

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS  
KOMPUTER MENGGUNAKAN *ADOBE FLASH* PADA KOMPETENSI  
MEMAHAMI *ENGINE MANAGEMENT SYSTEM***

**TUGAS AKHIR SKRIPSI**

Diajukan kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta  
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan guna Memperoleh  
Gelara Sarjana Pendidikan



Oleh:  
Edi Sutopo  
13504241059

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF  
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
2018**

## LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS  
KOMPUTER MENGGUNAKAN ADOBE FLASH PADA KOMPETENSI  
MEMAHAMI ENGINE MANAGEMENT SYSTEM**

Disusun oleh:

**Edi Sutopo**  
**NIM. 13504241059**

Telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan Ujian Akhir Tugas Akhir Skripsi bagi yang bersangkutan.

Yogyakarta, Januari 2018

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Pendidikan Teknik Otomotif,

Disetujui,  
Dosen Pembimbing,

  
**Dr. Zainal Arifin, M.T.**  
**NIP. 19690312 200112 1 001**

  
**Dr. Zainal Arifin, M.T.**  
**NIP. 19690312 200112 1 001**

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Edi Sutopo  
NIM : 13504241059  
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif  
Fakultas : Teknik  
Judul : Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis  
Komputer Menggunakan *Adobe Flash* pada Kompetensi  
Memahami *Engine Management System*

menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali sebagai acuan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Yogyakarta, Januari 2018

Yang menyatakan,

Edi Sutopo

NIM. 13504241059

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi

### PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS KOMPUTER MENGGUNAKAN ADOBE FLASH PADA KOMPETENSI MEMAHAMI ENGINE MANAGEMENT SYSTEM


Disusun oleh:

Edi Sutopo  
NIM. 13504241059

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Program Studi  
Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta  
pada tanggal 17 Januari 2017

TIM PENGUJI		
Nama/Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Dr. Zainal Arifin, M.T. Ketua Penguji		24/1/2018
Prof. Dr. Herminanto Sofyan, M.Pd Sekretaris		24/1/2018
Dr. Agus Budiman, M.Pd, M.T Penguji Utama		24/1/2018

Yogyakarta, Januari 2018  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta  
Dekan

  
Dr. Widarto, M.Pd  
NIP. 19631230 198812 1 001



# **PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS KOMPUTER MENGGUNAKAN ADOBE FLASH PADA KOMPETENSI MEMAHAMI *ENGINE MANAGEMENT SYSTEM***

Oleh:  
Edi Sutopo  
NIM. 13504241059

## **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Mengetahui langkah pengembangan media pembelajaran interaktif pada kompetensi memahami *engine management system* berbasis komputer menggunakan *adobe flash*, (2) Mengetahui kelayakan dari produk media pembelajaran interaktif berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media, (3) Mengetahui keefektifan media pembelajaran interaktif berdasarkan peningkatan hasil belajar siswa.

Jenis penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dengan mengikuti model pengembangan ADDIE yang dikembangkan oleh Grafinger (1988) yang meliputi tahap *analysis*, tahap *design*, tahap *development*, tahap *implementation*, dan tahap *evaluation*. Teknik sampling yang digunakan adalah *random sampling* dengan subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas XII TKR 2 SMK Muhammadiyah 1 Bantul sebanyak 31 siswa.

Penelitian ini menghasilkan produk multimedia pembelajaran interaktif berbasis komputer menggunakan *adobe flash* untuk mata pelajaran Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan, khususnya pada kompetensi memahami *Engine Management System* (EMS). Hasil penelitian menunjukkan: (a) Produk hasil pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis multimedia pada mata pelajaran Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan, dengan bentuk fisik berupa *compact disk* (CD) yang berisi file program media pembelajaran interaktif berbasis *adobe flash* pada kompetensi memahami *engine management system* (EMS) dengan ekstensi *.swf* dan *.exe*; (b) Hasil penilaian terhadap media pembelajaran oleh ahli media memperoleh persentase rerata sebesar 97,33% dengan kategori "Sangat Layak", Menurut ahli materi memperoleh persentase rerata sebesar 84,63% dengan kategori "Sangat Layak". Penilaian oleh siswa memperoleh persentase rerata sebesar 81,28% dengan kategori "Sangat Layak". Penilaian kelayakan secara keseluruhan mendapat persentase rerata sebesar 87,74%, sehingga menunjukkan bahwa media pembelajaran interaktif sangat layak digunakan dalam proses pembelajaran, (c) Media yang dikembangkan cukup efektif untuk meningkatkan hasil belajar siswa.

**Kata kunci:** Media Pembelajaran Interaktif, *Adobe Flash*, *Engine Management System*,

## MOTTO

*“Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri” (QS Ar-Ra’d 13 : 11)*

*“Kalau ingin melakukan perubahan jangan tunduk terhadap kenyataan, asalkan kau yakin di jalan yang benar maka lanjutkan.” (Abdurrahman Wahid)*

*“Bagaimana kebiasaan akan kita ubah kalau kebiasaan itu sendiri sering tak kita sadari?” (Sudjiwo Tedjo)*

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Tugas Akhir Skripsi ini saya persembahkan kepada:

Bapak Alm. Abdul Salam dan Ibu Zunariyah, Dwi Yulianto, Aditya Septiawan  
dan seluruh keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan dan kasih sayang  
kepada saya.

Rita Septiana yang selalu mengingatkan dan tak pernah bosan memberi  
dukungan, mentoring terkait media dan memotivasi diri untuk segera lulus.

Anak anak kelas XII TKR SMK Muhammadiyah 1 Bantul

Seluruh staff dan guru jurusan Otomotif SMK Muhammadiyah 1 Bantul

Kelas C Pendidikan Teknik Otomotif Angkatan 2013.

Keluarga BEM FT UNY 2016.

Penasihat Akademik, Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif sekaligus  
Dosen Pembimbing Tugas Akhir Skripsi Dr. Zainal Arifin, M.T yang selalu  
membimbing, memberi arahan dan memotivasi untuk cepat menyelesaikan  
jenjang studi S1.

Segenap dosen dan staff jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Yogyakarta atas segala ajaran dan bimbingannya yang  
sangat berharga.

Almamater Universitas Negeri Yogyakarta.

Semua teman-temanku, Hanung, Krisna, Budi, Riyadi, Tor, Sigit, Wenang, Fiana,  
Nina, Tiya, Dwi, Yani, Tutut, Ina, Doni, Edwin.

Dan seluruh pihak yang membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir Skripsi ini.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya, Tugas Akhir Skripsi dalam rangka untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan dengan judul “PENGEMBANGAN Media Pembelajaran Interkatif Berbasis Kompter Menggunakan *Adobe Flash* pada Kompetensi Memahami *Engine Management System* Kelas XII TKR SMK Muhammadiyah 1 Bantul Tahun Ajaran 2017/2018” dapat disusun sesuai dengan harapan. Tugas Akhir Skripsi ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dengan pihak lain. Berkenaan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. Widarto, M.Pd, Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang memberikan persetujuan pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi.
2. Bapak Dr. Zainal Arifin, M.T. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif FT UNY sekaligus Dosen Pembimbing TAS yang telah banyak memberikan semangat, dorongan, dan bimbingan selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi.
3. Bapak Sutiman, M.T, Moch. Solikin, M.Kes dan M. Khairil Anwar, S.Pd selaku Ahli Media dan Ahli Materi yang memberikan saran/masukan perbaikan pada media sehingga media pembelajaran dapat sesuai dengan kebutuhan.
4. Bapak Prof. Dr. Herminanto Sofyan, M.Pd dan Dr. Agus Budiman, M.Pd, M.T, selaku Sekretaris dan Penguji Utama yang telah memberikan koreksi perbaikan secara komprehensif terhadap TAS.
5. Seluruh dosen dan staf Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif yang telah memberikan bantuan hingga terselesaikannya Tugas Akhir Skripsi ini.
6. Bapak Widada, M.Pd selaku Kepala SMK Muhammadiyah 1 Bantul yang telah memberi ijin dan bantuan dalam pelaksanaan penelitian Tugas Akhir Skripsi.

7. Para guru dan staf SMK Muhammadiyah 1 Bantul yang telah memberi bantuan memperlancar pengambilan data selama proses penelitian Tugas Akhir Skripsi
8. Teman-teman kelas C Otomotif 2013 dan seluruh teman-teman mahasiswa Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang selalu memberikan dukungan dan semangat selama menimba ilmu.
9. Semua pihak, secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan di sini atas bantuan dan perhatiannya selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.

Akhirnya, semoga segala bantuan yang telah berikan semua pihak di atas menjadi amalan yang bermanfaat dan mendapatkan balasan dari Allah SWT dan Tugas Akhir Skripsi ini menjadi informasi bermanfaat bagi pembaca atau pihak lain yang membutuhkannya.

Yogyakarta, Januari 2018

Penulis,

Edi Sutopo

NIM.13504241059



## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
MOTTO .....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
 <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	 <b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	8
C. Batasan Masalah .....	9
D. Rumusan Masalah .....	9
E. Tujuan Penelitian.....	10
F. Spesifikasi Produk .....	10
G. Manfaat Penelitian .....	11
 <b>BAB II KAJIAN PUSTAKA .....</b>	 <b>13</b>
A. Kajian Teori .....	13
1. Pembelajaran.....	13
2. Media .....	14
3. Media Pembelajaran .....	14
4. Multimedia Interaktif.....	17
5. <i>Adobe Flash</i> .....	19
6. Pengembangan Multimedia Interaktif .....	20
7. <i>Engine Management System</i> .....	23
8. Prestasi Belajar.....	26
B. Penelitian yang Relevan .....	36
C. Kerangka Pikir.....	38
D. Pertanyaan Penelitian .....	39
 <b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	 <b>41</b>
A. Jenis Penelitian .....	41
B. Model Pengembangan .....	42
1. Tahap Analisis ( <i>Analysis</i> ).....	42
2. Tahap Desain ( <i>Design</i> ) .....	43
3. Tahap Pengembangan ( <i>Development</i> ) .....	44
4. Tahap Implementasi ( <i>Implementation</i> ).....	44
5. Tahap Evaluasi ( <i>Evaluation</i> ) .....	45
C. Tempat dan Waktu Penelitian .....	46

D. Subjek dan Objek Penelitian .....	46
E. Metode dan Alat Pengumpulan Data .....	47
1. Teknik Pengumpulan Data .....	47
2. Instrumen Pengumpulan Data .....	50
3. Validitas Instrumen .....	53
F. Teknik Analisis Data .....	53
1. Analisis Data Kelayakan Media .....	53
2. Analisis Data Keefektifan Media .....	55
 <b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>57</b>
A. Hasil Penelitian .....	57
1. Tahap Analisis ( <i>Analysis</i> ) .....	57
2. Tahap Desain ( <i>Design</i> ) .....	61
3. Tahap Pengembangan ( <i>Development</i> ) .....	61
4. Tahap Implementation ( <i>Implementation</i> ) .....	73
5. Tahap Evaluasi ( <i>Evaluation</i> ) .....	73
B. Pembahasan .....	78
1. Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif .....	78
2. Kelayakan Media Pembelajaran Interaktif .....	84
3. Keefektifan Media Pembelajaran Interaktif .....	85
 <b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>87</b>
A. Kesimpulan .....	87
B. Implikasi Hasil Penelitian .....	88
C. Keterbatasan Penelitian .....	88
D. Saran .....	89
 <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>90</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>93</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Rekap Nilai Tugas Harian Materi Sistem Bahan Bakar EFI pada Mata Pelajaran Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Kelas XI TKR SMK Muhammadiyah 1 Bantul Tahun Ajaran 2017/2018.....	7
Tabel 2. Rangkuman Aktivitas Model ADDIE.....	45
Tabel 3. Kisi-Kisi Angket Kelayakan Ahli Materi .....	51
Tabel 4. Kisi-Kisi Angket Kelayakan Ahli Media.....	52
Tabel 5. Kisi-Kisi Angket Penilaian Media Pembelajaran oleh Siswa.....	52
Tabel 6. Kategori Kelayakan Berdasarkan <i>Rating Scale</i> .....	55
Tabel 7. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Mata Pelajaran Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan Semester Genap Kelas XII Teknik Kendaraan Ringan SMK Muhammadiyah 1 Bantul .....	58
Tabel 8. Analisis Kebutuhan Materi .....	59
Tabel 9. Hasil Uji Kelayakan dari Ahli Media .....	74
Tabel 10. Hasil Uji Kelayakan dari Ahli Materi .....	75
Tabel 11. Hasil Uji Kelayakan oleh Siswa.....	76
Tabel 12. Hasil Kelayakan Secara Keseluruhan.....	76
Tabel 13. Perbandingan Hasil Belajar Siswa Saat <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i> .	77
Tabel 14. Hasil Paired Sample t-Test Menggunakan SPSS 24 .....	78

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Kerja Sistem Kontrol Elektronik .....	24
Gambar 2. Model Pengembangan ADDIE Menurut Grafinger.....	42
Gambar 3. Tampilan <i>Interface</i> Halaman Intro .....	62
Gambar 4. Tampilan <i>Interface</i> Halaman Utama .....	63
Gambar 5. Tampilan <i>Interface</i> Halaman. Kompetensi Dasar .....	63
Gambar 6. Tampilan <i>Interface</i> Halaman Materi .....	64
Gambar 7. Tampilan <i>Interface</i> Halaman Video .....	65
Gambar 8. Tampilan <i>Interface</i> Halaman Sensor .....	65
Gambar 9. Tampilan <i>Interface</i> Halaman Aktuator .....	66
Gambar 10. Tampilan <i>Interface</i> Halaman Deskripsi Sensor/Aktuator.....	66
Gambar 11. Tampilan <i>Interface</i> Halaman Petunjuk Evaluasi .....	67
Gambar 12. Tampilan <i>Interface</i> Halaman Soal Evaluasi .....	68
Gambar 13. Tampilan <i>Interface</i> Halaman Hasil Evaluasi .....	68
Gambar 14. Tampilan <i>Interface</i> Halaman Profil Pengembang .....	69
Gambar 15. Tampilan <i>Interface</i> Halaman Keluar .....	69
Gambar 16. Tampilan <i>Interface</i> Halaman Ucapan Terima Kasih .....	70

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Surat Ijin Penelitian dari Fakultas .....	94
Lampiran 2. Surat Ijin Penelitian dari Kesbangpol.....	95
Lampiran 3. Surat Ijin Penelitian dari Dikpora .....	96
Lampiran 4. Surat Ijin Penelitian dari SMK Muhammadiyah 1 Bantul.....	97
Lampiran 5. Kartu Bimbingan Tugas Akhir Skripsi .....	98
Lampiran 6. Rekap Nilai Harian Siswa pada Materi Sistem EFI .....	100
Lampiran 7. Instrumen Wawancara .....	104
Lampiran 8. Kisi-kisi Instrumen Penelitian .....	107
Lampiran 9. Surat Pernyataan dan Hasil Validasi Instrumen Penelitian .....	109
Lampiran 10. Lembar Uji Kelayakan oleh Ahli Media .....	111
Lampiran 11. Lembar Uji Kelayakan oleh Ahli Materi 1 .....	119
Lampiran 12. Lembar Uji Kelayakan oleh Ahli Materi 2 .....	126
Lampiran 13. Lembar Penilaian Media oleh Siswa.....	138
Lampiran 14. Lembar Soal pre-test dan post test.....	144
Lampiran 15. Silabus .....	147
Lampiran 16. <i>Flowchart</i> .....	156
Lampiran 17. <i>Storyboard</i> .....	157
Lampiran 18. <i>Actionscript</i> .....	170
Lampiran 19. Dokumentasi Kegiatan .....	181
Lampiran 20. Materi Media .....	183



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Pembentukan Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA) pada tahun 2015 merupakan salah satu agenda yang dibentuk untuk mengintegrasikan kawasan regional ekonomi oleh di ASEAN. Tujuan utama MEA yaitu menjadikan ASEAN sebagai pasar tunggal berbasis produksi, yang mana terjadi arus barang, jasa, investasi dan tenaga terampil yang bebas serta aliran modal yang lebih bebas. (<http://asean.org/asean-economic-community/> pada hari Selasa, 31 Januari 2017 pukul 12:37 WIB). Dalam menghadapi MEA, salah satu faktor penting yang perlu disiapkan adalah faktor sumber daya manusia (SDM) atau tenaga kerja. Hal ini dikarenakan tenaga kerja Indonesia harus siap untuk bersaing dan berkompetisi dengan tenaga kerja lainnya dari berbagai negara ASEAN.

Untuk mengukur kesiapan daya saing sumber daya manusia di Indonesia, bisa merujuk pada hasil survei yang dilakukan oleh *Institute of Management Development (IMD)*. Dalam penelitiannya yang berjudul *IMD World Report Talent 2016*, menyatakan bahwa peringkat Indonesia dalam hal kesiapan sumber daya manusia berada pada posisi 47 dari 61 negara yang disurvei. Jika dilihat dari beberapa negara ASEAN yang ikut disurvei pun Indonesia tidak kalah unggul dari negara tetangganya seperti Singapura, Filipina dan Malaysia. Hal ini menunjukkan bahwa kesiapan SDM di Indonesia dalam menghadapi MEA masih sangat rendah.

Daya saing tenaga kerja diidentifikasi dengan masalah produktivitas sumber daya manusianya. Semakin produktif sumber daya, maka kualitasnya dan daya saingnya akan meningkat. Faktor produktivitas menjadi kunci bagaimana Indonesia dalam menghadapi persaingan tenaga kerja yang terjadi. Peningkatan

pendidikan dan keterampilan melalui pengembangan sumber daya manusia akan meningkatkan produktivitas tenaga kerja. Pengembangan sumber daya manusia adalah upaya berkesinambungan meningkatkan mutu sumber daya manusia dalam arti yang seluas-luasnya, melalui pendidikan, latihan, dan pembinaan (Silalahi, 2000:249). (Pengembangan Sumber Daya Manusia: <http://www.kajianpustaka.com/2016/02/pengembangan-sumber-daya-manusia.html>). Hal serupa juga terdapat pada Undang Undang No 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional yang berbunyi:

“Pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bertujuan untuk mengembangkan potensi yang dimiliki peserta didik agar menjadi manusia yang berkualitas dengan ciri-ciri beriman dan bertaqwa kepada tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, beriman, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi Warga Negara yang demokratis serta tanggung jawab. Berdasarkan hal diatas, dapat disimpulkan bahwa pendidikan yang bermutu dan berkualitas memegang peranan penting dalam peningkatan kualitas sumber daya manusia.”

