Kegiatan	Alokasi Waktu

<p>Pendahuluan</p>	<p>Orientasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pelajaran dengan memberi salam dan peserta didik menjawab salam dari guru 2. Salah satu peserta didik memimpin kegiatan berdoa sebelum pembelajaran dimulai (P3 Beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME) 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik dengan mengirimkan link daftar hadir 4. Peserta didik melakukan assesment diagnostik kognitif dan non kognitif. <p>Apersepsi</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Guru memberikan apersepsi dengan menggali pengetahuan awal peserta didik terkait : <ol style="list-style-type: none"> a. Komponen engine hybrid (nama, fungsi, cara kerja) ; {lanjutan pertemuan ke-17} <p>Motivasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Guru memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari materi yang akan dipelajari <p>Pemberian Acuan</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang akan berlangsung 	<p>45'</p>
<p>Kegiatan Inti</p>	<p>Fase 1 : Reflection</p> <p>M = (Mulai Diri) Guru memberikan pertanyaan pemantik Guru memberikan materi pembelajaran berupa video atau bahan bacaan</p> <p>E = (Eksplorasi Konsep) Peserta didik diberikan masalah pada materi pembelajaran Peserta didik menggali konsep tentang materi pembelajaran (P3 bernalar kritis)</p> <p>Fase 2 : Research</p> <p>R = (Ruang Kolaborasi)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok. Masing-masing kelompok akan berdiskusi tentang permasalahan dalam LKPD 1 (yang telah diupload guru dalam Google Classroom) (P3 Gotong royong) <p>R = (Refleksi Terbimbing)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing peserta didik untuk dapat menemukan berbagai pengetahuan tentang materi pembelajaran. <p>D = (Demonstrasi Kontektual)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengerjakan tugas mandiri untuk lebih memahami materi pembelajaran (P3 Mandiri) <p>E = (Elaborasi Pemahaman)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing peserta didik yang mengalami kesulitan <p>Peserta didik bisa bertanya jika ada kesulitan</p>	<p>225'</p>
<p>Penutup</p>	<p>K = (Koneksi Antar Materi Peserta didik bersama)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dapat menanyakan hal-hal yang belum dipahami melalui forum tanya jawab <p>A = (Aksi Nyata)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan tugas mencari contoh lain yang ada di sekitar yang berkaitan dengan materi • Peserta didik mengerjakan asesmen • Guru memberikan motivasi • Guru menutup dengan memberikan salam 	<p>45'</p>

F. Asesmen

Kerjakan soal berikut ini dengan baik dan benar !

1. Apa yang dimaksud dengan mesin konversi energi ? Jelaskan!
2. Hitung kapasitas mesin berikut, jika diketahui bahwa diameter piston 30mm dan Panjang langkah nya 32 mm !!
3. Jelaskan proses kerja engine 4 langkah dengan benar !!
4. Sebutkan komponen dalam siklus engine 4 langkah beserta fungsinya !!
5. jelaskan cara kerja engine 2 langkah !!
6. sebutkan perbedaan dari engine 2 langkah dengan 4 langkah !!
7. jelaskan tujuan dari diagram katup !!
8. jelaskan cara kerja dari engine diesel !!
9. sebutkan komponen-komponen dari engine diesel !!
10. jelaskan cara kerja mobil listrik !!
11. sebutkan komponen-komponen dari mobil listrik !!
12. jelaskan cara kerja engine jenis hybrid !!
13. sebutkan komponen-komponen dari engine hybrid !!

G. Pengayaan & Remedial

1. Pengayaan

Guru memberikan tugas pengayaan sebagai berikut :

- a. Membaca buku-buku tentang materi yang relevan.
- b. Mencari informasi secara online tentang materi
- c. Membaca surat kabar, majalah, serta berita online tentang materi
- d. Mengamati langsung tentang materi yang ada di lingkungan sekitar.
- e. Lakukan pembelajaran antar teman sebaya dimana orang yang paham menjadi tutor kepada teman yang kurang paham pada pembahasan.
- f. Lakukanlah identifikasi dari engine jenis gasoline dan diesel di bengkel sekolah, kemudian menjelaskannya secara langsung

2. Remedial

Bagi peserta didik yang belum mencapai tujuan pembelajaran, maka guru bisa memberikan soal tambahan misalnya.

- a. Jelaskan apa yang dimaksud dengan mesin konversi energi
- b. Jelaskan proses kerja engine 4 langkah
- c. Jelaskan perbedaan antara engine gasoline dengan diesel
- d. Sebutkan komponen inti dari mesin konversi energi
- e. Jelaskan perbedaan antara engine hybrid dengan listrik

H. Refleksi Peserta Didik dan Guru

Setelah mempelajari bab tiga ini, kalian tentu lebih memahami tentang :
Mesin konversi energi, jenis dari mesin konversi energi yang idantaranya adalah mesin pembakaran dalam jenis gasoline yang memiliki proses kerja 2 dan 4 langkah dalam menjalankan siklus kerja nya.
Dari semua materi yang sudah dijelaskan pada bab ini tentukan hal berikut ini

Materi pembelajaran atau topik mana yang menurut kalian paling sulit dipahami? Jelaskan Materi pembelajaran atau topik mana yang paling kalian sukai? Sebutkan alasannya!

Kemudian diskusikanlah dengan teman maupun guru kalian!

LEMBAR REFLEKSI

- Materi pembelajaran atau topik mana yang menurut kalian paling sulit dipahami? Jelaskan!

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

- Materi pembelajaran atau topik mana yang menurut kalian paling kalian sukai? Sebutkan alasannya!

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

III. LAMPIRAN :

A. Lampiran 1 LKPD



TUGAS I

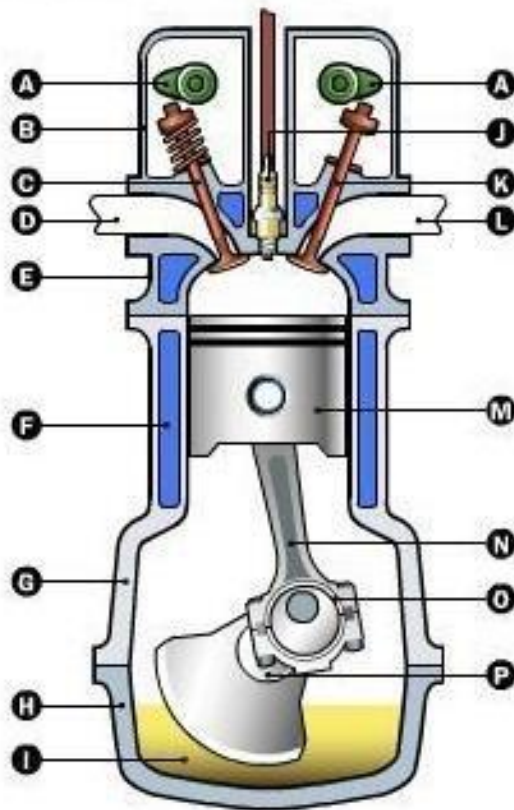
1. Sebuah motor mempunyai data sebagai berikut, diameter silinder 77 mm, langkah torak 69 mm, dan jumlah silinder 4. Hitung total volume motornya?
2. Sebuah motor bensin 6 silinder 2496 cc dan diameter silinder 82 mm. Berapa langkah torak motor tersebut?

TUGAS II



Perhatikan Gambar di Bawah Ini !!!

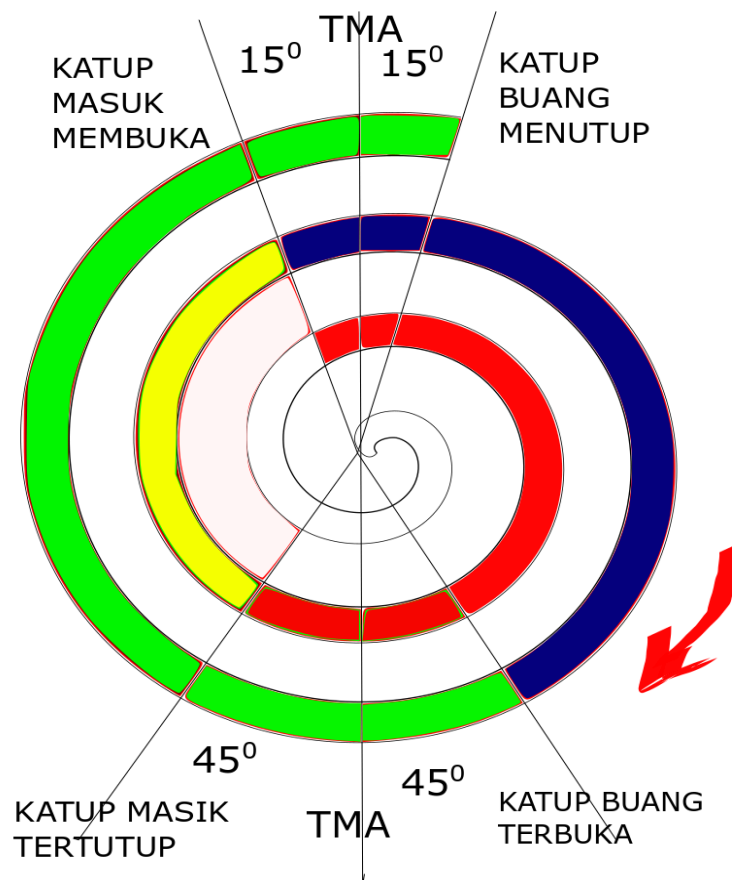
Sebutkan nama komponen yang di tandai dengan masing-masing huruf pada gambar, kemudian tuliskan fungsi dari komponen tersebut secara tepat dan jelas !!





Perhatikan gambar di bawah ini dan jawab pertanyaan nya dengan tepat !!!

1. Berapa lama katup IN terbuka ?
2. Berapa lama katup EX tertutup ?
3. Kapan katup IN mulai terbuka ?
4. Kapan katup IN tertutup sempurna ?
5. Kapan katup EX mulai terbuka ?
6. Kapan katup EX tertutup sempurna ?



B. **Lampiran 2 Materi (Bahan Bacaan Guru dan Peserta Didik)**

BAB VI

Tujuan Pembelajaran:

Mesin Konversi Energi

Setelah mempelajari pada bab ini diharapkan kalian mampu :

- Pengertian mesin konversi energi
- Siklus kerja engine 4 dan 2 langkah
-

Klasifikasi Mesin-Mesin Konversi Energi

Mesin-mesin konversi energi secara sederhana dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu mesin konversi energi konvensional, dan mesin energi konversinon- konvensional. Mesin konversi energi konvensional umumnya menggunakan sumber energi konvensional yang tidak terbarui, kecuali turbin hidropower, dan umumnya dapat diklasifikasikan menjadi motor pembakaran dalam, motor pembakaran luar, mesin-mesin fluida, serta mesin pendingin dan pengkondisian udara. Mesin konversi energi non-konvensional umumnya menggunakan energi yang dapat diperbarui, kecuali mesin energi konvensi berbahan dasar nuklir.

Motor Pembakaran Dalam

Motor pembakaran dalam dikembangkan oleh Motos Otto, atau Beaud Roches merupakan mesin pengonversi energi tak langsung, yaitudari energi bahan bakar

menjadi energi panas dan kemudian baru menjadi energi mekanis. Energi kimia bahan bakar tidak dikonversikan langsung menjadi energi mekanis. Bahan bakar standar motor bensin adalah iso oktan (C_8H_{18}). Efisiensi pengonversian energinya berkisar 30% ($\eta \pm 30\%$). Hal ini karena rugi-rugi: 50% rugi panas, gesek/mekanis, dan pembakaran tak sempurna. Sistem siklus kerja motor bensin dibedakan atas motor bensin dua langkah (two stroke), dan empat langkah (four stroke)

Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin penggerak

yang banyak dipakai dengan memanfaatkan energi kalor dari proses pembakaran menjadi energi mekanik. Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin kalor yang proses pembakarannya terjadi dalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus sebagai fluida kerjanya. Mesin yang bekerja dengan cara seperti tersebut disebut mesin pembakaran dalam. Adapun mesin kalor yang cara memperoleh energi dengan proses pembakaran di luar disebut mesin pembakaran luar. Sebagai contoh mesin uap, dimana energi kalor diperoleh dari pembakaran luar, kemudian dipindahkan ke fluida kerja melalui dinding pemisah.

Keuntungan dari mesin pembakaran dalam dibandingkan dengan mesin pembakaran luar adalah konstruksinya lebih sederhana, tidak memerlukan fluida kerja yang banyak dan efisiensi totalnya lebih tinggi. Sedangkan mesin pembakaran luar keuntungannya adalah bahan bakar yang digunakan lebih beragam, mulai dari bahan bakar padat sampai bahan-bakar gas, sehingga mesin pembakaran luar banyak dipakai untuk keluaran daya yang besar dengan bahan bakar murah. Pembangkit tenaga listrik banyak menggunakan mesin uap. Untuk kendaraan transpot mesin uap tidak banyak dipakai dengan pertimbangan konstruksinya yang besar dan memerlukan fluida kerja yang banyak.

1. Sejarah Motor Bakar

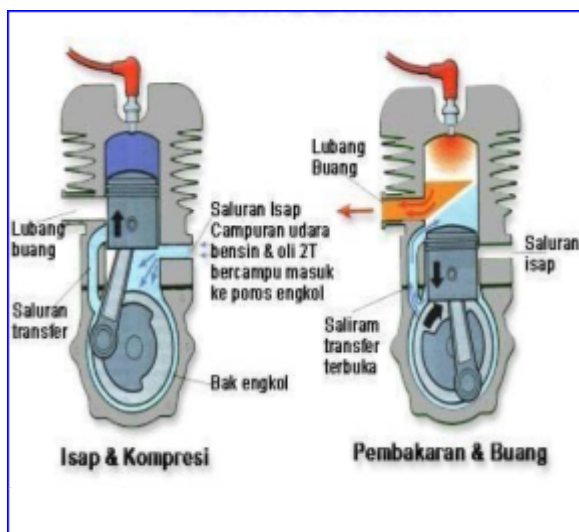
Sejarah motor bakar mengalami perkembangan yang menggembirakan sejak tahun 1864. Pada tahun tersebut Lenoir mengembangkan mesin pembakaran dalam tanpa proses kompresi. Campuran bahan bakar dihisap masuk silinder dan dinyalakan sehingga tekanan naik, selanjutnya gas pembakaran berekspansi yang mendorong piston, langkah berikutnya gas

pembakaran dibuang. Piston kembali bergerak menghisap campuran bahan bakar udara dengan

1865 diproduksi sebanyak 500 buah dengan daya 1,5 hp pada putaran 100 rpm.

Mesin berikutnya yang lebih efisien dari mesin Lenoir adalah Otto *langen engine*. Mesin ini terdiri dari piston yang tidak dihubungkan dengan poros engkol, tetapi piston bergerak bebas secara vertikal pada proses ledakan dan tenaga. Setelah itu, secara gravitasi piston bergerak turun dan terhubung dengan gigi pinion diteruskan ke roda gila. Selanjutnya energi yang tersimpan dalam roda gila digunakan oleh piston untuk energi langkah isap. Pada langkah isap campuran bahan bakar udara masuk silider untuk pembakaran

Siklus motor bensin 2 langkah



Motor bensin 2 langkah adalah motor bensin dimana untuk melakukan suatu kerja diperlukan 2 langkah gerakan piston atau 1 kali putaran poros engkol. Siklus kerja motor bensin 2 langkah dapat ditunjukkan sebagai berikut:

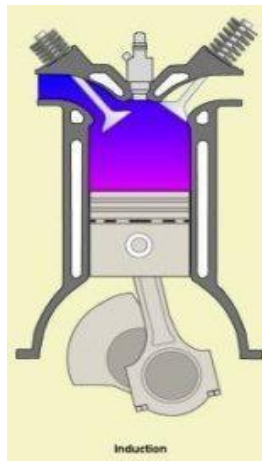
Langkah torak	Kejadian di atas torak	Kejadian di bawah torak
Torak bergerak dari TMB ke TMA (I)	<ul style="list-style-type: none"> • Akhir pembilasan diikuti pemampatan bahan bakar + udara • Setelah dekat TMA pembakaran dimulai. 	<ul style="list-style-type: none"> • Campuran bahan bakar dan udara baru masuk keruang engkol melalui saluran masuk
Torak bergerak dari TMA ke TMB (II)	<ul style="list-style-type: none"> • Akibat pembakaran, tekanan mendorong torak ke TMB. • Saluran buang terbuka, gas bekas terbuang dan didorong gas baru (pembilasan) 	<ul style="list-style-type: none"> • Campuran bahan bakar dan udara di ruang engkol tertekan dan akan naik keruang atas torak lewat saluran bilas

Siklus motor bensin 4 langkah

Motor bensin empat langkah adalah motor yang pada setiap empat langkah torak/torak (dua putaran engkol) menghasilkan satu tenaga kerja (satu langkah kerja).

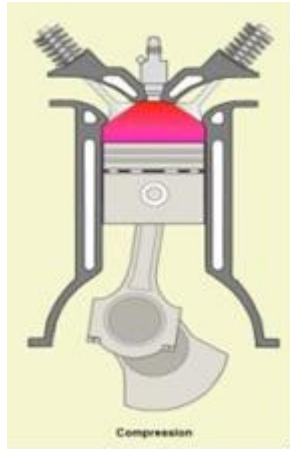
Berikut ini disajikan cara kerja dari motor bensin 4 langkah:

1. Langkah isap



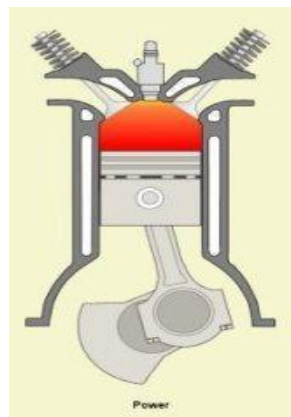
Pada saat langkah isap, katup masuk terbuka dan katup buang tertutup. Torak bergerak dari TMA (titik mati atas) dan berakhir di TMB (titik mati bawah). Gerakan torak mengakibatkan pembesaran volume silinder, maka menyebabkan kevakuman yang terjadi didalam silinder dan akan mengakibatkan masuknya campuran bahan bakar dan udara ke dalam silinder.

2. Langkah Kompresi



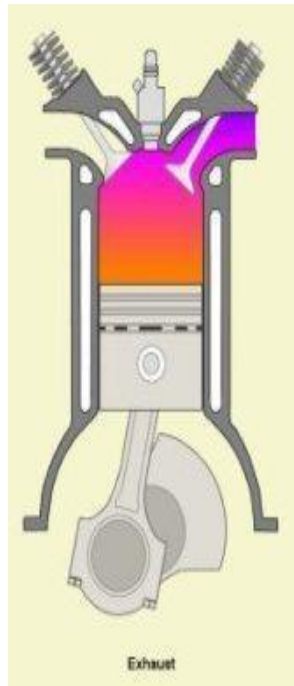
Pada langkah kompresi. Kedua katup tertutup dan campuran di dalam silinder dikompresikan sehingga tekanan dan temperatur naik. Sesaat sebelum akhir langkah kompresi, busi meletikkan bunga api untuk membakar gas akibatnya tekanan gas dalam silinder naik dengan cepat.

3. Langkah usaha/kerja

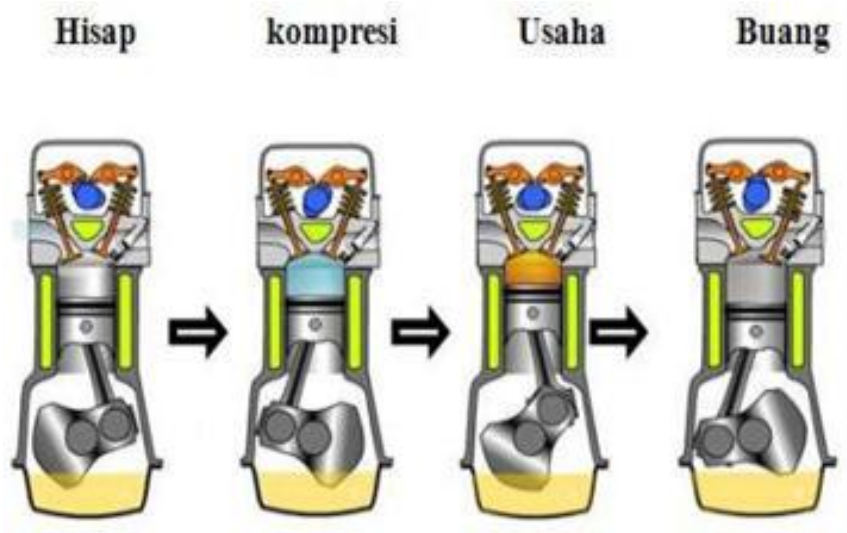


Pada langkah usaha atau kerja, torak bergerak dari titik mati atas menuju titik mati bawah. Kedua katup dalam posisi tertutup. Gas bertekanan tinggi hasil dari terjadinya proses pembakaran menekan torak bergerak turun dan memaksa engkol berputar. Oleh karena itu maka langkah ini disebut langkah usaha atau langkah kerja.

