



PPSBR MAKKARESO

# MODUL PRAKTIKUM KETERAMPILAN OTOMOTIF



Disusun oleh:  
**Drs. Suardi**

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas tersusunnya Modul Pelatihan Teknik Otomotif ini. Modul ini dirancang sebagai panduan komprehensif yang mengantarkan peserta dari pemahaman dasar tentang keselamatan kerja dan alat, hingga penguasaan teknik perbaikan mesin total (*Overhaul*) dan keterampilan perbaikan bodi dasar melalui Las Listrik (*SMAW*).

Dunia otomotif terus berkembang, namun prinsip dasar mesin 2-Tak, 4-Tak, sistem bahan bakar, hingga teknik pengukuran presisi tetap menjadi pondasi yang tak tergantikan. Oleh karena itu, modul ini disusun dengan fokus pada pemahaman konsep yang jelas dan prosedur kerja yang benar (sesuai K3) daripada sekadar hafalan.

Kami menyajikan materi teknis yang kompleks dengan analogi sederhana dan dukungan visual (alat/perangkat) sehingga mudah dipahami oleh peserta pemula atau orang awam. Kami berharap modul ini dapat menjadi bekal pengetahuan dan keterampilan yang kuat, profesional, dan aman bagi para pembaca untuk berkarier di bidang teknik otomotif.

## **DAFTAR ISI**

KATA PENGANTAR .....	1
DAFTAR ISI.....	2
INDIKATOR PEMBELAJARAN .....	3
MODUL 1 - Pengenalan Alat dan Bahan.....	5
MODUL 2 - Pengenalan Motor 2 Tak dan 4 Tak.....	7
MODUL 3 - Pengenalan Katup pada Mobil dan Motor.....	10
MODUL 4 - Sistem Bahan Bakar dan Pengapian.....	13
MODUL 5 - Bongkar Pasang Mobil dan Motor (Diagnosis Sistem).....	15
MODUL 6 - Sistem Pengecetan Dico, Dempul, dan OH <i>Auxiliary</i> .....	18
MODUL 7 - Bongkar Pasang Mesin dan Las Listrik (Pelaksanaan OH).....	21
MODUL 8 - OH Mesin SK dan Las Listrik (Aplikasi Spesifik).....	24

## INDIKATOR PEMBELAJARAN

### I. PENGENALAN DASAR OTOMOTIF & KESELAMATAN KERJA (K3)

1. Siswa mampu mengenal dan memahami materi otomotif, alat dan bahan, serta keselamatan kerja (K3).

### II. PRINSIP KERJA MESIN & KOMPONEN DASAR

1. Siswa mampu mengenal dan memahami proses kerja motor 2 tak dan 4 tak.
2. Siswa mampu mengenal komponen mesin: kepala silinder.
3. Siswa mampu mengenal komponen mesin: blok silinder.

### III. SISTEM KONTROL DAN MEKANISME KATUP

1. Siswa mampu mengenal dan memahami rangkaian katup pada mobil dan motor.
2. Siswa mampu mengenal dan memahami mekanisme katup pada mobil dan motor.

### IV. SISTEM BAHAN BAKAR DAN PENGAPIAN

1. Siswa mampu mengenal dan memahami sistem bahan bakar pada mobil dan motor (umum).
2. Siswa mampu mengenal dan memahami sistem bahan bakar konvensional (Karburator) pada mobil dan motor.
3. Siswa mampu mengenal dan memahami sistem bahan bakar elektronik/injeksi pada mobil dan motor.
4. Siswa mampu mengenal dan memahami sistem pengapian platina dan elektronik (CDI) pada mobil dan motor.

### V. PRAKTIK DIAGNOSIS DAN BONGKAR PASANG SISTEM

1. Siswa mampu melakukan praktik bongkar pasang mobil dan sepeda motor.
2. Siswa mampu melakukan praktik sistem pengapian, starter, dan karburator.
3. Siswa mampu melakukan praktik pada sistem pengapian dan bahan bakar.

### VI. OVERHAUL (OH) MESIN DAN SISTEM BANTU

1. Siswa mampu mengenal dan memahami OH mesin mobil dan motor.
2. Siswa mampu melakukan praktik pada OH mesin mobil dan sepeda motor.
3. Siswa mampu melakukan praktik pada OH mesin kompresor dan starter.

### VII. SISTEM PERBAIKAN BODI DAN PENGESETAN

1. Siswa mampu mengenal alat dan bahan sistem pengecatan dico, serta praktik pengecatan dico/sistem semprot.
2. Siswa mampu melakukan praktik pendempulan mobil dan motor.

**VIII. PRAKTIK MAHIR DAN PENGEELASAN**

1. Siswa mampu melakukan praktik bongkar pasang mesin dan las listrik.
2. Siswa mampu melakukan praktik pada OH mesin SK dan las listrik.

## MODUL 1 - Pengenalan Alat dan Bahan

### A. Sub Indikator Pembelajaran

1. Siswa mampu mengenal dan memahami materi otomotif, alat dan bahan, serta keselamatan kerja (K3).

### B. Instrumen dan Prosedur (Teknis Praktik)

Bagian ini memandu langkah-langkah praktis dan penggunaan alat untuk menjamin keselamatan dan akurasi kerja.

#### 1. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

- **Prosedur Pengamanan Beban Menggunakan Jack Stand:** Jangan pernah mengandalkan dongkrak hidrolik saat bekerja di bawah kendaraan, karena seal internal dongkrak dapat gagal kapan saja. Setelah kendaraan diangkat, Jack Stand harus segera ditempatkan di titik tumpu sasis yang direkomendasikan pabrikan. Pastikan beban terdistribusi merata dan *Jack Stand* terkunci kuat sebelum memasuki area kerja di bawah mobil.
- **Prosedur Pelepasan dan Pemasangan Kabel Aki:** Pelepasan harus dimulai dari terminal Negatif (-) terlebih dahulu. Ini adalah prosedur wajib K3 kelistrikan. Dengan memutus kutub Negatif, kita memastikan tidak ada sirkuit tertutup yang dapat menyebabkan percikan api atau korsleting apabila kunci atau alat menyentuh bodi (ground) saat melepaskan kutub Positif (+). Sebaliknya, saat memasang, sambungkan terminal Negatif (-) sebagai langkah terakhir.