Menurut Undang-Undang No.20 Tahun 2003, pendidikan di Indonesia mempunyai jalur pendidikan yang terdiri atas pendidikan formal, nonformal dan informal yang dapat saling melengkapi dan memperkaya serta diselenggarakan dengan sistem terbuka melalui tatap muka dan/ atau melalui jarak jauh. Pendidikan informal dilakukan pada lingkungan keluarga dengan bentuk kegiatan belajar secara mandiri. Pendidikan nonformal berfungsi untuk mengganti, menambah dan/ atau pelengkap pendidikan formal yang dirasa kurang memenuhi. Pendidikan nonformal ini seperti pendidikan kecakapan hidup, pendidikan anak usia dini (nonformal), pendidikan kepemudaan, pendidikan pemberdayaan perempuan, pendidikan keterampilan dan pelatihan kerja, dan pendidikan lain yang ditujukan untuk mengembangkan kemampuan peserta didik. Satuan pendidikan nonformal terdiri atas lembaga kursus, lembaga pelatihan, kelompok belajar, pusat kegiatan

belajar masyarakat, majelis taklim serta satuan pendidikan sejenis. Sedangkan pendidikan formal terbagi menjadi empat jenjang sesuai tingkat perkembangan peserta didik yang jelas yaitu anak usia dini, dasar, menengah dan tinggi.

Bentuk satuan pendidikan menengah yaitu Sekolah Menengah Atas (SMA), Madrasah Aliyah (MA), Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), Madrasah Aliyah Kejuruan (MAK) atau bentuk lain yang sederajat. Pendidikan menengah terdiri atas pendidikan menengah umum dan pendidikan menengah kejuruan. Penjurusan pada SMA, MA atau bentuk lain yang sederajat berbentuk program studi yang memfasilitasi kebutuhan pembelajaran serta kompetensi yang diperlukan peserta didik untuk melanjutkan pendidikan pada jenjang pendidikan tinggi, sedangkan penjurusan pada SMK, MAK, dan bentuk lain yang sederajat berbentuk bidang studi keahlian. Pendidikan tinggi dapat menyelenggarakan pendidikan akademik, pendidikan profesi dan/atau pendidikan vokasi dalam bentuk akademi, politeknik, sekolah tinggi, institut atau universitas. (Peraturan Pemerintah No 17 tahun 2010 tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan)

Peraturan Pemerintah Nomor 17 Tahun 2010 menjelaskan bahwa: Pendidikan menengah kejuruan berfungsi untuk membekali peserta didik dengan kemampuan ilmu pengetahuan dan teknologi serta kecakapan kejuruan para profesi sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Penjurusan pada SMK, MAK atau bentuk lain yang sederajat berbentuk bidang studi keahlian yang terdiri atas: a) Bidang studi keahlian teknologi dan rekayasa; b) Bidang studi keahlian kesehatan; c) Bidang studi keahlian seni, kerajinan, dan pariwisata; d) Bidang studi keahlian teknologi informasi dan komunikasi; e) Bidang studi keahlian agribisnis dan agroteknologi; f) Bidang studi keahlian bisnis dan manajemen; dan g) Bidang studi

keahlian lain yang diperlukan masyarakat. Dari hal tersebut dapat disimpulkan bahwa pendidikan menengah kejuruan lebih fokus kepada persiapan dan pengembangan kompetensi yang dibutuhkan untuk dapat beradaptasi saat memasuki dunia kerja. SMK sebagai lembaga pendidikan menengah kejuruan yang dimaksudkan untuk menghasilkan tenaga kerja yang terampil pada bidang tertentu dan sesuai dengan sektor industri tertentu.

SMK Muhammadiyah 1 Bantul merupakan salah satu dari 36 sekolah menengah di daerah Bantul. SMK ini pada awal berdirinya bernama STM Muhammadiyah Bantul. Pada perkembangannya STM Muhammadiyah Bantul kemudian menyesuaikan dengan regulasi pemerintah dan mengubah namanya menjadi SMK Muhammadiyah 1 Bantul. Hingga sekarang, SMK ini mempunyai 4 Program Keahlian yaitu : 1) Teknik Pemesinan; 2) Teknik Kendaraan Ringan; 3) Teknik Audio Video; dan 4) Rekayasa Perangkat Lunak.

Kompetensi Keahlian Teknik Kendaraan Ringan merupakan salah satu jurusan yang berorientasi pada materi mengenai hal keotomotifan khususnya pada kendaraan ringan. Kompetensi keahlian ini ditujukan untuk menyiapkan tenaga pelaksana di bidang Teknik Otomotif yang memiliki pengetahuan, keterampilan, nilai dan sikap sebagai manusia yang bertanggung jawab dan mencintai profesi pekerjaannya. Selain itu diharapkan siswa mampu memilih karir, berkompetisi dan mengembangkan diri dalam lingkup bidang pekerjaan yang relevan serta menjadi tenaga kerja tingkat menengah untuk mengisi kebutuhan dunia usaha dan industri pada saat ini maupun masa yang akan datang. Bidang pekerjaan yang relevan dengan kompetensi keahlian TKR ini adalah: 1) Perawatan dan Perbaikan Motor Bensin dan Diesel; 2) Perawatan dan Perbaikan Chasis dan Pemindah Tenaga; 3) Perawatan dan Perbaikan Sistem Kelistrikan; 4) Perawatan dan

Perbaikan Bodi Otomotif; 5) Perawatan dan Perbaikan Peralatan Mekanik Industri Analisa dan Pengujian Industri. (<http://smkmuh1bantul.sch.id>)

Sistem kelistrikan berperan penting dalam kendaraan ringan. Sistem ini terdiri dari instalasi berbagai macam rangkaian kelistrikan pada kendaraan. Manfaat sistem kelistrikan pada kendaraan ringan dapat dibedakan menjadi beberapa sistem, yaitu: sistem *starter*, sistem pengapian, sistem pengisian, sistem penerangan, sistem tanda, asesoris dan lain sebagainya. Dalam perkembangannya, sistem kelistrikan mulai merambah ke sistem-sistem lain dalam kendaraan seperti sistem bahan bakar, sistem pendingin, sistem AC (*air conditioner*), sistem rem, sistem pemindah tenaga dan sistem lainnya. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengendara.

Mata pelajaran Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan dipelajari oleh siswa kelas XI TKR dan didalam lagi di kelas XII TKR di SMK Muhammadiyah 1 Bantul. Tujuan dari mata pelajaran ini adalah siswa diharapkan dapat memahami dan memelihara sistem kelistrikan kendaraan ringan. Kendala ditemui selama pembelajaran teori di kelas. Hal ini dikarenakan siswa lebih dominan pada pembelajaran praktek. Dampaknya, penurunan daya serap siswa terhadap materi-materi yang diajarkan dan kurangnya konsentrasi belajar siswa selama pembelajaran di kelas teori.

Wawancara yang dilakukan peneliti untuk mengetahui kendala dan masalah yang terjadi saat pembelajaran teori pada mata pelajaran Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan Kegiatan ini dilaksanakan pada tanggal 7 Maret 2017, diketahui sedikit informasi mengenai mata pelajaran tersebut, antara lain: 1) Selama pembelajaran berlangsung, beberapa siswa asyik mengobrol sendiri dan bermain *handphone* (HP); 2) Masih ditemui siswa yang kesiapan belajarnya



kurang seperti lupa membawa peralatan menulis, buku atau pulpen; 3) Keaktifan dan partisipasi siswa dalam pembelajaran masih kurang; 4) Hasil belajar dari beberapa siswa untuk materi EMS masih ada yang berada di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM); 5) Beberapa siswa kesulitan dalam memahami materi EMS; 6) Belum adanya media pembelajaran untuk animasi cara kerja sistem pada materi EMS.

Dalam mata pelajaran tersebut, terdapat materi yang kompleks seperti Materi EMS (*engine management sytem*) terkait cara kerja sensor dan aktuator. Pada silabus materi ini terdapat dalam Kompetensi Memahami dan Memelihara *Engine Management System* (EMS) dengan alokasi waktu sebesar 40 jam pelajaran. Hal tersebut menjadi masalah karena cakupan materi pada kompetensi ini cukup luas dan hanya disediakan waktu yang relatif singkat. Masalah terjadi karena guru menjadi kesulitan dalam penyampaian materinya. Untuk mengatasi hal tersebut, guru sudah berusaha mengganti metode yang biasanya diajarkan dengan ceramah menjadi metode diskusi agar siswa dapat mempelajari materi tersebut serta mampu menyampaikan kembali apa yang dipelajari, sehingga guru tinggal menambahkan materi yang dianggap kurang dan menyamakan persepsi. Akan tetapi hal ini masih dianggap kurang dikarenakan masih ditemui beberapa siswa yang masih kesulitan dalam memahami materi tersebut. Hal ini dibuktikan dengan data rekapitulasi nilai hasil tugas harian pada materi EFI kelas XI TKR pada semester genap. Hal tersebut menjadi salah satu acuan peneliti bahwa masih terdapat beberapa siswa yang nilainya masih di bawah kriteria ketuntasan minimal (KKM), yaitu 78. Berikut ditampilkan nilai rata-rata dan presentase ketuntasan tiap kelas pada materi tersebut:

Tabel 1. Rekap Nilai Tugas Harian Materi EFI pada Mata Pelajaran Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan Kelas XI TKR SMK Muhammadiyah 1 Bantul Tahun Ajaran 2017/2018

Kelas	Nilai KKM		Presentase Kelulusan (%)
	<78	≥78	
XI TKR 1	3	30	90,91
XI TKR 2	19	8	29,63
XI TKR 3	3	30	90,91
XI TKR 4	8	28	77,78
Total	33	96	77,41

(Sumber: Dokumen Guru Mata Pelajaran Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Kelas XI TKR SMK Muhammadiyah 1 Bantul)

Selain hal tersebut, media yang disediakan guru dalam kelas teori masih belum maksimal. Media pembelajaran yang digunakan saat pembelajaran teori adalah dengan penggunaan *power point* dan video cara kerjanya serta buku pegangan siswa, tetapi media ini masih kurang membangkitkan keaktifan dan membantu pemahaman siswa.

Media pembelajaran merupakan sarana yang baik untuk membantu proses transfer materi untuk siswa. Terdapat banyak jenis media pembelajaran yang digunakan untuk mendukung kegiatan pembelajaran, salah satunya yaitu penggunaan media pembelajaran yang bersifat audio-visual. Keunggulan penggunaan media audio-visual pada proses pembelajaran yaitu siswa dapat menggunakan banyak indra yang dimiliki serta menarik perhatian dan fokus siswa agar bergairah saat belajar. Penggunaan banyak indra yang dimiliki akan mendukung daya serap suatu informasi ke dalam diri peserta didik.

Di SMK Muhammadiyah 1 Bantul, penggunaan media dalam proses pembelajaran sudah dilakukan. Guru biasanya menggunakan media *power point* yang disokong oleh adanya LCD dan *viewer* untuk membantu dalam pembelajaran. Namun hal ini masih belum cukup untuk memicu interaksi siswa dan menarik fokus belajar siswa, sehingga penyampaian materi masih kurang optimal tersampaikan.

Penerapan media pembelajaran yang interaktif diharapkan dapat memberi suasana pembelajaran berbeda yang diharapkan dapat memicu interaksi siswa dan menarik fokus siswa. *Adobe flash* merupakan *software* yang memudahkan untuk membuat media pembelajaran interaktif yang sering digunakan saat ini. Dengan *software* ini materi bisa dibuat dengan desain animasi, *game*, video yang lebih menarik dan bisa memicu interaksi antara siswa dan guru saat pembelajaran. Selain itu juga dengan *software* ini diharapkan siswa dapat mempelajarinya sendiri tanpa perlu bantuan guru dimanapun dan kapanpun. Penggunaan multimedia interaktif belum digunakan dan dimanfaatkan pada mata pelajaran sistem kelistrikan kendaraan ringan. Multimedia interaktif selain pada kelas teori, diharapkan juga dapat dipelajari oleh siswa diluar pelajaran kapanpun dan dimanapun tanpa bantuan dan bimbingan guru.

Berdasarkan uraian diatas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian pengembangan dengan judul “Pengembangan Media Pembelajaran Interkatif Berbasis Komputer Menggunakan *Adobe Flash* pada Kompetensi Memahami *Engine Management System*””. Penelitian ini diharapkan dapat mengatasi persoalan pendeknya alokasi waktu yang disediakan untuk mengajarkan Kompetensi Memahami *engine management system* dan membantu meningkatkan pemahaman siswa akan kompetensi tersebut. Media diharapkan mampu mengatasi tingkat kecepatan pemahaman masing-masing siswa.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan uraian dari latar belakang masalah di atas maka dapat diidentifikasi masalah-masalah di SMK Muhammadiyah 1 Bantul antara lain:

1. Selama pembelajaran, beberapa siswa asyik mengobrol sendiri dan bermain *handphone* (HP).

2. Masih ditemui siswa yang kesiapan belajarnya kurang seperti lupa membawa peralatan menulis, buku atau pulpen.
3. Keaktifan dan partisipasi siswa dalam pembelajaran masih kurang.
4. Hasil belajar dari beberapa siswa untuk materi sistem EMS masih ada yang berada di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM).
5. Beberapa siswa kesulitan dalam memahami materi sistem EMS
6. Belum adanya media pembelajaran untuk animasi cara kerja sistem pada materi sistem EMS.

### **C. Batasan Masalah**

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah, maka penelitian ini perlu dibatasi agar masalah yang diteliti dapat lebih fokus dan mendalam. Penelitian ini dibatasi pada pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis komputer menggunakan bantuan *software adobe flash* untuk membantu menyampaikan materi dari kompetensi memahami *engine management system* (EMS). Hal tersebut dikarenakan dengan adanya media pembelajaran interaktif, diharapkan dapat membantu mempermudah guru saat pembelajaran teori dan siswa juga mampu belajar mandiri tanpa perlu didampingi oleh guru.

### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan dari batasan masalah yang dikemukakan di atas, maka dapat dirumuskan beberapa masalah antara lain:

1. Bagaimana pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis komputer menggunakan *adobe flash* pada kompetensi memahami *engine management system*?
2. Bagaimana kelayakan dari produk media pembelajaran interaktif berbasis komputer menggunakan *adobe flash* pada kompetensi memahami *engine management system* berdasarkan ahli materi dan ahli media?

3. Bagaimana keefektifan media pembelajaran interaktif pada kompetensi memahami *engine management system* berdasarkan peningkatan hasil belajar siswa?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian dan pengembangan ini yaitu:

1. Membuat media pembelajaran interaktif berbasis komputer menggunakan *adobe flash* pada kompetensi memahami *engine management system*.
2. Mengetahui kelayakan dari produk media pembelajaran interaktif berbasis komputer menggunakan *adobe flash* pada kompetensi memahami *engine management system* berdasarkan ahli materi dan ahli media.
3. Mengetahui keefektifan media pembelajaran interaktif pada kompetensi memahami *engine management system* berdasarkan peningkatan hasil belajar siswa.

#### **F. Spesifikasi Produk yang Dibuat**

Produk yang akan dibuat adalah media pembelajaran interaktif berbasis komputer menggunakan *adobe flash* pada kompetensi memahami *engine management system*. Pada media pembelajaran ini terdapat menu profil, tujuan pembelajaran, materi dan soal evaluasi. Media pembelajaran ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Media pembelajaran interaktif dapat dimasukkan ke dalam bentuk CD (*Compact Disk*), *flashdisk* dan media penyimpanan lainnya. Media ini juga dapat dioperasikan dengan menggunakan perangkat komputer dalam bentuk program aplikasi. Selain menggunakan komputer, aplikasi tersebut dapat ditampilkan dengan menggunakan LCD (*Liquid Crystal Display*).



2. Format yang digunakan pada media pembelajaran interaktif pada kompetensi memahami *engine management system* ini disimpan dalam bentuk file .swf dan .exe, sehingga siswa diharapkan dapat belajar mandiri tanpa perlu pendampingan dari guru.
3. Menggunakan bantuan *speaker* atau *headset*.
4. Spesifikasi komputer minimal yang diperlukan agar media pembelajaran ini dapat bekerja dengan baik menurut Nurdin Ardiansyah (2013:6) adalah:
  - a. *Processor intel Pentium 200 Megahertz* atau yang setara.
  - b. Sistem operasi komputer minimal *Window 98 SE, Window ME, Window NT 4.0, Window 2000, atau Window XP*,
  - c. *CD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory) drive 16x-52x speed*.
  - d. *RAM (Random Acces Memory)* minimal 64 *megabit*.
  - e. *Resolusi Monitor 1024 x 768 pixel* dengan kedalaman warna 16bit.
  - f. Kapasitas *hardisk* minimal 85 *megabit*.

#### **G. Manfaat Penelitian**

##### **1. Manfaat Teoritis**

###### **a. Bagi Peneliti**

Penelitian ini dapat menambah wawasan peneliti khususnya dapat mengetahui langkah pengembangan media secara umum dan mampu menguji kelayakan serta melihat efektifitasnya.

###### **b. Bagi Pengembangan Media Selanjutnya**

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dan tambahan wawasan untuk mengembangkan media pembelajaran yang lebih baik dan lebih inovatif. Selain itu penelitian ini dapat menambah kajian dalam pengembangan media pembelajaran interaktif.

## 2. Manfaat Praktis

### a. Bagi Pihak Sekolah

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas proses pembelajaran dan menjadi alternatif media khususnya dalam pembelajaran Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan pada kompetensi memahami *Engine Management System* (EMS)

### b. Bagi Pihak Guru

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi guru sebagai inovasi media pembelajaran EMS sehingga proses pembelajaran bisa lebih interaktif.

### c. Bagi Siswa

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan tingkat pemahaman siswa untuk pembelajaran EMS serta meningkatkan gairah siswa untuk belajar dengan media pembelajaran yang interaktif.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Teori**

##### **1. Pembelajaran**

Pembelajaran dapat diartikan sebagai suatu aktivitas mengorganisasi atau mengatur lingkungan sebaik-baiknya dan menghubungkan dengan anak didik sehingga terjadi proses belajar. Lingkungan dalam pengertian ini tidak hanya ruang belajar tetapi juga meliputi guru, alat peraga, perpustakaan, laboratorium dan sebagainya yang relevan dengan kegiatan belajar. (Sugihartono, 2012:80).

Menurut Asyhar (2012:7) mendefinisikan “Pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat membawa informasi dan pengetahuan dalam interaksi yang berlangsung antara pendidik dengan peserta didiknya”. Sanaky (2009:3) juga mengemukakan pendapatnya mengenai pembelajaran, bahwa pembelajaran adalah proses komunikasi antara pembelajar, pengajar dan bahan ajar. Selaras dengan pendapat tersebut Wulandari,dkk, (2015) mengemukakan pendapat bahwa pembelajaran merupakan kegiatan penyampaian informasi yang diciptakan untuk memfasilitasi pencapaian tujuan yang spesifik. Sedangkan menurut Wiyani (2013:20) pembelajaran adalah proses menjadikan orang agar mau belajar dan mampu (kompeten) belajar melalui berbagai pengalamannya agar tingkah lakunya dapat berubah menjadi lebih baik.