4. Langkah buang

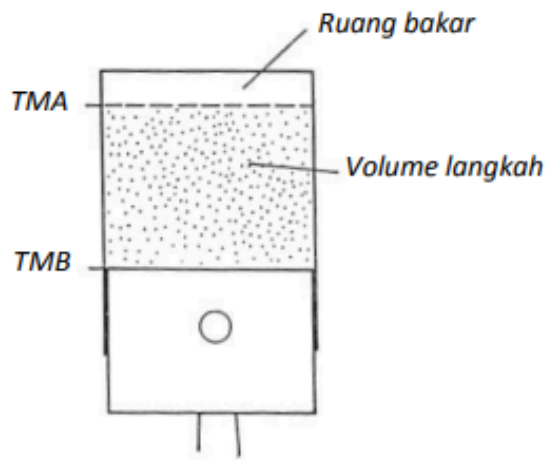


Langkah terakhir dari siklus 4 langkah adalah langkah pembuangan, terjadi ketika torak bergerak dari TMB ke TMA, katup buang terbuka dan katup masuk tertutup. Gas sisa pembakaran akan terdorong torak bergerak keluar. Bila torak mencapai titik mati atas, maka mulailah siklus baru lagi yang dimulai dengan langkah pemasukan atau pengisapan. Gambar selengkapnya dari siklus kerja motor 4 langkah bisa dilihat di gambar dibawah ini



Volume silinder (volume langkah)

Volume yang menunjukkan ketika torak bergerak dari TMB menuju TMA. Sedang total volume motor dikaitkan dengan banyaknya silinder pada motor tersebut Volume silinder adalah volume sepanjang langkah torak (dari TMB ke TMA) Umumnya volume silinder dari suatu motor dinyatakan dalam Cm^3 (cc) atau liter (l)



i = Jumlah silinder

Gambar 11.13. Volume silinder

$$\text{Rumus : } V_s = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot L \text{ [Cm}^3\text{]}$$

$$V_m = i \cdot V_s$$

D = Diameter silinder

L = Langkah torak

V_s (V_L) = Volume silinder (Volume langkah)

V_m = Volume motor keseluruhan

Contoh

Diketahui : Sebuah mobil 4 silinder dengan Volume motor = 1800 Cm^3

Jumlah silinder (i) = 4 ; Diameter silinder = $82 \text{ mm} = 8,2 \text{ cm}$

Ditanyakan : Langkah torak =

Jawab :

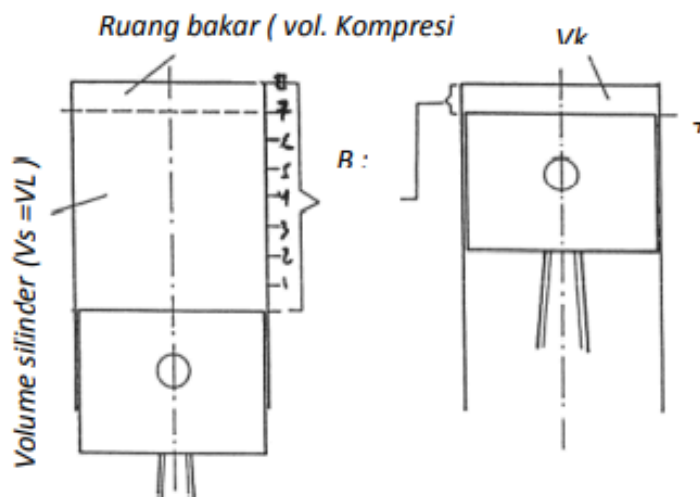
$$V_s = \frac{V_m}{i}$$

$$V_s = \frac{1800}{4} = 450 \text{ cm}^3$$

$$V_s = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot L$$

$$L = \frac{V_s}{\frac{\pi}{4} D^2} = \frac{450}{0,785 \cdot 67,24} = 8,5 \text{ cm} = 85 \text{ mm}$$

Perbandingan Kompresi



Pengertian Perbandingan kompresi (tingkat pemampatan) adalah angka perbandingan volume diatas torak saat torak berada di TMB dengan volume diatas torak saat torak berada di TMA

Rumus :

$$\Sigma = \frac{VL + V_k}{V_k}$$

Gambar 11.14. Perbandingan kompresi

$V_s = V_l =$ Volume Langkah

$V_k =$ Volume Kompresi

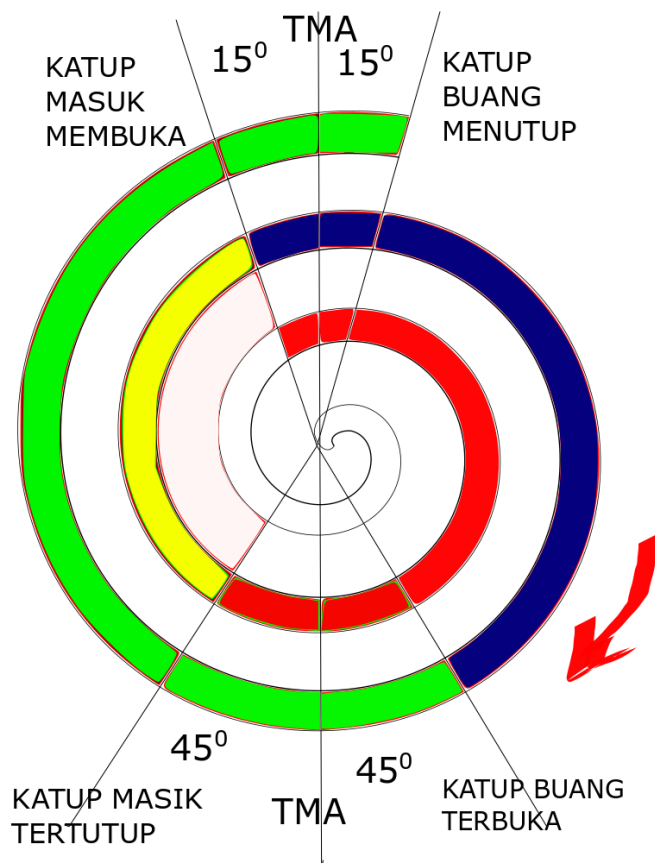
Besarnya perbandingan kompresi secara umum

Motor otto = 7 : 1 s/d 12 : 1

Motor diesel = 14 : 1 s/d 25 : 1

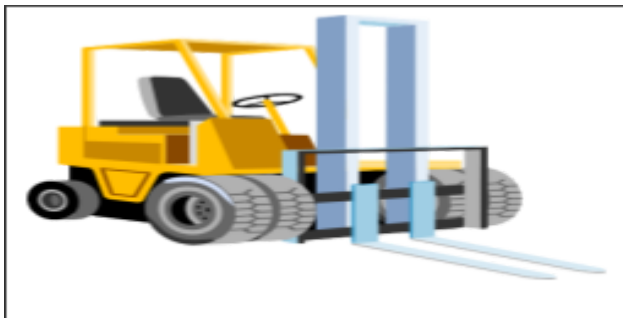
Diagram Pembukaan Katup

Diagram ini bertujuan untuk menginformasikan data mengenai waktu pembukaan dan penutupan katup dalam satu siklus kerja, seperti yang terlihat di gambar di bawah ini !!



MOTOR DIESEL

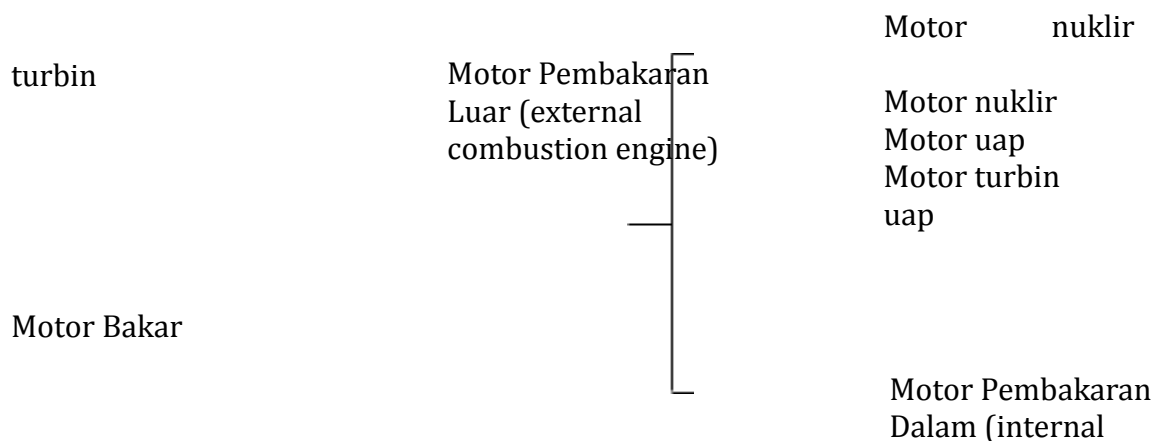
I. URAIAN



Gambar 1. Alat Angkat Bermotor Diesel

Roda-roda suatu kendaraan memerlukan adanya tenaga luar yang memungkinkan kendaraan dapat bergerak. Sumber dari luar yang menghasilkan tenaga disebut motor. Motor yang merubah tenaga panas menjadi tenaga mekanis disebut motor bakar.

II. MOTOR BAKAR



combustion
engine)

Motor bensin Motor Diesel
Motor gas turbin Motor
roket Motor jet
Motor gas

III. KARAKTERISTIK

Karakteristik motor diesel dan bensin adalah sebagai berikut :

Motor bensin :

- Kecepatannya tinggi.
- Mudah dalam pengoperasiannya.
- Pembakarannya sempurna.
- Digunakan pada mobil penumpang.

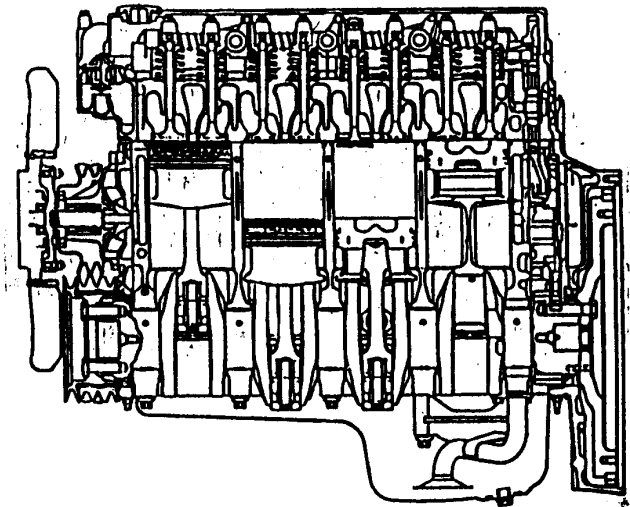
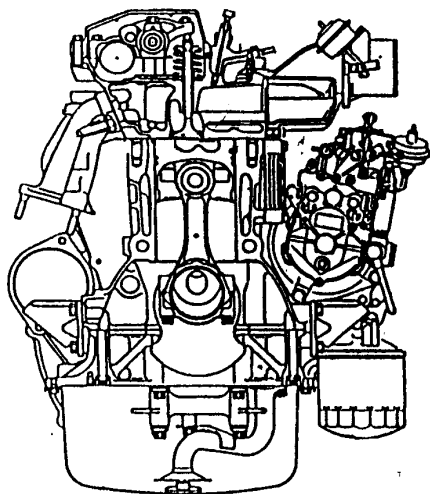
Motor diesel :

- Efisiensi panasnya tinggi.
- Bahan bakarnya hemat.
- Kecepatannya lebih rendah dibanding motor bensin.
- Getarannya besar dan berisik.
- Harganya lebih mahal.
- Digunakan pada kendaraan niaga.

MOTOR DIESEL

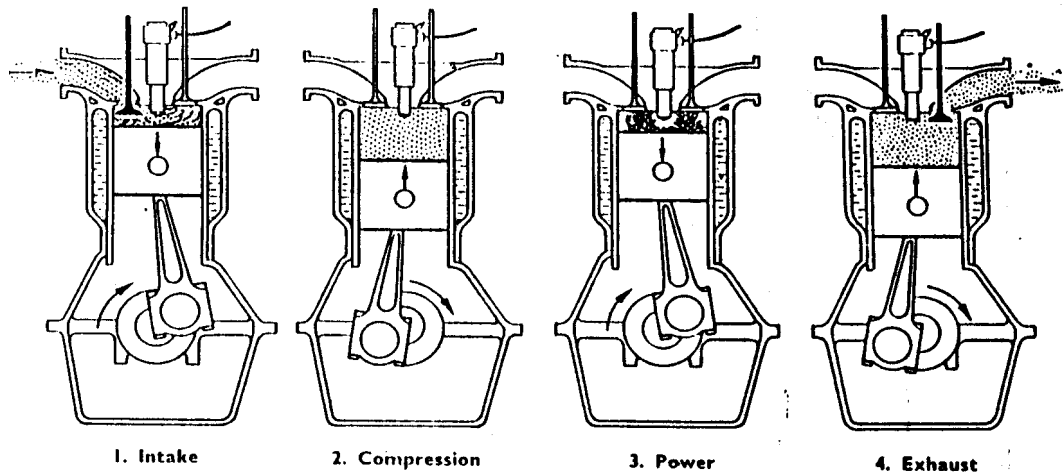
I. URAIAN

Motor diesel ditemukan oleh Rudolf Diesel, pada tahun 1872. Dahulu motor diesel menggunakan siklus diesel tapi sekarang ini menggunakan siklus sabathe. Motor diesel mempunyai tekanan kompresi yang tinggi ($30 - 45 \text{ kg/cm}^2$) agar temperatur udara yang dikompresikan mencapai 500°C atau lebih.



Gambar 2. Pandangan Samping Motor Diesel 4 Langkah

II. PRINSIP KERJA



Gambar 3. Langkah Kerja Motor Siesel

① Langkah Hisap

- Piston bergerak dari TMA ke TMB.
- Katup hisap terbuka.
- Katup buang tertutup.
- Terjadi kevakuman dalam silinder, yang menyebabkan udara murni masuk ke dalam silinder.

② Langkah Kompresi

- Piston bergerak dari TMB ke TMA.
- Katup hisap tertutup.
- Katup buang tertutup.
- Udara dikompresikan sampai tekanan dan suhunya menjadi 30 kg/cm^2 dan 500°C .

③ Langkah Usaha

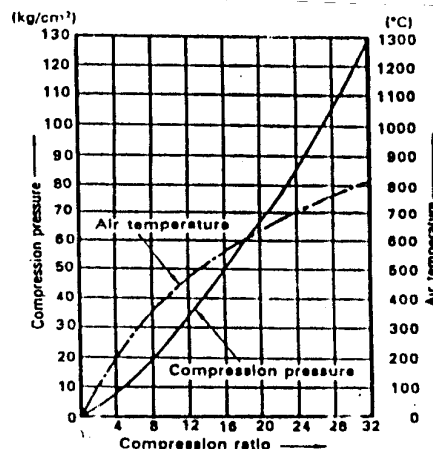
- Katup hisap tertutup.
- Katup buang tertutup.
- Injektor menyemprotkan bahan bakar sehingga terjadi pembakaran yang menyebabkan piston bergerak dari TMA ke TMB.

④ Langkah buang

- Piston bergerak dari TMB ke TMA.
- Katup hisap tertutup.
- Katup buang terbuka.
- Piston mendorong gas sisa pembakaran keluar.

III. SIKLUS PEMBAKARAN

① Perbandingan Kompresi dan Temperatur



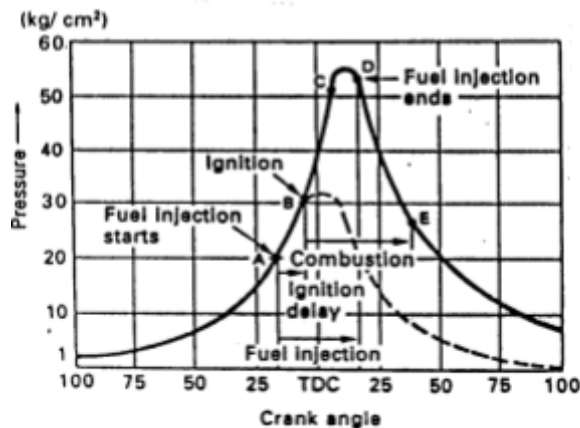
Gambar 4. Grafik Hubungan Perbandingan Kompresi

Udara dalam silinder dikompresikan oleh adanya gerakan naik piston yang menyebabkan temperatur meningkat.

Grafik di samping memperlihatkan hubungan secara teori antara perbandingan kompresi, tekanan kompresi dan suhu.

Apabila perbandingan kompresi 16, maka tekanan kompresi dan temperatur adalah 30 kg/cm² dan 500°C.

② Proses Pembakaran Motor Diesel



Gambar 5. Grafik Pembakaran

Proses pembakaran pada motor diesel dibagi menjadi 4 tahap :

1. Saat pembakaran tertunda (Ignition Delay)=A-B

Tahap di mana bahan bakar yang diinjeksikan baru bercampur dengan udara agar terbentuk campuran yang homogen.

2. Saat perambatan api (Flame propagation) = B - C

Terjadi pembakaran di beberapa tempat yang menyebabkan terjadinya letupan api yang mengakibatkan kenaikan tekanan dan temperatur secara drastis.

3. Saat pembakaran langsung (Direct Combustion) = C - D

Pada phase ini, bahan bakar yang diinjeksikan langsung terbakar.

4. Saat Pembakaran Lanjut (After Burning) = D - E

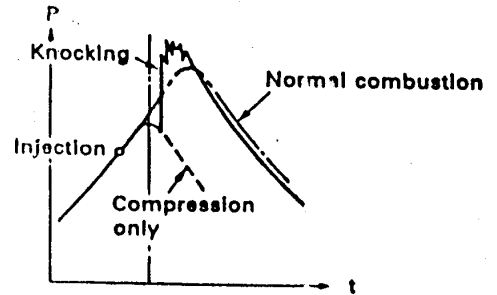
Phase ini membakar sisa campuran bahan bakar dan udara yang belum terbakar.

IV. DETONASI (KNOCKING)

Detonasi adalah getaran atau suara ledakan yang ditimbulkan oleh pembakaran yang tidak sempurna.

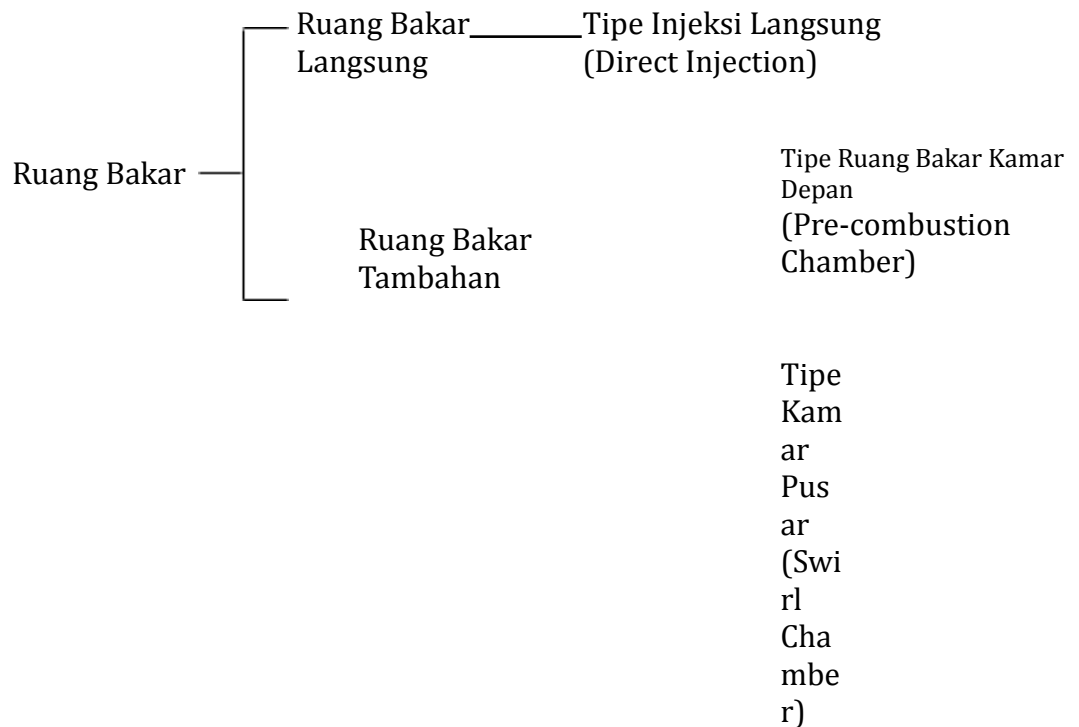
Metoda dibawah ini adalah cara mengatasinya :

1. Gunakan solar yang angka cetane-nya tinggi.
2. Meningkatkan tekanan dan temperatur udara.
3. Mengurangi volume injeksi saat mulai injeksi.
4. Meningkatkan temperatur ruang bakar.

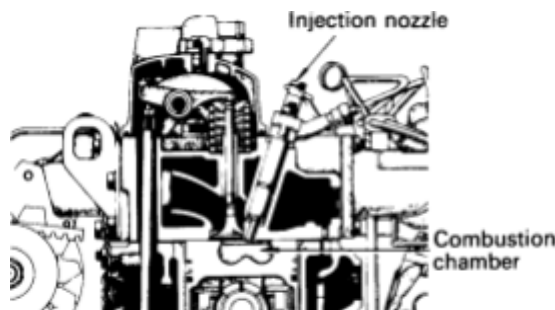


V. MACAM-MACAM RUANG BAKAR MOTOR DIESEL

Motor diesel dibagi berdasarkan bentuk ruang bakarnya :



① Tipe Injeksi Langsung (Direct Injection)

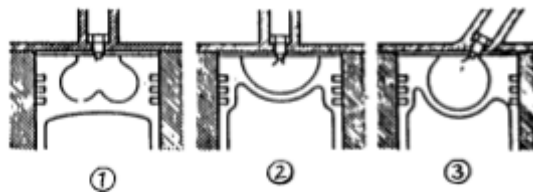


Injection nozzle menyemprotkan bahan bakar langsung ke ruang bakar utama (main combustion) yang terdapat

pada piston dan cylinder head.

Gambar 6. Tipe Injeksi Langsung

- Macam-macam Ruang Injeksi Langsung



1. Multi-spherical.
2. Hemispherical.
3. Spherical.

Gambar 7. Macam Ruang Injeksi

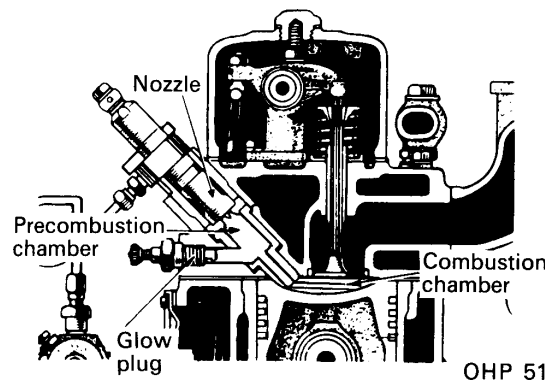
- Keuntungan :

1. Efisiensi panas tinggi (tidak memerlukan glow plug).
2. Konstruksi cylinder head sederhana.
3. Karena kerugian panas kecil, perbandingan kompresi dapat diturunkan.