#### 2. Penggunaan Alat Ukur Presisi

- **Prosedur Penyetelan Torsi Menggunakan Kunci Momen (Torque Wrench):** Pengencangan baut kritis (seperti baut kepala silinder atau *main bearing cap*) harus dilakukan dengan nilai torsi yang spesifik untuk mencapai *preload* (ketegangan baut) yang optimal. Kunci Momen disetel ke nilai Newton Meter (\$\text{Nm}\$) atau *Foot-Pounds* (\$\text{ft-lbs}\$) yang ditentukan. Pengencangan dilakukan secara **bertahap** dan **berurutan (pola spiral)** untuk memastikan tekanan pada *gasket* merata, menghindari deformasi komponen. Penggunaan Kunci Momen yang dikalibrasi **mutlak** untuk perakitan mesin.
- **Prosedur Pengukuran Cela Menggunakan Feeler Gauge:** Alat ini digunakan untuk mengukur celah statis, terutama **Celah Katup** dan celah elektroda busi. Prosedurnya melibatkan pemilihan bilah (*blade*) dengan ketebalan yang sesuai. Bilah harus ditarik dan didorong melalui celah dengan sedikit hambatan (*drag*). Jika hambatan terlalu besar, celah terlalu kecil; jika tidak ada hambatan, celah terlalu lebar.

### C. Teori Dasar (Konsep Ilmiah)

Bagian ini menjelaskan prinsip di balik setiap prosedur dan alat yang digunakan.

## 1. Definisi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

K3 adalah ilmu dan penerapannya untuk melindungi pekerja dari cedera, kecacatan, atau kematian yang disebabkan oleh bahaya di tempat kerja. Dalam otomotif, K3 berfokus pada:

- **Ergonomi:** Penggunaan alat yang benar untuk mencegah cedera otot dan tulang.
- **Bahaya Fisik:** Melindungi dari beban jatuh (menggunakan *Jack Stand*), objek terbang (menggunakan kacamata pelindung saat menggerinda), dan kebisingan.
- **Bahaya Kimia:** Penanganan cairan beracun (oli, asam aki, bensin, Freon) sebagai **Limbah B3** agar tidak mencemari lingkungan.

## 2. Fungsi Kunci Momen: Mengendalikan Torsi

- **Prinsip Torsi:** Torsi adalah gaya rotasi yang diterapkan pada suatu titik. Dalam mesin, baut dikencangkan bukan hanya untuk menahan komponen, tetapi untuk menciptakan **gaya klem** yang sangat besar (disebut *preload*).
- **Pencegahan Kegagalan Struktural:** Baut vital (Kepala Silinder, Poros Engkol) dirancang untuk beroperasi tepat di bawah batas elastisnya (*yield strength*). Jika torsi terlalu rendah, *gasket* akan bocor. Jika torsi terlalu tinggi, baut akan meregang permanen dan berpotensi patah (*yield*), menyebabkan kegagalan struktural mesin.

## 3. Fungsi Dial Bore Gauge: Mengukur Keovalan dan Ketirusan

- **Prinsip Pengukuran Dimensi Internal:** **Dial Bore Gauge** adalah alat perbandingan yang mengukur penyimpangan diameter silinder dari nilai standar.
- **Keovalan (*Out of Round*):** Terjadi ketika diameter diukur sejajar dengan pin piston berbeda dengan diameter yang diukur tegak lurus terhadap pin piston. Keovalan menyebabkan kebocoran kompresi saat piston bergerak.
- **Ketirusan (*Taper*):** Terjadi ketika diameter silinder di bagian atas (dekat ruang bakar) lebih besar daripada diameter di bagian bawah. Hal ini disebabkan oleh panas dan gesekan yang lebih intens di area atas silinder. Ketirusan yang berlebihan menandakan silinder wajib di-*overhaul* (dibubut atau *honed*).

## MODUL 2 - Pengenalan Motor 2 Tak dan 4 Tak

### A. Sub Indikator Pembelajaran

1. Siswa mampu mengenal dan memahami proses kerja motor 2 tak dan 4 tak.
2. Siswa mampu mengenal komponen mesin: kepala silinder.
3. Siswa mampu mengenal komponen mesin: blok silinder.

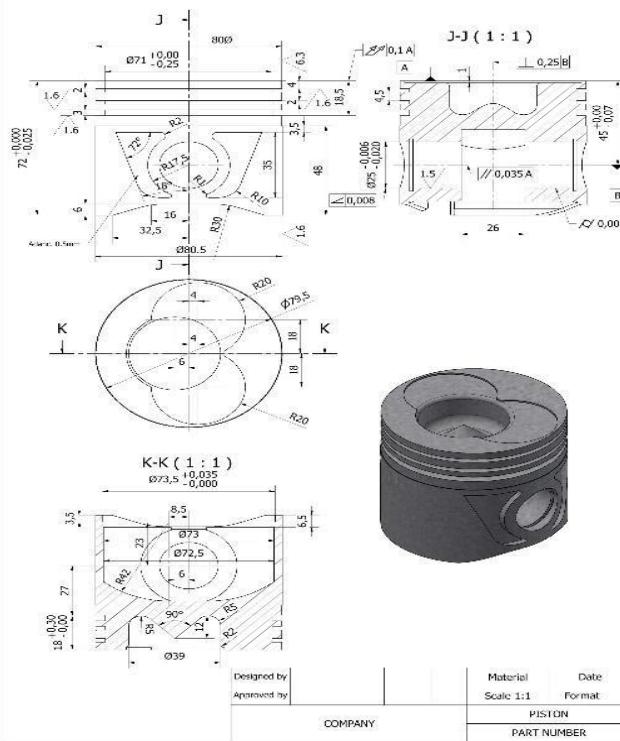
### B. Instrumen dan Prosedur

Bagian ini berfokus pada keterampilan identifikasi komponen internal mesin dan diagnosis visual terhadap kegagalan komponen.

#### 1. Identifikasi Komponen Kritis Mesin

Prosedur ini dilakukan setelah pembongkaran kepala dan blok silinder. Tujuan utamanya adalah melatih siswa membedakan fungsi komponen yang sering menjadi sumber masalah mesin.