Dari beberapa pendapat diatas, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran adalah suatu proses yang dilakukan oleh pendidik untuk menyampaikan pesan/informasi yang berupa ilmu pengetahuan kepada siswa.

## **2. Media**

Kata media meruakan bentuk jamak dari kata medium. Medium dapat didefinisikan sebagai perantara atau pengantar terjadinya komunikasi dari pengirim menuju penerima (Daryanto, 2013:4).

Asyhar (2012:5), menjelaskan bahwa media memiliki peran yang sangat penting, yaitu sarana atau perangkat yang berfungsi sebagai perantara atau saluran dalam suatu proses komunikasi antara komunikator dengan komunikan.

Kata media berasal dari bahasa Latin yaitu *medius* yang berarti 'tengah', 'perantara' atau 'pengantar' dari pengirim pesan ke penerima. Menurut AECT (*Association of Education and Communication Technology*, 1997), membatasi media sebagai segala bentuk yang digunakan untuk menyampaikan pesan atau informasi. Gerlach dan Ely (1971), mengatakan bahwa media secara garis besar adalah manusia, materi atau peristiwa yang mampu menambah pengetahuan siswa baik secara kognitif, afektif maupun keterampilan. Hamidjojo dalam Latuheru (1993), mengatakan bahwa media adalah semua bentuk perantara yang digunakan oleh manusia untuk menyampaikan pesan, gagasan, atau pendapat sehingga dapat sampai kepada penerima.

Berdasarkan beberapa pendapat diatas dapat disimpulkan bahwa media merupakan suatu alat yang dapat digunakan untuk menyampaikan sebuah pesan/informasi dari sumber informasi kepada penerima informasi.

## **3. Media Pembelajaran**

Proses belajar mengajar pada hakikatnya adalah proses komunikasi, yaitu proses penyampaian pesan dari sumber pesan melalui saluran/media tertentu ke penerima pesan. Pesan, sumber pesan, saluran/media dan penerima pesan adalah komponen-komponen proses komunikasi. Pesan yang akan

dikomunikasikan adalah isi ajaran atau didikan yang ada dalam kurikulum. Sumber pesannya bisa guru, siswa, orang lain ataupun penulis buku dan produser media. Salurannya adalah media pendidikan dan penerima pesannya adalah siswa atau juga guru. (Sadiman, 2014:11-12)

Media pendidikan adalah alat dan bahan yang digunakan dalam proses pengajaran atau pembelajaran (Kamus Besar Bahasa Indonesia). Selain itu beberapa ahli juga mengemukakan pendapatnya mengenai teori dari media pembelajaran. Munadi (2013: 7-8) menjelaskan bahwa media pembelajaran yaitu segala sesuatu yang dapat menyampaikan dan menyalurkan pesan dari sumber secara terencana sehingga tercipta lingkungan belajar yang kondusif di mana penerimanya dapat melakukan proses belajar secara efisien dan efektif. Menurut Arsyad (2015:4) media adalah komponen sumber belajar atau wahana fisik yang mengandung materi intruksional di lingkungan siswa yang dapat merangsang siswa untuk belajar.

Sanaky (2009:3) juga mendefinisikan media pembelajaran adalah sebuah alat yang berfungsi dan digunakan untuk menyampaikan pesan pembelajaran. Menurut Sadiman (2014:7), media adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan dari pengirim ke penerima sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan minat serta perhatian siswa sedemikian rupa sehingga proses belajar terjadi.

Berdasarkan berbagai pengertian dari pendapat ahli, dapat disimpulkan bahwa pengertian media pembelajaran adalah suatu alat/sarana yang digunakan untuk membantu menyampaikan informasi berupa materi/informasi dari sumber informasi (pendidik) kepada peserta didik dalam proses pembelajaran.

Menurut Asyhar (2012: 42), fungsi media pembelajaran adalah:

- (1) Sebagai sumber belajar, yaitu penyampai pengetahuan dari pembelajar kepada pembelajar.
- (2) Fungsi semantik, yakni memperjelas arti dari suatu hal seperti kata, istilah atau gambar.
- (3) Fungsi fiksatif, yaitu kemampuan media untuk menampilkan suatu objek atau kejadian sehingga dapat digunakan sesuai keperluan.
- (4) Fungsi manipulatif, yaitu fungsi media untuk menampilkan kembali suatu objek atau peristiwa/kejadian.
- (5) Fungsi distributif, yaitu penampilan suatu objek atau kejadian dapat menjangkau pengamat dalam kawasan yang luas.
- (6) Fungsi psikomotorik adalah fungsi media dalam meningkatkan keterampilan fisik peserta didik.
- (7) Fungsi psikologis, yakni fungsi yang berkaitan dengan aspek psikologis seperti fungsi atensi (menarik perhatian), fungsi afektif (menggugah perasaan/emosi) fungsi kognitif (mengembangkan kemampuan daya pikir), fungsi imajinatif dan fungsi motivasi (membangkitkan minat belajar peserta didik)
- (8) Fungsi sosio-kultural, yakni media pembelajaran dapat memberikan rangsangan persepsi yang sama kepada peserta didik.

Sadiman, (2014:99) menjelaskan tahapan yang dilakukan dalam pembuatan media pembelajaran agar dapat diterima di lingkungan sekolah,yaitu:

- (1) Analisis kebutuhan dan karakteristik siswa  
Sebelum media dibuat, harus meneliti secara seksama pengetahuan awal yang dimiliki dan tingkat kebutuhan siswa yang menjadi sasaran media yang dibuat.
- (2) Merumuskan tujuan intruksional (*instructional objective*)  
Tujuan instruksional harus berorientasi kepada siswa, dan tujuan instruksional harus dinyatakan dengan kata kerja yang operasional, artinya kata kerja itu menunjukkan suatu perilaku atau perbuatan yang dapat diamati atau diukur.
- (3) Merumuskan butir-butir materi  
Penyusunan rumusan butir-butir materi dijelaskan dalam tujuan pembelajaran, sehingga materi yang disusun adalah dalam rangka mencapai tujuan tersebut. Selanjutnya adalah mengurutkannya dari yang sederhana sampai kepada tingkatan yang lebih rumit.
- (4) Mengembangkan alat pengukur keberhasilan  
Alat pengukur keberhasilan dikembangkan sesuai dengan tujuan yang akan dicapai dan dari materi-materi pembelajaran. Bentuk alat pengukurnya bisa dengan tes, pengamatan, penugasan atau checklist perilaku. Instrumen tersebut digunakan ketika melakukan tes uji coba dari program media yang dikembangkannya.
- (5) Menulis naskah media  
Naskah media adalah bentuk penjabaran dari pokok-pokok materi yang telah disusun.

(6) Mengadakan tes dan revisi

Tes adalah kegiatan untuk menguji atau mengetahui tingkat efektifitas dan kesesuaian media pembelajaran yang dirancang dengan tujuan yang akan diharapkan. Tes atau uji coba dapat dilakukan baik melalui perseorangan atau melalui kelompok kecil atau juga melalui tes lapangan. Sedangkan revisi adalah kegiatan untuk memperbaiki hal-hal yang dianggap perlu mendapatkan perbaikan atas hasil dari tes.

Untuk mengetahui nilai dari media yang dibuat, maka terdapat beberapa kriteria apakah media yang dibuat baik atau tidaknya. Menurut Arsyad (2012:166), mengungkapkan bahwa kriteria media pembelajaran yang baik yaitu:

(1) Membuat pelajaran menjadi menyenangkan

Media yang dikembangkan dengan bantuan komputer hendaknya menyajikan tujuan yang hasilnya tidak mudah ditebak, menarik dan menyentuh secara emosional dan membangkitkan rasa ingin tahu.

(2) Interaktivitas

Kegiatan pembelajaran dengan bantuan komputer mempertimbangkan unsur-unsur berikut: (1) Dukungan komputer yang dinamis, (2) Dukungan sosial yang dinamis, (3) Aktif dan interaktif, (4) Keluasan, (5) *Power*

(3) Kesempatan berlatih harus memotivasi, cocok, dan tersedia *feedback*  
Latihan diperlukan untuk menguasai keterampilan dasar dengan memperhatikan faktor sebagai berikut: (1) sesuai dengan tingkat perkembangan siswa, (2) mempersiapkan umpan balik berdasarkan latihan yang dikerjakan, (3) untuk tugas yang kompleks dapat memberikan kesempatan kepada siswa untuk berlatih dengan tingkatan latihan yang lebih tinggi, (4) lingkungan latihan dan praktik harus memotivasi, (5) menuntun dan melatih siswa dengan lingkungan informal.

#### 4. Multimedia Interaktif

Pada perkembangannya, media pembelajaran kini sudah masuk dalam era multimedia atau satu media yang berisi lebih dari satu bentuk media. Dengan menggunakan lebih dari satu bentuk media, maka rangsangan yang diterima akan diolah lebih dari satu indra. Hal ini meningkatkan daya tangkap dan membuat penerima informasi lebih tertarik.

Definisi multimedia sebagai presentasi materi dengan menggunakan kata-kata sekaligus gambar-gambar. Yang dimaksud 'kata' disini adalah materi yang disajikan dalam bentuk *verbal form*, misalnya menggunakan teks kata-kata

yang tercetak atau terucap. Sedangkan yang dimaksud dengan ‘gambar’ adalah materinya disajikan dalam bentuk *pictorial form* atau bentuk gambar. Hal ini bisa dalam bentuk grafik statis (termasuk: ilustrasi, grafik, foto dan peta). Dalam buku teks, kata-kata bisa disajikan sebagai teks cetak dan gambar-gambar bisa disajikan sebagai ilustrasi atau bentuk-bentuk grafik lainnya (Mayer, 2009: 3).

Multimedia terbagi menjadi dua kategori, yaitu multimedia linier dan multimedia interaktif, multimedia linier adalah suatu multimedia yang tidak dapat dilengkapi dengan alat pengontrol apapun yang dapat dioperasikan oleh pengguna. Multimedia interaktif adalah suatu media yang dilengkapi dengan alat pengontrol yang dapat dioperasikan oleh pengguna, sehingga pengguna dapat memilih apa yang dikehendaki untuk proses selanjutnya. (Daryanto, 2013:51). Oleh karena itu perlu dirancang dan dikembangkan lingkungan pembelajaran yang interaktif yang dapat menjawab dan memenuhi kebutuhan belajar perorangan dengan menyiapkan kegiatan pembelajaran dengan medianya yang efektif guna menjamin terjadinya pembelajaran (Arsyad, 2015:79).

Dewasa ini, media sudah sangat bervariasi dari yang alat peraga sederhana sampai media pembelajaran yang kompleks. Suatu media yang kompleks biasanya dioperasikan dengan menggunakan komputer. Awalnya media pembelajaran hanya digunakan untuk membantu guru dalam penyampaian materi yang diajarkan. Mengikuti perkembangan dari teknologi dan perubahan paradigma pendidikan, maka media pembelajaran sekarang dituntut untuk dapat membuat pembelajaran menjadi dua arah. Tidak hanya penyampaian informasi dari guru ke murid, media diharapkan juga dapat memberikan timbal balik respon dari murid.



## 5. *Adobe Flash*

*Adobe flash* adalah salah satu program aplikasi yang digunakan untuk mendesain animasi yang banyak digunakan saat ini. Animasi objek grafis bisa bergerak dari besar menjadi kecil, dari terang menjadi redup, dari satu bentuk menjadi bentuk lain, dan masih banyak lagi yang lain. (Asyhar, 2012:187), selaras dengan hal tersebut, Priyanto,dkk (2011:18-19) menjelaskan bahwa *Adobe Flash* selain memiliki kemampuan untuk menggambar bentuk sekaligus menganimasikannya, meskipun gambarnya tidak secanggih dan seberagam aplikasi desain grafis seperti *Adobe Photoshop* maupun *Corel DRAW* tapi sudah cukup untuk menggambar objek-objek agar terlihat indah dan artistik.

Dapat disimpulkan bahwa *adobe flash* merupakan *software* yang digunakan untuk kegiatan desain dengan disokong pembuatan animasi inovatif dan interaktif yang dapat bergerak.

Dibanding media lain, flash memiliki keuntungan sebagai berikut:

- a. Ukuran file-nya kecil, karena khusus dirancang untuk digunakan pada web. Ukuran yang lebih kecil membuat waktu loading situs lebih pendek.
- b. Memiliki sisi interaktif. Flash bisa menerima masukan dari pengguna.
- c. Tidak perlu memiliki kemampuan sebagai programmer untuk membuat Film *Flash*. Walaupun jika Anda bisa membuat program, hal itu menjadi nilai tambah, karena *Flash* menyediakan sebuah bahasa pemrograman yang disebut *Action Script* (Nurdin Ardinsyah, 2013:7)

*Flash* juga mengenalkan bagaimana membuat *movie-clip*, *animasi frame*, *animasi tween motion*, serta perintah *action script*-nya. Adapun beberapa kemampuan *adobe flash* lainnya menurut Asyhar (2012:187) antara lain:

- a. Dapat membuat animasi bergerak (*motion tween*), perubahan bentuk (*shape tween*) dan perubahan dan transparansi warna (*colour effect tween*)
- b. Dapat membuat animasi *masking* (efek menutupi sebagian objek yang terlihat) dan animasi *motion guide* (animasi mengikuti alur).
- c. Dapat membuat tombol interaktif dengan sebuah *movie* atau objek yang lain.

- d. Dapat membuat animasi logo, animasi form, presentasi multimedia, *game*, kuis interaktif, simulasi/visualisasi.
- e. Dapat dikonversi dan dipublish ke dalam beberapa tipe seperti \*.swf, \*.html, \*.gif, \*.jpg, \*.png, \*.exe dan \*.mov

## 6. Pengembangan Multimedia Interaktif

Menurut Sadiman (2011:100) menjelaskan ada enam langkah yang harus dilaksanakan dalam pengembangan media pembelajaran, yaitu: analisis kebutuhan dan karakteristik siswa, perumusan tujuan, pengembangan materi pembelajaran, perumusan alat ukur keberhasilan, penulisan naskah dan produksi media, serta evaluasi.

### a. Analisis Kebutuhan

Kebutuhan merupakan kesenjangan antara kemampuan, keterampilan dan sikap siswa yang diinginkan dengan kemampuan, keterampilan dan sikap siswa yang dimiliki oleh siswa. Dalam analisis kebutuhan ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, antara lain: (1) melakukan analisis terhadap tuntutan kurikulum (Standar Kompetensi Lulusan, Standar Kompetensi, Kompetensi Dasar, indikator). Tuntutan kurikulum yang digunakan juga dapat melihat kebutuhan dari siswa. Dalam kurikulum di SMK Muhammadiyah 1 Bantul terdapat Kompetensi Dasar dalam Silabus Mata Pelajaran Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan yaitu memahami dan memelihara *Engine Management System* (EMS); (2) melakukan analisis terhadap kebutuhan di lapangan, dalam penyampaian kompetensi tersebut hanya diberikan alokasi waktu 40 Jam Pertemuan; (3) melakukan analisis potensi *Information and Communication Technology* (ICT) untuk pemecahan masalah atau kebutuhan pembelajaran, karena Engine Management System merupakan sistem kelistrikan dengan cara kerja aliran arus listrik yang tak kasat maka sehingga untuk memperlajarinya diperlukan kemampuan pemahaman berpikir abstrak tinggi, maka dibutuhkan suatu media

interaktif yang dapat membantu mendukung pemahaman dan penguasaan kompetensi tersebut; (4) menganalisa kebijakan yang berlaku; (5) membubuhkan tanda daftar materi final; dan (6) mendokumentasikan daftar materi final.

b. Perumusan Tujuan

Menurut Iskandar, (2017:24-25), tujuan menentukan arah proses pembelajaran dan sebagai acuan menentukan suatu tindakan berhasil ataupun gagal. Tujuan intruksional berfungsi untuk menentukan materi dan media pembelajaran yang tepat bagi siswa. Terdapat dua hal yang perlu diperhatikan dalam merumuskan tujuan intruksional, yaitu: tujuan intruksional harus berorientasi kepada siswa dan dinyatakan dengan kata kerja operasional. Tujuan ini dirumuskan sesuai dengan kriteria dasar pengembangan media.

c. Pengembangan Materi/Topik

Konten materi dalam media pembelajaran disesuaikan dengan kompetensi dasar yang sudah dirumuskan pada tujuan intruksional. Tujuan masih bersifat umum, sehingga perlu dikerucutkan untuk lebih mendetail. Hal tersebut dalam tertuang dalam indikator ataupun tujuan pembelajaran pada silabus dan rancangan proses pembelajaran (RPP) mata pelajaran tersebut. Indikator dan tujuan pembelajaran ini digunakan untuk mengacu materi yang akan diuraikan dalam media pembelajaran. Dalam mengidentifikasi topik, hal yang perlu diperhatikan antara lain: menyusun daftar topik berdasarkan hasil analisis kebutuhan, membuat skala prioritas terhadap topik yang telah teridentifikasi, menentukan dan membuat dokumentasi topik yang dipilih, dan membuat kajian topik. Topik dimulai dari deskripsi umum mengenai *engine management system* (EMS). Dilanjutkan dengan gambaran mengenai fungsi, jenis dan karakteristik dari komponen EMS seperti sensor dan aktuator. Setelah itu diberikan bantuan dalam pemahaman dan cara kerja dari kelistrikan *engine management system* tersebut

#### d. Penulisan Naskah

Arsyad (2015:175) menjelaskan bahwa penulisan naskah merupakan tahap awal produksi media pembelajaran. Naskah ini menentukan materi yang akan disajikan. Materi dapat berupa teori, gambar, video maupun animasi pembelajaran. Naskah juga memberikan keterangan urutan dan tampilan bahan media tersebut. Menurut Iskandar, (2017:28) *storyboard* merupakan alur penggunaan media pembelajaran yang akan dibuat. *Storyboard* berupa urutan tampilan media disertai deskripsi, tampilan visual dan audio yang digunakan. Dalam pembuatan media dengan menggunakan *software adobe flash* ini, perlu juga dilakukan penyusunan *flowchart*. *Flowchart* merupakan gambaran struktur dan urutan dari media yang berupa diagram yang menggambarkan urutan dari masuk ke program sampai keluar dari program.

Penulisan naskah, berisi materi yang akan disajikan (deskripsi, gambar, video dan audio). Selanjutnya naskah tersebut disesuaikan dengan *flowchart* dan *storyboard* yang telah ditetapkan. *Flowchart* yaitu diagram alir dari media dari masuk ke dalam program sampai keluar dari program, sedangkan *storyboard* adalah rancangan tampilan dari media yang berisi deskripsi, tampilan visual, navigasi, audio dan hal sebagainya sesuai dengan kebutuhan dari media.