- Kerugian :

1. Pompa injeksi harus menghasilkan tekanan yang tinggi.
2. Kecepatan maksimum lebih rendah.
3. Suara lebih besar (berisik).
4. Bahan bakar harus bermutu tinggi.

② Tipe Ruang Bakar Kamar Depan



Bahan bakar disemprotkan oleh injection nozzle ke pre-combustion chamber. Sebagian akan terbakar di tempat dan sisanya yang tidak terbakar akan dibakar habis di ruang bakar utama (main chamber).

Gambar 8. Tipe Ruang bakar Kamar Depan

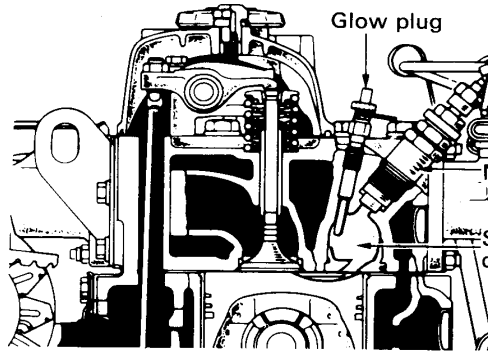
- Keuntungan :

1. Pemakaian bahan bakar lebih luas.
2. Detonasi dapat dikurangi karena menggunakan injektor tipe throttle.
3. Motor tidak terlalu peka terhadap perubahan timing injeksi.

- Kerugian :

1. Cylinder head rumit dan biaya pembuatan mahal.
2. Memerlukan glow plug.
3. Pemakaian bahan bakar lebih boros.

③ Tipe Kamar Puser (Swirl Chamber Type)

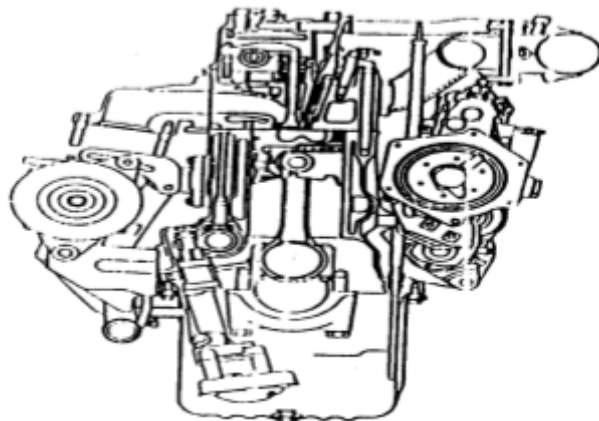


Kamar puser mempunyai bentuk spherical. Udara yang dikompresikan piston me- masuki kamar puser dan membentuk aliran turbulensi. Sebagian akan terbakar di tempat dan sisanya yang tidak terbakar akan dibakar habis di main combustion chamber.

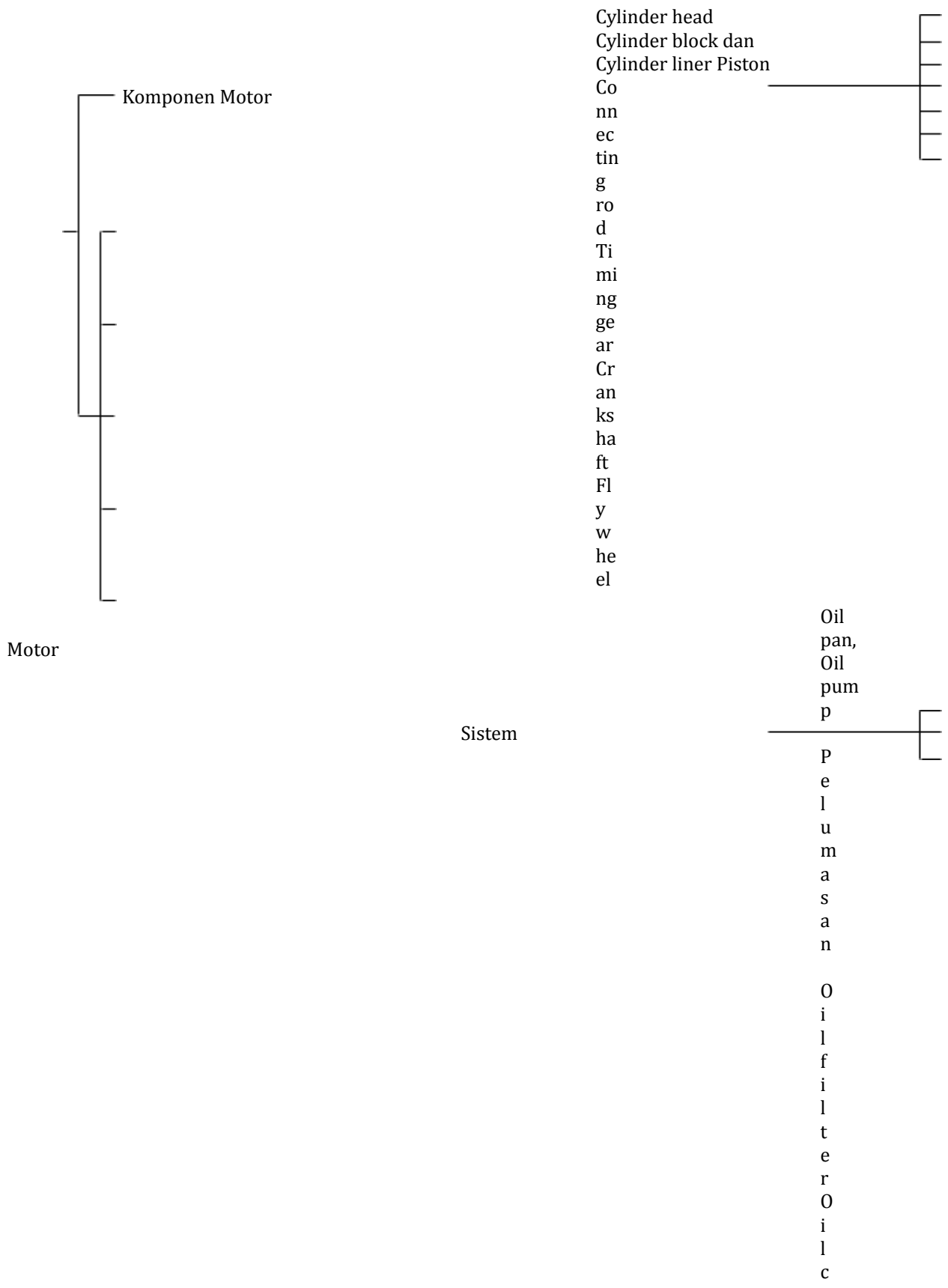
Gambar 9. Tipe Kamar Puser

- Keuntungan :
 1. Kecepatan motor tinggi.
 2. Gangguan pada nozzle (tipe pin) lebih kecil.
 3. Operasi motor lebih halus.
- Kerugian :
 1. Konstruksi cylinder head rumit.
 2. Effisiensi panas rendah.
 3. Menggunakan glow plug.
 4. Detonasi lebih mudah terjadi.

VI. KONSTRUKSI MOTOR DIESEL



Gambar 10. Penampang Konstruksi Motor



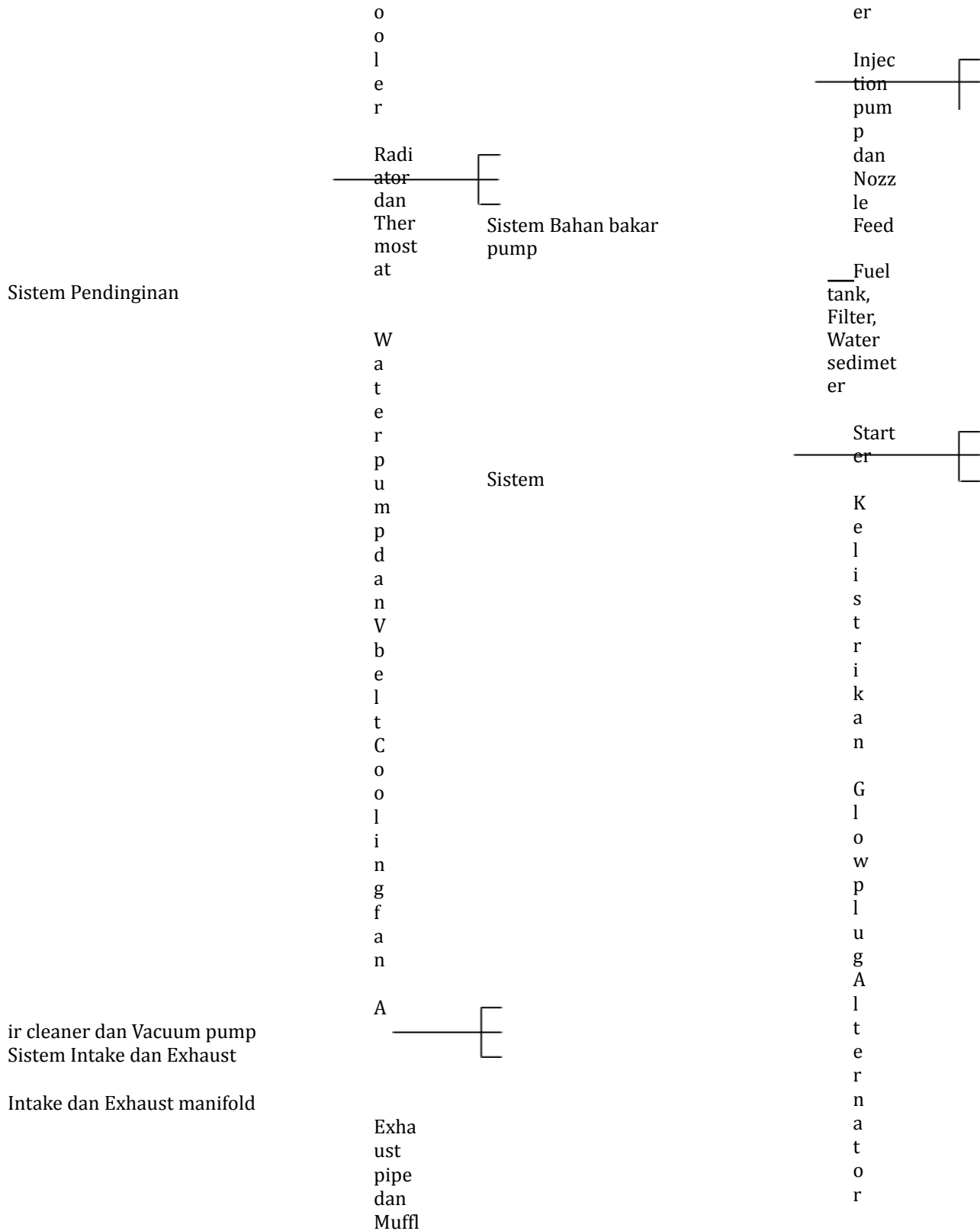
Komponen Motor

Motor

Cylinder head
 Cylinder block dan
 Cylinder liner Piston
 Co
 nn
 ec
 tin
 g
 ro
 d
 Ti
 mi
 ng
 ge
 ar
 Cr
 an
 ks
 ha
 ft
 Fl
 y
 w
 he
 el

Sistem

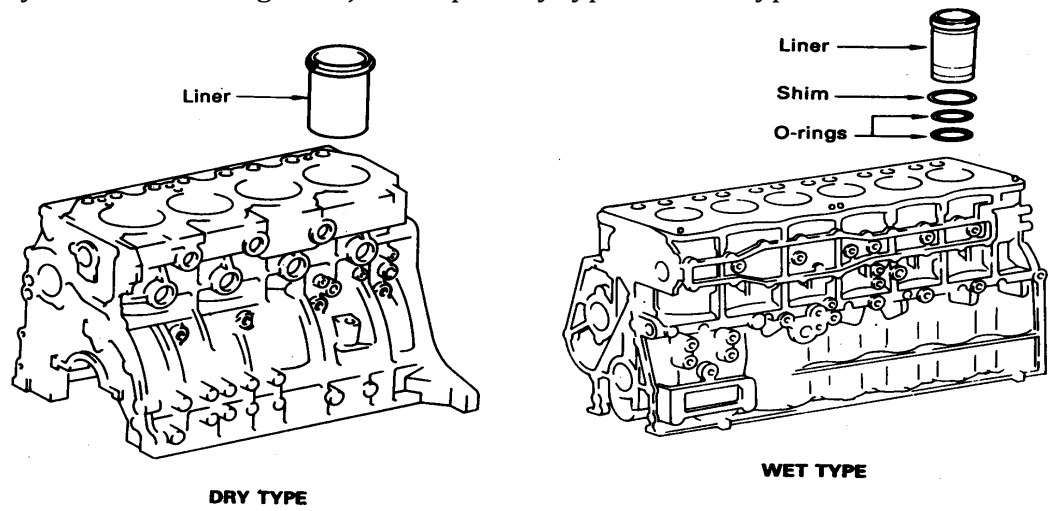
Oil
 pan,
 Oil
 pum
 p
 P
 e
 l
 u
 m
 a
 s
 a
 n
 O
 i
 l
 f
 i
 l
 t
 e
 r
 O
 i
 l
 c



VII. KELENGKAPAN MOTOR DIESEL

① Cylinder Block dan Cylinder Liner

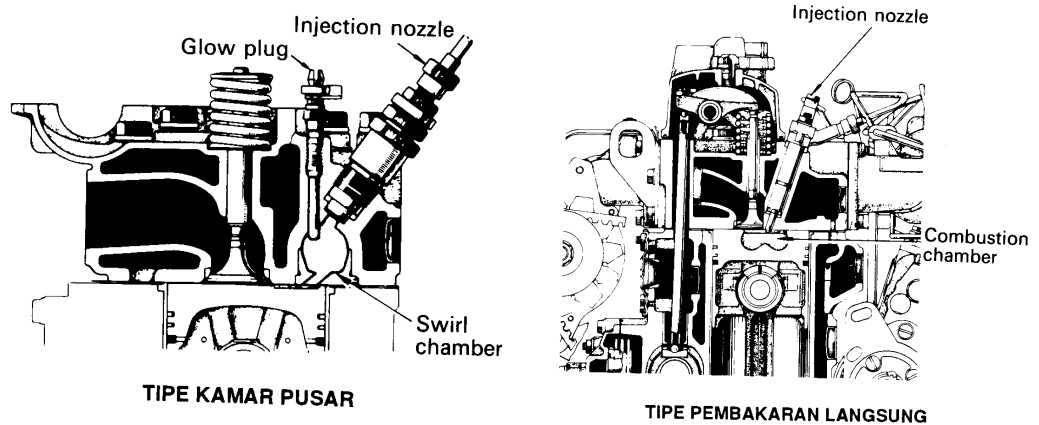
Cylinder block terbuat dari besi tuang dan berfungsi untuk dudukan komponen-komponen motor dan terdapat water jacket untuk tempat aliran air pendingin. Cylinder liner adalah silinder yang dapat dilepas. Cylinder liner dibagi menjadi 2 tipe : dry type dan wet type.



Gambar 11. Cylinder Block Motor

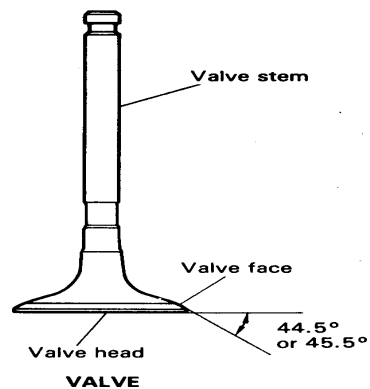
② Cylinder Head

Karena perbandingan kompresinya lebih tinggi, ruang bakar motor diesel lebih kecil dari ruang bakar motor bensin dan konstruksi lebih rumit. Cylinder head terbuat dari besi tuang dan berfungsi sebagaiudukan mekanisme katup, injektor dan glow plug juga sebagai ruang bakar.



Gambar 12. Kepala Silinder

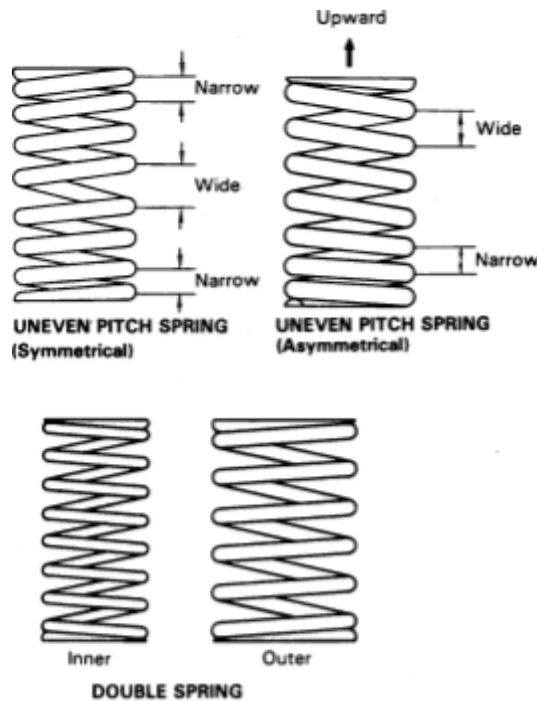
● Katup



Katup terbuat dari baja khusus (special steel). karena katup berhubungan dengan tekanan dan temperatur tinggi. Pada umumnya katup masuk lebih besar dari katup buang. Agar katup menutup rapat pada dudukannya, maka permukaan sudut katup (valve face angle) dibuat pada $44,5^\circ$ atau $45,5^\circ$.

Gambar 13. Katup

- Pegas Katup



Pegas katup (valve spring) digunakan untuk menutup katup.

Pada umumnya motor menggunakan 1 pegas untuk tiap katupnya, tetapi ada juga yang menggunakan 2 pegas.

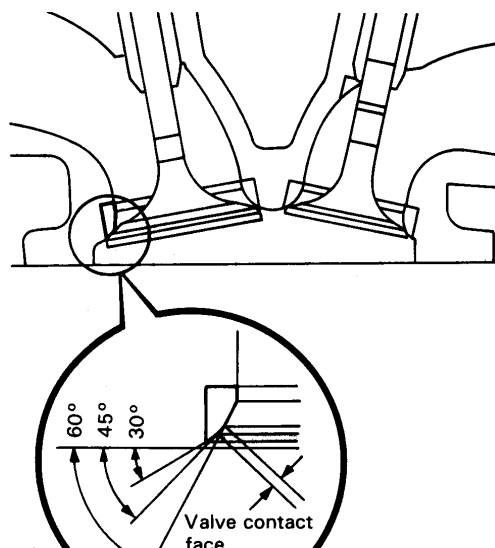
Penggunaan pegas yang jarak pitchnya berbeda (uneven pitch spring) / pegas ganda (double spring adalah untuk mencegah katup melayang.

Katup melayang adalah gerakan katup yang tidak seirama dengan gerakan cam saat putaran tinggi.

Pegas dengan jarak pitch berbeda tipe asymetrical dipasang dengan bagian yang lebih renggang pada posisi atas.

Gambar 13. Pegas Katup

- Dudukan Katup



Dudukan katup (valve seat) dipa-sang dengan jalan dipres pada kepala silinder. Valve seat berfungsi untuk dudukan katup sekaligus memindahkan panas dari katup ke kepala silinder.

Dudukan katup terbuat dari baja khusus tahan panas dan aus.

Lebar persinggungan katup adalah 1,2 - 1,8 mm.

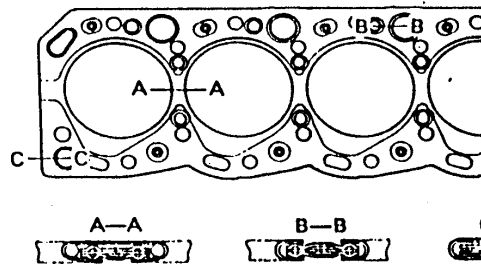
Gambar 14. Dudukan Katup

- Bushing Pengantar Katup dan Oil Seal

Bushing penghantar katup terbuat dari besi tuang dan berfungsi untuk mengarahkan katup agar duduk tepat pada valve seat. Gerakan katup yang tidak lembut atau batang katup yang macet pada bushing penghantar katup disebut katup macet (valve stinking).

Oil seal berfungsi untuk mencegah oli motor masuk ke ruang bakar melalui bushing katup, bila oil seal rusak akan menyebabkan oli masuk ke dalam ruang bakar, akibatnya oli menjadi boros. Biasanya lebih mudah masuk ke ruang bakar melalui katup masuk.

③ Gasket Kepala Silinder



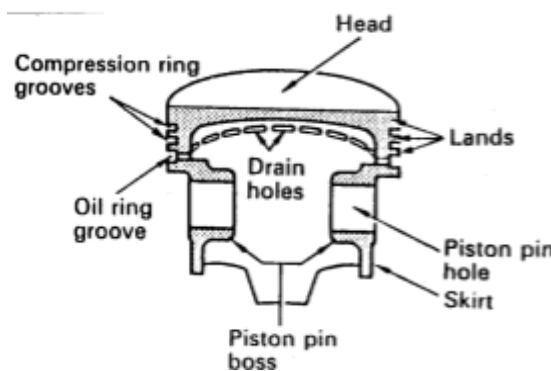
Gasket kepala silinder (cylinder head gasket) letaknya antara blok silinder dan kepala silinder, fungsinya untuk mencegah kebocoran gas pembakaran (kompresi), air pendingin dan oli.

Umumnya gasket terbuat dari gabungan karbon dan lembaran baja (carbon clad sheet steel) atau steel laminated.

Gambar 14. Gasket Kepala Silinder

④ Piston

- Konstruksi



Piston bergerak turun naik di dalam silinder untuk melakukan langkah hisap, kompresi, usaha, dan buang. Fungsi utama dari piston adalah untuk menerima tekanan pembakaran dan meneruskannya ke poros engkol melalui connecting rod.

Piston terbuat dari aluminium alloy (paduan aluminium), karena ringan dan radiasi

panas baik.