- Identifikasi Blok Silinder (Piston dan Rings): Siswa harus mampu melepas Piston dari Batang Piston (*Connecting Rod*) dan mengidentifikasi setidaknya tiga jenis Ring Piston Shutterstock
  - \* Dua Ring Kompresi (biasanya berwarna perak/krom) yang terletak di alur atas.
  - \* Satu Ring Oli (biasanya terdiri dari tiga bagian: dua rail tipis di luar dan satu expander di tengah) yang terletak di alur paling bawah.
  - \* Prosedur: Menggunakan Tang Ring Piston khusus untuk melepas dan memasang ring guna mencegah kerusakan atau deformasi ring.



- 
- Identifikasi Kepala Silinder (Katup dan Seals): Siswa wajib mengidentifikasi Batang Katup dan Seal Batang Katup (*Valve Stem Seal*). Seal kecil ini harus diperiksa kondisi materialnya (getas atau sobek) karena kegagalan pada komponen ini adalah sumber kebocoran oli paling umum ke ruang bakar.

## 2. Diagnosis Visual Gejala Kebocoran Oli

Diagnosis ini menggunakan warna dan waktu munculnya Asap Biru pada knalpot sebagai indikator kerusakan internal.

- **Asap saat Start Awal, Kemudian Hilang:**
  - *Prosedur Diagnosis:* Setelah mesin dimatikan lama, oli pelumas dari kepala silinder (area *rocker arm*) perlakan merembes ke bawah mengikuti celah Batang Katup karena Valve Stem Seal sudah getas atau rusak.
  - *Hasil Visual:* Oli tersebut dibakar pada saat mesin pertama kali dihidupkan, menghasilkan asap biru tebal sebentar yang kemudian hilang setelah oli yang merembes habis terbakar. Kerusakan ini menunjukkan perlunya penggantian *Valve Stem Seal*.
- **Asap Tebal Terus-menerus saat Akselerasi:**
  - *Prosedur Diagnosis:* Saat piston bergerak, Ring Oli seharusnya menyapu bersih oli pelumas dari dinding silinder. Jika Ring Oli aus, aus bersama silinder, atau patah, oli akan naik ke ruang bakar dan terbakar secara konstan.
  - *Hasil Visual:* Muncul asap biru tebal yang konstan saat mesin bekerja, terutama saat diberi beban (akselerasi). Kerusakan ini mengindikasikan perlunya *Overhaul (OH)* dan penggantian set Piston/Ring.

## C. Teori Dasar

Bagian ini menjelaskan prinsip kerja mesin yang menjamin efisiensi dan kekuatan struktural komponen.

### 1. Siklus 4-Tak: Prinsip Efisiensi

Mesin 4-Tak (Empat Langkah) adalah dasar dari sebagian besar mobil modern. Prinsip utamanya adalah pemisahan fungsional setiap langkah, yang memastikan efisiensi termal dan bahan bakar yang tinggi.

- Hisap: Katup Hisap terbuka. Piston TMB - TMA.
- Kompresi: Kedua katup tertutup. Piston TMA-TMB. Tekanan meningkat secara drastis, meningkatkan energi ledakan.
- Usaha (Power): Busi memantik. Ledakan mendorong Piston TMB-TMA. Langkah ini menghasilkan tenaga.
- Buang: Katup Buang terbuka. Piston TMA-TMB.

Efisiensi: Dibutuhkan dua kali putaran penuh *Crankshaft* untuk menyelesaikan satu siklus penuh dan menghasilkan satu kali tenaga, namun proses ini menjamin pembakaran yang bersih dan efisien karena gas sisa (buang) tidak tercampur dengan gas baru (hisap), berbeda dengan mesin 2-Tak.

### 2. Ring Piston Kritis: Peran *Ring Oli*

- Peran *Ring Oli*: Ring Oli adalah komponen yang paling penting dalam mencegah konsumsi oli berlebihan. Secara teori, oli pelumas disemprotkan ke

dinding silinder dari *crankcase*. Tugas Ring Oli adalah mengikis kelebihan oli tersebut dan menyalurkannya kembali melalui lubang drainase di Piston kembali ke *sump* oli.

- Dampak Kegagalan: Jika Ring Oli tersumbat oleh kerak karbon atau aus, ia gagal menyapu oli. Oli yang tersisa di dinding silinder akan ikut terbakar selama langkah Usaha, menghasilkan asap biru dan mengurangi umur katalis konverter.

### 3. Fungsi Kepala Silinder (*Cylinder Head*): Penahan Tekanan

- Ruang Pembakaran: Kepala Silinder bukan hanya sekadar penutup; ia membentuk ruang pembakaran bersama Piston. Desain ruang pembakaran sangat memengaruhi efisiensi pembakaran dan torsi.
- Kekuatan Struktural: Komponen ini harus sangat kuat karena harus menahan tekanan kompresi yang sangat tinggi (mencapai 1000 kPa atau lebih) dan tekanan ledakan yang ekstrem selama langkah Usaha. Kegagalan pemasangan (torsi baut yang salah) dapat menyebabkan *cylinder head* melengkung, merusak *gasket*, dan menyebabkan kebocoran kompresi atau cairan pendingin.

## MODUL 3 - Pengenalan Katup pada Mobil dan Motor

### A. Sub Indikator Pembelajaran

1. Siswa mampu **mengenal dan memahami rangkaian katup pada mobil dan motor.**
2. Siswa mampu **mengenal dan memahami mekanisme katup pada mobil dan motor.**

### B. Instrumen dan Prosedur

Bagian ini menguraikan langkah teknis yang digunakan dalam perawatan sistem kontrol mekanisme katup, khususnya terkait penyetelan celah katup dan pengecekan sinkronisasi *valve timing*. Kedua prosedur ini penting untuk memastikan kinerja mesin tetap optimal dan aman.

#### 1. Prosedur Penyetelan Celah Katup

Penyetelan celah katup merupakan prosedur presisi yang memastikan katup dapat membuka dan menutup secara tepat, sekaligus menghindari gangguan akibat pemuaian termal.