#### e. Evaluasi

Menurut Sadiman, (2015:182) menjabarkan evaluasi ke dalam dua jenis, yaitu: evaluasi formatif dan sumatif. Evaluasi formatif adalah proses yang dimaksudkan untuk mengumpulkan data efektivitas dan efisiensi bahan pembelajaran apakah sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Evaluasi sumatif adalah berfungsi untuk mengumpulkan data untuk menentukan kelayakan media dan efektivitas media pembelajaran.

Arsyad, (2015:174) menjelaskan beberapa tujuan evaluasi pada media pembelajaran, antara lain:

- 1) Menentukan apakah media pembelajaran efektif,
- 2) Menentukan apakah media itu dapat diperbaiki atau ditingkatkan,
- 3) Menentukan media pembelajaran yang sesuai untuk dipergunakan dalam proses pembelajaran di kelas,
- 4) Menentukan apakah isi pelajaran sudah tepat dilakukan,
- 5) Mengetahui media pembelajaran itu benar-benar memberi sumbangan terhadap hasil belajar seperti yang dinyatakan,
- 6) Mengetahui sikap siswa terhadap media pembelajaran

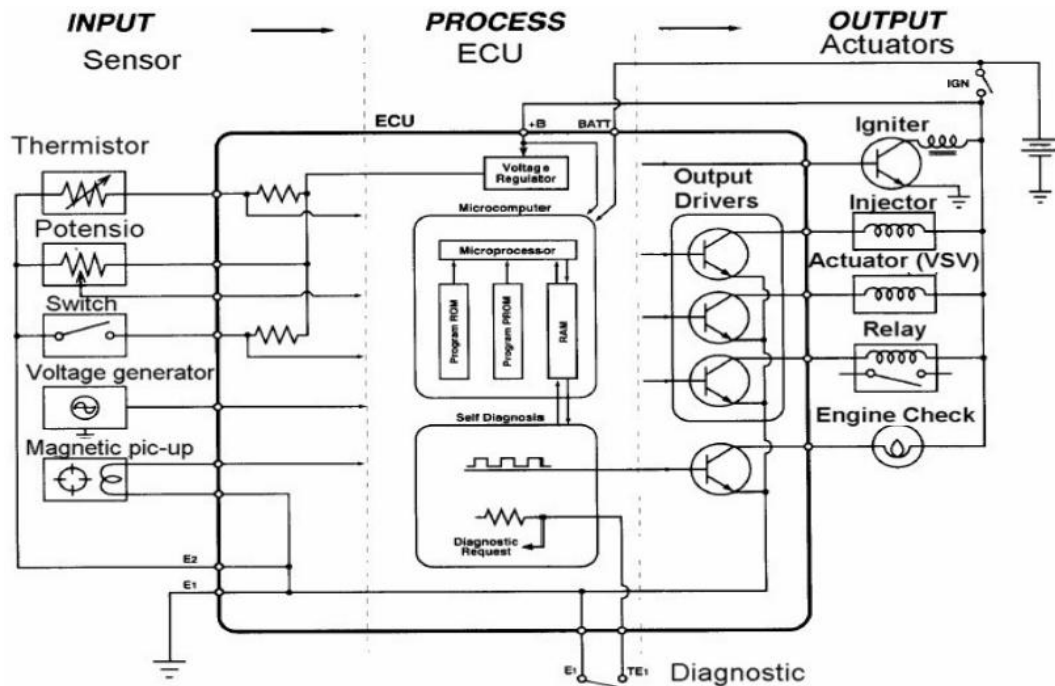
Berdasarkan beberapa pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa evaluasi digunakan untuk mengetahui kelayakan dari media yang dibuat. Pengecekan kelayakan dalam penelitian dikenal dengan validasi. Langkah ini dilakukan dengan bantuan dari validator ahli materi dan ahli media untuk mengetahui kualitas dan kelemahan dari media. Setelah diketahui kelemahan dari media ini, maka dapat dilakukan perbaikan agar media yang dibuat dapat sesuai dengan apa yang diharapkan.

## **7. Engine Management System (EMS)**

*Engine management system* didesain untuk memastikan kendaraan agar sesuai dengan aturan emisi yang berlaku dan menaikkan juga performa mesin. (Bonnick, 2001:17). Menurut TEAM, (1996:7), sistem kontrol mesin berfungsi untuk mengontrol kemampuan dasar dari mesin (EFI, ESA dan ISC), selain itu sistem ini juga mempunyai fungsi diagnostik yang berguna saat perbaikan, fungsi *fail-safe* dan *back-up* yang bekerja saat sistem tersebut mengalami gangguan. Selain itu sistem juga mampu untuk mengontrol udara masuk dan kontrol tambahan lainnya.

*Engine Management System (EMS)* adalah sebuah sistem yang berfungsi untuk mengatur jumlah bahan bakar yang akan disemprotkan. Jumlah bahan bakar yang akan diinjeksikan ke dalam silinder sesuai dengan kebutuhan dan

keadaan mesin. Sistem ini dikontrol secara elektronik (dengan tegangan rendah). Selain itu, sistem ini mengatur saat pengapian untuk memberikan pembakaran yang optimal. Hal ini dilakukan untuk memperoleh tenaga yang lebih optimal dengan konsumsi bahan bakar yang lebih ekonomis dan emisi dari gas buang juga lebih rendah (ramah lingkungan).



Gambar 1. Kerja Sistem Kontrol Elektronik

(Moch. Solikin, 2005:32)

Pada sistem EMS, terdapat sensor yang akan berfungsi mengukur variabel kebutuhan mesin dan memberikan data sinyal elektronik dalam bentuk analog/digital, sinyal ini kemudian diolah oleh ECU dan memberikan perintah kepada aktuator untuk bekerja dalam bentuk analog/digital sesuai dengan kebutuhan dari variabel yang diukur oleh sensor.

Berikut ini adalah penjelasan dari beberapa sensor dan aktuator pada *engine management system*, antara lain:

a. *Engine Coolant Temperature Sensor (ECTS)/ Water Temperature Sensor (WTS)* - Sensor Temperatur Cairan Pendingin

Sensor temperatur cairan pendingin atau *engine coolant temperature sensor* (ECTS) berfungsi untuk mendeteksi temperatur dari cairan pendingin mesin. Sensor ini terbuat dari bahan *thermistor* dengan jenis NTC (*negative temperature coefficient*), yang artinya semakin tinggi temperatur yang diterima sensor (panas) maka nilai hambatan sensor akan rendah (kecil). Sensor ini terletak pada saluran aliran cairan pendingin di blok mesin. Keluaran dari sensor (sinyal THW) ini akan diolah oleh ECU, sehingga pada saat mesin masih dingin/awal hidup dan temperatur mesin masih rendah maka ECU akan mengirim sinyal kepada injektor agar volume injeksi bahan bakar akan lebih banyak, begitu juga sebaliknya. Selain itu, *output* dari sensor ini juga digunakan untuk mengatur kontrol lain seperti saat pengapian dan *Idle Speed Control* (ISC) untuk menaikkan putaran mesin saat posisi *idle*.

b. *Intake Air Temperature Sensor (IATS)* – Sensor Temperatur Udara Masuk

Sensor ini hampir sama dengan sensor temperatur cairan pendingin mesin. Sensor ini digunakan untuk mengetahui temperatur udara yang masuk ke dalam silinder dengan bahan *thermistor* tipe *negative temperature coefficient* (NTC), semakin tinggi temperatur pada sensor (panas) maka nilai hambatan pada sensor akan rendah (kecil), begitupula sebaliknya. Sensor terletak pada saluran udara masuk, jika temperatur udara yang masuk dingin maka jumlah bahan bakar yang akan disemprotkan akan lebih banyak dari campuran normal dan saat pengapian juga akan dimajukan, begitu juga pada kondisi sebaliknya.

c. *Throttle Position Sensor (TPS)* – Sensor Posisi *Throttle*

Sensor posisi katup *throttle* atau *throttle position sensor* (TPS) berfungsi untuk mengukur sudut pembukaan *throttle*. Saat *throttle* tertutup penuh dan mesin

dalam kondisi menyala, maka sensor akan mengirimkan sinyal kepada ECU untuk menandakan bahwa mesin sedang dalam kondisi *idle*, sedangkan saat katup gas terbuka, maka sensor akan mendeteksi bahwa mesin dalam kondisi akselerasi. Dalam kondisi ini, ECU akan mengirim sinyal untuk menambah jumlah bahan bakar yang akan diinjeksikan seiring dengan besarnya sudut pembukaan katup gas. Pada umumnya, sensor menggunakan *potentiometer* (variabel resistor) untuk mengukur sudut pembukaan *throttle*, tetapi pada beberapa tipe ada yang menggunakan sensor jenis kontak poin. Perbedaan dari tipe tersebut adalah untuk akurasi pengukuran sudut pembukaan *throttle*nya dan sinyal yang dihasilkan. Pada tipe *potentiometer*, sinyal yang dihasilkan berupa garis *linier* yang tegangan keluarannya makin besar seiring dengan besarnya sudut pembukaan *throttle*. Sedangkan untuk tipe kontak point sinyal yang dihasilkan berupa sinyal on/off atau gelombang kotak sesuai dengan kontak poinnya.

#### d. *Manifold Absolute Pressure (MAP) – Sensor Tekanan Manifold*

Sensor tekanan vakum adalah sebuah sensor khusus yang dipakai pada mesin tipe D-EFI yang berfungsi untuk mendeteksi tekanan udara masuk pada *intake manifold*. Sensor ini dibagi menjadi beberapa jenis. Jenis pertama yaitu *silicon-diaphragm strain gauge*, sensor ini terdapat sebuah *chip* di antara ruangan yang diisolasi untuk referensi kevakuman sempurna dan juga ruangan satunya dihubungkan pada intake manifold. Saat terjadi perbedaan tekanan antara dua ruangan tersebut maka *chip* akan bengkok. Kebengkokan *chip* akan berdampak pada perubahan nilai resistor pada karena *chip* tersebut terbuat dari bahan *piezoresistor*. Terdapat empat buah *piezoresistor* yang terhubung dengan rangkaian *wheatstone bridge*. Saat nilai resistor R1 & R3 naik dan R2 & R4 turun, maka tegangan yang melewati resistor tersebut akan bervariasi dan tegangan



*output* ini yang dijadikan referensi kevakuman pada *intake manifold*. Pada jenis piringan keramik, terdapat plat kapasitor yang saling terpisah. Saat terjadi perbedaan kevakuman, maka jarak antar plat berubah dan hal ini menyebabkan perbedaan nilai kapasitor. Perubahan pada nilai kapasitor ini kemudian akan dikonversi sehingga hasil *outputnya* berupa sinyal elektronik. Pada jenis lain, sensor MAP dengan jenis variabel induksi terdapat batang besi yang dihubungkan pada sebuah diafragma. Ruangan pada diafragma terhubung dengan *manifold*, saat terjadi perbedaan tekanan, maka diafragma akan bergerak naik ataupun turun beserta dengan batang besi tersebut. Saat lilitan di sekitar batang besi teraliri arus listrik, maka batang besi tersebut akan menjadi magnet dan saat terjadi perubahan gerakan pada batang besi, maka terjadi induksi diri pada lilitan dan menghasilkan tegangan keluar dari lilitan yang bervariasi. Tegangan tersebut yang digunakan oleh ECU sebagai referensi kevakuman pada *intake manifold*. Hasil output dari MAP digunakan untuk menentukan lamanya durasi injeksi bahan bakar dan saat pengapian. Tegangan keluaran dari sensor ini semakin besar saat kevakuman di dalam *intake manifold* besar (tekanan udara yang masuk kecil).

e. *Mass Air Flow Rate (MAF)/ Air Flow Meter (AFM)*

*Air flow meter* digunakan pada L-EFI berfungsi untuk mengukur/mendeteksi jumlah udara yang akan masuk ke dalam silinder. Hasil pengukuran ini digunakan untuk mengatur lama durasi injeksi dan pengajuan saat pengapian. Berdasarkan dari elemen pengukurnya, *air flow meter* dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu: jenis *vane*, jenis *hot film*, jenis *hot wire* dan jenis *optical karman vortex*. *Air flow meter* jenis *vane* ini menggunakan menggunakan sebuah plat untuk mengukur jumlah udara yang masuk. Plat tersebut dinamakan *measuring plate*. Plat akan bergerak sesuai dengan jumlah udara yang masuk. Semakin banyak udara yang masuk,

maka plat tersebut akan semakin semakin terdorong melawan pegas pengembali. Terdapat *damping chamber* yang digunakan untuk mencegah getaran pada plat akibat perubahan aliran udara yang akan masuk. Sudut perubahan *measuring plat* ini terhubung dengan sebuah *potentiometer*, sehingga terjadi perubahan nilai tahanan. Terdapat dua jenis air flow meter jenis vane ini, yaitu: pada model A (Semakin besar bukaan *measuring plate* (udara masuk banyak), maka semakin tinggi tegangan *output air flow meter*) dan model B (Semakin besar bukaan *measuring plate* (udara masuk banyak), maka semakin rendah tegangan *output air flow meter*). Pada jenis *hot film*, terdapat sebuah elemen pemanas dari plat film tipis yang terdapat pada saluran udara masuk. Elemen tersebut dipanaskan oleh ECU pada temperatur tertentu yang konstan. Saat udara masuk, maka udara akan mendinginkan elemen tersebut. Hal ini menyebabkan ECU untuk menaikkan arus agar elemen tersebut berada pada temperatur konstan tersebut. Perubahan arus ini yang dijadikan referensi berapa jumlah udara yang masuk. Jenis hot wire menggunakan kabel yang dipanaskan untuk mengukur jumlah udara yang masuk. Mirip dengan hot film, hot wire diletakkan pada saluran udara masuk. Kabel dipanaskan oleh ECU pada temperatur tertentu yang konstan. Saat terdapat udara yang masuk, maka udara akan mendinginkan kabel tersebut. Hal ini menyebabkan ECU menaikkan arus agar kabel tersebut berada pada temperatur konstan tersebut. Perubahan arus ini yang dijadikan referensi berapa jumlah udara yang masuk. Untuk jenis *air flow meter karman vortex*, terdapat dua jenis, yaitu: *optical karman vortex* dan *sound-wave karman vortex*. Pada *optical karman vortex* sebuah *vortex generator* untuk membuat suatu turbulensi aliran udara yang disebut *karman vortex down-stream*. Di sampingnya terdapat sebuah kaca pada saluran masuk yang akan bergetar saat gelombang yang tercipta. Getaran pada

kaca ini yang akan membuat perbedaan intensitas cahaya dari LED yang akan diterima oleh *phototransistor* (*photocoupler*). Variasi tersebut berupa perubahan frekuensi pada *photocoupler* yang menjadi indikasi banyaknya jumlah udara yang masuk. Sama halnya dengan optical karman vortex, sensor ini terdapat vortex generator untuk menciptakan turbulensi aliran udara. Pada jenis sound-wave, sensor menggunakan sebuah ultrasonic waves transmitter untuk mengirimkan gelombang suara melewati aliran udara masuk agar dapat diterima oleh receiver. Gelombang suara yang diterima receiver akan bervariasi tergantung dari besarnya gelombang turbulensi yang dihasilkan. Semakin kencang turbulensi maka frekuensi gelombang yang diterima akan semakin sempit. Frekuensi ini kemudian diubah menjadi gelombang kotak untuk yang digunakan untuk menunjukkan besarnya udara masuk.

*f. Knock Sensor*

*knocking* adalah gejala tidak normal pada mesin yang ditandai dengan kenaikan tekanan tiba-tiba. Hal ini dapat diakibatkan oleh saat pengapian yang terlalu maju. *Knocking* secara fisik dapat dideteksi melalui getaran tidak wajar yang terjadi pada mesin. Getaran ini dideteksi oleh *knocking* sensor melalui elemen *magnetostrictive* ataupun *piezoelectric*. Pada bahan *magnetostrictive*, getaran akan mengubah *flux* pada *magnetic field* sehingga menjadi tegangan keluar. Tegangan ini dijadikan referensi bahwa mesin terjadi *knocking*. Sedangkan pada elemen *piezoelectric* dari bahan semikonduktor, elemen ini akan menghasilkan tegangan saat getaran tidak wajar dari mesin tersebut. Getaran mesin yang diakibatkan oleh *knocking* sekitar 7 KHz. Saat mencapai getaran tersebut maka sensor akan menghasilkan tegangan sebagai tanda terjadinya *knocking*. Tegangan tersebut kemudian diolah oleh ECU untuk memundurkan saat pengapian sampai gejala *knocking* hilang.

g. *Oxygen Sensor* ( $O_2$  Sensor) – Sensor Oksigen

Sensor oksigen digunakan pada kendaraan yang sudah dilengkapi dengan *catalytic converter*. Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi kandungan oksigen pada gas buang. Kandungan oksigen dalam gas buang dapat mengindikasikan rasio campuran udara-bahan bakar. Saat campuran kurus maka kandungan oksigennya akan lebih banyak daripada campuran kaya. Sensor bekerja dengan menjaga rasio udara-bahan bakar agar tetap mendekati 1. Terdapat dua jenis oksigen sensor yang biasa digunakan, yaitu tipe elemen *zirconia* dan tipe elemen *titania*. Pada tipe elemen *zirconia*, elemen dibuat dari *zirconium dioxide* ( $ZrO_2$ ). Elemen tersebut dilapisi oleh platinum pada bagian luar dan bagian dalam. Satu sisi terhubung dengan udara luar (atmosfer) dan sisi lainnya terhubung di dalam *exhaust manifold*. Cara kerja dari sensor ini bergantung pada perbedaan tekanan partikel oksigen yang terkandung. pada udara luar terdapat sekitar 21% partikel oksigen, sedangkan pada gas buang berkisar antara 0%-10% untuk campuran kaya sampai campuran kurus. Saat terdapat perbedaan tersebut maka elemen akan menghasilkan variasi tegangan *output*. Semakin kaya campuran maka tegangan output akan semakin tinggi, begitu juga kondisi sebaliknya. Elemen ini dapat bekerja dengan baik pada temperatur sekitar  $250^\circ C$ . Pada beberapa jenis, sensor dilengkapi dengan elemen pemanas untuk mempercepat pengoptimalan kerja sensor. Sensor jenis ini dikenal dengan nama *heated exhaust gas oxygen* (HEGO) sensor. Pada jenis *titania*, elemen terbuat dari *titanium dioxide* ( $TiO_2$ ). Sensor bekerja berdasarkan perbedaan kandungan oksigen dalam gas buang. perbedaan ini akan menghasilkan perbedaan nilai tahanan pada elemen. Saat tegangan dilewatkan pada sensor, maka variasi dari arus yang melewati sensor akan dijadikan indikator kandungan oksigen dalam gas buang. Berbeda dari jenis

*zirconia*. Pada jenis ini tegangan yang digunakan relatif kecil serta tegangan akan tinggi pada saat campuran kurus, begitu juga sebaliknya.