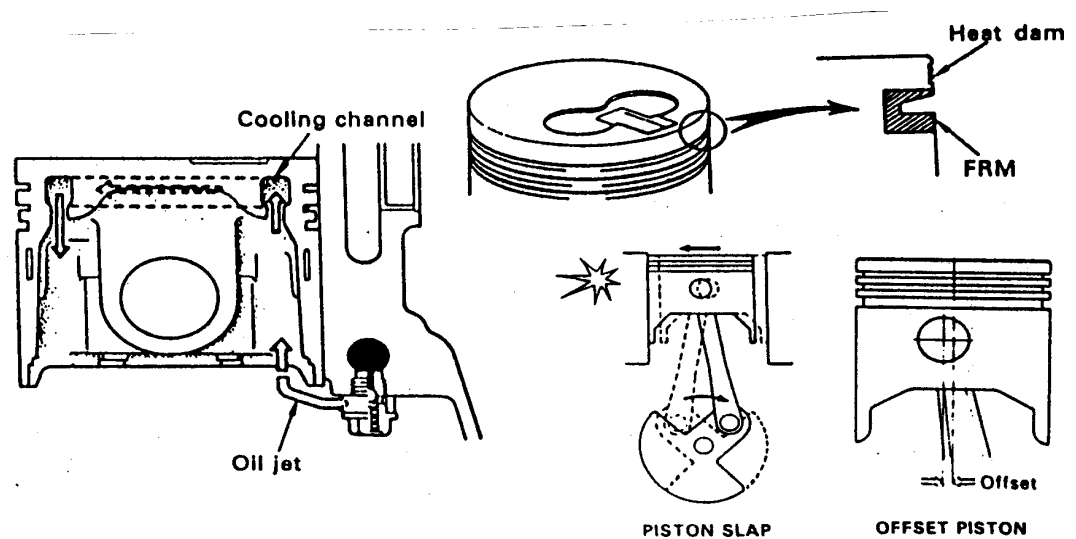
Gambar 15. Piston/Torak

Pada piston motor diesel tipe injeksi langsung terdapat lubang yang berfungsi sebagai ruang bakar.

Pada sebagian piston, pada kepalanya diberi heat dam dan ada juga yang pada ring slot pertama dibuat dari FRM (Fiber Reinforced Metal) yang merupakan perpaduan antara aluminium dan ceramic fiber.

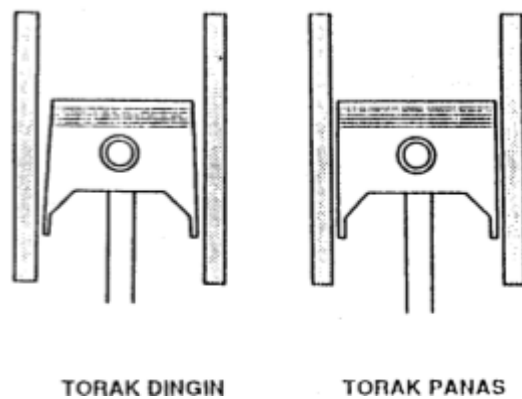
Kedua cara ini bertujuan untuk mencegah perubahan bentuk piston pada groove no. 1 karena panas.

Pada beberapa piston terdapat offset dan cooling channel. Offset berfungsi untuk mencegah keausan ke satu sisi yang berlebihan. Cooling channel berfungsi untuk mendinginkan piston. Piston slap adalah benturan ke samping akibat tenaga dorong pembakaran.



Gambar 16. Kelengkapan Piston

- Celah Piston (Celah Antara Piston dengan Silinder)



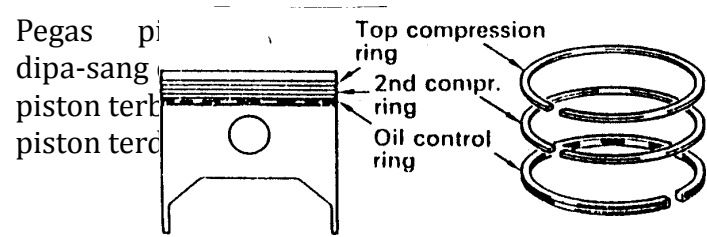
Saat piston menjadi panas akan terjadi sedikit pemuaiannya dan mengakibatkan diameternya bertambah, maka antara silinder dan piston dibuat celah yang disebut piston clearance.

Pada umumnya celah piston antara 0,02 – 0,12 mm.

Bentuk piston saat dingin, diameter atas lebih kecil dari diameter bawah.

Gambar 17. Celah Piston

- Pegas Piston



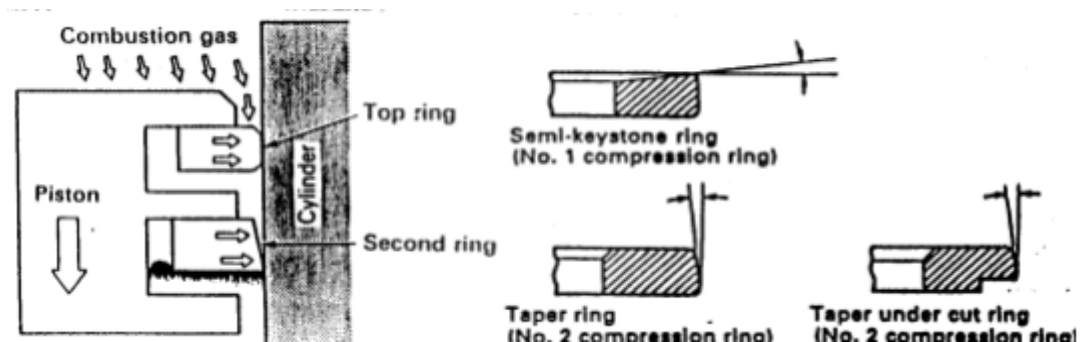
Gambar 17. Pegas Piston

Ring piston berfungsi untuk :

- Mencegah kebocoran selama langkah kompresi dan usaha.
- Mencegah oli yang melumasi piston dan silinder masuk ke ruang bakar.
- Memindahkan panas dari piston ke dinding silinder.

1. Pegas Kompresi

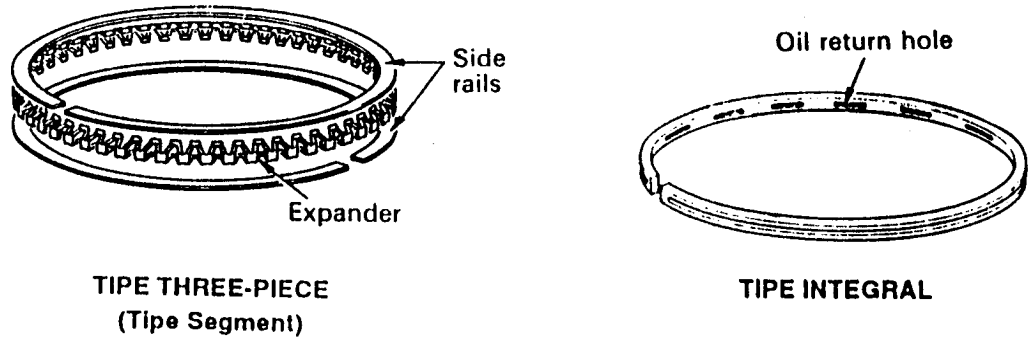
Pada setiap piston terdapat 2 pegas kompresi. Pegas kompresi ini disebut top compression ring dan second compression ring.



Gambar 18. Posisi Pegas Kompresi

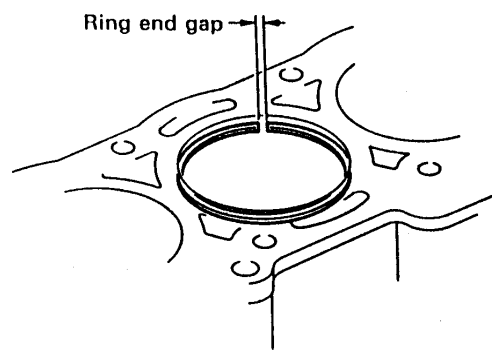
2. Pegas Pengontrol Oli

Pegas pengontrol oli (oil control ring) diperlukan untuk membentuk lapisan oli tipis (oil film) antara piston dan dinding silinder. Pegas oli ini disebut third ring. Ada dua tipe pegas, integral dan segment.



Gambar 19. Tipe Pegas

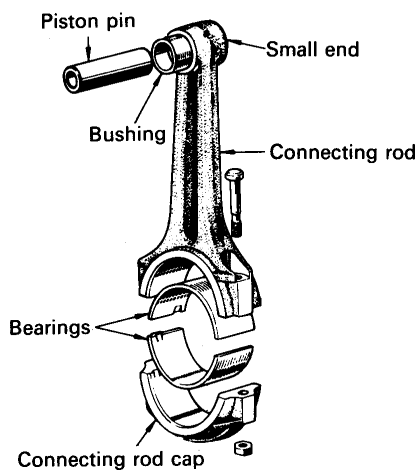
3. Celah Ujung Pegas



Gambar 20. Celah Pegas

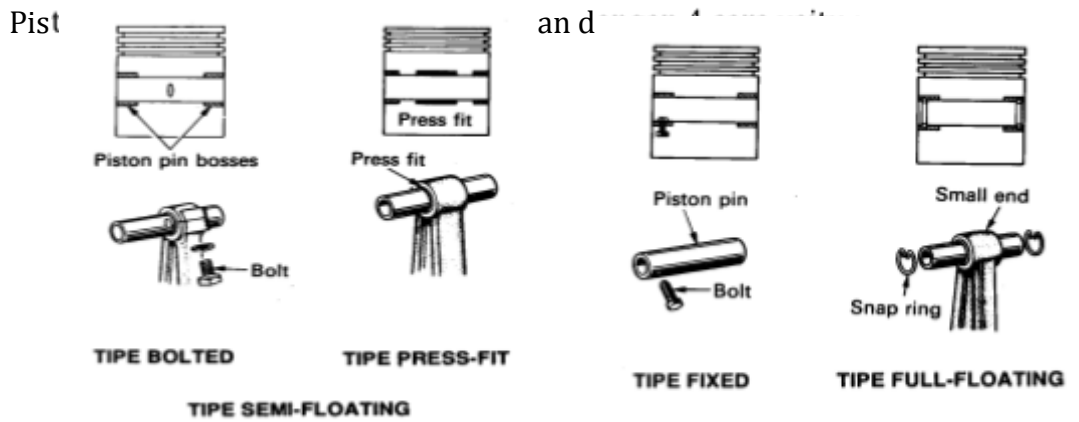
Pegas piston akan mengembang bila dipanaskan. Dengan alasan ini pada ujung ring piston harus terdapat celah yang disebut ring end gap. Besarnya celah pada umumnya adalah 0,2 - 0,5 mm pada temperatur ruangan, dan diukur pada 10 mm dan 120 mm dari atas silinder.

• Pena Piston



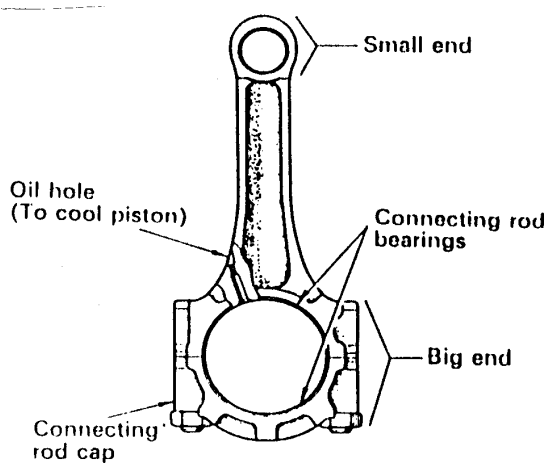
Pena piston (piston pin) menghubungkan piston dengan bagian ujung yang kecil dari connecting rod. Dan meneruskan tekanan pembakaran yang berlaku pada torak ke connecting rod. Pena piston berlubang di dalamnya untuk mengurangi berat yang berlebihan dan kedua ujung ditahan oleh bushing pena torak (piston pin boss).

Gambar 21. Pena Piston



Gambar 22. Tipe Pena Piston

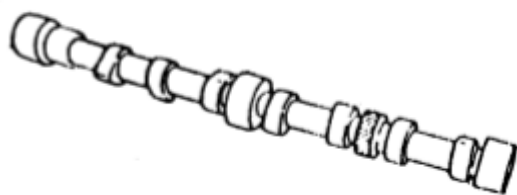
⑤ Batang Piston



Gambar 22. Batang Piston

Batang piston (connecting rod) berfungsi untuk meneruskan tenaga yang dihasilkan oleh piston ke crank shaft. Bagian ujung connecting rod yang berhubungan dengan piston pin disebut small end, dan yang berhubungan dengan poros engkol adalah big end. Pada connecting rod terdapat oil hole yang berfungsi untuk memercikkan oli untuk melumasi piston.

⑥ Poros Nok



Poros nok berfungsi untuk menggerakkan mekanisme katup dan pompa oli. Untuk motor bensin ditambah menggerakkan pompa bahan bakar dan distributor.

Gambar 23. Poros Nok/Kam

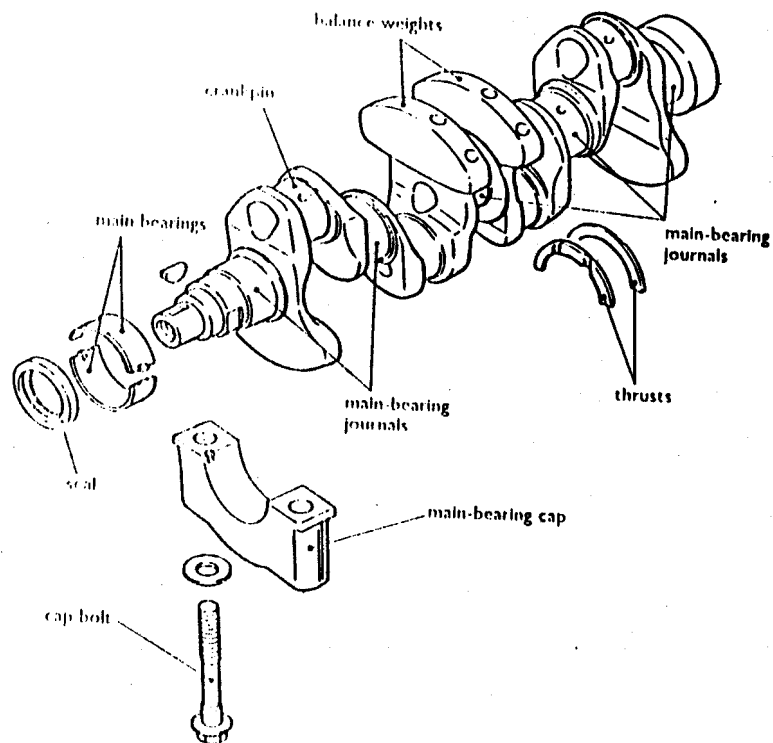
⑦ Poros Engkol dan Bantalan Poros Engkol

Poros engkol (crankshaft) terbuat dari baja carbon dan berfungsi untuk merubah gerak naik turun piston menjadi gerak putar.

Bantalan poros engkol terbuat dari logam putih (baja + timah, timah hitam dan seng), logam kelmet (baja + tembaga dan timah hitam), logam alumunium (baja + alumunium dan timah).

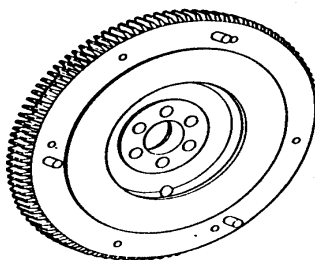
Pada bantalan terdapat locking lip yang berfungsi untuk mencegah bantalan ikut berputar.

Thrust washer berfungsi untuk mencegah gerak aksial (maju mundur) yang berlebihan.



Gambar 24. Poros Engkol dan Kelengkapannya

⑧ Roda Penerus

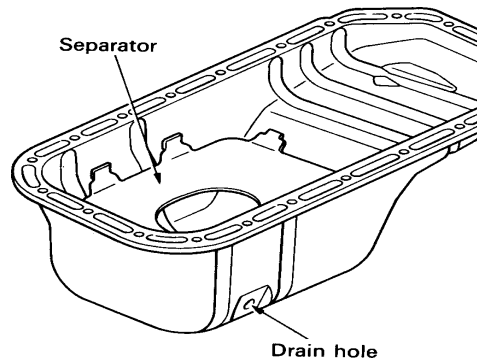


Roda penerus (flywheel) terbuat dari baja tuang dan berfungsi untuk menyimpan tenaga putar motor.

Flywheel dilengkapi dengan ring gear yang berfungsi untuk perkaitan dengan gigi pinion motor starter.

Gambar 25. Roda Penerus

⑨ Bak Oli (Oil Pan)

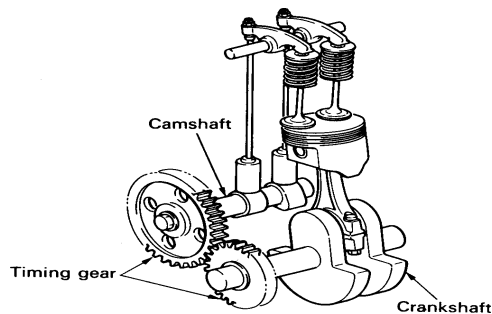


Oil pan terbuat dari baja dan dilengkapi separator untuk menjaga agar permukaan oli tetap rata ketika keti-
daraan dalam posisi miring. Penyumbat oli (drain plug) letak-nya di bagian bawah oil pan yang berfungsi untuk mengeluarkan oli motor bekas.

Gambar 26. Panci Pelumas

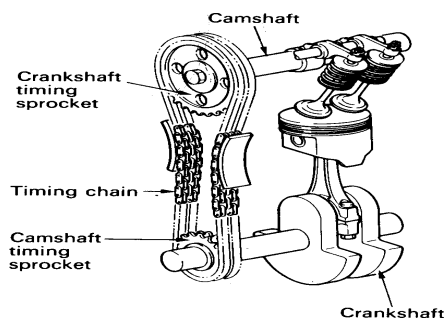
⑩ Mekanisme Katup

- Metoda Menggerakkan Katup



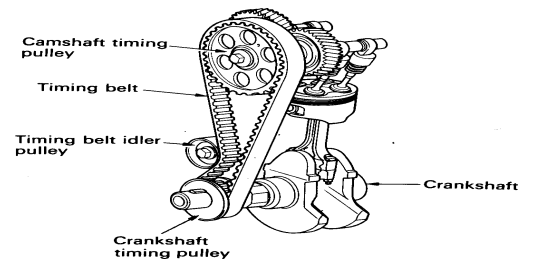
Camshaft digerakkan oleh crank-shaft dengan 3 cara :

1. Timing gear.

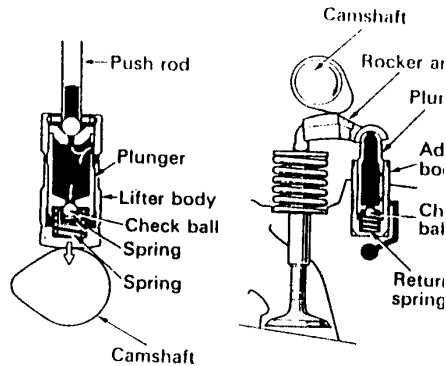


Gambar 27. Katup dan Kelengkapannya

2. Timing chain.
3. Timing belt.

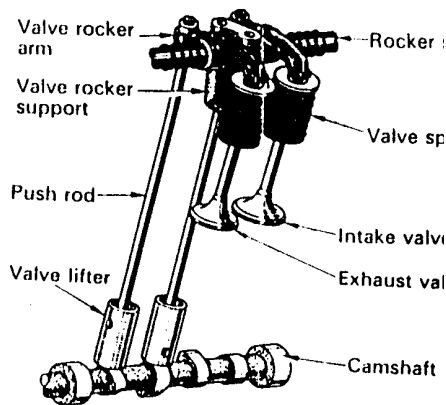


- Pengangkat Katup (Tappet valve)



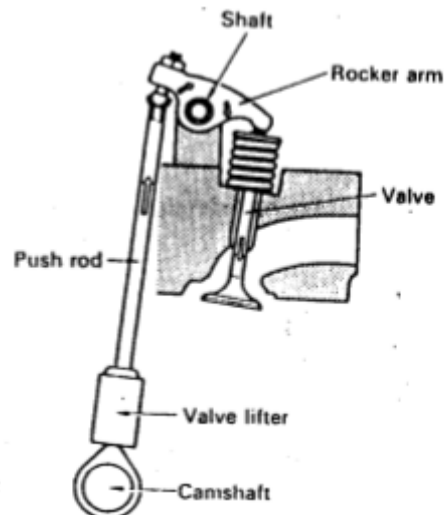
Pengangkat katup (valve lifter) berfungsi untuk meneruskan gerakan camshaft ke push rod. Pada motor yang menggunakan lifter konvensional celah katupnya harus distel, tetapi ada mesin yang menggunakan hydraulic lifter tidak perlu melakukan penyetelan celah katup karena celahnya selalu 0 mm.

- Batang Penekan (Push rod)



Batang penekan (push rod) berfungsi untuk meneruskan gerakan lifter ke rocker arm.