##### a. Persiapan

- Prosedur dilakukan saat mesin dalam kondisi dingin (*cold engine*), karena spesifikasi celah katup diberikan untuk kondisi tersebut.
- Piston harus ditempatkan pada TMA (Titik Mati Atas) langkah kompresi, yaitu posisi ketika katup masuk dan katup buang keduanya dalam keadaan tertutup.
- Lepaskan tutup kepala silinder (*cylinder head cover*) untuk mengakses *rocker arm* dan batang katup.

##### b. Penggunaan Feeler Gauge

- Kendurkan lock nut pada rocker arm.
- Masukkan bilah Feeler Gauge sesuai ukuran standar pabrik (misalnya 0,15 mm untuk katup masuk, tergantung spesifikasi mesin).
- Bilah harus dapat digerakkan dengan sedikit hambatan (drag)—tidak terlalu longgar dan tidak terlalu seret.

##### c. Pengamanan Setelan

- Setelah celah sesuai, kencangkan kembali *lock nut* tanpa mengubah setelan sekrup penyetel.
- Pastikan celah tidak berubah setelah pengencangan dengan mengecek kembali menggunakan *feeler gauge*.
- Celah terlalu longgar → timbul suara berisik (*valve clatter*), tenaga menurun.
- Celah terlalu sempit → katup rawan tidak menutup sempurna dan menyebabkan kerusakan (*burnt valve*).

#### 2. Prosedur Pengecekan Sinkronisasi *Timing*

Sinkronisasi atau *valve timing* memastikan hubungan gerak antara poros engkol (crankshaft) dan noken as (camshaft) bekerja dalam rasio yang tepat, yaitu 1:2.

##### a. Pemeriksaan Tanda Waktu

- Periksa tanda garis atau titik pada *sprocket Timing Chain/Belt*.
- Pastikan tanda tersebut sejajar dengan patokan pada blok atau kepala silinder.

- Posisikan poros engkol di TMA kompresi untuk silinder pertama, lalu pastikan posisi *camshaft* sesuai dengan titik referensinya.
- b. Tujuan Sinkronisasi**
- Memastikan katup membuka dan menutup pada waktu yang tepat sesuai siklus empat langkah.
  - Bila *timing* meleset satu gigi:
    - Tenaga mesin berkurang drastis
    - Mesin sulit hidup
    - Dapat menimbulkan suara abnormal
    - Pada jenis mesin tertentu dapat menyebabkan tabrakan piston- katup

## C. Teori Dasar

Bagian ini membahas prinsip fisika dan mekanika yang mendasari mekanisme katup beserta potensi risikonya bila terjadi kesalahan setel atau kegagalan komponen.

### 1. Konsep Celah Katup dan Risiko Kesalahannya

#### a. Pemuaian Termal

Ketika mesin mencapai suhu kerja ( $\pm 90^{\circ}\text{C}$  atau lebih), batang katup memanjang karena logam mengalami pemuaian termal. Untuk mengantisipasi hal ini, disediakan celah kecil antara ujung batang katup dan *rocker arm*.

#### b. Risiko Celah Terlalu Rapat

- Katup tidak dapat menutup sempurna ketika panas.
- Gas pembakaran bersuhu tinggi bocor di celah katup.
- Mengakibatkan burnt valve, yaitu kerusakan permanen pada permukaan katup dan *seat valve*.
- Awalnya ditandai dengan gejala:
  - Kompresi turun
  - Mesin pincang (*misfire*)
  - Tenaga hilang

### 2. Risiko Putus atau Loncatnya *Timing Chain/Belt*

#### a. Tipe Mesin Interference

Sebagian besar mesin modern menggunakan tipe *interference engine*, di mana jalur gerakan piston dan katup saling berpotongan.

#### b. Dampak Jika *Timing Belt* Putus

- Camshaft berhenti, tetapi crankshaft tetap berputar.
- Piston akan menabrak katup yang sedang terbuka.

- Mengakibatkan:
  - Katup bengkok (*bent valve*)
  - Kepala piston rusak
  - Dinding ruang bakar tergores
  - Perlu overhaul total

Pada *non-interference engine*, piston tidak bertabrakan dengan katup, tetapi mesin tetap mati dan tidak dapat dijalankan sebelum *timing* diperbaiki.

### 3. Perbandingan Jenis Mekanisme Katup

Tabel berikut menjelaskan jenis mekanisme katup dan karakteristiknya.

Mekanisme	Posisi Noken As	Presisi Mekanisme	Karakteristik & Aplikasi
OHV (OverHead Valve)	Di blok silinder (bawah) menggunakan push rod	Presisi lebih rendah	Umum pada mesin truk lawas, torsi besar, RPM rendah
SOHC (Single OverHead Camshaft)	Di kepala silinder	Presisi baik	Digunakan pada banyak mesin 4-silinder modern
DOHC (Double OverHead Camshaft)	Dua noken as di kepala silinder	Presisi tertinggi, pembukaan katup lebih optimal	Cocok untuk mesin performa tinggi dengan RPM besar

## MODUL 4 - Sistem Bahan Bakar dan Pengapian

### A. Sub Indikator Pembelajaran

1. Siswa mampu mengenal dan memahami sistem bahan bakar (umum).
2. Siswa mampu mengenal dan memahami sistem bahan bakar konvensional (Karburator).
3. Siswa mampu mengenal dan memahami sistem bahan bakar elektronik/injeksi.
4. Siswa mampu mengenal dan memahami sistem pengapian platina dan elektronik (CDI).

### B. Instrumen dan Prosedur

#### 1. Diagnosis Sistem Karburator

Diagnosis dilakukan untuk memastikan proses pencampuran udara dan bahan bakar berlangsung dengan benar.

##### a. Pembongkaran Karburator

Lepaskan karburator dari intake manifold setelah melepas selang bahan bakar dan kabel gas. Buka mangkuk karburator (float chamber). Periksa kondisi pelampung, jarum pelampung, dan kebersihan mangkuk.

##### b. Pemeriksaan dan Pembersihan Jet

Komponen paling penting yang harus dibersihkan adalah pilot jet (untuk putaran rendah dan idle) serta main jet (untuk putaran menengah dan tinggi).

Prosedur pembersihan:

1. Lepaskan pilot jet dan main jet menggunakan obeng presisi.
2. Semprot lubang jet menggunakan udara bertekanan dari kompresor.
3. Jangan menusuk lubang jet dengan kawat karena dapat mengubah diameter jet.
4. Pastikan seluruh saluran internal karburator bersih dari kerak atau varnish.