#### *h. Crankshaft Position Sensor (CKP)/ Crank Angle Sensor – Sensor Posisi/ Sudut Poros Engkol*

Sensor ini digunakan untuk mengukur kecepatan pada poros engkol. Hal ini digunakan untuk mengontrol saat pengapian dan durasi penginjeksian bahan bakar. Pengukuran tidak dilakukan pada poros engkol tetapi pada sebuah piringan/ *flywheel* yang terhubung dengan poros engkol. Terdapat beberapa jenis yang digunakan pada umumnya, yaitu sensor dengan menggunakan metode secara magnetik dan secara optik. Pada jenis metode secara magnetik, terdapat dua jenis, yaitu: jenis *flywheel* dengan tonjolan hilang untuk mengindikasikan TMA dan jenis piringan dengan tonjolan untuk mengindikasikan posisi TMA. Sensor yang digunakan terbuat dari magnet permanet dan terdapat lilitan mengelilingi magnet. Pada jenis pertama, sensor dipasang di kedua sisi *flywheel*. Saat *flywheel* berputar seiring dengan putaran *crankshaft* dan tonjolan melewati sensor maka akan tercipta sebuah gelombang tegangan, pada saat tonjolan yang hilang melewati sensor maka akan terjadi satu gelombang hilang yang mengindikasikan posisi TMA. Pada jenis yang kedua, terdapat sebuah piringan yang terhubung dengan *crankshaft*. Piringan tersebut memiliki tonjolan sesuai dengan jumlah silinder pada mesin. Saat tonjolan melewati sensor maka akan menghasilkan tegangan yang mengindikasikan posisi TMA. Pada jenis magnetik lain, terdapat sensor jenis *hall-effect*. Sensor ini terdapat dua pasang magnet yang dipasang di samping piringan. Di antara magnet tersebut dipasang elemen *hall* dari bahan semi konduktor. Piringan yang digunakan memiliki tonjolan dengan jumlah yang sama dengan jumlah silinder pada mesin. Saat tonjolan melewati magnet, maka akan

tercipta tagangan pada elemen *hall*. Pada jenis optik, terdapat sebuah piringan berlubang, jumlah lubang sesuai dengan jumlah silinder pada mesin, di samping piringan tersebut terdapat sebuah LED dan sebuah *phototransistor*. Saat cahaya dari LED melewati lubang pada piringan dan diterima oleh *phototransistor*, maka akan tercipta sebuah tegangan yang mengindikasikan posisi dari TMA. Semakin cepat putaran mesin, maka tegangan keluar yang dihasilkan pada semua jenis sensor tersebut akan semakin besar.

*i. Camshaft Position Sensor (CMP)/ Cam Angle Sensor – Sensor Sudut/Posisi Poros Nok*

Sensor sudut poros nok digunakan untuk mendeteksi posisi titik mati atas (TMA) langkah kompresi pada silinder no 1. Sensor digunakan untuk menentukan durasi injeksi bahan bakar dan saat pengapian. Terdapat plat sinyal dengan beberapa tonjolan yang terletak pada puli *timing* poros nok. Puli timing poros nok berputar satu kali pada dua kali putaran poros engkol. Saat nok melewati *pick-up coil*, maka akan terjadi induksi diri dan sinyal dikirim ke ECU sebagai referensi TMA langkah kompresi silinder no. 1

*j. Distributor Signal (NE Signal & G Signal)*

*Distributor signal* adalah sebuah distributor pada sistem kontrol elektronik yang sudah dilengkapi perangkat untuk memberikan sinyal kepada ECU mengenai putaran mesin dan sudut poros engkol. Sinyal ini kemudian diolah oleh ECU untuk menentukan saat pengapian dan durasi penginjeksian bahan bakar. Berdasarkan cara memperoleh sinyal, distributor signal dibedakan menjadi dua model, yaitu: model *signal generator* dan model *photodiode*. Pada model *signal generator*, terdapat *timing rotor* yang dipasang pada poros distributor dan *pick-up coil* pada rumah distributor. Jumlah *timing rotor* dan jumlah giginya bervariasi tergantung mesinnya. Tetapi pada umumnya terdapat satu buah *timing rotor* untuk *NE signal*

dengan jumlah gigi 24 dan satu buah untuk *G signal* dengan jumlah gigi 4. Cara kerjanya, saat gigi pada *timing rotor* melewati *pick-up coil*, maka akan terjadi induksi diri pada *pick-up coil* dan menciptakan gelombang tegangan. Gelombang ini digunakan oleh ECU untuk mendeteksi putaran mesin dan sudut engkol. Pada jenis *photodiode*, terdapat sebuah piringan berlubang yang terhubung dengan poros distributor, sedangkan dua pasang LED dan *photodiode* dipasang pada rumah distributor. Satu pasang sebagai pendeteksi putaran mesin dan yang lainnya untuk menentukan titik mati atas (TMA). Saat piringan berputar dan cahaya dari LED melewati lubang dan diterima oleh *photodiode*, maka sinyal dari *photodiode* akan dikirim menuju ECU sebagai referensi putaran mesin dan posisi titik mati atas (TMA).

k. *CO Adjuster* - Variabel Resistor

Variabel resistor merupakan komponen yang berfungsi untuk mengatur rasio udara-bahan bakar pada posisi *idle*. Komponen ini digunakan pada kendaraan yang tidak dilengkapi dengan sensor oksigen pada *catalytic convertemya*. Terdapat tanda pada komponen tersebut untuk mengatur campuran bahan bakarnya. Jika sekrup diputar searah jarum jam (*L/Lean*) maka campuran akan lebih kurus, begitu juga jika diputar berlawanan jarum jam (*R/Rich*) maka campuran akan lebih gemuk. Saat dilakukan penyetelan, harus menggunakan *CO tester (gas analyzer)* agar didapatkan campuran yang sesuai.

Sedangkan untuk *electronic control unit* (ECU) adalah sebuah *microcomputer* yang bekerja dengan mengolah informasi yang berupa sinyal dari sensor, untuk kemudian dihitung dan disesuaikan dengan program yang ada. Setelah itu ECU akan mengirim perintah berupa sinyal kepada aktuator agar bekerja sesuai dengan kondisi mesin yang sudah dideteksi.

Berikut ini beberapa penjelasan mengenai beberapa aktuator pada sistem kontrol elektronik, antara lain:

a. *Fuel Pump* - Pompa Bahan Bakar

Pompa berfungsi untuk menghisap bahan bakar dari tangki dan memberikan tekanan pada bahan bakar sampai ke injektor. Pada sistem EFI, pompa yang biasanya digunakan adalah tipe motor. Menurut letaknya pompa dibagi menjadi jenis *internal tank (impeller)* dan *external tank (in line)*. Pada jenis *in line*, apabila motor berputar maka rotor akan ikut berputar. Bahan bakar akan masuk dan menekan *check valve* dan mengalir melewati *silencer* (peredam bising) untuk sampai ke sistem bahan bakar. Sedangkan pada jenis *impeller*, pompa terletak pada tangki dan terendam bahan bakar. Saat motor berputar, maka *impeller* juga akan berputar dan menghisap bahan bakar dari *inlet port* menuju outlet port kemudian mengalir melewati *check valve*. Saat tekanan bahan bakar 3,5-6 kg/cm<sup>2</sup>, maka katup *relief* akan membuka dan bahan bakar mengalir ke dalam tangki. Demi keamanan, maka pompa hanya bekerja saat mesin di *starter* atau mesin menyala.

b. Injektor

Injektor berfungsi untuk menyemprotkan/menginjeksikan bahan bakar. Injektor memiliki lilitan yang berfungsi sebagai katup elektromagnetis. Saat lilitan teraliri arus, maka inti kumparan menjadi magnet dan menarik katup pada injektor dan melawan pegas pengembali pada injektor. Pada saat tersebut bahan bakar bertekanan dari pompa akan keluar melalui celah katup tersebut dalam bentuk kabut. Bila arus listrik terhenti, maka magnet hilang dan katup kembali ke posisinya terdorong oleh pegas. Durasi penginjeksian diatur oleh sinyal dari ECU berdasarkan beberapa masukan informasi dari sensor. Berdasarkan modelnya,



injektor dibagi menjadi: model *single-point* (injektor model ini diletakkan pada *throttle body*), *multi-point* (injektor model ini berjumlah sesuai dengan silinder dan diletakkan pada *intake manifold*) dan *direct injection* (injektor dipasang pada masing-masing silinder dan terletak pada ruang bakar).

c. *Idle Speed Control (ISC)*

*Idle speed control* terletak pada *intake manifold* dan berfungsi untuk mengatur putaran posisi *idle* dengan cara menambah udara yang masuk melalui katup pada ISC. Pengaturan ini digunakan untuk mengatasi perubahan beban mesin seperti temperatur mesin rendah, penambahan beban mekanis dan beban kelistrikan. Katup pada ISC bekerja dengan cara elektromagnetis. Menurut model, *idle speed control* dibedakan menjadi: 1) model solenoid, model ini menggunakan lilitan kawat agar membentuk magnet untuk mengatur pembukaan dari katup; 2) model *motor stepper*, model ini membuka katup dengan variasi 125 langkah pembukaan, sehingga putaran *idle* dapat optimal. Sudut dan arah dari katup ini tergantung sinyal dari ECU. Jika searah jarum jam maka katup bergerak maju dan membuka saluran *by-pass*, begitu pula kondisi sebaliknya. 3) model *duty control*, pada model ini hampir sama dengan model solenoid. Perbedaannya adalah posisi katup membuka dan menutup berdasarkan sinyal ON/OFF dari ECU. ISC model ini bekerja tergantung lama waktu ON solenoid. Semakin lama waktu ON dibanding waktu OFF maka aliran udaranya semakin besar.

d. *Igniter*

*Igniter* adalah komponen penting dalam sistem pengapian. Komponen ini berfungsi mengatur aliran listrik pada lilitan primer koil dengan cara memutus dan menghubungkannya. Saat aliran listrik melewati lilitan primer, maka akan tercipta magnet elektromagnetis. Jika aliran dihentikan, maka akan tercipta induksi diri

pada lilitan sekunder koil sehingga akan menghasilkan tegangan tinggi yang cukup untuk menghasilkan percikan bunga api pada busi. Cara pengaturannya adalah dengan menggunakan *microprocessor* di dalam ECU untuk menentukan saat pengapian berdasarkan sinyal G, sinyal NE dan sinyal dari sensor lain. *Microprocessor* akan mengaktifkan transistor 1 untuk pengaturan sudut dwell pengapian dan transistor 2 untuk mengalirkan arus listrik ke lilitan primer koil.

## **8. Prestasi Belajar**

Prestasi belajar adalah penguasaan pengetahuan dan ketrampilan yang dikembangkan melalui mata pelajaran, lazimnya ditunjukkan dengan nilai test atau angka nilai yang diberikan oleh guru (Kamus Besar Bahasa Indonesia). Arikunto (2013:269), menjelaskan bahwa prestasi belajar adalah tingkat pencapaian yang telah dicapai oleh anak didik atau siswa terhadap tujuan yang ditetapkan oleh masing-masing bidang studi setelah mengikuti program pengajaran dalam waktu tertentu. Menurut Slameto (2010: 39) bahwa prestasi belajar merupakan banyak sedikitnya penguasaan individu atau hasil belajar yang telah dicapai menurut kemampuan yang ditandai dengan perkembangan serta perubahan tingkah laku pada diri seseorang yang diperlukan dari belajar dengan waktu tertentu.

Berdasarkan beberapa pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa prestasi belajar adalah hasil dari proses pembelajaran yang telah dilakukan siswa untuk melihat bagaimana tingkat keberhasilannya. Prestasi belajar biasanya dilakukan dengan mengadakan tes dan *outputnya* berupa nilai atau angka.

## **B. Penelitian yang Relevan**

Penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Sukoco, dkk (2014) yang meneliti Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Komputer, mengembangkan media interaktif pada mata ajar Sistem Bahan Bakar Motor Diesel di SMK. Untuk keperluan uji pengaruh media

interaktif Sistem Bahan Bakar Motor Diesel yang dikembangkan dalam penelitian ini dipergunakan dua kelas di SMK Negeri 2 Pengasih. Metode penelitian menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Teknik analisis data dipergunakan teknik statistik deskriptif dan Uji T. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa: (1) Para guru SMK relatif tidak ada yang menggunakan media interaktif pada pembelajaran Sistem Bahan Bakar Motor Diesel. Penggunaan media yang paling banyak adalah media power point. (2) Media pembelajaran interaktif yang berbasis komputer dapat dikembangkan untuk materi ajar Sistem Bahan Bakar Motor Diesel. (3) Berdasarkan uji coba, pengembangan media pembelajaran interaktif yang berbasis komputer untuk materi ajar Sistem Bahan Bakar Motor Diesel cukup layak dipergunakan dalam proses pembelajaran. (4) Penggunaan media interaktif menghasilkan prestasi belajar yang lebih baik dibandingkan dengan media power point. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis komputer cukup layak digunakan dalam pembelajaran dan mampu meningkatkan hasil belajar siswa.

Apriyani Puji Lestari (2015) yang meneliti pengembangan multimedia pembelajaran interaktif berbasis *software*, mengembangkan media pembelajaran pada Mata Pelajaran Gambar Teknik. Penelitian ini dilakukan di SMK Binawiyata Sragen kelas X Paket Keahlian Teknik Otomasi Industri. Pengembangan produk ini menggunakan model pengembangan ADDIE dari Lee & Owen yang meliputi (*Analysis, Design, Development, Implementasion dan Evaluation*). Hasil penelitian didapatkan rerata skor dari dua orang ahli media adalah 58,50 dengan kategori "Layak" sebagai media pembelajaran. Rerata skor dari dua orang ahli materi adalah 56,00 dengan kategori "Sangat Layak". Sebanyak 100% siswa pada uji coba kelompok kecil menyatakan bahwa multimedia pembelajaran interaktif dalam

kategori “Layak” sebagai media pembelajaran. Adapun 26,92% siswa pada uji coba kelompok besar/ lapangan dengan responden sebanyak 26 siswa menyatakan bahwa multimedia pembelajaran interaktif dalam kategori “Sangat Layak” sebagai media pembelajaran. Sedangkan 73,08% siswa menilai produk dalam kategori “Layak” sebagai media pembelajaran. Penilaian dari siswa dengan kategori baik dalam hal ini sama dengan kategori layak. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa pengembangan media pembelajaran berbasis *software* layak dan dapat digunakan untuk mendukung pembelajaran Gambar Teknik.

## **B. Kerangka Pikir**

Sekolah Menengah Kejuruan bertujuan untuk mencetak tenaga kerja handal yang siap bekerja di industri dengan membekali siswa untuk menguasai suatu kompetensi keahlian. Pembelajaran yang diadakan lebih didominasi dengan pembelajaran praktek, sehingga pada saat kelas teori siswa cenderung kurang tertarik dan daya serap akan materi teoritis akan turun. Dari masalah tersebut, maka suatu inovasi di dalam pembelajaran teori perlu dilakukan untuk meningkatkan daya serap siswa. Inovasi yang dilakukan pada kelas teori salah satunya adalah mengembangkan media pembelajaran yang lebih interaktif. Pada pembelajaran teori, media yang digunakan guru berupa *power point*.

*Adobe flash* merupakan salah satu *software* yang mendukung dan banyak digunakan untuk pengembangan media pembelajaran. *Software* ini memungkinkan materi pembelajaran dapat dikemas secara menarik dan membuat siswa lebih aktif serta berpartisipasi selama pembelajaran. Dengan *software* ini materi bisa dibuat dengan desain animasi, *game*, video yang lebih menarik dan bisa memicu interaksi antara siswa dan guru saat pembelajaran.

Dalam penelitian pengembangan ini, mata pelajaran yang diambil adalah Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan. Hal ini dikarenakan sistem kelistrikan

merupakan salah satu mata pelajaran yang dianggap sulit oleh siswa. Setelah melakukan wawancara, diketahui informasi bahwa siswa mengalami kesulitan saat memahami sistem rangkaian yang komprehensif, seperti rangkaian pada sistem *Engine Management System* (EMS). Peran media pembelajaran sebagai alat bantu sangat berpengaruh dalam proses pembelajaran. Di SMK Muhammadiyah 1 Bantul, guru sudah menggunakan media *power point* yang disokong LCD dan *viewer*. Namun hal ini belum cukup untuk membuat siswa lebih aktif dalam pembelajaran. Pengembangan media pembelajaran menjadi multimedia interaktif diharapkan dapat membantu menarik perhatian dan meningkatkan daya serap siswa terhadap materi yang diajarkan.

Dari hal berikut maka pengembangan multimedia pembelajaran interkatif ini dilakukan, pengembangan mengikuti model pengembangan ADDIE yang dikembangkan oleh Grafinger (1988) yang meliputi tahapan langkah *Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*. Model ini biasa digunakan oleh peneliti untuk pengembangan yang berorientasi pada produk. Hasil pengembangan media pembelajaran berbasis komputer menggunakan bantuan software *adobe flash* ini diharapkan dapat membantu guru untuk memudahkan siswa dalam memahami materi pembelajaran.

### **C. Pertanyaan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang dan landasan teori yang telah disebutkan, dapat diidentifikasi beberapa pertanyaan penelitian yang diharapkan dapat terjawab dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana media yang digunakan guru dalam pembelajaran Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan?

Media pembelajaran yang digunakan selama ini masih berupa *power point*. Media ini masih dirasa kurang untuk menarik perhatian siswa dan belum bersifat interaktif sehingga selama pembelajaran siswa cenderung pasif.

2. Bagaimana proses pengembangan untuk media pembelajaran interaktif berbasis komputer menggunakan *adobe flash*?

Pengembangan media pembelajaran interaktif menggunakan bantuan dari *software adobe flash* dilakukan untuk menarik perhatian siswa. Selain itu media interaktif memungkinkan siswa untuk belajar mandiri

3. Bagaimana bentuk produk media pembelajaran interaktif sebagai media belajar pendukung pada kompetensi memahami *engine management system*?

Bentuk media pembelajaran berupa file dengan ekstensi *.swf* dan *.exe* yang dimasukkan ke dalam *compact disc* (CD). Bentuk media seperti ini akan membantu guru dalam proses pembelajaran dan memudahkan siswa untuk belajar mandiri karena bersifat fleksibel.

4. Bagaimana tingkat kelayakan media pembelajaran interaktif pada kompetensi memahami *engine management system*?

Kelayakan digunakan untuk menilai produk dari segi materi dan media serta mengetahui kelemahan dari media yang dikembangkan.

5. Bagaimana peningkatan hasil belajar siswa setelah menggunakan media pembelajaran interaktif berbasis komputer?

Penggunaan media pembelajaran interaktif akan membantu guru dalam proses pembelajaran dan siswa mampu belajar mandiri. Hal ini diharapkan mampu meningkatkan hasil belajar siswa.