- Rocker Arm dan Shaft

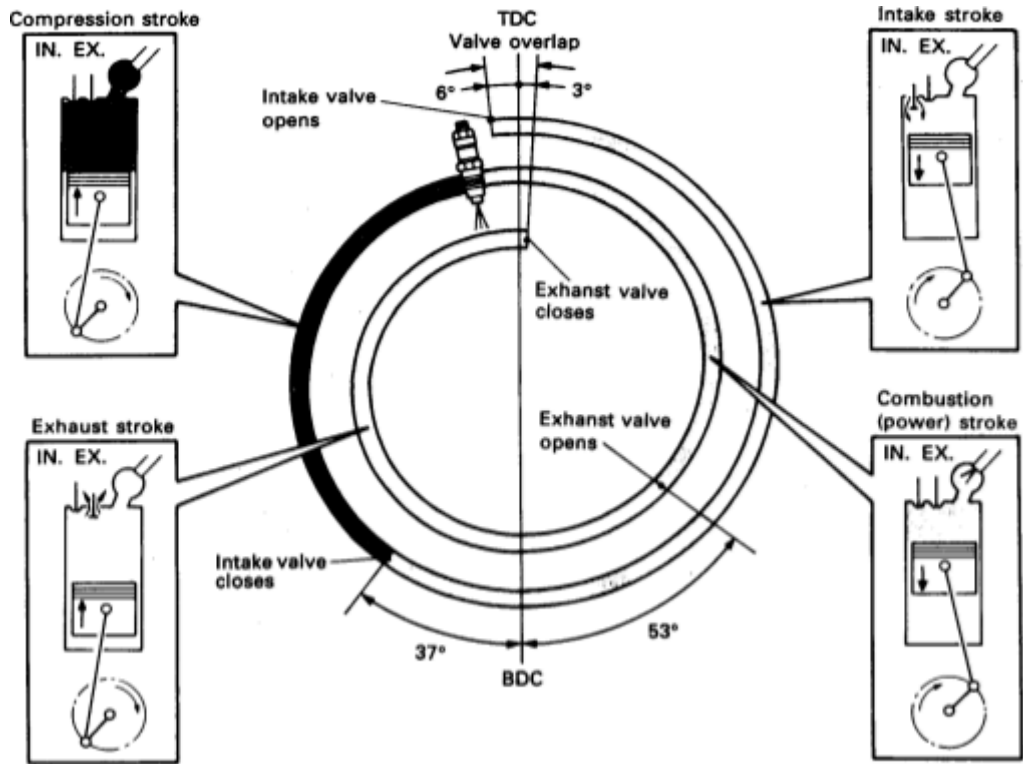


Rocker arm berfungsi untuk menekan katup saat tertekan ke atas oleh push rod. Rocker arm dilengkapi skrup dan mur pengunci untuk penyetelan celah katup. Pada motor yang menggunakan lifter hidraulis tidak dilengkapi skrup dan mur pengunci.

- Valve Timing Diagram

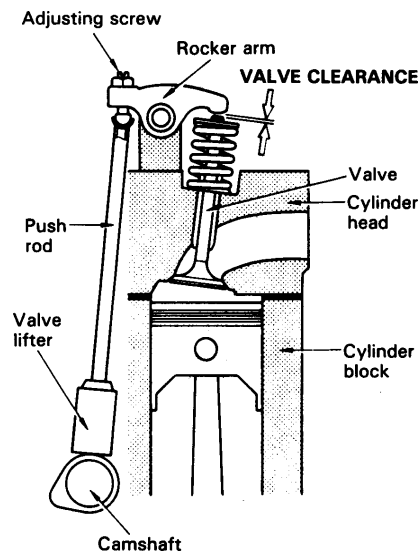
Valve timing diagram adalah diagram waktu kerja katup.

Valve timing diagram dipengaruhi oleh bentuk cam dan celah katup.



VALVE TIMING DIAGRAM

- Celah Katup



Celah katup adalah celah yang terdapat pada mekanisme katup (dari camshaft sampai katup).

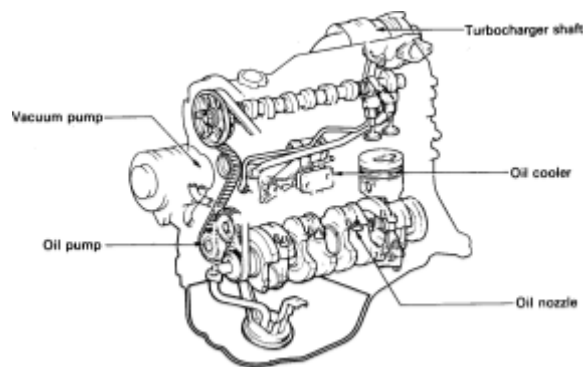
Apabila tidak terdapat celah katup akan menyebabkan saat motor panas, pada mekanisme katup terjadi pemuaian yang menyebabkan katup tidak menutup rapat.

VIII. SISTEM PELUMASAN

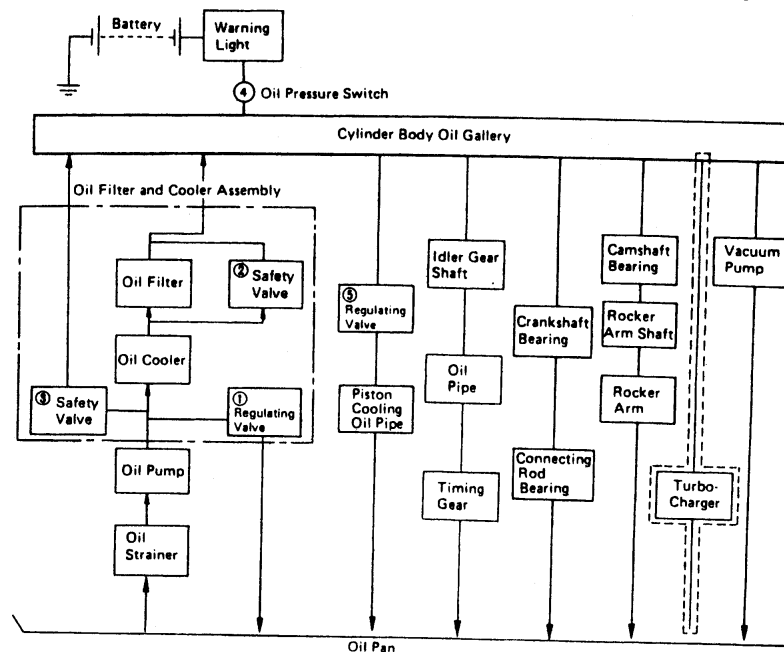
Sistem pelumasan berfungsi untuk :

- Membentuk oil film untuk mengurangi gesekan, aus dan panas.
- Mendinginkan bagian-bagian yang dilewati.
- Sebagai seal antara piston dengan dinding silinder.
- Mengeluarkan kotoran dari bagian-bagian motor.
- Mencegah karat pada bagian-bagian motor.

Sistem pelumasan terbagi menjadi 3 macam, yaitu : tekanan penuh (fully-pressurized method), sistem percikan dan sistem kombinasi.

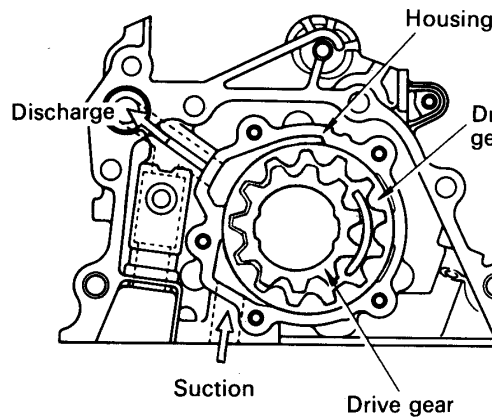


Pressure Unit: kPa (kg/cm²/psi)



- | | |
|--|------------------------------------|
| ① Oil filter regulating valve terbuka pada tekanan | : 558.6-617.4 (5.7-6.3/82.5-89.5) |
| ② Oil filter safety valve terbuka pada tekanan | : 78.9-117.6 (0.8-1.2/11.38-17.07) |
| ③ Oil cooler safety valve terbuka pada tekanan | : 225.4-264.6 (2.3-2.7/32.7-38.4) |
| ④ Switch tekanan oli terbuka pada tekanan | : 19.6-49.0 (0.2-0.5/2.8-7.1) |
| ⑤ Engine regulating valve terbuka pada tekanan | : 225.4-264.6 (2.3-2.7/32.7-38.4) |

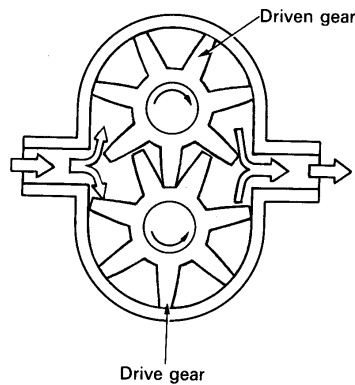
① Pompa Oli



Pompa oli berfungsi untuk menghisap oli dari oil pan kemudian menekannya ke bagian-bagian motor.

Macam-macam pompa oli :

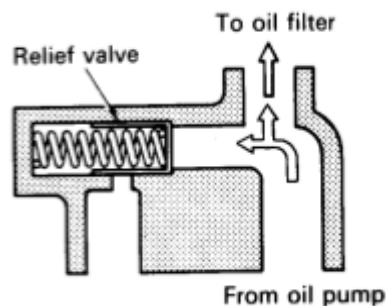
1. Internal gear.
2. Trochoid.
3. External gear.



② Sistem Pengatur Tekanan Oli

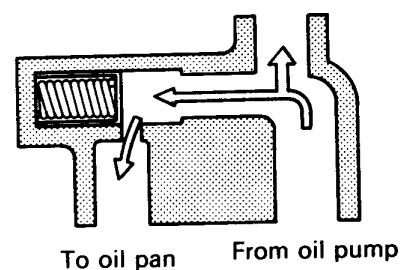
Ketika pompa oli digerakkan oleh motor maka tekanan oli akan naik, pada kecepatan tinggi tekanan oli akan berlebihan dan hal ini dapat menyebabkan kebocoran pada seal-seal oli.

Untuk mencegah hal ini diperlukan semacam pengatur yang menjaga tekanan oli agar tetap konstan tanpa terpengaruh putaran motor. Komponen yang melakukan hal ini adalah relief valve.



SAAT KECEPATAN MESIN RENDAH

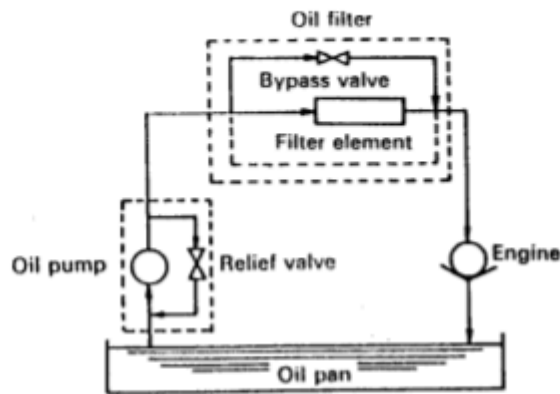
aliran oli



SAAT KECEPATAN MESIN TINGGI

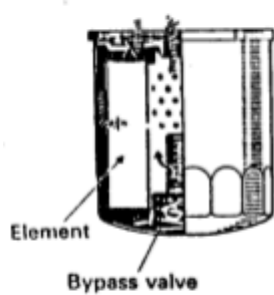
③ S

Oli motor berangsur-angsur menjadi kotor bercampur dengan logam-logam, carbon, endapan lumpur dan lain-lain. Bila bagian-bagian yang bergerak dilumasi oleh oli yang kotor akibatnya terjadi keausan. Untuk mencegah hal ini, maka dipasang oil filter pada sistem pelumasan yang berfungsi untuk memisahkan kotoran-kotoran dari oli. Pada oil filter dipasang by pass valve yang berfungsi sebagai saluran alternatif saat oil filter tersumbat.

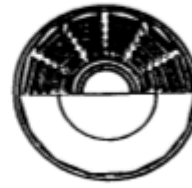
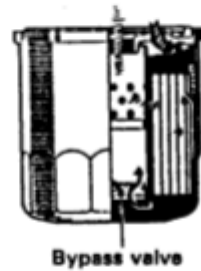


SIRKUIT PELUMASAN

OHP 37



ELEMEN TIPE KONVENSIONAL



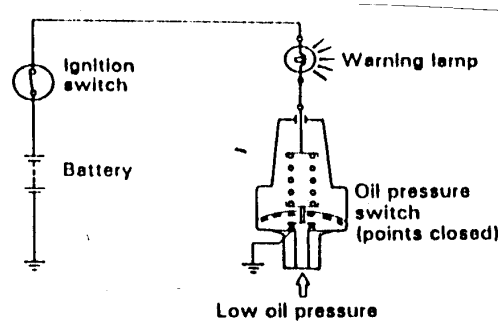
ELEMEN TIPE KRISTAL

Ordinary oil flow
 Oil flow when by-pass valve is open

④ Lampu Tanda Tekanan Oli

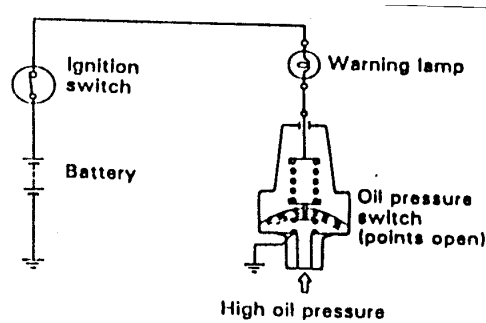
Lampu tanda tekanan oli (oil pressure warning lamp) berfungsi untuk memberi peringatan ke pengemudi bahwa sistem pelumasan tidak normal Dan dipasang pada blok silinder untuk mendeteksi tekanan pada oil gallery.

- Tekanan Oli Rendah



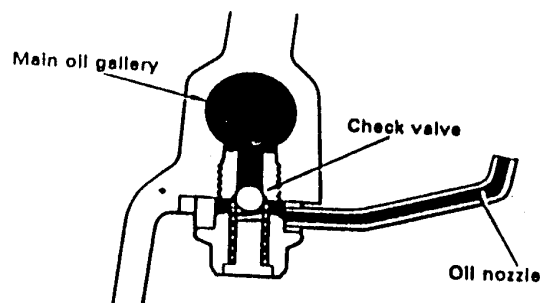
Saat motor mati atau tekanan oli rendah titik kontak di dalam switch tekanan oli menutup sehingga lampu peringatan hidup (menyala).

- Tekanan Oli Tinggi



Saat motor hidup dan tekanan oli naik, maka tekanan oli ini mendorong diaphragm sehingga titik kontak membuka dan lampu peringatan mati.

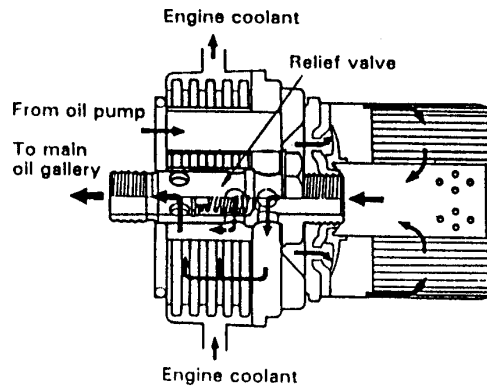
⑤ Nosel Oli



Nosel oli (oil nozzle) berfungsi untuk mendinginkan bagian da-lam piston.

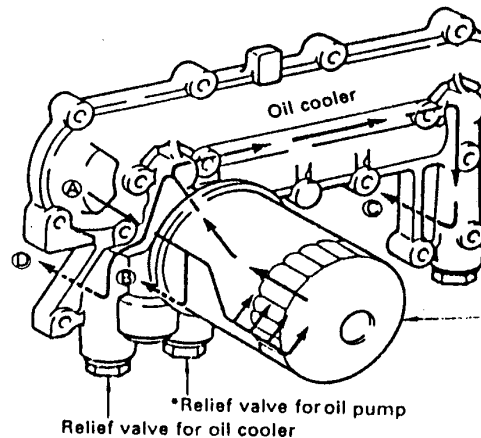
Pada oil nozzle terdapat check valve yang berfungsi untuk mencegah tekanan oli dalam sirkuit pelumasan turun terlalu rendah ($1,4 \text{ kg/cm}^2$).

⑥ Pendingin Oli



Pendingin oli (oil cooler) yang digunakan pada motor diesel adalah tipe pendingin air.

Oil cooler berfungsi untuk mendinginkan oli agar kekentalannya tetap.



IX. SISTEM PENDINGINAN

① Uraian

Sistem pendinginan berfungsi untuk mendinginkan motor dan mencegah panas yang berlebihan.

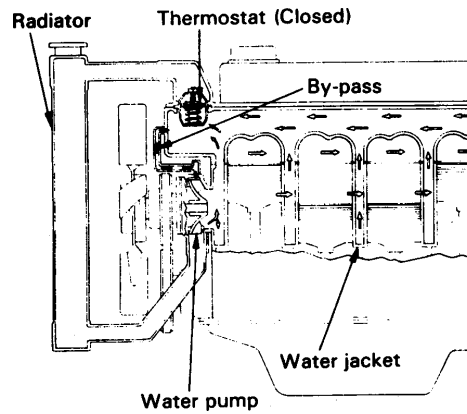
Umumnya motor didinginkan oleh sistem pendinginan air dan udara.

Motor mobil banyak menggunakan sistem pendinginan air.

Sistem pendingin air mempunyai kerugian konstruksi rumit dan biaya mahal dan mempunyai keuntungan lebih aman dan berfungsi sebagai peredam bunyi juga dapat digunakan sebagai sumber panas untuk heater (pemanas ruangan) Sistem pendinginan air dilengkapi oleh water jacket, pompa air (water pump), radiator, thermostat, kipas (fan), slang karet (hose), fan clutch dan lain-lain.

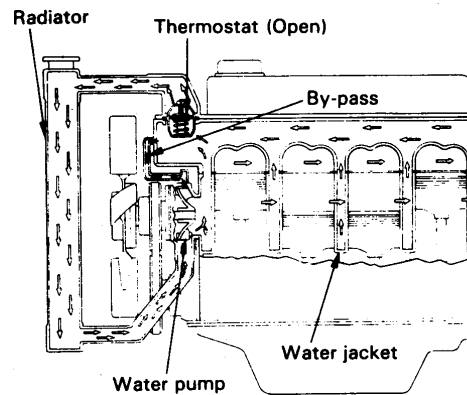
② Cara Kerja

● Motor Dingin



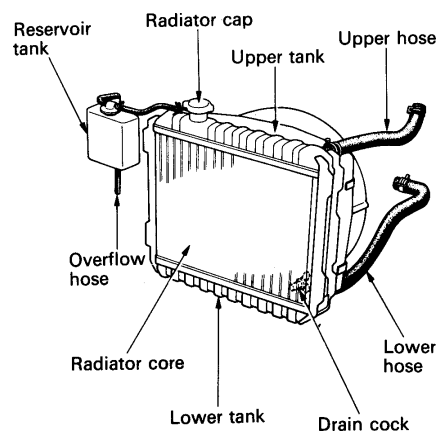
Ketika motor dalam keadaan dingin, air pendingin juga masih dingin dan termostat masih tertutup, sehingga aliran air pendingin adalah water pump ke water jacket ke by pass hose kembali ke water pump.

● Motor Panas



Setelah motor menjadi panas, thermostat terbuka sehingga aliran air pendingin adalah radiator ke lower hose ke water pump ke water jacket ke upper hose kembali ke radiator.

③ Radiator



Radiator berfungsi untuk mendinginkan cairan pendingin yang telah menjadi panas.

④ Inti Radiator

Inti radiator (radiator core) terdiri dari pipa-pipa (tube) dimana cairan pendingin melaluinya dari upper ke lower tank, dan juga dilengkapi dengan sirip-sirip pendingin (fin).

Panas cairan pendingin pertama di serap oleh fin, yang didinginkan oleh fan dan udara akibat gerakan kendaraan.

Ada 3 tipe radiator core : plate fin, corrugated fin, single row.

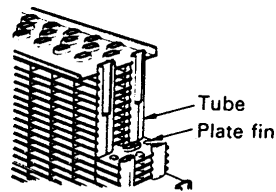
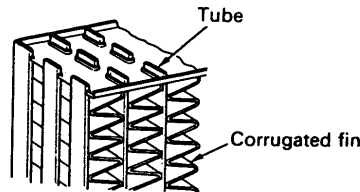
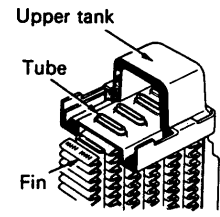


PLATE FIN TYPE



CORRUGATED FIN TYPE



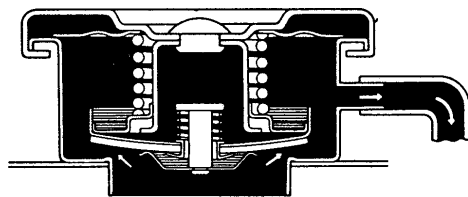
SR RADIATOR

⑤ Tutup Radiator

Tutup radiator berfungsi untuk menjaga kuantitas dalam radiator yang sesuai.

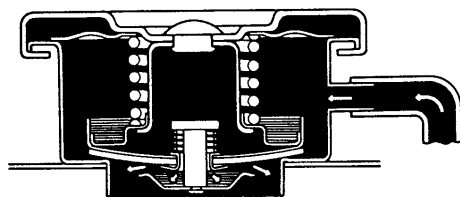
Pada tutup radiator terdapat relief valve dan vacuum valve.

- Cara kerja relief valve



Bila suhu air pendingin naik akan menyebabkan tekanan akan bertambah, bila tekanannya mencapai $0,3 - 1,0 \text{ kg/cm}^2$ pada $110 - 120^\circ\text{C}$. Relief valve akan terbuka dan membebaskan kelebihan tekanan melalui overflow pipe.

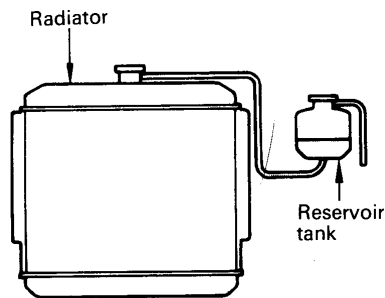
- Cara kerja vacuum valve



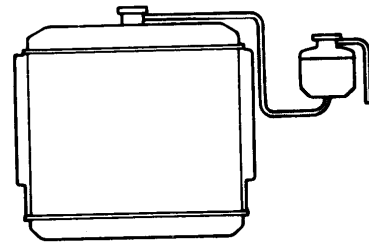
Saat suhu air pendingin turun setelah motor berhenti dan membentuk kevakuman dalam radiator yang akan membuka vacuum valve menghisap air pendingin dari reservoir.

⑥ Tangki Cadangan (Reservoir Tank)

Reservoir dihubungkan ke radiator melalui overflow pipe. Reservoir berfungsi untuk mencegah terbuangnya air pendingin dan menjamin agar tetap dapat mengirimkan cairan pendingin.