##### c. Pemeriksaan Komponen Lain

Periksa membran diaphragm (pada karburator vakum), periksa ketinggian pelampung, dan pastikan katup gas dapat bergerak bebas.

#### 2. Diagnosis Sistem EFI (Electronic Fuel Injection)

##### a. Pemeriksaan Tekanan Bahan Bakar

Sistem EFI bekerja pada tekanan tertentu. Pemeriksaan dilakukan menggunakan fuel pressure gauge.

Prosedur:

1. Pasang pressure gauge pada fuel rail.
2. Nyalakan kunci kontak (ON) untuk mengaktifkan pompa bahan bakar.
3. Amati tekanan dan bandingkan dengan standar pabrikan.
4. Periksa potensi kebocoran pada selang atau injektor.

##### b. Pembacaan Kode Error dan Data Stream

Menggunakan alat scanner atau OBD diagnostic tool.

Prosedur:

1. Hubungkan scanner ke DLC.
2. Pilih menu Read DTC.
3. Catat kode error.
4. Periksa live data seperti suhu coolant, TPS angle, MAP/MAF, serta durasi semprotan injektor.

5. Cocokkan dengan nilai standar pabrik.

c. **Pemeriksaan Injektor**

Meliputi injector cleaning, pengujian pola semprotan (spray pattern), dan pemeriksaan kebocoran.

3. **Diagnosis Sistem Pengapian**

a. **Pengujian Percikan Busi**

Lakukan pengujian menggunakan spark tester untuk memastikan kualitas percikan busi. Percikan biru menandakan kondisi normal, sedangkan percikan kuning atau merah menunjukkan kelemahan sistem pengapian.

b. **Pemeriksaan Koil Pengapian**

Ukur tahanan lilitan primer dan sekunder menggunakan Ohm meter. Bandingkan hasil pengukuran dengan standar manual servis.

c. **Pemeriksaan CDI/ECU Pengapian**

Untuk sistem CDI, periksa tahanan pulser dan spul pengapian. Untuk sistem ECU, pastikan sensor CKP bekerja baik dan mengirimkan sinyal yang benar.

**C. Teori Dasar**

1. **Prinsip Kerja Karburator**

Karburator bekerja berdasarkan Hukum Bernoulli. Udara yang mengalir cepat melalui venturi menurunkan tekanan sehingga bensin terhisap dari mangkuk karburator melalui pilot jet dan main jet, kemudian bercampur dengan udara.

Faktor yang memengaruhi campuran meliputi ukuran jet, tinggi pelampung, kondisi filter udara, dan kecepatan aliran udara.

2. **Prinsip Dasar EFI (Electronic Fuel Injection)**

a. **Kontrol oleh ECU**

EFI menggunakan ECU yang menerima input dari sensor seperti IAT, ECT, TPS, MAP/MAF, dan O<sub>2</sub> sensor untuk menentukan durasi semprotan injektor.

b. **AFR Ideal**

AFR ideal adalah 14.7:1. Terlalu kaya (rich) membuat boros dan knalpot hitam, terlalu miskin (lean) menyebabkan mesin panas dan berpotensi knocking.

c. **Keunggulan EFI**

Pembakaran lebih efisien, emisi lebih rendah, mesin lebih responsif, serta lebih mudah dinyalakan dalam kondisi dingin.

3. **Fungsi Koil Pengapian**

Koil menaikkan tegangan dari 12 volt menjadi sekitar 15.000 hingga 20.000 volt agar arus dapat melompat pada celah busi sehingga menghasilkan percikan api yang menyalakan campuran udara dan bahan bakar.

Kerusakan pada lilitan koil dapat menyebabkan percikan lemah yang berakibat mesin brebet atau sulit hidup.

## MODUL 5 - Bongkar Pasang Mobil dan Motor (Diagnosis Sistem)

### A. Sub Indikator Pembelajaran

1. Siswa mampu melakukan praktik bongkar pasang mobil dan sepeda motor (unit dasar).
2. Siswa mampu melakukan praktik sistem pengapian, starter, dan karburator.
3. Siswa mampu melakukan praktik pada sistem pengapian dan bahan bakar (diagnosis terintegrasi).

### B. Instrumen dan Prosedur

#### 1. Bongkar Pasang Unit

Bagian ini melatih kemampuan siswa dalam melakukan pembongkaran dan pemasangan komponen dasar kendaraan secara aman dan sistematis.

##### a. Prosedur Umum Pembongkaran:

- Pastikan baterai dilepas (terminal negatif terlebih dahulu).
- Lepaskan jok, cover bodi, dan bagian luar kendaraan menggunakan kunci yang sesuai.
- Catat urutan pembongkaran menggunakan foto atau label komponen.
- Simpan baut dan mur di wadah terpisah agar tidak tertukar.

##### b. Pelepasan Tangki BBM:

- Tutup kran bensin (motor karburator).
- Lepaskan selang bahan bakar dari karburator atau fuel rail.
- Angkat tangki dengan hati-hati agar tidak merusak sensor fuel gauge.

##### c. Pelepasan Filter Udara:

- Lepas cover box filter udara.
- Keluarkan elemen filter dan periksa tingkat kotoran.
- Bersihkan box filter dari debu dan oli blow-by.

##### d. Pemasangan Kembali:

- Pasang semua bagian sesuai urutan pembongkaran.
- Pastikan semua konektor listrik terhubung.
- Periksa kembali kekencangan baut dan kebocoran bahan bakar.

#### 2. Diagnosis Starter

Diagnosis dilakukan untuk memastikan sistem starter mampu menggerakkan mesin dengan benar.

##### a. Pemeriksaan Visual:

- Periksa kondisi kabel positif dan negatif baterai.
- Pastikan terminal tidak korosi.
- Periksa relay starter dan kabel ke motor starter.

##### b. Pemeriksaan Sikat Karbon (Carbon Brush):

- Buka rumah starter.
- Periksa panjang sikat karbon. Jika terlalu pendek → starter lemah.
- Pastikan komutator pada armature tidak gosong atau tergores.

##### c. Pengujian Lilitan Armature dengan Growler Tester:

Growler tester digunakan untuk mendeteksi lilitan armature yang short (korsleting).