### **BAB III**

#### **METODE PENELITIAN**

##### **A. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan (*Research and Development/ R&D*). Menurut Sugiyono (2015: 407) “Metode penelitian dan pengembangan atau dalam bahasa inggrisnya *Research and Development* adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut”. Pendapat tersebut selaras dengan yang disampaikan Mulyatiningsih (2009:1), bahwa tahap penelitian dan pengembangan sistem pembelajaran dapat dianalisis dari serangkaian tugas pendidik dalam menjalankan tugas pokoknya yaitu mulai dari merancang, melaksanakan sampai dengan mengevaluasi pembelajaran.

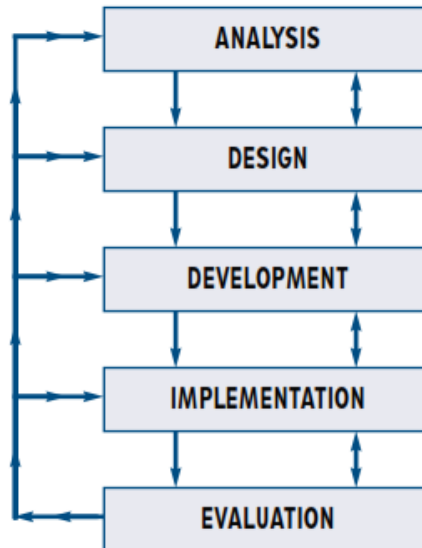
Wiyani (2013:37) menjelaskan bahwa Model desain pembelajaran yang berorientasi pada produk didasarkan pada anggapan bahwa ada program pembelajaran yang dikembangkan dalam kurun waktu tertentu dan menetapkan proses analisis kebutuhan yang sangat ketat. Model penelitian dan pengembangan sistem pembelajaran dapat memilih salah satu dari komponen sistem namun dalam penerapannya harus mempertimbangkan komponen sistem yang lain. (Mulyatiningsih, 2009:1).

Model pengembangan yang berorientasi pada produk ditandai dengan empat asumsi pokok, antara lain:

- (1) Produk atau program pembelajaran memang sangat diperlukan,
- (2) Produk atau program pembelajaran baru perlu diproduksi,
- (3) Produk atau program pembelajaran memerlukan proses uji coba dan revisi,
- (4) Produk atau program pembelajaran dapat digunakan walaupun hanya dengan bimbingan dari fasilitator. (Novan Ardy Wiyani, 2013:37)

## B. Model Pengembangan

Pengembangan ini mengadaptasi model pengembangan ADDIE yang dikembangkan oleh Grafinger (1988) dengan beberapa tahapan yaitu: *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, *Evaluation*.



Gambar 2. Model Pengembangan ADDIE Menurut Grafinger

(Molenda, 2003: 35)

### 1. Tahap Analisis (*Analysis*)

Mulyatiningsih (2009:5) menjelaskan pada tahap ini, kegiatan utama adalah menganalisis keperluan pengembangan dengan model/metode pembelajaran yang baru dan menganalisis kelayakan dan syarat-syarat pengembangan model/metode pembelajaran yang baru. Pengembangan metode pembelajaran baru diawali oleh adanya masalah dalam model/metode pembelajaran yang sudah diterapkan. Menurut Wiyani (2013:43) Tahap analisis merupakan suatu proses mendefinisikan apa yang akan dipelajari oleh peserta didik, yaitu *need assesment* (analisis kebutuhan), mengidentifikasi masalah (kebutuhan), dan melakukan analisis tugas (*task analysis*).



Berdasarkan beberapa pendapat ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa tahap analisis (*analysis*) merupakan proses pendefinisian keperluan untuk suatu pengembangan yang baru berdasarkan kebutuhan dan masalah yang terjadi untuk selanjutnya dapat dianalisis. Beberapa hal yang perlu dilakukan pada tahapan ini, antara lain:

- a. Mengidentifikasi masalah yang terjadi pada proses pembelajaran,
- b. Menganalisa kurikulum yang digunakan di sekolah tersebut,
- c. Menganalisa kompetensi dalam mata pelajaran yang harus dicapai,
- d. Mengidentifikasi media pembelajaran, sarana dan prasarana pendukung saat proses pembelajaran,
- e. Menganalisa kebutuhan materi.

## **2. Tahap Desain (*Design*)**

Mulyatiningsih (2009:5) menjelaskan bahwa tahap pada desain kemiripan dengan merancang kegiatan belajar mengajar. Rancangan model/metode pembelajaran ini masih bersifat konseptual dan akan mendasari proses pengembangan berikutnya. Sependapat dengan hal tersebut, Wiyani (2013:43) berpendapat pada tahap ini dilakukan pembuatan rancangan (*blueprint*). Rancangan berifat SMART (*spesific, measurable, applicable, realistic dan times*). Tapi perlu dipertimbangkan sumber pendukung lain, seperti sumber belajar yang relevan, lingkungan belajar yang kondusif dan sebagainya.

Dari pendapat di atas, didefinisikan tahap desain (*design*), merupakan kegiatan perancangan untuk tahap selanjutnya (pengembangan) dengan mempertimbangkan beberapa hal yang dapat mempengaruhi dan mendukung tahap selanjutnya (pengembangan). Pada tahap ini, produk didesain dan dirancang, dengan tahapan:

- a. Pembuatan *flowchart* (diagram alir) berdasarkan struktur navigasinya,
- b. Pembuatan *storyboard* (uraian singkat alur cerita) media pembelajaran,

### **3. Tahap Pengembangan (*Development*)**

Mulyatiningsih (2009:5) menjelaskan tahap *development* berisi kegiatan realisasi rancangan produk. Kerangka yang masih konseptual, direalisasikan menjadi produk yang siap diimplementasikan. Selaras dengan pendapat tersebut, Wiyani, (2013:43) menjelaskan pengembangan merupakan proses untuk mewujudkan *blue print* atau desain menjadi kenyataan. pada tahap ini uji coba sebelum diimplementasikan penting karena hasilnya digunakan untuk memperbaiki sistem pembelajaran yang sedang dikembangkan.

Tahap ini merupakan realisasi dari tahap desain. Pertama adalah menyusun sedemikian rupa tampilan kasar dari *storyboard* tiap *scene* sehingga tampilan menjadi lebih nyata. Selanjutnya, yaitu pembuatan animasi pada media dan pengkodean program (*coding*) terhadap suatu objek. Setelah selesai, produk divalidasi dan dievaluasi oleh ahli media serta ahli materi yang bersangkutan untuk mengukur semua aspek yang perlu dinilai dalam media pembelajaran. Setelah diketahui kekurangannya, maka produk bisa diperbaiki.

### **4. Tahap Implementasi (*Implementation*)**

Pada tahap ini, diimplementasikan produk yang dikembangkan pada situasi yang nyata yaitu di kelas. Setelah hal ini, dilakukan evaluasi awal untuk memberi umpan balik pada penerapan model/metode berikutnya. (Mulyatiningsih, 2009:6). Menurut Wiyani (2013:43), implementasi adalah langkah nyata untuk menerapkan sistem pembelajaran yang dibuat. Pada tahap ini semua yang telah dikembangkan dan dipersiapkan sesuai dengan peran atau fungsinya agar bisa diimplementasikan.

Tahap ini adalah langkah dimana media yang sudah dibuat agar bisa diimplementasikan langsung ke lapangan. Hal ini digunakan untuk melihat respon siswa terhadap media yang dibuat.

## 5. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Menurut Wiyani (2013:44) evaluasi adalah proses untuk melihat apakah sistem pembelajaran yang sedang dibangun berhasil, sesuai dengan harapan awal atau tidak. Hasil evaluasi digunakan untuk memberi umpan balik kepada pihak pengguna model/metode. Revisi dibuat sesuai dengan hasil evaluasi atau kebutuhan yang belum dapat dipenuhi oleh model/metode baru tersebut. (Mulyatiningsih, 2009:6)

Tahap ini berfungsi untuk mengurangi kelemahan dan mengetahui keberhasilan dari produk yang sudah dibuat. Pada tahap ini evaluasi dilakukan dengan pengujian alpa dan pengujian beta. Pengujian alpa dilakukan setelah tahap *development* dengan menguji kelayakan kepada ahli media dan ahli materi, sedangkan pengujian beta dilakukan pada tahap *implementation* dengan mengidentifikasi pendapat siswa setelah media dilakukan uji lapangan. Pada uji beta siswa akan diminta untuk mengerjakan pre-test dan post-test untuk melihat apakah media yang dikembangkan sudah cukup efektif.

Tabel 2. Rangkuman Aktivitas Model ADDIE

Tahap Pengembangan	Aktivitas
<b>Analysis</b>	Pra perencanaan: pemikiran tentang produk (model, metode, media, bahan ajar) baru yang akan dikembangkan. Mengidentifikasi produk yang sesuai dengan sasaran peserta didik, tujuan belajar, mengidentifikasi isi/materi pembelajaran, mengidentifikasi lingkungan belajar dan strategi penyampaian dalam pembelajaran.
<b>Design</b>	Merancang konsep produk baru di atas kertas. Merancang perangkat pengembangan produk baru. Rancangan ditulis untuk masing-masing unit

	pembelajaran. Petunjuk penerapan desain atau pembuatan produk ditulis secara rinci
<b>Development</b>	Mengembangkan perangkat produk (materi/bahan dan alat) yang diperlukan dalam pengembangan Berdasarkan pada hasil rancangan produk, pada tahap ini mulai dibuat produknya (materi/bahan, alat) yang sesuai dengan struktur model Membuat instrumen untuk mengukur kinerja produk
<b>Implementation</b>	Memulai menggunakan produk baru dalam pembelajaran atau lingkungan yang nyata Melihat kembali tujuan-tujuan pengembangan produk, interaksi antar peserta didik serta menanyakan umpan balik awal proses evaluasi
<b>Evaluation</b>	Melihat kembali dampak pembelajaran dengan cara yang kritis Mengukur ketercapaian tujuan pengembangan produk Mengukur apa yang telah mampu dicapai oleh sasaran Mencari informasi apa saja yang dapat membuat peserta didik mencapai hasil dengan baik

(Sumber: Mulyatiningsih 2009:6)

### C. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis komputer menggunakan *adobe flash* pada kompetensi memahami *Engine Management System* ini dilaksanakan di SMK Muhammadiyah 1 Bantul yang beralamat di Jalan Parangtritis KM 12, Manding, Tlrenggo, Bantul, Yogyakarta.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai Desember 2017.

### D. Subjek dan Objek Penelitian

Subjek pada penelitian ini yaitu ahli media dan ahli materi, Guru Mata Pelajaran Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan dan siswa kelas XII TKR 2 SMK Muhammadiyah 1 Bantul yang berjumlah 31 siswa.

Sedangkan objeknya adalah media pembelajaran interaktif untuk kompetensi *Engine Management System* pada mata pelajaran Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan berbasis komputer menggunakan *adobe flash*.

## **E. Metode dan Alat Pengumpul Data**

### **1. Teknik Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dapat dilakukan dalam berbagai *setting*, sumber dan cara. Teknik pengumpulan data merupakan langkah yang paling utama dalam penelitian, karena tujuan utama dari penelitian adalah mendapatkan data. (Sugiyono, 2015:308). Sedangkan menurut Kerlinger dalam Suharsimi Arikunto (2013:165), mengobservasi adalah suatu istilah umum yang mempunyai arti semua bentuk penerimaan data yang dilakukan dengan cara merekam kejadian, menghitungnya, mengukurnya dan mencatatnya. Menurut Nazir (2014:153) pengumpulan data tidak lain dari suatu proses pengadaan data primer untuk keperluan penelitian. Pengumpulan data adalah prosedur yang sistematis dan standar untuk memperoleh data yang diperlukan.

Dari pendapat tersebut, pengumpulan data adalah langkah yang digunakan untuk mendapatkan data dengan cara merekam kejadian dan menganalisisnya. Teknik pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian pengembangan ini, antara lain:

#### **a. Wawancara**

Menurut Sugiyono (2015:210) Wawancara merupakan teknik pengumpulan data di mana pewawancara (peneliti atau yang diberi tugas untuk melakukan pengumppulan data) dalam melakukan data mengajukan suatu pertanyaan kepada yang diwawancarai. Wawancara merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui percakapan dan tanya-jawab, baik langsung maupun tidak langsung dengan responden untuk mencapai tujuan tertentu. (Arifin, 2012:233).

Wawancara adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan untuk menemukan masalah dan mengetahui informasi mendalam dari narasumber dengan cara tanya-jawab atau bercakap-cakap, baik langsung maupun tidak langsung. Dalam penelitian ini, pengembang melakukan wawancara wawancara terstruktur dengan Guru Mata Pelajaran Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan mengenai proses pembelajaran di kelas teori.

Menurut Arifin (2012:233) Bentuk pertanyaan berstruktur, yaitu pertanyaan yang menuntut jawaban agar sesuai dengan apa yang terkandung dalam pertanyaan tersebut. Wawancara terstruktur digunakan sebagai teknik pengumpulan data bila peneliti atau pengumpul data telah mengetahui dengan pasti tentang informasi apa yang akan diperoleh. (Sugiyono 2015:211)

Wawancara terstruktur adalah kegiatan wawancara (tanya-jawab) yang dilakukan dengan menggunakan pertanyaan yang terstruktur. Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui info yang akan diketahui secara pasti dengan menuntut jawaban agar sesuai dengan pertanyaan tersebut.

#### b. Studi Dokumentasi

Sugiyono (2015:329) menerangkan bahwa dokumen merupakan catatan peristiwa yang sudah berlalu dan hasil penelitian dari wawancara akan lebih kredibel /dapat dipercaya kalau didukung dengan dokumen yang ada. Studi dokumentasi adalah teknik untuk mempelajari dan menganalisis bahan-bahan tertulis kantor atau sekolah. Menurut Sukmadinata (2015:221-222). Studi dokumenter merupakan suatu teknik mengumpulkan data dengan menghimpun dan menganalisis dokumen, baik tertulis, gambar maupun elektronik. Dokumen-dokumen yang dihimpun, dipilih yang sesuai dengan tujuan dan fokus masalah.

Studi dokumentasi adalah teknik pengumpulan data dengan cara menganalisa dokumen yang sudah ada. Dokumen yang digunakan penelitian ini untuk mengambil data yaitu Silabus pada Mata Pelajaran Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan dan rekap nilai siswa kelas XI TKR SMK Muhammadiyah 1 Bantul pada mata pelajaran tersebut. Sedangkan dokumen pendukung adalah buku materi *Engine Management System* dan pedoman penggunaan *adobe flash*.

#### c. Angket (Kuisisioner)

Angket adalah instrumen penelitian yang berisi serangkaian pertanyaan atau pernyataan untuk menjangkau data atau informasi yang harus dijawab responden secara bebas sesuai dengan pendapatnya. (Arifin, 2012:228). Menurut Sugiyono (2015:216) Kuisisioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawabnya.

Angket merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberikan beberapa pertanyaan atau pernyataan yang harus dijawab responden sesuai dengan pendapatnya. Untuk angket evaluasi dan validasi, skala yang digunakan adalah skala *Likert*.

Prinsip pokok skala *Likert* adalah menentukan lokasi kedudukan seseorang dalam suatu kontinum sikap terhadap objek sikap, mulai dari negatif sampai positif. Penentuan lokasi itu dilakukan dengan menguantifikasi pernyataan seseorang terhadap butir pertanyaan yang disediakan. (Widoyoko, 2014:151). Menurut Sugiyono (2015:165) dalam penelitian dan pengembangan, Skala Likert digunakan untuk mengembangkan instrumen yang digunakan untuk mengukur sikap, persepsi, dan pendapat seseorang atau sekelompok orang terhadap potensi dan permasalahan suatu objek, rancangan suatu produk, proses membuat produk

dan produk yang telah dikembangkan atau diciptakan. Sedangkan menurut Arikunto (2013:297) menerangkan bahwa skala *Likert* adalah sebuah skala yang digunakan untuk mengukur sikap, skala ini menggunakan item yang secara pasti baik dan secara pasti buruk, tidak dimasukkan yang agak baik, agak kurang, yang netral, dan *ranking* lain diantara dua sikap yang pasti di atas. Skala Likert menggunakan ukuran ordinal.

Skala *Likert* adalah skala dengan ukuran ordinal yang digunakan untuk mengukur persepsi atau pendapat orang baik positif sampai negatif dari suatu permasalahan. Skala ini mengukur secara pasti hasil pendapat dari responden dengan pasti, tidak ada agak baik/buruk, ataupun netral. Skala yang digunakan adalah skala berjenjang empat, dan disusun dalam suatu pernyataan dan diikuti oleh pilihan respons yang menunjukkan tingkatan sebagai berikut:

- SS = Sangat Setuju
- S = Setuju
- TS = Tidak Setuju
- STS = Sangat Tidak Setuju

Pada penelitian ini, angket digunakan untuk dalam beberapa tahapan pengumpulan data. Angket validasi ahli materi dan ahli media, yang digunakan untuk mengetahui kelayakan produk yang dibuat. Angket juga diberikan pada uji coba kelompok kecil dan besar, angket diberikan kepada siswa kelas XI TKR SMK Muhammadiyah 1 Bantul untuk mengetahui respon dan penilaian siswa tentang produk yang sedang dibuat.