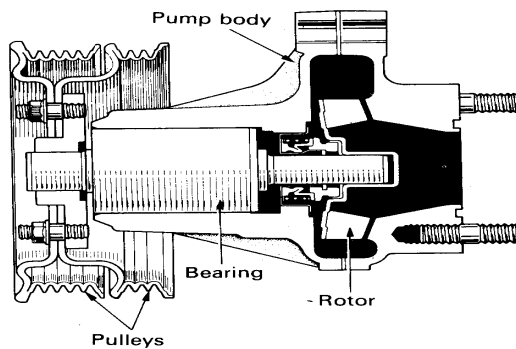


AIR PENDINGIN DALAM KEADAAN DINGIN



AIR PENDINGIN DALAM KEADAAN PANAS

⑦ Pompa Air

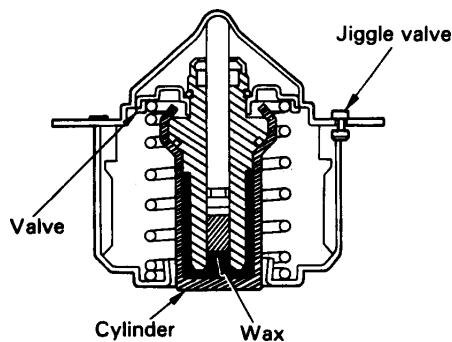


Pompa air berfungsi untuk memompakan cairan pendingin dari radiator ke water jacket.

Umumnya yang banyak digunakan adalah tipe sentrifugal.

Pompa air digerakkan oleh tali kipas atau timing belt.

⑧ Thermostat



Thermostat berfungsi untuk mempercepat tercapainya suhu kerja motor.

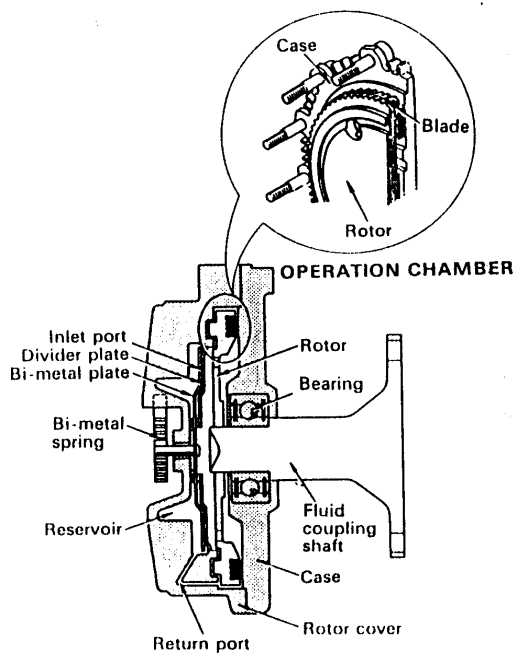
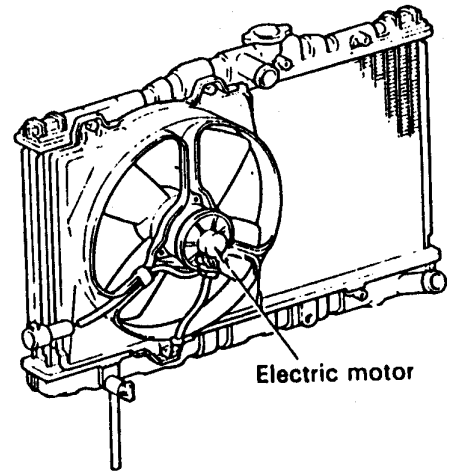
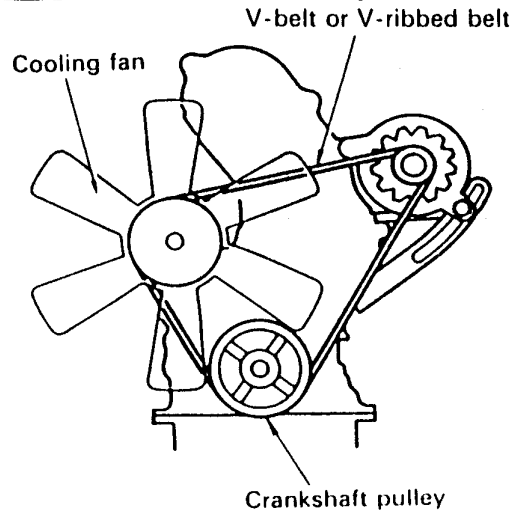
Tipe thermostat yang umum digunakan adalah tipe wax (lilin).

Pada thermostat terdapat jiggle valve yang berfungsi untuk mempermudah masuknya air saat pengisian.

⑨ Kipas Pendingin dan Kopling Fluida

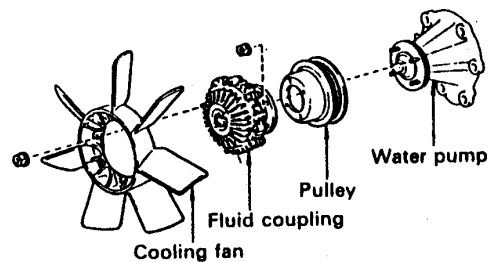
Radiator didinginkan oleh udara luar, tetapi pendinginannya tidak cukup apabila kendaraan berhenti. Untuk itulah diperlukan kipas (fan) yang akan menambah pendinginan.

Kipas pendingin digerakkan oleh tali kipas atau motor listrik.



Kopling fluida berfungsi untuk mendinginkan radiator dengan lebih efisien.

Saat temperatur udara rendah, kecepatan kipas rendah sehingga motor menjadi panas dan saat temperatur tinggi, otomatis putaran kipas menjadi cepat.



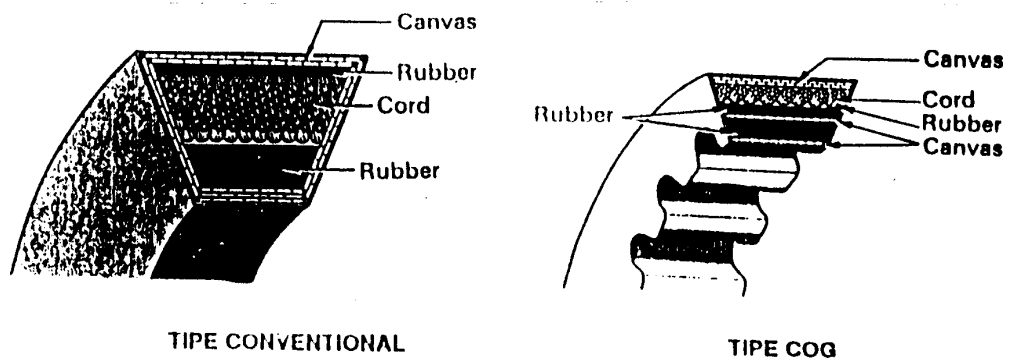
⑩ Tali Kipas

Kipas pendingin umumnya digerakkan oleh tali kipas. Tali kipas terbagi menjadi V-belt dan V ribbed belt.

- V Belt

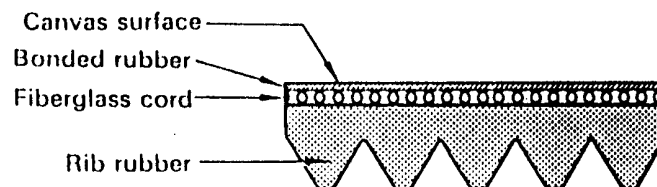
Disebut V belt karena berbentuk V untuk menambah efisiensi pemindahan tenaga.

V belt terdapat 2 macam tipe conventional dan tipe cog.



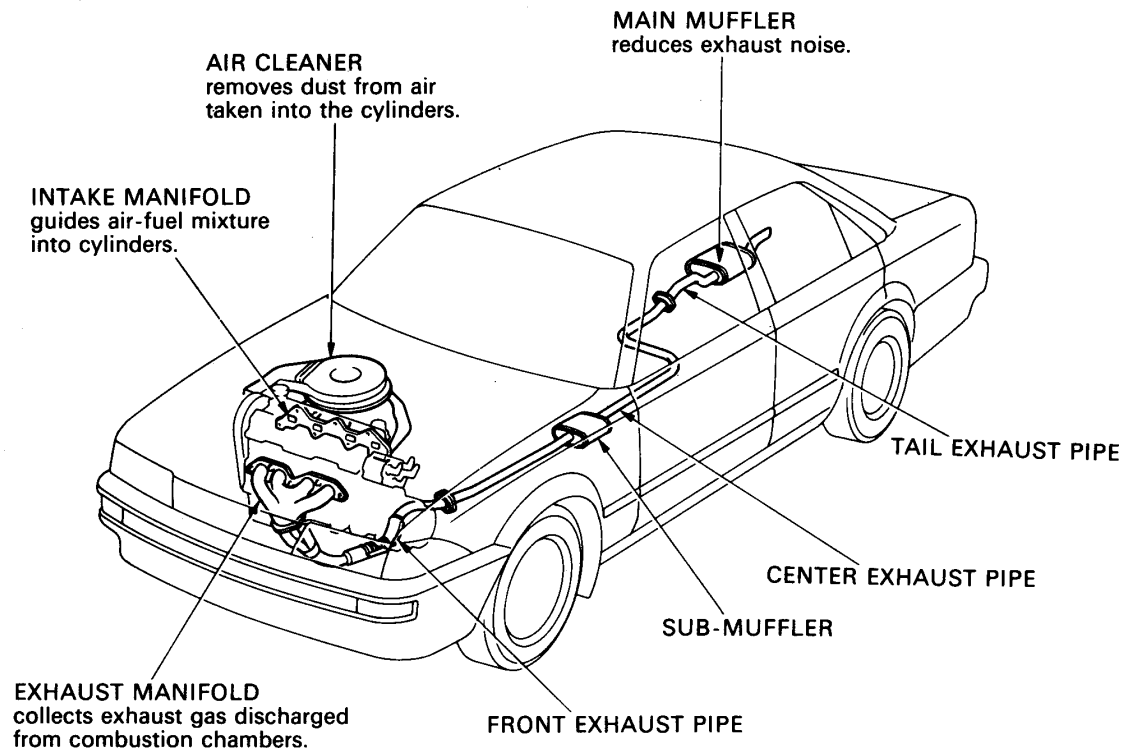
- V Ribbed Belt

V ribbed belt mempunyai keuntungan mempunyai efisiensi pemindahan tenaga yang besar dan panas yang tinggi, tahan lama.

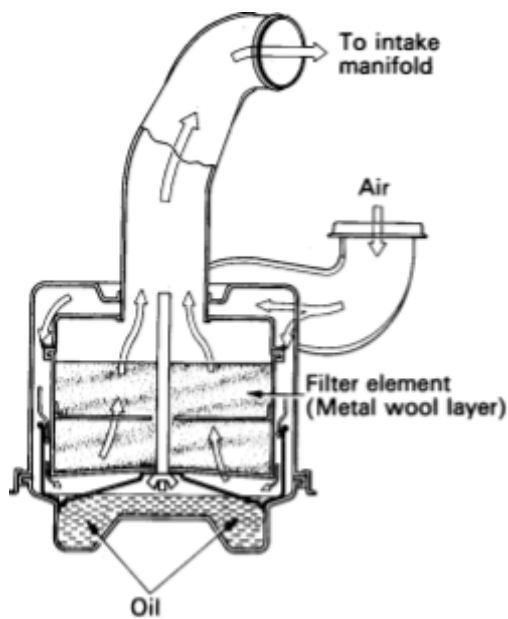


X. SISTEM PEMASUKAN DAN PEMBUANGAN

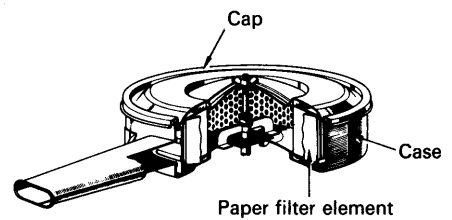
Sistem pemasukan (intake system) terdiri dari saringan udara (air cleaner) dan intake manifold, sistem pembuangan terdiri dari exhaust manifold, exhaust pipe dan muffler.



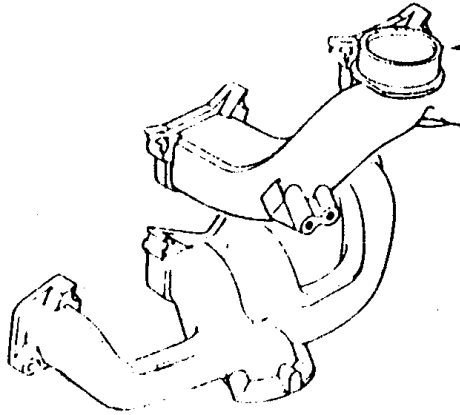
① Saringan Udara



Saringan udara terbuat dari kertas atau kain dan berfungsi untuk membersihkan udara yang masuk ke silinder. Saringan udara tipe oil bath terdiri dari baja wol dan oli motor



② Manifold



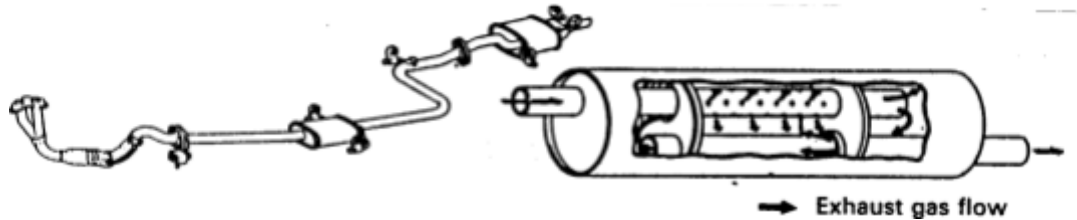
Intake manifold terbuat dari paduan aluminium yang dapat memindahkan panas lebih efektif dan berfungsi sebagai tempat pemasukan udara yang akan ke silinder.

Exhaust manifold berfungsi untuk menampung gas bekas dari semua silinder untuk dialirkan ke exhaust pipe.

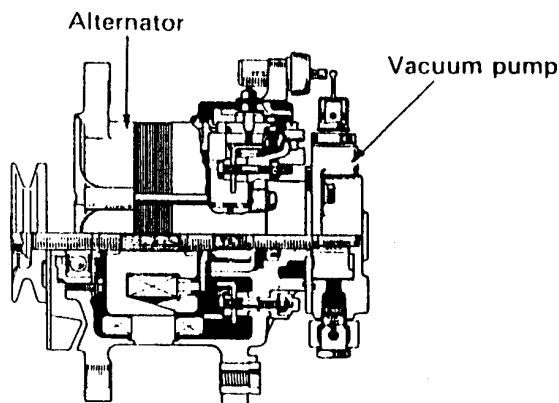
③ Pipa Buang dan Muffler

Pipa buang (exhaust pipe) adalah pipa baja yang mengalirkan gas bekas dari exhaust manifold ke udara bebas.

Muffler berfungsi untuk mendinginkan gas buang ($600 - 800^{\circ}\text{C}$) agar saat dilepas ke udara luar tidak akan meledak.



④ Pompa Vakum



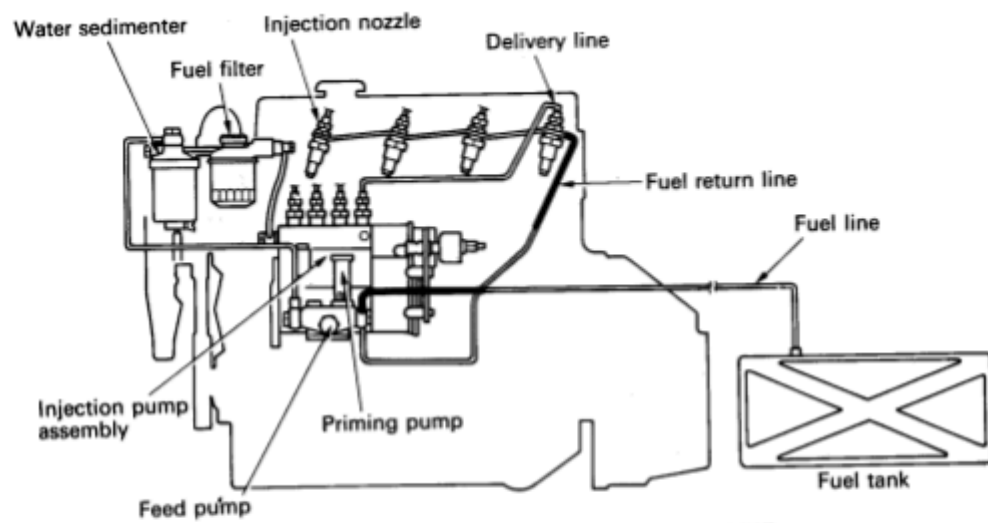
intake manifold motor diesel mempunyai kevakuman yang lebih rendah dibanding motor bensin, oleh karena itu dibutuhkan pompa vakum yang berfungsi untuk menghasilkan kevakuman untuk booster rem.

XI. SISTEM BAHAN BAKAR

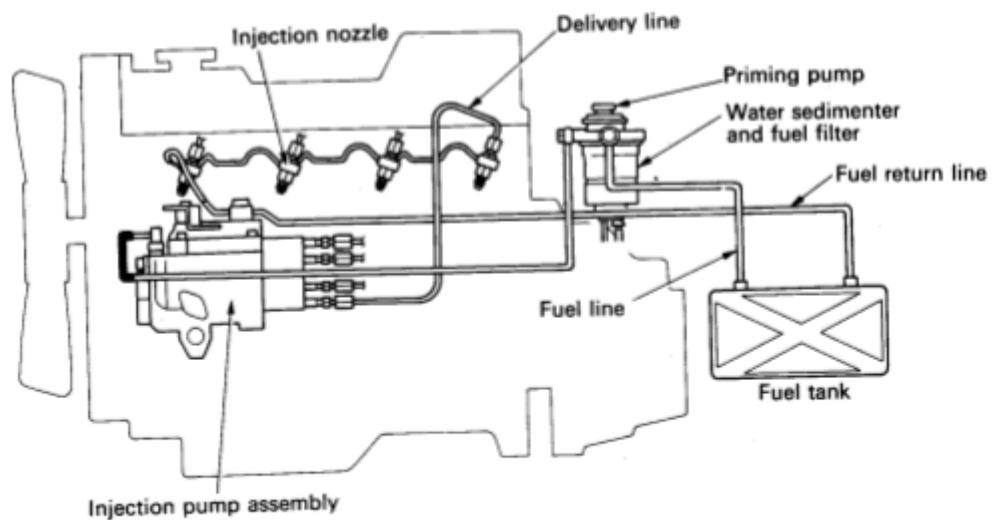
① Uraian

Pada sistem bahan bakar motor diesel, feed pump menghisap solar dari tangki bahan bakar. Bahan bakar disaring oleh fuel filter dan kandungan air dalam bahan bakar dipisahkan oleh water sedimenter sebelum dialirkan ke pompa injeksi.

Ada 2 tipe pompa injeksi : in-line dan distributor.



ALIRAN BAHAN BAKAR POMPA INJEKSI TIPE IN-LINE

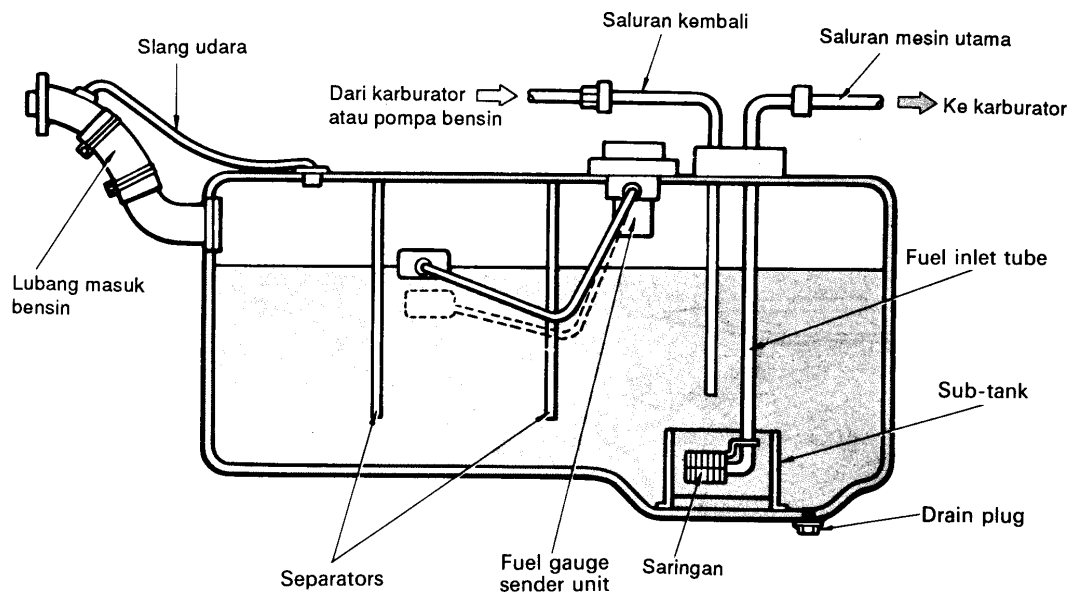


ALIRAN BAHAN BAKAR POMPA INJEKSI TIPE DISTRIBUTOR

② Tangki Bahan Bakar

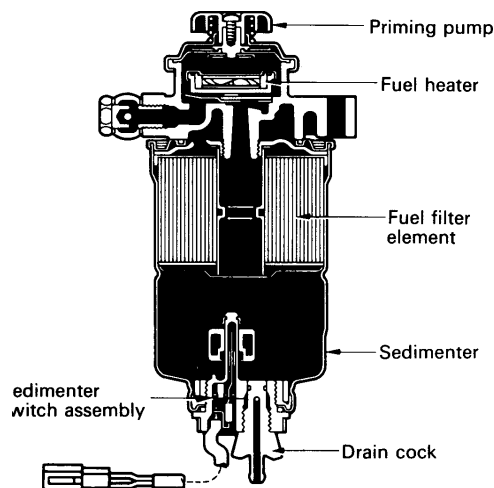
Tangki bahan bakar (fuel tank) terbuat dari plat baja tipis yang bagian dalamnya dilapisi anti karat. Dalam fuel tank terdapat fuel sender gauge yang berfungsi untuk menunjukkan jumlah bensin yang ada dalam tangki dan juga separator yang berfungsi sebagai damper bila kendaraan berjalan atau berhenti secara tiba-tiba atau bila berjalan di jalan yang tidak rata.

Fuel inlet ditempatkan 2 – 3 mm dari bagian dasar tangki, ini dimaksudkan untuk mencegah ikut terhisapnya kotoran dan air.