**Prosedur:**

1. Letakkan armature pada growler.
2. Nyalakan alat.
3. Tempelkan pisau besi tipis di atas lilitan.
4. Jika pisau bergetar kuat → lilitan short.
5. Jika tidak ada reaksi → lilitan normal.

**d. Pemeriksaan Beban Starter:**

- Gunakan multimeter untuk mengukur tegangan saat starter ditekan.
- Jika tegangan drop drastis (< 9V) → baterai lemah atau motor starter mengalami gesekan berlebih.

**3. Diagnosis Terintegrasi (Pengapian & Bahan Bakar)**

Bagian ini mengajarkan cara menentukan sumber kerusakan ketika mesin mogok atau susah hidup.

**a. Pemeriksaan Awal:**

- Periksa apakah mesin masih memiliki percikan api di busi.
- Periksa apakah bahan bakar mengalir (karburator/EFI).
- Amati suara fuel pump (EFI) saat kunci ON.

**b. Diagnosis Jika Tidak Ada Percikan (No Spark):**

- Periksa kondisi busi.
- Periksa kabel koil.
- Periksa koil (resistansi primer & sekunder).
- Periksa pulser/CKP (Crankshaft Position Sensor).
- Untuk CDI/ECU → pastikan soket tidak kendur.

**c. Diagnosis Jika Tidak Ada Suplai Bahan Bakar:**

- Untuk karburator:
  - Periksa ketinggian pelampung.
  - Periksa pilot jet dan main jet.
  - Periksa aliran bensin dari tangki.
- Untuk EFI:
  - Cek tekanan fuel pump menggunakan pressure gauge.
  - Periksa injektor (spray pattern dan kebocoran).
  - Baca kode error menggunakan scanner.

**d. Alur Logis Diagnosis Terintegrasi:**

1. Mesin tidak hidup → cek SPARK dulu.
2. Jika ada spark → cek BAHAN BAKAR.
3. Jika spark dan bahan bakar normal → cek kompresi.
4. Jika kompresi lemah → kemungkinan ring piston aus atau klep tidak rapat.

**C. Teori Dasar**

**1. Penyebab Hard Cranking**

Hard cranking adalah kondisi mesin sulit diputar oleh starter. Penyebab utamanya:

**a. Keausan Sikat Karbon Starter:**

- Sikat karbon yang aus tidak dapat menekan komutator dengan kuat.
- Mengakibatkan starter lemah dan putaran lambat.

**b. Masalah Baterai:**

- Tegangan rendah (<12.2V).
- Baterai sudah melemah atau cell rusak.

c. **Resistansi pada Kabel Starter:**

- Kabel longgar atau korosi meningkatkan hambatan listrik.
- Arus tidak mengalir penuh ke motor starter.

**2. Kualitas Percikan**

Kualitas percikan busi sangat menentukan keberhasilan pembakaran.

a. **Percikan Biru Terang**

- Menandakan tegangan koil kuat.
- Sistem pengapian dalam kondisi normal.

b. **Percikan Kuning atau Merah**

- Tegangan kurang.
- Busi kotor atau celah terlalu besar.
- Koil melemah.
- Kabel busi bocor (retak atau tidak rapat).

## MODUL 6 - Sistem Pengecatan Dico, Dempul, dan OH Auxiliary

### A. Sub Indikator Pembelajaran

1. Siswa mampu mengenal dan memahami OH mesin mobil dan motor
2. (konsep).
3. Siswa mampu melakukan praktik pada OH mesin mobil dan sepeda motor (pelaksanaan).
4. Siswa mampu melakukan praktik pada OH mesin kompresor dan starter.
5. Siswa mampu mengenal alat dan bahan sistem pengecatan dico, serta praktik pengecatan dico/sistem semprot.

### B. Instrumen dan Prosedur

#### 1. Pengukuran OH (Overhaul / Oversize Piston)

Pengukuran ini dilakukan untuk menentukan apakah diameter silinder masih layak atau harus dilakukan oversize piston.

##### a. Instrumen yang digunakan:

- Mikrometer luar (Outside Micrometer)
- Dial Bore Gauge
- Feeler gauge (opsional untuk clearance tambahan)

##### b. Prosedur Umum Pengukuran:

1. Bersihkan dinding silinder dari oli dan karbon agar pembacaan presisi.
2. Ukur diameter piston menggunakan **mikrometer**, terutama pada bagian skirt piston.
3. Atur **dial bore gauge** sesuai ukuran referensi dari mikrometer.
4. Masukkan dial bore gauge ke dalam silinder pada tiga titik:
  - Atas (dekat TMA)
  - Tengah
  - Bawah (dekat TMB)
5. Putar bore gauge ke dua arah (vertikal dan horizontal) untuk mendeteksi keausan oval (elliptical wear).
6. Catat selisih ukuran bore dengan piston.
7. Tentukan ukuran oversize piston:
  - OS 25 (0.25 mm)
  - OS 50 (0.50 mm)
  - OS 75 (0.75 mm)
  - OS 100 (1.00 mm)

##### c. Kesimpulan Pengukuran:

- Jika keausan melebihi limit manual → perlu di-*boring* dan ganti piston oversize.
- Jika masih dalam toleransi → cukup honing.

#### 2. K3 Kompresor AC (Keselamatan & Lingkungan)

Pekerjaan pada sistem AC tidak boleh sembarangan karena berhubungan dengan refrigeran.

##### a. Prinsip keselamatan:

- Refrigeran AC bersifat berbahaya jika terhirup.
- Tidak boleh dilepas langsung ke udara (regulasi lingkungan).

**b. Prosedur Recovery Freon:**

1. Pasang mesin AC **recovery unit** pada port high dan low pressure.
2. Hidupkan mesin recovery untuk menghisap freon dari sistem.
3. Freon masuk ke tabung penyimpanan (recovery tank).
4. Pastikan tekanan sistem menjadi 0 psi sebelum membuka kompresor.
5. Setelah freon tersimpan, barulah kompresor AC boleh dilepas.

**c. Alasan wajib recovery:**

- Mencegah polusi udara.
- Melindungi teknisi dari paparan refrigeran bertekanan tinggi.
- Menghindari kerusakan komponen akibat pelepasan mendadak.