## **2. Instrumen Pengumpulan Data**

### **a. Lembar Wawancara**

Supaya hasil wawancara dapat terekam dengan baik, dan peneliti memiliki bukti telah melakukan wawancara kepada informan atau sumber data, maka



diperlukan alat seperti: *notebook*, untuk mencatat pertanyaan dan hasil dari tanya jawab, kemudian pertanyaan dan jawaban direkap pada lembar wawancara, lembar ini berisi rekaman tertulis yang berisi pertanyaan dari pewawancara dan jawaban narasumber.

b. Lembar Angket

Lembar angket yang digunakan dalam penelitian ini, terdiri dari:

1) Angket kelayakan ahli media dan ahli materi

Angket untuk ahli materi digunakan untuk mengetahui evaluasi materi yang terdapat di dalam media pembelajaran yang dibuat. Pada angket ini berisi kesesuaian dan kebermanfaatan materi. Berisi 50 butir pertanyaan dengan jawaban skala *Likert* berjenjang antara 1-4 pada angket ini dengan kisi-kisi, sebagai berikut:

Tabel 3. Kisi-Kisi Angket Kelayakan Ahli Materi

Aspek	Indikator	Butir
Kualitas Materi	1. Relevansi materi dengan kompetensi	1-2
	2. Kesesuaian materi dengan tujuan	3
	3. Kebenaran penjelasan materi	4,5,7,9,11,13,15,17,19,21,23,25,27,29,31,33,35,37,39,41
	4. Kesesuaian gambar, animasi dan video	6,8,10,12,14,16,18,20,22,24,26,28,30,32,34,36,38,40,42
	5. Keruntutan materi dan sistematis	44
	6. Kesesuaian soal evaluasi	45-46
Kebahasaan	1. Kekomunikatifan bahasa	47-48
	2. Kesesuaian pemilihan kata	49-50

Sedangkan untuk Angket untuk ahli media digunakan untuk mengetahui kelayakan dan evaluasi tentang media pembelajaran yang sudah dibuat. Berisi 27 butir pertanyaan dengan jawaban skala *Likert* berjenjang antara 1-4 pada angket ini dengan kisi-kisi sebagai berikut:

Tabel 4. Kisi-Kisi Angket Kelayakan Ahli Media

Aspek	Indikator	Butir
Komunikasi Visual	1. Pemilihan font	1-2
	2. Kesesuaian Warna	3-4
	3. Visualisasi tampilan	5-6
	4. Kesesuaian gambar dan animasi	7,8,10,11
	5. Fungsional tombol dan navigasi	9
	6. Pemilihan suara/audio	12-13
Pemrograman	1. Penggunaan tanpa instalasi	14-15
	2. Fungsional navigasi	16-17
	3. Interaktif	18
Kebermanfaatan	1. Menarik perhatian dan keaktifan siswa	19-20
	2. Mendukung proses pembelajaran	21-23
	3. Kemudahan penggunaan media	24-27

2) Angket penilaian media pembelajaran oleh siswa

Penilaian siswa akan media yang dibuat terdapat dalam angket ini. Tujuan dari angket ini adalah untuk mengetahui kelayakan produk dari pandangan siswa langsung. Ada 28 butir pertanyaan dalam angket ini dengan jawaban skala *Likert* berjenjang antara 1-4 dengan kisi-kisi sebagai berikut:

Tabel 5. Kisi-Kisi Angket Penilaian Media Pembelajaran Oleh Siswa

Aspek	Indikator	Butir
Kualitas Materi	1. Kesesuaian tujuan dan materi	1-4
	2. Relevansi materi dengan kompetensi	5
	3. Penyampaian dan uraian materi	6-7
	4. Penyajian materi	8-9
Komunikasi Visual	1. Visualisasi tampilan	10
	2. Pemilihan kata	11-12
	3. Pengoperasian media	13-18
kebermanfaatan	1. Membantu pembelajaran	19-20
	2. Menarik dan mudah dipahami	20-25
	3. Kemudahan dalam penggunaan	26-28

Di bawah butir pertanyaan pada angket berisikan kolom saran/ kritik yang harapannya dapat memberi masukan untuk media yang sedang dikembangkan. Selain itu, kolom saran/ kritik berfungsi untuk memberikan ruang bagi responden untuk mengungkapkan pendapat diluar pertanyaan atau pernyataan angket.

### **3. Validitas Instrumen**

Arifin (2012:245) menjelaskan bahwa validitas adalah suatu derajat ketepatan instrumen (alat ukur), maksudnya adalah instrumen yang digunakan betul-betul tepat untuk mengukur apa yang akan diukur. Validitas merupakan derajat ketepatan antara data yang terjadi pada obyek penelitian dengan data yang dapat dilaporkan oleh peneliti (Sugiyono, 2015:267).

Validitas merupakan suatu ukuran ketepatan antara data yang dilaporkan dengan data sesungguhnya. Validasi instrumen penelitian dilakukan oleh para ahli (*expert judgement*) sampai terjadinya kesepakatan. Pada penelitian ini, validasi dilakukan oleh dosen ahli dari Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif FT UNY.

### **F. Teknik Analisis Data**

#### **1. Analisis Data Kelayakan Media**

Jenis data pada penelitian ini adalah data kuantitatif. Menurut Sugiyono, (2015:23), data kuantitatif adalah data yang berbentuk angka, atau data kualitatif yang diangkakan (*skoring*). Menurut Indrawan & Yaniawati, (2014:123-124), data penelitian kuantitatif merupakan data yang bersifat angka, atau bisa juga data bukan angka, namun bisa dikuantitatifkan.

Data kuantitatif merupakan data yang diperoleh dari pengumpulan data dengan bentuk angka, atau bisa juga data bukan angka (kualitatif) yang diangkakan (diakuantitatifkan). Data di dalam penelitian ini diperoleh berasal dari angket ahli media, ahli materi dan siswa. Pendapat dari subjek tersebut kemudian direkam dalam bentuk angka.

Menurut Sukmadinata. (2015:156) Analisis data dalam penelitian kuantitatif menggunakan pendekatan statistikk, menghitung korelasi, regresi, uji perbedaan, analisis jalur, dsb. Dalam penelitian kuantitatif, maka teknik analisis data menggunakan metode statistik yang sudah tersedia. (Sugiyono, 2015:333)

Teknik analisis data yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan deskriptif kualitatif, yaitu memaparkan produk media hasil rancangan setelah diimplementasikan dalam bentuk produk jadi dan menguji tingkat kelayakan produk. Pengujian kelayakan produk dilakukan dengan mengambil data kelayakan produk dari responden. Data yang telah diperoleh selanjutnya diubah dari data kualitatif menjadi data kuantitatif dengan menggunakan skala *Likert*. Proses selanjutnya adalah melihat masing-masing tanggapan dan menghitung skor reratanya dengan rumus sebagai berikut:

$$Me = \frac{\sum x_i}{n}$$

Keterangan:

$Me$  = *Mean* (rata-rata)

$\Sigma$  = *Epsilon* (baca: jumlah)

$x_i$  = Nilai  $x$  ke  $i$  sampai ke  $n$

$n$  = Jumlah individu

Rumus perhitungan presentase skor ditulis dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Presentase kelayakan (\%)} = \frac{\text{skor yang diobservasi}}{\text{skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

Keterangan:

Skor yang diobservasi : Total skor instrumen yang telah diisi responden.

Skor yang diharapkan : Total skor instrumen dengan asumsi setiap butir dijawab sangat setuju (SS), skor empat (4).

Jika nilai presentase rerata telah di dapat maka selanjutnya adalah penunjukan predikat kualitas dari produk yang dibuat berdasarkan skala pengukuran (*rating scale*). Skala pengukuran merupakan kesepakatan yang digunakan sebagai acuan untuk menentukan panjang pendeknya interval yang

ada dalam alat ukur, sehingga alat ukur tersebut bila digunakan dalam pengukuran akan menghasilkan data kuantitatif (Sugiyono, 2013:92). Untuk menentukan jarak interval tiap kelas dalam penentuan tabel penunjukan predikat kelayakan, diperlukan rumus berikut:

$$\text{Jarak interval} = \frac{\text{Skor tertinggi} - \text{Skor terendah}}{\text{Jumlah kelas interval}} \dots (\text{widiyoko, 2012:110})$$

$$\text{Jarak interval} = \frac{4 - 1}{4} = 0,75$$

Berikut ini adalah tabel kategori kelayakan berdasarkan *rating scale* yang digunakan untuk penafsiran kelayakan produk:

Tabel 6. Kategori Kelayakan Berdasarkan *Rating Scale*

No.	Skor	Presentase (%)	Kategori Kelayakan
1.	1,00 - 1,75	25% - 43,75%	Tidak layak
2.	>1,75 - 2,50	>43,75% - 63,50%	Kurang layak
3.	>2,50 - 3,25	>62,50% - 81,25%	Layak
4.	>3,25 - 4,00	>81,25% - 100%	Sangat layak

## 2. Analisis Data Keefektifan Media

Analisis data dengan melakukan uji t digunakan untuk mengetahui efektifitas media pembelajaran yang dikembangkan. Jenis pengujian yang digunakan yaitu *dependent sample t-test* atau sering diistilahkan dengan *Paired Sampel t-Test*. Uji ini dilakukan dengan membandingkan rata-rata dua grup yang saling berpasangan. Sampel berpasangan dapat diartikan sebagai sebuah sampel dengan subjek yang sama namun mengalami 2 perlakuan atau pengukuran yang berbeda, yaitu pengukuran sebelum dan sesudah dilakukan sebuah perlakuan/*treatment*. (Sugiyono, 2015:210) Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan bantuan program SPSS 24.

Pengujian ini disebut juga pengujian hipotesis. Hipotesi nihil (*Ho*) dan Hipotesis alternatif (*Ha*) yang diajukan dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. Hipotesis nihil ( $H_0$ ): tidak terdapat perbedaan yang signifikan hasil belajar siswa sebelum dan sesudah menggunakan media.
- b. Hipotesis alternatif ( $H_a$ ): terdapat perbedaan yang signifikan dari hasil belajar siswa sebelum dan sesudah menggunakan media.

Kriteria untuk penerimaan dan penolakan hipotesis nol ( $H_0$ ) yang dipergunakan adalah sebagai berikut:

$H_0$  diterima apabila :  $\pm t \text{ hitung} \leq t \text{ tabel}$

$H_0$  ditolak apabila :  $\pm t \text{ hitung} \geq t \text{ tabel}$

Apabila  $H_0$  diterima, maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan media yang dikembangkan belum efektif untuk meningkatkan hasil belajar, begitu pula sebaliknya.

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Hasil Penelitian**

Pengembangan ini mengikuti model ADDIE yang dikembangkan oleh Grafinger (1988) dengan beberapa tahapan yaitu: Tahap Analisis (*Analysis*), Tahap Desain (*Design*), Tahap Pengembangan (*Development*), Tahap Implementasi (*Implementation*), dan Tahap Evaluasi (*Evaluation*).

##### **1. Tahap Analisis (*Analysis*)**

Pada tahap ini dilakukan wawancara dan menganalisa beberapa komponen yang berpengaruh kepada media pembelajaran yang dibuat. Tujuannya adalah untuk memperoleh data untuk menganalisa kebutuhan. Aspek analisa yang dilakukan antara lain:

##### **a) Identifikasi Masalah Pada Proses Pembelajaran,**

Untuk mengetahui masalah yang terjadi dalam pembelajaran, peneliti melakukan wawancara dengan guru tentang proses pembelajaran teori pada mata pelajaran Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan. Topik wawancara meliputi kondisi kelas, kesulitan siswa, hasil belajar siswa, materi yang dianggap sulit, metode mengajar dan perlengkapan pembelajaran. Hasil dari wawancara dapat dilihat pada lampiran 7 halaman 99.

##### **b) Analisa Kurikulum yang Digunakan,**

SMK Muhammadiyah 1 Bantul menerapkan kurikulum 2013. Dari kurikulum yang digunakan sekolah, dapat diambil data bahwa pada proses pembelajaran, peran guru di kelas hanya sebagai fasilitator dan menuntut siswa untuk berperan aktif (*student oriented*).

c) Analisa Kompetensi Dalam Mata Pelajaran Yang Harus Dicapai,

Dari silabus mata pelajaran, dimuat kompetensi yang harus dikuasai oleh siswa. Kompetensi inti dan kompetensi dasar pada mata pelajaran Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan Kelas XII TKR dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 7. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Mata Pelajaran Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan Semester Genap Kelas XII Teknik Kendaraan Ringan SMK Muhammadiyah 1 Bantul

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
3. Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, procedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	3.1. Memahami Sistem AC 3.2. Memahami Sistem Pengapian elektronik 3.3. Memahami Sistem Bahan Bakar Injeksi Bensin 3.4. Memahami " <i>Engine Management System</i> " (EMS) 3.5. Memahami Sistem <i>Gasoline Direct Injection</i> (GDI) 3.6. Memahami Sistem Audio 3.7. Memahami <i>Alarm, Sentral Lock</i> dan <i>Power Window</i>
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif dan mampu melaksanakan tugas spesifik dibawah pengawasan langsung.	4.1. Memelihara Sistem AC 4.2. Memelihara Sistem Pengapian elektronik 4.3. Memelihara Sistem Bahan Bakar Injeksi Bensin 4.4. Memelihara " <i>Engine Management System</i> " (EMS) 4.5. Memelihara Sistem <i>Gasoline Direct Injection</i> (GDI) 4.6. Memelihara Sistem Audio 4.7. Memelihara <i>Alarm, Sentral Lock</i> dan <i>Power Window</i>

Sumber: Silabus Mata Pelajaran Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Kelas XII Teknik Kendaraan Ringan SMK Muhammadiyah 1 Bantul)

d) Identifikasi Media Pembelajaran, Sarana Prasarana Pendukung,

Pada pembelajaran mata pelajaran sistem kelistrikan kendaraan ringan, media yang digunakan berupa *power point*, dan beberapa video untuk menunjang teori yang diberikan oleh guru.

Di dalam kelas teori, sarana dan prasarana yang tersedia sudah memadai untuk proses pembelajaran, antara lain: LCD, *viewer* dan *speaker*.



e) Analisis Kebutuhan Materi,

Analisis kebutuhan materi dilakukan dengan mengerucutkan materi pokok.

Tahap ini berfungsi untuk menentukan materi apa saja yang akan disajikan ke dalam media. Untuk rincian materi yang dimasukkan ke dalam media pembelajaran yang dikembangkan dapat dilihat pada lampiran 19 halaman 171.

Sedangkan untuk analisis kebutuhan materi dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 8. Analisis Kebutuhan Materi

Materi Pokok	Isi Materi	Jabaran Kebutuhan Materi
Materi pengantar,	a.Materi <i>engine management system</i> (EMS)	1) Pengertian <i>engine management system</i> , 2) Keuntungan <i>engine management system</i> , 3) Skema <i>engine management system</i> , 4) Komponen <i>engine management system</i> ,
	b.Materi sistem induksi udara,	1) Pengertian sistem induksi udara, 2) Jenis sistem induksi udara, 3) Skema sistem induksi udara, 4) Fungsi komponen sistem induksi udara,
	c.Materi sistem bahan bakar injeksi (EFI),	1) Pengertian sistem bahan bakar EFI, 2) Keuntungan sistem bahan bakar EFI, 3) Skema sistem bahan bakar EFI, 4) Jenis-jenis sistem bahan bakar EFI, 5) Pengontrolan sistem bahan bakar EFI, 6) Fungsi komponen sistem bahan bakar EFI
	d.Materi sistem pengapian ESA,	1) Pengertian sistem pengapian ESA, 2) Keuntungan sistem pengapian ESA, 3) Jenis sistem pengapian ESA, 4) Skema sistem pengapian ESA, 5) Fungsi komponen sistem pengapian ESA,
	e.Materi sistem gas buang,	1) Pengertian sistem gas buang, 2) Skema sistem gas buang, 3) Fungsi komponen sistem gas buang,
Materi sensor	a.Materi sensor temperatur cairan pendingin,	1) Fungsi sensor temperatur cairan pendingin, 2) Material sensor temperatur cairan pendingin, 3) Rangkaian sensor temperatur cairan pendingin, 4) Cara kerja sensor temperatur cairan pendingin,
	b.Materi sensor temperatur udara masuk,	1) Fungsi sensor temperatur udara masuk, 2) Material sensor temperatur udara masuk, 3) Rangkaian sensor temperatur udara masuk, 4) Cara kerja sensor temperatur udara masuk,
	c.Materi sensor posisi katup <i>throttle</i> ,	1) Fungsi sensor posisi katup <i>throttle</i> , 2) Jenis sensor posisi katup <i>throttle</i> , 3) Material sensor posisi katup <i>throttle</i> , 4) Rangkaian sensor posisi katup <i>throttle</i> , 5) Cara kerja sensor posisi katup <i>throttle</i> ,

	d.Materi sensor <i>manifold absolute pressure</i> ,	1) Fungsi sensor <i>manifold absolute pressure</i> , 2) Jenis sensor <i>manifold absolute pressure</i> , 3) Material sensor <i>manifold absolute pressure</i> , 4) Rangkaian sensor <i>manifold absolute pressure</i> , 5) Cara kerja sensor <i>manifold absolute pressure</i> ,
	e.Materi <i>air flow meter</i> ,	1) Fungsi <i>air flow meter</i> , 2) Jenis <i>air flow meter</i> , 3) Material <i>air flow meter</i> , 4) Rangkaian <i>air flow meter</i> , 5) Cara kerja <i>air flow meter</i> ,
	f. Materi sensor posisi poros engkol,	1) Fungsi sensor posisi poros engkol, 2) Jenis sensor posisi poros engkol, 3) Material sensor posisi poros engkol, 4) Rangkaian sensor posisi poros engkol, 5) Cara kerja sensor posisi poros engkol,
	g.Materi sensor posisi poros nok,	1) Fungsi sensor posisi poros nok, 2) Jenis sensor posisi poros nok, 3) Material sensor posisi poros nok, 4) Rangkaian sensor posisi poros nok, 5) Cara kerja sensor posisi poros nok,
	h.Materi <i>knock sensor</i> ,	1) Fungsi <i>knock sensor</i> , 2) Material <i>knock sensor</i> , 3) Rangkaian <i>knock sensor</i> , 4) Cara kerja <i>knock sensor</i> ,
	i. Materi CO <i>adjuster</i> ,	1) Fungsi CO <i>adjuster</i> , 2) Material CO <i>adjuster</i> , 3) Rangkaian CO <i>adjuster</i> , 4) Cara kerja CO <i>adjuster</i> ,
	j. Materi sensor oksigen,	1) Fungsi sensor oksigen, 2) Jenis sensor oksigen, 3) Material sensor oksigen, 4) Rangkaian sensor oksigen, 5) Cara kerja sensor oksigen,
Materi aktuator	a.Materi pompa bahan bakar,	1) Fungsi pompa bahan bakar, 2) Jenis pompa bahan bakar, 3) Rangkaian pompa bahan bakar, 4) Cara kerja pompa bahan bakar,
	b.Materi injektor,	1) Fungsi injektor, 2) Jenis injektor, 3) Rangkaian injektor, 4) Cara kerja injektor,
	c.Materi <i>idle speed control</i> ,	1) Fungsi <i>idle speed control</i> , 2) Jenis <i>idle speed control</i> , 3) Rangkaian <i>idle speed control</i> , 4) Cara kerja <i>idle speed control</i> ,
	d.Materi <i>igniter</i> ,	1) Fungsi <i>igniter</i> , 2) Komponen <i>igniter</i> , 3) Rangkaian <i>igniter</i> , 4) Cara kerja <i>igniter</i> ,

## **2. Tahap Desain (*Design*)**

### **a. Pembuatan *Flowchart***

*Flowchart* berfungsi menggambarkan keseluruhan alur media yang dibuat dan berupa aliran dari satu *scene* ke *scene* lain berdasarkan struktur navigasinya. Hal ini dilakukan agar media yang dibuat lebih terarah. Pembuatan *flowchart* dilakukan setelah mengetahui isi media. Gambaran dari *flowchart* dapat dilihat pada lampiran 15 halaman 145.

### **b. Pembuatan *Storyboard***

*Storyboard* berfungsi untuk menggambarkan rincian dari objek-objek (teks, gambar, navigasi dan video) yang dicantumkan dari tiap-tiap *scene* dengan berbasis multimedia. Pembuatan *storyboard* dilakukan setelah mengetahui rancangan isi dalam setiap bagian media yang dibuat. Gambaran dari *storyboard* dapat dilihat pada lampiran 16 halaman 146.