③ Saringan Bahan Bakar dan Water Sedimenter

- Untuk Pompa Injeksi Tipe Distributor



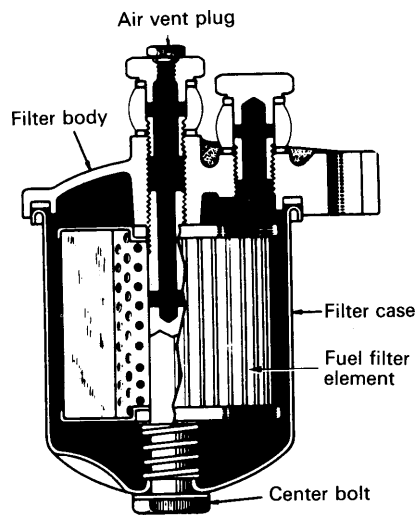
Water sedimenter berfungsi untuk memisahkan solar dari kandungan air.

Bila air mencapai tinggi tertentu maka magnet yang ada pada pelampung akan menutup reed switch dan menyalakan lampu indikator.

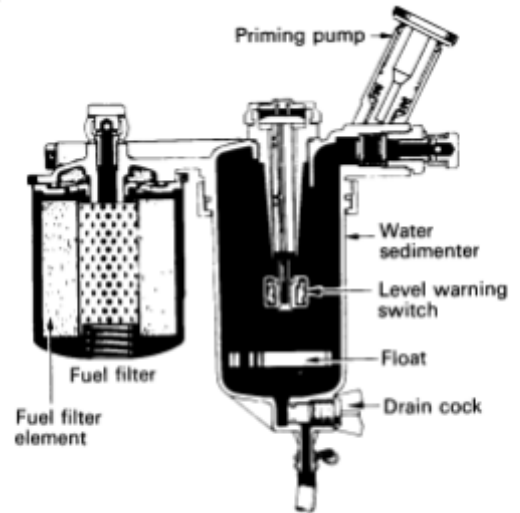
- Untuk Pompa Injeksi Tipe In-Line

Fuel filter terbuat dari kertas dan pada bagian atas terdapat air vent plug yang digunakan untuk mengeluarkan udara (bleeding).

Priming pump pada pompa injeksi terletak pada feed pump dan dipasangkan pada bodi pompa injeksi.

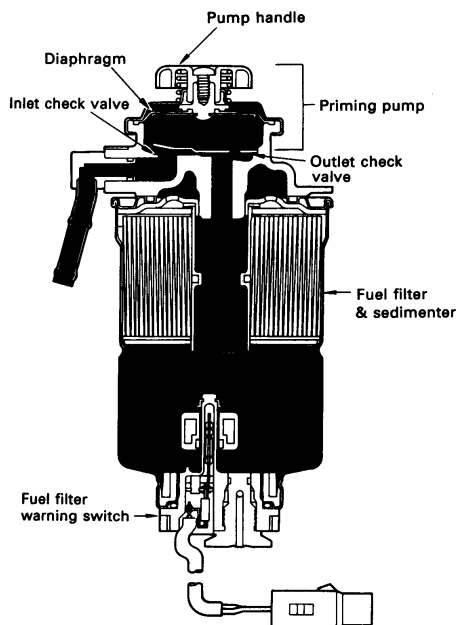


SARINGAN BAHAN BAKAR



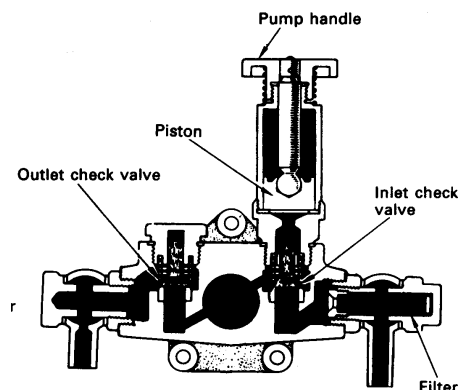
SARINGAN BAHAN BAKAR SEDIMENTER

④ Pompa Priming (Priming Pump)



PRIMING PUMP
(FOR DISTRIBUTOR TYPE INJECTION PUMP)

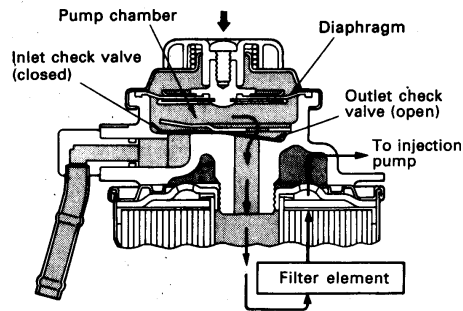
Priming pump berfungsi untuk menghisap bahan bakar dari tangki pada saat mengeluarkan udara palsu dari sistem bahan bakar.



PRIMING PUMP
(FOR IN-LINE TYPE INJECTION PUMP)

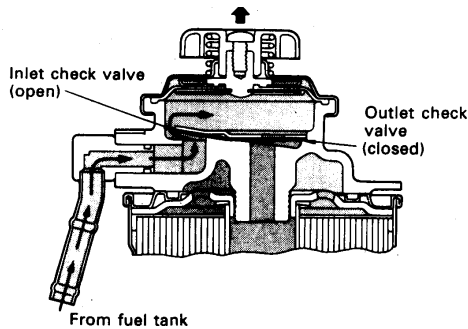
- Cara Kerja

1. Saat pump handle ditekan



Diaphragm bergerak ke bawah menyebabkan outlet check valve terbuka dan bahan bakar mengalir ke fuel filter. Saat yang sama inlet check valve tertutup mencegah bahan bakar

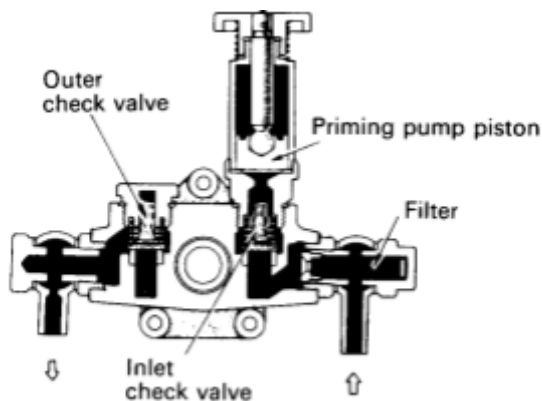
2. Saat pump handle dilepas



mengalir kem- bali.

⑤ Feed Pump (Untuk Pompa Injeksi In-Line)

Tegangan pegas mengem- balikan diaphragma ke posisi semula dan menimbulkan kevakuman, inlet valve ter- buka dan bahan bakar masuk ke ruang pompa. Saat ini outlet valve tertutup.

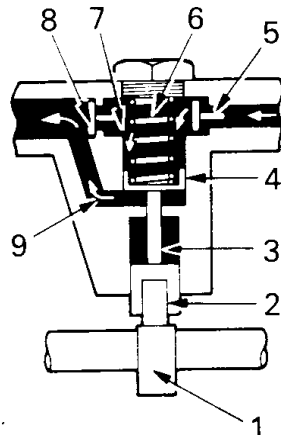


Feed pump berfungsi untuk menghisap bahan bakar dari tangki dan menekannya ke pom-pa injeksi.

Feed pump adalah single acting pump yang dipasang pada sisi pompa injeksi dan digerakkan oleh camshaft pompa injeksi.

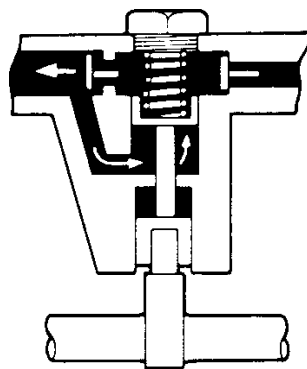
- Cara Kerja

1. Saat Penghisapan



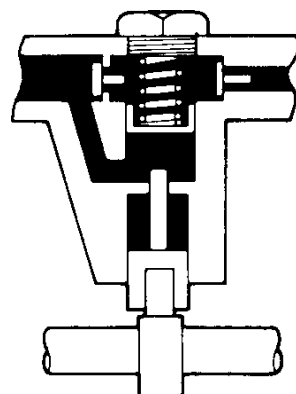
Saat camshaft (1) tidak mendorong tappet roller (2), piston (4) mendorong push rod (5) ke bawah karena tegangan piston spring (6). Saat itu volume pressure chamber (7) membesar dan membuka inlet valve (5) untuk menghisap bahan bakar. Saat ini outlet valve (8) tertutup.

2. Saat Pengeluaran



Camshaft terus berputar dan mendorong piston melalui tappet roller dan push rod. Piston menekan bahan bakar di dalam pressure chamber, membuka outlet valve dan bahan bakar dikeluarkan dengan tekanan.

3. Saat Tekanan Tinggi

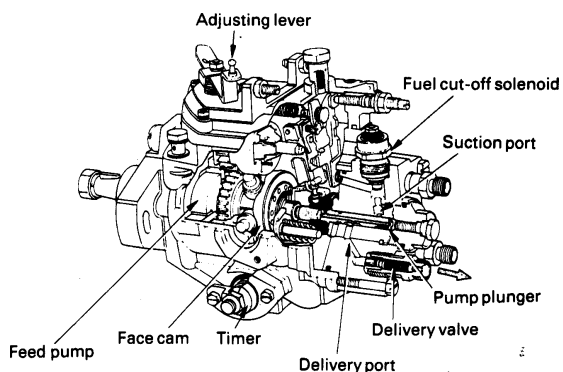


Sebagian bahan bakar yang dikeluarkan memasuki pressure chamber (9) yang terletak di bawah piston. Bila tekanan bahan bakar di bawah piston naik menjadi 1,8 - 2,2 kg/cm² maka tegangan piston spring tidak cukup kuat untuk menurunkan piston. Akibatnya,

piston tidak dapat lagi bergerak bolak-balik dan pompa berhenti bekerja.

⑥ Pompa Injeksi

- Pompa Injeksi Tipe Distributor



Bahan bakar dibersihkan oleh water sedimenter dan filter dan ditekan oleh vane type feed pump yang mempunyai 4 vane Bahan bakar melu- masi komponen-komponen pompa injeksi.

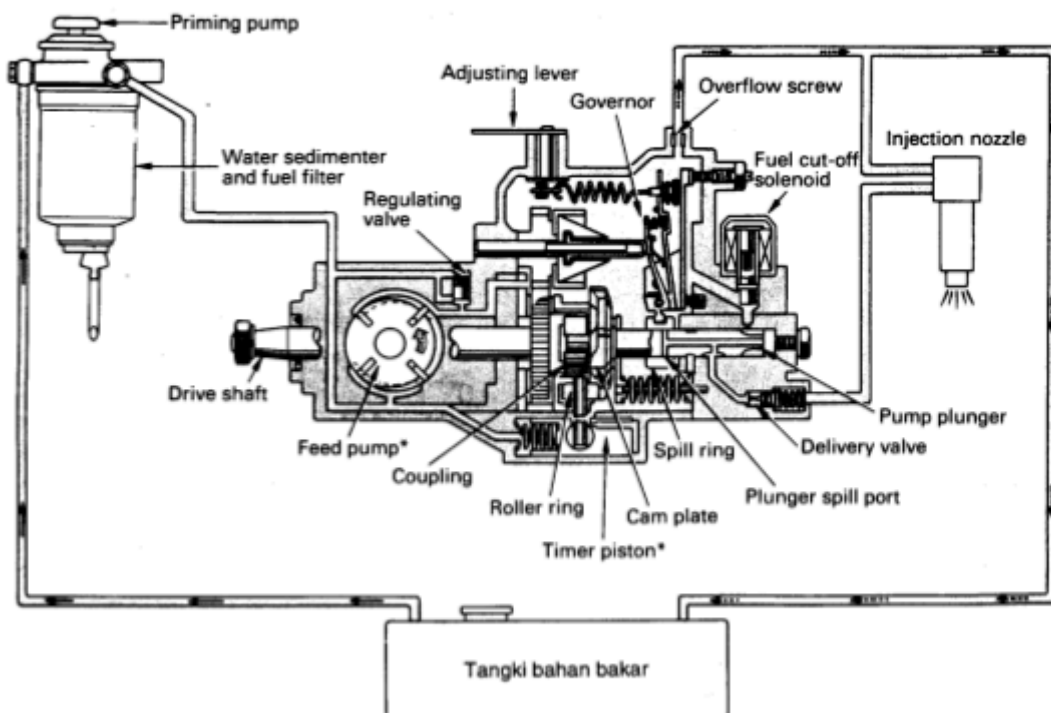
Pump plunger bergerak lurus bo-lak-balik sambil berputar karena Bergeraknya drive shaft, cam plate, plunger spring, dan lain-lain.

Gerakan plunger menyebabkan naiknya tekanan bahan bakar dan menekan bahan bakar melalui delivery valve ke injection nozzle.

Mechanical governor berfungsi untuk mengatur banyaknya bahan bakar yang diinjeksikan oleh nozzle dengan menggerakkan spill ring sehingga merubah saat akhir langkah efektif plunger.

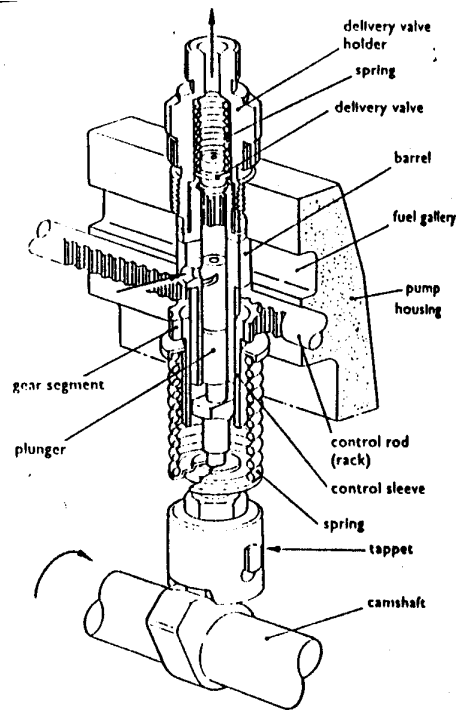
Pressure timer berfungsi untuk memajukan saat penginjeksian bahan bakar dengan cara merubah posisi tappet roller.

Fuel cut-off solenoid untuk menutup saluran bahan bakar dalam pompa.



* Putar 90° sehingga dapat dilihat dari samping

- Pompa Injeksi Tipe In-Line



Feed pump menghisap bahan bakar dari tanki dan menekan bahan bakar yang telah disaring oleh filter. Pompa injeksi tipe in-line mempunyai cam dan plunger yang jumlahnya sama dengan jumlah silinder.

Gerakan plunger lurus bolak-balik.

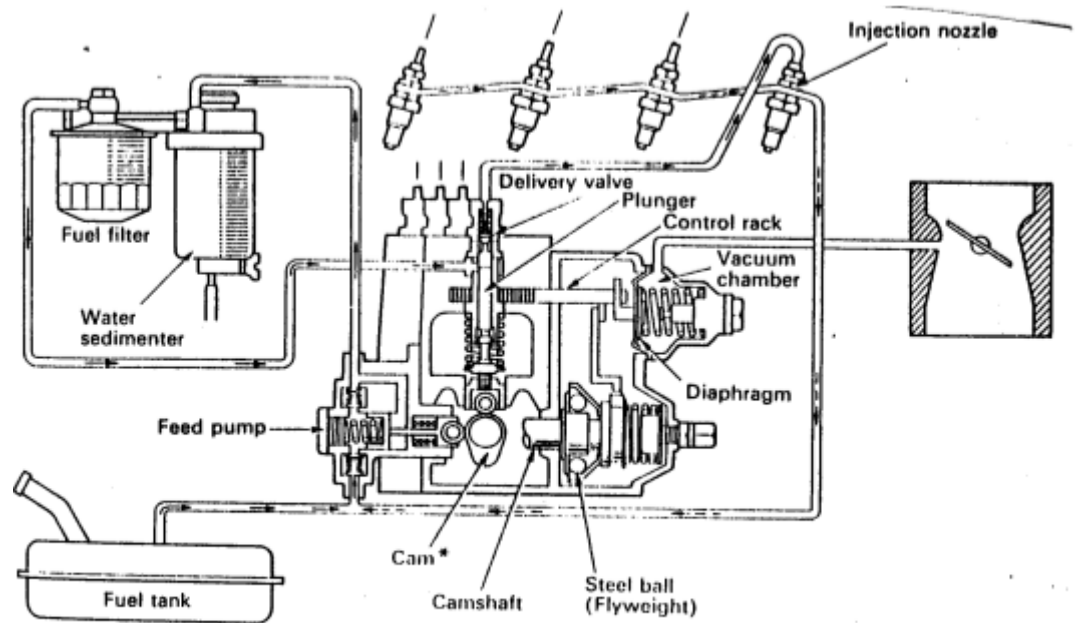
Delivery valve berfungsi untuk menjaga tekanan pada pipa in-jeksi dan menghentikan injeksi dengan cepat.

Plunger dilumasi oleh solar dan camshaft oleh oli motor.

Governor bekerjanya menggerakkan control rack.

Governor terdiri dari 2 tipe : mechanical governor dan combined governor (mechanical dan pneumatic governor).

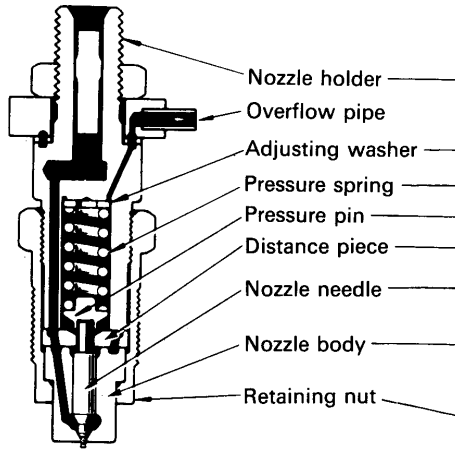
Automatic timer menggerakkan camshaft pompa.



* Rotated 90° so that it can be seen from the side.

⑦ Injection Nozzle

• Uraian



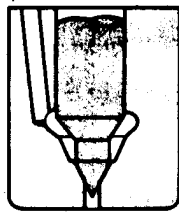
Injection nozzle terdiri nozzle body dan needle dan berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar.

Antara nozzle body dan needle dikerjakan dengan presisi dengan toleransi 1/1000 mm karena itu kedua komponen itu apabila perlu diganti harus diganti secara bersama.

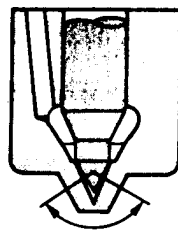
Nozzle dapat diklasifikasikan :

• Tipe Injection Nozzle

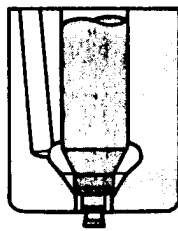
- Hole type :
 1. Single hole
 2. Multiple hole
- Pin type :
 3. Throttle
 4. Pintle



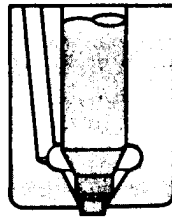
Single hole type



Multiple hole type



Throttle type
mengganggu volume injeksi.



Pintle type
mengganggu saat injeksi dan volume injeksi.

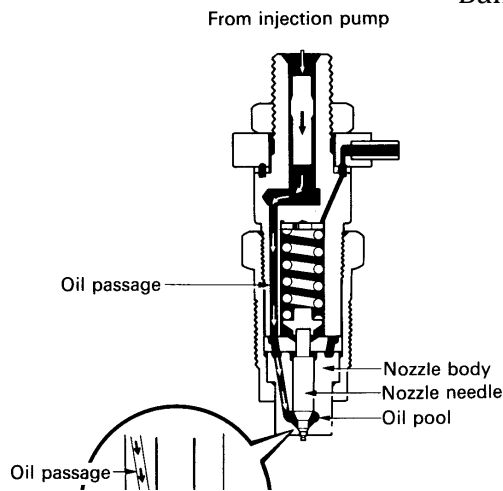
Pada direct injection digunakan injektor tipe multiple hole. Pada precombustion chamber dan swirl chamber digunakan tipe pintle.

Tekanan Pembukaan	Sangat Rendah	Sangat Tinggi
Saat Injeksi	Maju	Mundur
Volume Injeksi	Besar	Kecil

• Cara Kerja Injektor

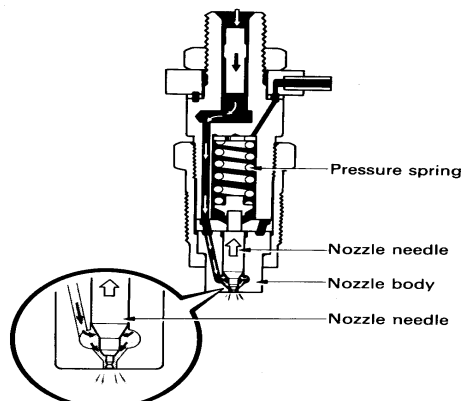
1. Sebelum Penginjeksian

Bahan bakar yang ber- tekanan tinggi

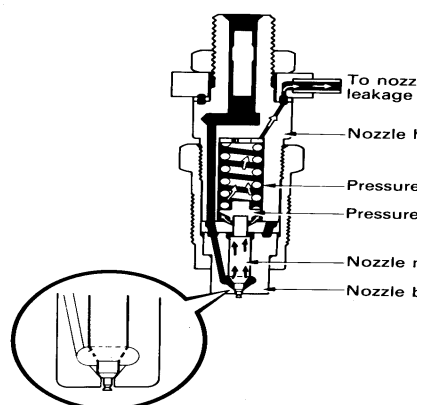


mengalir dari pompa injeksi melalui oil passage menuju oil pool pada bagian bawah nozzle body.

2. Penginjeksian Bahan Bakar



3. Akhir Penginjeksian



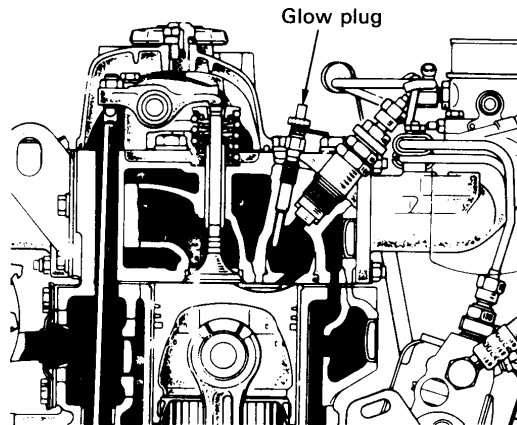
Bila tekanan pada oil pool naik, ini akan menekan permukaan nozzle needle. Bila tekanan ini melebihi tegangan pegas, maka nozzle needle

terdorong ke atas dan menyebabkan nozzle menyemprotkan bahan bakar.