**3. Pendempulan (Body Repair)**

Pendempulan digunakan untuk meratakan bagian bodi kendaraan yang penyok atau tidak rata.

**a. Bahan dan alat yang digunakan:**

- Dempul polyester (*polyester putty*)
- Amplas kasar hingga halus (P80, P120, P180, P240)
- Scraper / plastic spatula
- Hardener (katalis)

**b. Prosedur Pendempulan:**

- Bersihkan area panel dari cat dan karat.
- Campurkan dempul dengan hardener sesuai takaran.
- Oleskan dempul secara merata menggunakan scraper.
- Biarkan kering beberapa menit (tergantung jenis putty).

**c. Proses Pengamplasan Bertahap:**

- **P80** → untuk membentuk kontur awal (kasar).
- **P120** → meratakan bentuk.
- **P180** → perhalus permukaan.
- **P240** → finishing sebelum pemberian filler/surfacer.

**d. Tujuan Pengamplasan Bertahap:**

- Menghindari goresan kasar (deep scratch).
- Memberikan permukaan halus sebelum cat dasar.
- Membuat kontur panel kembali seperti semula.

**C. Teori Dasar**

**1. Indikasi OH (Overhaul Mesin)**

Overhaul diperlukan jika mesin menunjukkan tanda-tanda kerusakan berat.

**a. Knocking keras:**

- Menandakan keausan bearing crankshaft (big end atau main bearing).
- Suara terdengar saat RPM naik.
- Disebabkan oli kotor atau tekanan oli rendah.

**b. Asap biru:**

- Menandakan oli masuk ke ruang bakar.
- Penyebab umum:
  - Ring piston aus
  - Silinder aus (harus OS)
  - Valve stem seal mengeras atau retak

**c. Oli cepat habis tanpa kebocoran:**

- Menguatkan indikasi ring piston rusak.

**2. Sistem Pengecatan**

Pengecatan otomotif terdiri dari beberapa lapisan yang berfungsi membentuk warna, perlindungan, dan kilap.

**a. Urutan lapisan pengecatan:**

1. **Primer** → menempelkan cat pada logam dan mencegah karat.
2. **Surfacer (filler)** → meratakan permukaan setelah pendempulan.
3. **Base Coat** → lapisan warna utama.
4. **Clear Coat** → lapisan transparan pelindung.

**b. Fungsi Clear Coat:**

- Melindungi base coat dari sinar UV.
- Memberikan tampilan glossy (kilap).
- Membuat cat lebih tahan gores.
- Melindungi warna agar tidak cepat pudar.

## MODUL 7 - Bongkar Pasang Mesin dan Las Listrik (Pelaksanaan OH)

### A. Sub Indikator Pembelajaran

1. Siswa mampu melakukan praktik bongkar pasang mesin dan las listrik.

### B. Instrumen dan Prosedur

#### 1. Perakitan Presisi (Engine Assembly)

Perakitan mesin harus dilakukan dengan pengukuran yang akurat dan prosedur pengencangan yang benar agar mesin dapat bekerja optimal.

##### a. Pengencangan Baut Kepala Silinder (Cylinder Head Bolt Torqueing)

Pengencangan baut kepala silinder harus menggunakan kunci momen (torque wrench) untuk memastikan tekanan merata pada gasket dan mencegah kebocoran kompresi.

##### Prosedur:

1. Bersihkan permukaan kepala silinder dan blok dari oli dan kotoran.
2. Pasang gasket baru sesuai arah pemasangan.
3. Pasang semua baut kepala silinder secara manual hingga menempel ringan.
4. Kencangkan baut secara berurutan (criss-cross pattern) sesuai diagram pabrikan.
5. Gunakan kunci momen dan kencangkan dalam tiga tahap, misalnya:
  - o Tahap 1: 25 Nm
  - o Tahap 2: 45 Nm
  - o Tahap 3: 65 Nm (atau sesuai manual)
6. Pastikan tidak ada baut yang terlalu kencang atau terlalu kendur untuk menghindari distorsi kepala silinder.  
Pengencangan tanpa kunci momen dapat menyebabkan:
  - Gasket head jebol
  - Kepala silinder melengkung (warped head)
  - Kebocoran kompresi

##### b. Pengecekan Celah Oli Menggunakan Plastigauge

Plastigauge digunakan untuk mengukur celah (clearance) antara crankshaft dan bearing secara presisi sebelum mesin dirakit akhir.

##### Prosedur:

1. Bersihkan permukaan crankshaft dan bearing cap.
2. Potong plastigauge sepanjang  $\pm 1$  cm.
3. Letakkan plastigauge di atas jurnal crankshaft.
4. Pasang bearing cap dan kencangkan sesuai torsi standar.
5. Lepas kembali bearing cap.
6. Amati lebar hasil penyetelan plastigauge dan cocokkan dengan skala pada kemasan.
7. Jika clearance terlalu besar  $\rightarrow$  bearing aus atau crankshaft harus di-  
*grinding*.
8. Jika terlalu kecil  $\rightarrow$  berisiko macet saat mesin panas.

### 2. Las Listrik (K3 Keselamatan Kerja)

Pengelasan listrik menghasilkan cahaya sangat terang dan radiasi berbahaya.

a. **Penggunaan Topeng Las (Welding Helmet)**

Topeng las wajib digunakan untuk melindungi teknisi dari:

- Sinar ultraviolet dan inframerah dari busur las
- Percikan api (sparks)
- Risiko welder's flash (iritasi mata akibat cahaya las)

Topeng las juga dilengkapi filter otomatis (*auto-darkening*) yang menggelap saat busur menyala sehingga pandangan tetap aman.

3. **Teknik Las Bodi (Automotive Body Welding)**

Pengelasan pada bodi mobil membutuhkan teknik khusus karena plat sangat tipis (0.8–1.2 mm).

a. **Pengaturan Arus Rendah**

Arus las harus disetel rendah agar panas tidak menembus seluruh plat bodi.

Jika arus terlalu tinggi:

- Plat menjadi berlobang
- Bodi menjadi berkerut/bergelombang
- Struktur melemah

b. **Teknik Las Titik (Tack Welding)**

Las titik digunakan untuk mengurangi panas pada plat.

**Prosedur:**

1. Las hanya pada titik-titik kecil secara terpisah.
2. Biarkan tiap titik dingin sebelum melanjutkan.
3. Lanjutkan titik las berikutnya secara menyilang agar panas tidak terpusat.

**Tujuan:**

- Mencegah deformasi (melengkung) akibat panas
- Menjaga panel bodi tetap rata
- Menghindari penggerakan dan pendempulan yang berlebihan

C. Teori Dasar

1. **Fungsi Plastigauge**

Plastigauge adalah alat ukur berbentuk benang plastik lembut yang akan melebar jika ditekan. Lebar pipihnya menjadi indikator ukuran celah.

**Fungsi utama:**

- Mengukur **oil clearance** jurnal crankshaft
- Menentukan apakah bearing masih layak pakai
- Menjamin pelumasan optimal saat mesin berputar

Jika clearance terlalu besar → tekanan oli rendah → bearing cepat aus. Jika terlalu kecil → oli tidak dapat masuk → journal mudah macet.

2. **Alasan Penggunaan Las Titik pada Bodi Mobil**

Bodi mobil terbuat dari plat tipis. Jika dipanaskan secara terus-menerus dengan las panjang, panel akan mengalami:

- Distorsi panas
- Melengkung tidak rata
- Penurunan kekuatan struktural
- Perlu pendempulan ekstra

Karena itu digunakan **las titik**, yang hanya memberi panas pada area sangat kecil sehingga:

- Panas terkonsentrasi hanya pada titik tertentu
- Plat tetap rata
- Risiko deformasi minimal

Las titik adalah teknik paling aman untuk perbaikan panel bodi tanpa merusak struktur.

## MODUL 8 - OH Mesin SK dan Las Listrik (Aplikasi Spesifik)

### A. Sub Indikator Pembelajaran

1. Siswa mampu melakukan praktik pada OH mesin SK (Spesifikasi Khusus) dan las listrik.

### B. Instrumen dan Prosedur (Rinci)

#### 1. Aplikasi Data Teknis Mesin

Penggunaan Buku Manual Servis dilakukan untuk memastikan semua nilai spesifikasi mesin sesuai standar pabrik. Langkahnya:

##### 1) Mencari Data Torsi Baut Kepala Silinder

- o Contoh mesin: **Toyota 5K**
- o Nilai torsi standar: **78 Nm**
- o Digunakan saat mengencangkan baut kepala silinder secara bertahap dan berurutan (biasanya pola silang).

##### 2) Mengambil Data Celah Katup

- o Cela katup Hisap: **0,20 mm**
- o Cela katup Buang: **0,30 mm**
- o Disetel saat mesin dingin menggunakan Feeler Gauge.

##### 3) Menentukan Urutan Pengencangan

- o Mengikuti diagram resmi untuk menghindari kepala silinder melengkung atau kompresi bocor.
- o Dilakukan dalam **3 tahap**: pre-tightening → tightening → final torque.

#### Instrumen yang digunakan:

- Kunci momen
- Feeler gauge
- Manual servis (data teknis)

### 2. Finalisasi Las pada Bodi Kendaraan

Langkah rinci pada proses perbaikan bodi keropos:

#### 1) Membersihkan Area Keropos

- o Menggunakan gerinda untuk membuang karat dan membuka lubang yang sudah rapuh.
- o Membersihkan permukaan hingga plat yang masih sehat.

#### 2) Pemotongan dan Penyesuaian Plat Baru

- o Memotong plat pengganti sesuai ukuran lubang.
- o Menyesuaikan lengkungan agar sesuai bentuk bodi.

#### 3) Proses Pengelasan

- o Menggunakan teknik **Las Titik (Tack Welding)** untuk menghindari panas berlebih.
- o Las dilakukan bertahap mengelilingi plat untuk mengurangi risiko melengkung (**warping**).

#### 4) Perataan Hasil Las

- o Menggunakan gerinda untuk merapikan hasil sambungan.
- o Memastikan sambungan kuat, rata, dan siap untuk proses dempul.

#### 5) Dempul Final (Jika diperlukan)

- o Setelah las selesai, permukaan diratakan dengan dempul polyester.

- Diakhiri pengamplasan bertahap hingga permukaan benar-benar halus.

**Instrumen yang digunakan:**

- Mesin las listrik
- Topeng las (wajib K3)
- Gerinda tangan
- Plate cutter
- Dempul polyester
- Amplas P80 – P240

**C. Teori Dasar (Rinci)**

**a. Pentingnya Data SK (Spesifikasi Khusus) dalam Perbaikan Mesin**

Setiap mesin memiliki toleransi kerja yang ditetapkan pabrik. Fungsi Data SK:

**1. Menjamin Ketahanan Komponen**

- Jika torsi baut kepala silinder kurang dari standar → terjadi kebocoran kompresi.
- Jika terlalu besar → baut patah atau ulir blok rusak.

**2. Menjamin Keakuratan Clearances (Celah Kerja)**

- Cela katup terlalu sempit → katup tidak menutup sempurna → kompresi bocor.
- Cela terlalu longgar → bunyi berisik dan performa turun.

**3. Menjaga Efisiensi Pembakaran**

- Kombinasi torsi, cela komponen, dan timing menentukan efisiensi mesin.

**4. Menghindari Kerusakan Fatal**

- Kesalahan data dapat menyebabkan overheating, piston macet, hingga kerusakan mesin total.

**b. Penyetelan Timing Akhir Pengapian**

Penyetelan timing dilakukan setelah mesin dirakit dan mesin dapat menyala stabil.

Detail proses:

**1. Penggunaan Timing Light**

- Alat diklem ke kabel busi silinder 1.
- Lampu strobo akan menyala sesuai percikan pengapian.

**2. Menentukan Sudut Pengapian**

- Contoh setting standar:  $8^\circ$  BTDC (Before Top Dead Center).
- Artinya percikan terjadi 8 derajat sebelum piston mencapai titik mati atas.

**3. Proses Penyetelan**

- Longgarkan dudukan distributor.
- Putar distributor sedikit ke kiri atau kanan hingga tanda pada pulley sejajar dengan garis  $8^\circ$  pada cover timing.
- Setelah tepat, distributor dikencangkan kembali.

**4. Tujuan Penyetelan Timing**