Bila pompa injeksi berhenti mengalirkan bahan bakar, tekanan bahan bakar turun, dan pressure spring mengembalikkan nozzle needle ke posisi semula (menutup saluran bahan bakar).

Sebagian bahan bakar yang tersisa antara nozzle needle dan nozzle body, melumasi semua komponen dan kembali ke over flow pipe.

⑧ Busi Pijar



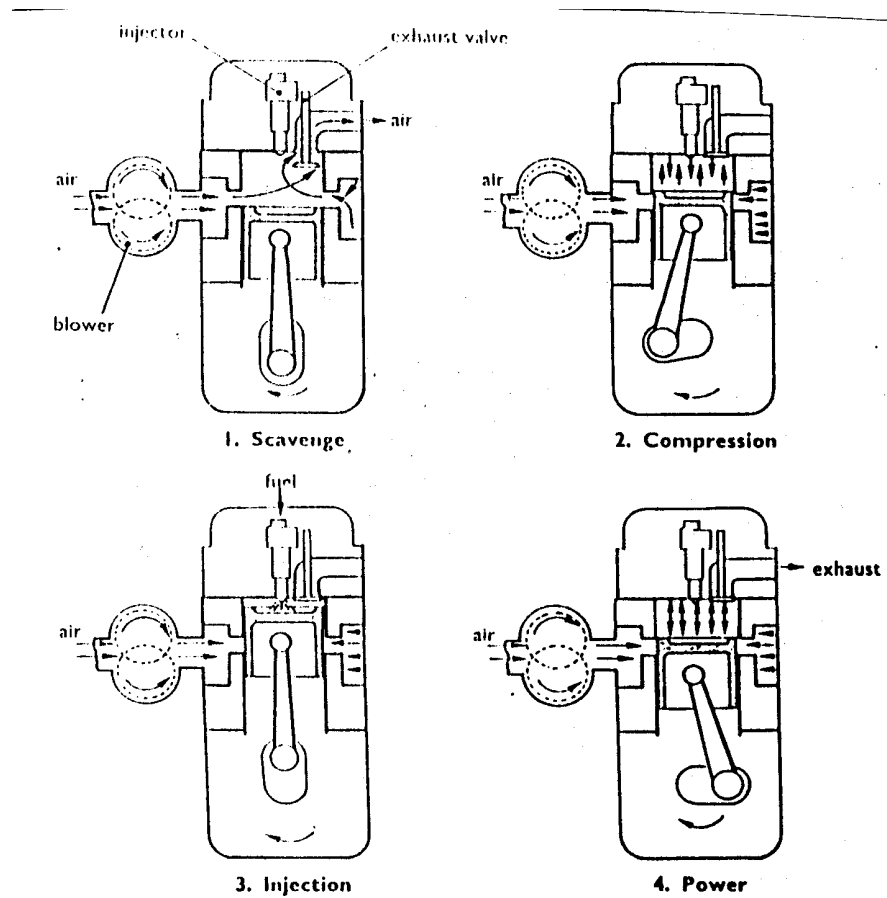
Busi pijar (glow plug) berfungsi untuk pemanasan awal pada ruang bakar agar motor lebih mudah hidup (saat motor dingin).

PERBEDAAN UTAMA ANTARA MOTOR DIESEL DAN MOTOR BENJIN

Item	Motor Diesel	Motor Bensiin
Siklus pembakaran	Sabathe	Otto
Perbandingan kompresi	16 – 23 : 1	8 – 12 : 1
Bentuk ruang bakar	Rumit	Sederhana
Pencampuran bahan bakar	Dalam silinder	Dalam karburator
Metoda penyalaan	Terbakar sendiri	Percikan api busi
Metoda bahan bakar	Pompa injeksi	Karburator
Bahan bakar	Solar	Bensiin
Getaran dan suara	Besar	Kecil
Efisiensi panas	30 – 40 %	22 – 30 %
Pemakaian bahan bakar spesifik	160 – 225 gr/PK.h	200 – 250 gr/PK.h
Tekanan kompresi	30 – 45 kg/cm ²	12 kg/cm ²
Putaran motor maksimum	5.000 rpm	9.000 rpm
Pengontrolan out put motor	Banyaknya campuran	Banyaknya penginjeksian
Langkah hisap	Udara dan bensin	Udara

MOTOR 2 LANGKAH

- Motor Diesel 2 Langkah



1. Langkah Hisap (Pembilasan)

Piston bergerak dari TMA ke TMB yang kemudian membuka intake port, udara ditekan masuk oleh blower dan mendorong gas bekas keluar melalui katup buang yang terbuka.

2. Langkah Kompresi

Piston bergerak dari TMB ke TMA dan menutup intake port. Saat ini katup buang tertutup sehingga terjadi pengkompresian udara.

3. Langkah Penginjeksian

Injektor menginjeksikan bahan bakar ke dalam silinder.

4. Langkah Usaha

Terjadi pembakaran dan ledakan yang mendorong piston ke bawah (dari TMA ke TMB).

Jenis Mobil Listrik dan Prinsip Kerjanya

Jenis Mobil Listrik

Jenis mobil listrik terus berubah berkembang memberikan ragam pilihan bagi calon pengguna. Saat ini dunia sudah semakin akrab dengan istilah jenis-jenis mobil listrik seperti BEV, HEV, PHEV dan FCEV. Cara ataupun prinsip kerja masing-masing jenis mobil listrik itu berbeda-beda. Artikel ini akan membahas secara singkat definisi atau pengertian, jenis-jenis, tipe, cara serta prinsip kerja mobil listrik yang beredar di Indonesia maupun dunia saat ini.

Mobil Listrik

Pengertian atau definisi mobil listrik adalah kendaraan yang sepenuhnya atau sebahagiannya digerakkan oleh motor menggunakan listrik di baterai. Baterainya dapat diisi ulang.

Mobil listrik praktis pertama diproduksi tahun 1880-an. Mobil ini sangat populer di akhir abad ke-19 dan awal abad ke-20. Perkembangan serta inovasi mesin pembakaran internal (*internal combustion engine* – ICE) disusul produksi massal kendaraan bensin yang lebih murah menyebabkan penurunan penggunaan mobil listrik.

Perkembangan teknologi [sistem penyimpanan energi](#), khususnya teknologi baterai, membuat penggunaan kendaraan listrik menjadi populer kembali belakangan ini.

Cara Kerja Mobil Listrik – Umum

Secara umum, cara kerja mobil listrik adalah sebagai berikut.

- Ketika pedal pada mobil ditekan, maka
- Controller akan mengambil serta mengatur daya listrik dari baterai traksi dan inverter
- Dengan pengaturan dari controller, inverter kemudian mengirimkan sejumlah energi listrik ke motor (sesuai dengan kedalaman tekanan pada pedal)
- Motor traksi listrik mengubah energi listrik menjadi energi mekanik (rotasi/putaran)
- Putaran dari rotor pada motor akan memutar transmisi sehingga roda berputar lalu mobil pun bergerak.

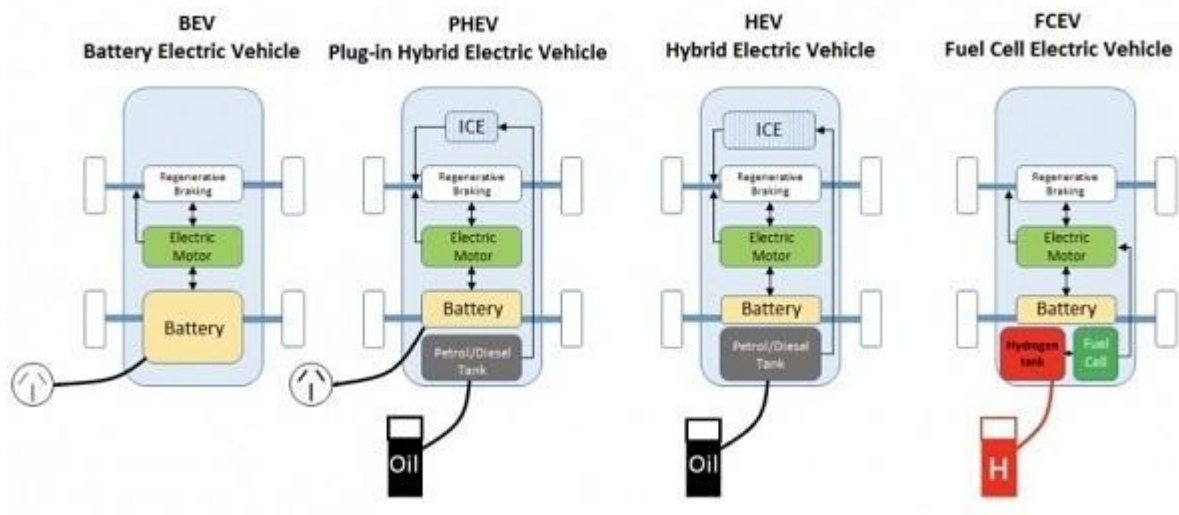
Catatan: Penjelasan prinsip atau cara kerja mobil listrik adalah untuk jenis BEV.

Jenis Mobil Listrik

Jenis mobil listrik ada 4 (empat). Garis besarnya sebagai berikut:

- **Battery Electric Vehicle (BEV)**
- Hybrid
- **Hybrid Electric Vehicle (HEV)**
- **Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV)**
- **Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV)**

Secara ringkas, arsitektur sistem keempat jenis mobil listrik di atas dapat dilihat pada gambar berikut:



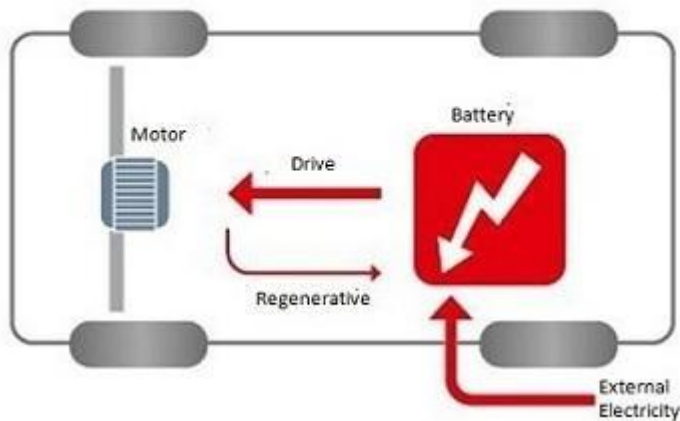
Penjelasan lebih rinci dapat anda baca pada ulasan di bawah ini.

Battery Electric Vehicle (BEV)

Jenis mobil BEV disebut juga *All-Electric Vehicle* (AEV) adalah kendaraan yang beroperasi sepenuhnya dengan menggunakan listrik di baterai. Jenis BEV tidak memiliki mesin pembakaran (ICE). Listrik disimpan pada *battery pack*. Pengisian baterai dilakukan dengan menghubungkannya ke jaringan listrik eksternal. Penjelasan lebih detail tentang baterai dapat dibaca pada artikel "[Baterai Mobil Listrik dan Karakteristiknya](#)".

Arsitektur dan Komponen BEV

Battery Electric Vehicle (BEV)



Komponen BEV

- Electric motor
- Inverter
- Battery
- Control module (controller)
- Drive train

Prinsip Kerja Mobil Listrik BEV

Cara atau prinsip kerja mobil listrik BEV sangat sederhana, sebagai berikut:

- Daya dikonversi dari baterai DC ke AC untuk mengaktifkan motor
- Pedal akselerator mengirimkan sinyal ke control module bertujuan untuk menyesuaikan kecepatan kendaraan dengan mengubah frekuensi daya AC dari inverter ke motor (bila mobil menggunakan motor induksi).

- Motor menghubungkan dan memutar roda melalui roda gigi
- Ketika rem ditekan atau mobil melambat, motor menjadi generator menghasilkan listrik lalu disimpan kembali di baterai

Contoh Mobil Listrik BEV

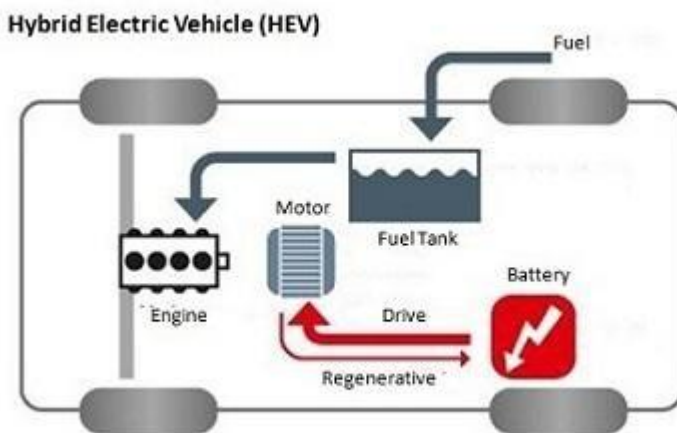
Volkswagen e-Golf, Tesla Model 3, BMW i3, Chevy Bolt, Chevy Spark, Nissan LEAF, Ford Focus Electric, Hyundai Ioniq, Karma Revera, Kia Soul, Mitsubishi i-MiEV, Tesla X, Toyota Rav4.

Hybrid Electric Vehicle (HEV)

Jenis mobil listrik ini disebut juga standard hybrid, atau **paralel hybrid**. Jenis HEV memiliki dua sistem penggerak, yaitu mesin pembakaran (ICE) dan motor traksi. ICE mendapat energi dari BBM. Motor mendapat daya dari baterai. Mesin bensin serta motor secara bersamaan memutar transmisi menggerakkan roda.

Perbedaan jenis mobil HEV dibanding jenis BEV dan jenis PHEV adalah di mana baterai pada HEV hanya diisi oleh karena putaran mesin, gerakan roda atau kombinasi keduanya. Mobil ini tidak punya charging port maka baterainya tidak dapat diisi ulang dari luar sistem seperti jaringan listrik PLN.

Arsitektur dan Komponen HEV



Komponen Jenis Mobil

Listrik HEV

- Engine
- Electric motor
- Battery pack dengan controller & inverter
- Fuel tank
- Control module (controller)

Prinsip Kerja Mobil Listrik HEV

Cara atau prinsip kerja mobil listrik HEV sebagai berikut:

- Memiliki tangki pemasok BBM ke mesin seperti mobil biasa
- Jenis mobil HEV memiliki satu set baterai untuk menjalankan motor
- Baik mesin maupun motor dapat memutar transmisi pada saat bersamaan
- Ketika pengereman maka motor berubah menjadi generator lalu mengisi baterai

Contoh Jenis Mobil Listrik HEV

Honda Civic Hybrid, Toyota Prius Hybrid, Honda Civic Hybrid, Toyota Camry Hybrid.

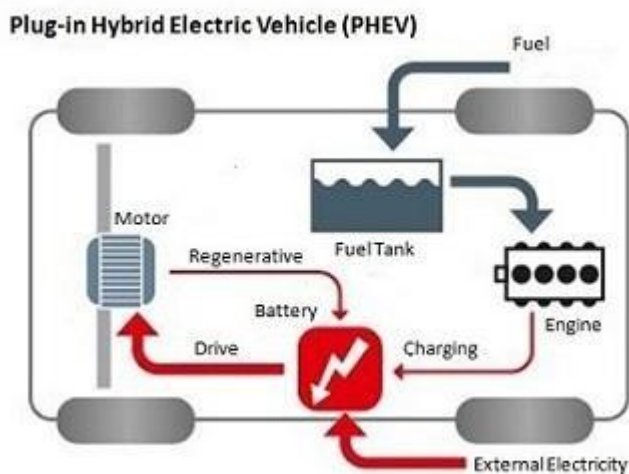
Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV)

Jenis mobil PHEV adalah jenis hibrid yang memiliki mesin pembakaran (ICE) dan motor traksi listrik. Dari aspek teknologi, prinsip kerja mobil listrik PHEV disebut sebagai **series hybrid**. Jenis PHEV menawarkan opsi bahan bakar. Jenis mobil listrik ini dapat ditenagai oleh sumber energi fosil (seperti bensin) atau sumber alternatif (seperti biodiesel) dan oleh baterai. Berbeda dengan HEV, baterai pada jenis mobil ini dapat diisi-ulang dari sumber listrik eksternal dengan cara menghubungkannya sumber listrik eksternal tersebut ke inlet (*charging port*) pada mobil di sebuah [stasiun pengisian mobil listrik](#) (EVCS).

PHEV biasanya dapat beroperasi setidaknya dalam dua mode, yaitu:

- *All-electric mode*, di mana hanya listrik pada baterai sebagai energi menggerakkan mobil
 - *Hybrid mode*, di mana listrik dan bensin digunakan bersamaan.
- Beberapa tipe mobil listrik PHEV di Indonesia dapat menempuh lebih dari 70 mil menggunakan listrik saja.

Arsitektur & Komponen PHEV



Komponen PHEV

- Electric motor
- Engine
- Inverter
- Battery
- Fuel tank
- Control module
- Battery Charger (bila jenis on-board)

Prinsip Kerja Mobil Listrik PHEV

Cara atau prinsip kerja mobil listrik PHEV biasanya memulai dengan "*all-electric mode*" dan berjalan menggunakan energi listrik hingga baterai habis. Beberapa model jenis mobil ini bisa beralih ke *hybrid mode* ketika laju kendaraan pada posisi stabil di jalan raya, umumnya di atas 60 atau 70 mil per jam. Setelah baterai kosong, mesin mengambil alih. Mobil pun beroperasi sebagai *hybrid non-plug-in* konvensional. Selain bisa dihubungkan dengan sumber daya listrik dari luar sistem, baterai mobil PHEV juga dapat diisi oleh perputaran ICE (*internal combustion engine*) atau melalui pengereman regeneratif. Selama pengereman, motor bertindak sebagai generator. Energi yang dihasilkan digunakan untuk mengisi baterai.

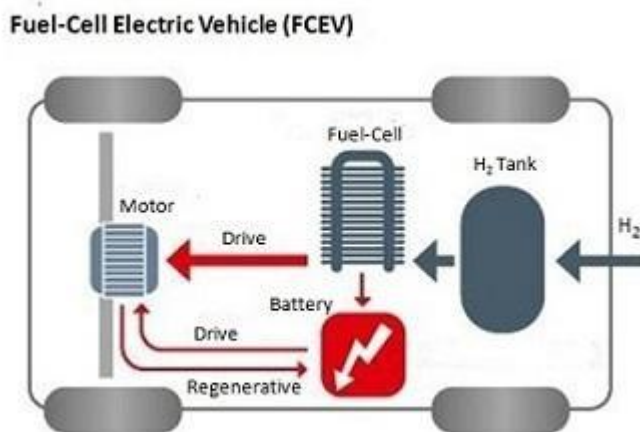
Contoh Jenis Mobil Listrik PHEV

Porsche Cayenne S E-Hybrid , Chevy Volt, Chrysler Pacifica, Ford C-Max Energi, Ford Fusion Energi, Mercedes C350e, Mercedes S550e, Mercedes GLE550e, Mini Cooper SE Countryman, Audi A3 E-Tron, BMW 330e, BMW i8, BMW X5 xdrive40e, Fiat 500e, Hyundai Sonata, Kia Optima, Porsche Panamera S E-hybrid, Volvo XC90 T8.

Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV)

Jenis atau tipe mobil listrik FCEV juga dikenal sebagai *Fuel-Cell Vehicle* (FCV) atau kendaraan Zero Emission. Jenis FCEV menggunakan teknologi *fuel-cell* untuk menghasilkan listrik. Listrik dipakai untuk mengaktifkan motor menjalankan kendaraan. Prinsip kerja mobil listrik jenis FCEV hampir mirip dengan cara kerja mobil listrik jenis BEV. Hanya saja jenis ini memiliki sistem yang mengkonversi energi kimia pada *fuel-cell* menjadi listrik.

Arsitektur & Komponen FCEV



Komponen FCEV

- Electric motor
- Fuel-cell stack
- Hydrogen storage tank
- Battery dengan converter & controller

Prinsip Kerja Mobil Listrik FCEV

Prinsip atau cara kerja mobil listrik ini mirip dengan jenis BEV, namun berbeda dengan jenis PHEV. Jenis FCEV menghasilkan listrik sendiri untuk menjalankan kendaraan. Tipe mobil listrik FCEV belum banyak penggunaannya di Indonesia

Contoh Mobil Listrik FCEV

Toyota Mirai, Hyundai Tucson FCEV, Riversimple Rasa, Honda Clarity Fuel Cell, Hyundai Nexo.

Advertorial

Belakangan, animo konsumen Indonesia terhadap mobil listrik kelihatannya meningkat. Apalagi sejak terbitnya Peraturan Presiden No.55 tahun 2019. Dibutuhkan kesiapan dari berbagai aspek untuk menyongsong era elektrifikasi kendaraan. Salah satunya kesiapan personil dalam melakukan perawatan maupun perbaikan mobil listrik. Perlu dilakukan training cara prinsip kerja mobil listrik maupun prinsip kerja mobil listrik yang diketahui sangat padat ilmu modern ini. Ini pun selaras isi dengan Perpres terkait sertifikasi personil.

Hubungi [Omazaki Group](#) untuk [konsultasi](#) ataupun rencana [instalasi EVCS](#) baik untuk keperluan rumah tangga, perkantoran, komersial, industri, atau pun stasiun pengisian listrik umum (SPLU). Untuk pelatihan cara maupun prinsip kerja mobil listrik serta pendukungnya dapat dilihat pada halaman [Omazaki Training](#).

DAFTAR PUSTAKA

Sunaryo Wowo , Motor Diesel 1 (Mekanisme Motor Diesel) , Bandung : FPTK UPI

Hariyanto , 2013 , Teknologi Dasar Otomotif , Kemendikbud

Katup Overlap / Overlapping pada motor 4 langkah , SRIAGUNGGB.MY.ID , 4 Agustus 2018 :

www.sriagunggb.my.id