## **3. Tahap Pengembangan (*Development*)**

### **a. Pembuatan Desain/Tampilan *Interface***

Pada tahap ini, desain dari tampilan kasar dari *storyboard* mulai disusun sedemikian rupa sehingga terlihat bentuk desain tampilan menjadi lebih nyata. Tahap ini dimulai dengan pengumpulan bahan-bahan yang akan dibutuhkan, setelah itu bahan mulai ditata dan disusun sesuai dengan pedoman *storyboard* yang telah dibuat. Berikut ini adalah hasil dari desain *interface* media yang dibuat:

#### **1) Halaman Intro**

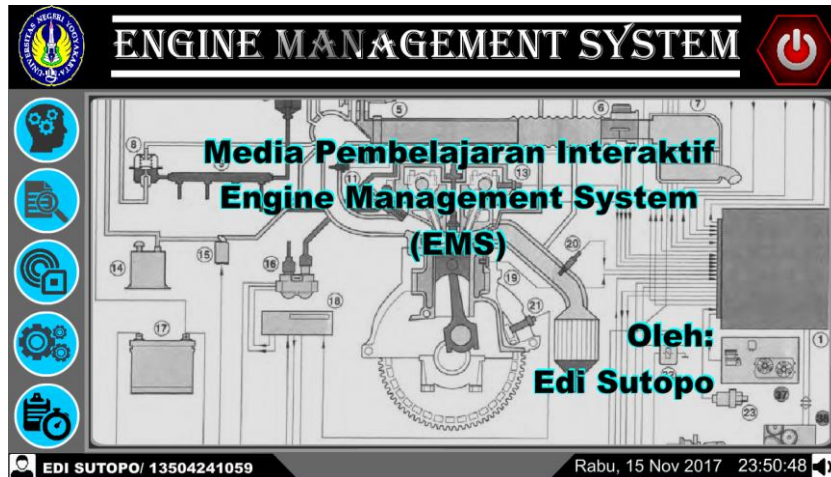
Halaman ini merupakan tampilan awal saat media pertama kali dibuka. Halaman tampil secara *fullscreen* yang berisi ucapan selamat datang, logo UNY dan tombol *ENTER* untuk masuk ke dalam media pembelajaran.



Gambar 3. Tampilan *Interface* Halaman Intro

## 2) Halaman Utama

Halaman ini memiliki dasar warna kombinasi abu-abu gelap dan hitam untuk background serta dasar warna putih untuk layer materi dengan maksud untuk memfokuskan perhatian siswa kepada materi yang disajikan. Tampilan pada halaman ini berisi beberapa tombol untuk menu utama seperti: Tombol KELUAR untuk keluar dari media pembelajaran, tombol TUJUAN untuk menuju halaman kompetensi dasar, tombol MATERI untuk menuju halaman materi, tombol SENSOR untuk menuju halaman dari nama-nama sensor, tombol AKTUATOR untuk menuju halaman dari nama-nama aktuator, tombol EVALUASI untuk menuju halaman petunjuk evaluasi, tombol PROFIL untuk menuju halaman profil pengembang dan tombol SUARA untuk mengatur tingkat besaran volume dari media pembelajaran. Halaman ini juga dilengkapi dengan animasi dari logo UNY dan judul media pembelajaran.



Gambar 4. Tampilan *Interface* Halaman Utama

### 3) Halaman Kompetensi Dasar

Pada halaman ini berisi kompetensi dasar untuk materi yang akan disampaikan dan beberapa uraian tujuan pembelajaran dari media pembelajaran yang diharapkan dapat dikuasai oleh pengguna.



Gambar 4. Tampilan *Interface* Halaman Kompetensi Dasar

### 4) Halaman Materi

Halaman materi berisi judul materi dan uraian dari materi. Materi dapat ditampilkan setelah pengguna menekan navigasi dari masing-masing sub-bab pada materi. Ditampilkan sebuah animasi pada gambar untuk menarik perhatian

pengguna. Bila teks pada materi terlalu banyak, maka teks dibagi menjadi dua kolom untuk memudahkan dalam pembacaan.

**ENGINE MANAGEMENT SYSTEM**

**Engine Management System (EMS)**

Sebuah sistem kelistrikan elektronik (bertegangan rendah/ 5 volt) yang digunakan untuk mengelola kerja mesin dan terintegrasi dengan beberapa sistem utama, seperti: sistem induksi udara, sistem bahan bakar injeksi, sistem pengapian dan sistem gas buang.

Skema

Keuntungan

EDI SUTOPO/ 13504241059

NEXT

Rabu, 15 Nov 2017 23:54:14

**ENGINE MANAGEMENT SYSTEM**

**A. SISTEM INDUKSI UDARA**

Pengertian

1. D-EFI
2. L-EFI

Diagram showing the air intake system components: Air cleaner, IATS, MAPS, ECU, ISC, TPS, and Air intake chamber. A text box explains that the throttle valve opening angle is detected by the Throttle Position Sensor (TPS).

Lihat penjelasan >>

EDI SUTOPO/ 13504241059

PREV NEXT

Rabu, 15 Nov 2017 00:01:04

**ENGINE MANAGEMENT SYSTEM**

**2. Pada Jenis L-EFI (Luft=Udara)**

Udara bersih yang masuk melalui *air cleaner* (saringan udara), selanjutnya udara mengalir melewati *air flow meter* (AFM). Tekanan udara yang masuk akan mampu mendorong *measuring plate* (plat pengukur). Sudut pembukaan dari *measuring plate* ini yang akan dijadikan referensi tekanan udara masuk. Setelah itu udara akan mengalir melewati- *throttle body* dan disimpan pada *air intake chamber* (ruang udara masuk).

Pada kondisi tertentu (*idle up*), udara akan melewati *air valve* untuk menambah jumlah udara bersih yang masuk ke dalam silinder. Dengan bertambahnya jumlah udara maka tenaga yang dihasilkan juga akan bertambah.

Diagram showing the flow: Air Cleaner → Airflow Meter → Throttle Body → Intake Air Chamber → Manifold. An Air Valve is shown connected to the Intake Air Chamber.

EDI SUTOPO/ 13504241059

Rabu, 15 Nov 2017 00:02:26

Gambar 7. Tampilan *Interface* Halaman Materi

#### 5) Halaman Video

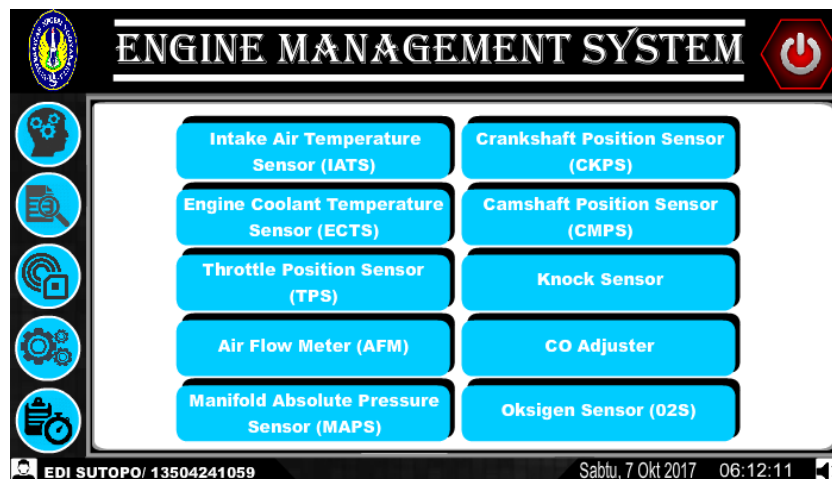
Halaman ini berisi judul video dan video yang diletakkan pada tengah layer. Navigasi tambahan dari halaman ini adalah tombol *PLAY/PAUSE* untuk memainkan/memberhentikan video dan tombol *SUARA* untuk mengatur tingkat kekerasan suara pada video.



Gambar 8. Tampilan *Interface* Halaman Video

#### 6) Halaman Sensor

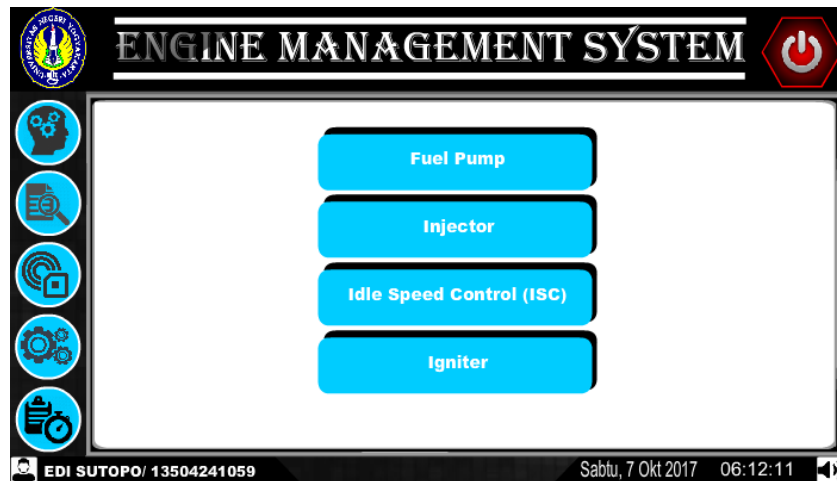
Pada halaman ini berisi 10 buah tombol dengan nama-nama dari sensor. Tombol tersebut akan membawa menuju halaman uraian materi dari nama sensor.



Gambar 9. Tampilan *Interface* Halaman Sensor

## 7) Halaman Aktuator

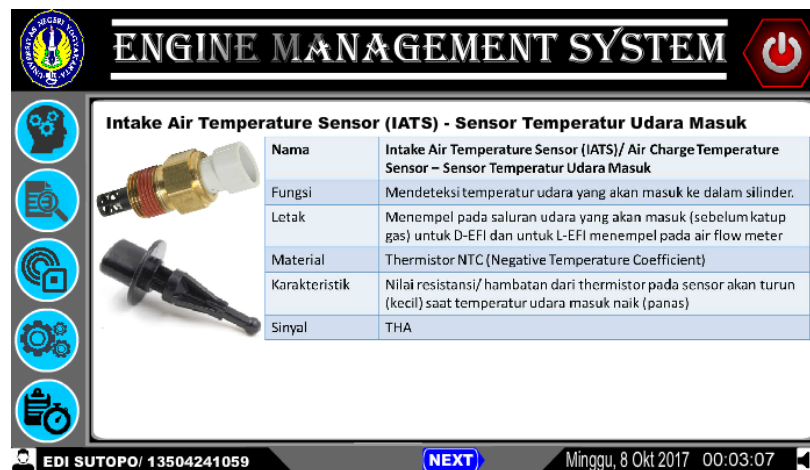
Halaman ini berisi 4 buah tombol dengan nama-nama dari aktuator. Tombol tersebut akan membawa menuju uraian materi dari nama aktuator.



Gambar 10. Tampilan *Interface* Halaman Aktuator

## 8) Halaman Deskripsi Sensor/Aktuator

Halaman ini berisi nama sensor/aktuator dengan gambar komponen dan beberapa uraian singkat mengenai sensor/aktuator tersebut. Uraian deskripsi singkat diberikan dengan tampilan tabel untuk mempermudah dalam membaca dan memahami sensor/aktuator tersebut.

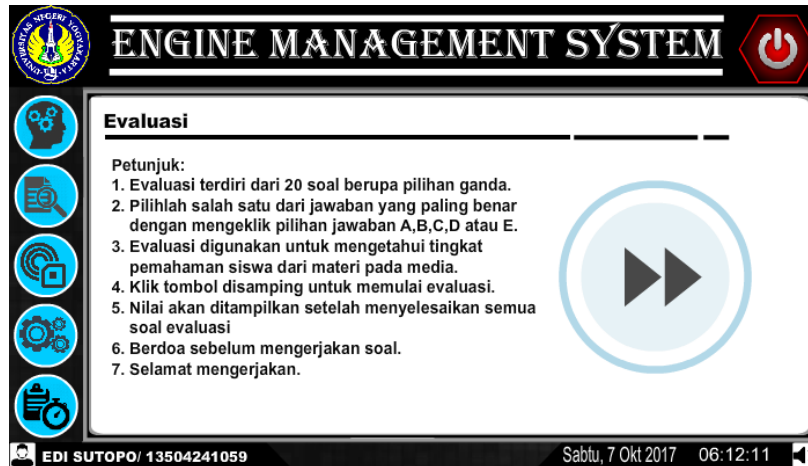


Gambar 11. Tampilan *Interface* Halaman Deskripsi Sensor/Aktuator



#### 9) Halaman Petunjuk Evaluasi

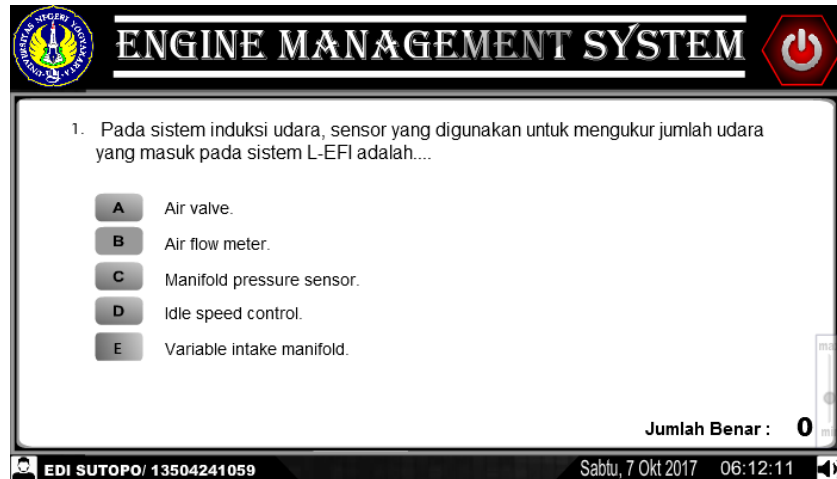
Pada halaman ini berisi petunjuk dalam pengerjaan soal yang akan diberikan. Terdapat tambahan navigasi pada halaman ini yaitu tombol MASUK untuk memulai mengerjakan soal evaluasi.



Gambar 12. Tampilan *Interface* Halaman Petunjuk Evaluasi

#### 10) Halaman Soal Evaluasi

Halaman ini berbeda dengan tampilan lainnya karena layernya yang besar sehingga menutupi tombol menu utama. Selain itu tombol PROFIL juga tidak akan menuju halaman manapun. Hal ini bertujuan agar pengguna tidak dapat keluar dari media tersebut kecuali telah mengerjakan semua soal atau menekan tombol KELUAR. Soal diberikan secara acak dan untuk menuju soal berikutnya harus dengan menekan tombol jawaban. Halaman ini juga berisi informasi berapa soal yang sudah dijawab dengan benar.



Gambar 13. Tampilan *Interface* Halaman Soal Evaluasi

#### 11) Halaman Hasil Evaluasi

Halaman ini berisi perolehan nilai yang didapatkan beserta keterangannya. Keterangan dalam hal ini berisi apakah sudah baik atau tidak. Jika tidak, pengguna bisa menekan tombol COBA LAGI untuk mengulangi mengerjakan soal.



Gambar 14. Tampilan *Interface* Halaman Hasil Evaluasi

#### 12) Halaman Profil Pengembang

Halaman ini berisi foto dan uraian singkat mengenai biodata dari pengembang media pembelajaran.



Gambar 15. Tampilan *Interface* Halaman Profil Pengembang

### 13) Halaman Keluar

Halaman ini keluar setelah pengguna menekan tombol KELUAR. Halaman hanya berisi dua tombol, yaitu tombol YA untuk keluar dari media pembelajaran dan tombol TIDAK untuk tetap berada pada media pembelajaran.



Gambar 16. Tampilan *Interface* Halaman Keluar

### 14) Halaman Upacan Terima Kasih

Halaman ini merupakan tampilan dari animasi jika tombol YA pada halaman KELUAR ditekan. Halaman berupa ucapan terima kasih dengan dua logo yaitu logo SMK Muhammadiyah 1 Bantul dan logo Universitas Negeri Yogyakarta.



Gambar 17. Tampilan *Interface* Halaman Ucapan Terima Kasih

b. Pengkodean Program,

Pengkodean program atau *coding* adalah bahasa pemrograman yang digunakan untuk melakukan perintah kepada objek yang diberi kode. Pembuatan animasi pada media pembelajaran ini menggunakan bantuan *software Adobe Flash Professional CS6*. *Software* ini memiliki bahasa pemrograman yang disebut dengan *actionscript* dan yang dipakai untuk media pembelajaran adalah *actionscript 2.0*. Untuk lebih jelas mengenai *actionscript* yang digunakan dalam media pembelajaran, dapat dilihat pada lampiran 17 halaman 169.

c. Validasi Instrumen Penelitian

Validasi instrumen penelitian berfungsi menilai kelayakan instrumen sebelum digunakan untuk mengambil data penelitian. Validasi dilakukan oleh dosen jurusan Pendidikan Teknik Otomotif UNY (Dr. Zainal Arifin, M.T). Penilaian dilakukan dengan memvalidasi tiga jenis angket, yaitu: angket kelayakan media oleh ahli media, angket kelayakan materi oleh ahli materi dan angket penilaian media oleh siswa. Hasil validasi instrumen dapat dilihat pada lampiran 9 halaman 104 dengan kesimpulan “Layak Digunakan dengan Perbaikan”.

#### d. Revisi

Revisi adalah proses perbaikan media dengan cara mengurangi kelemahan produk. Tahap ini dilakukan setelah media mendapat data evaluasi dan masukan oleh ahli media dan ahli materi. Berikut adalah saran dan perbaikan yang diberikan oleh para ahli terhadap media pembelajaran yang dikembangkan:

##### 1) Revisi dari Ahli Media

##### a) Penyajian materi hendaknya dibuat lebih interaktif agar tidak monoton,

Tampilan pada produk awal belum berisi animasi pada menu materi sistem, hanya berisi gambar dan penjelasan. Hal tersebut dirasa masih kurang menarik perhatian dan fokus dari siswa, sehingga perlu dibuat sesuatu untuk membuat materi yang dimuat agar lebih interaktif.

##### b) Halaman yang berisi teks penuh sebaiknya *dilink* dari gambarnya, sehingga tidak tampil pada tampilan utama,

Pada tampilan menu juga terdapat beberapa layer yang berisi teks semua untuk menjelaskan gambar/ rangkaian pada layer sebelumnya. Hal ini membuat akan membuat siswa jenuh dan bosan, sehingga layer berisi teks tersebut perlu disembunyikan (layer tampil saat mengeklik tombol navigasi 'lihat penjelasan'). Tombol navigasi tersebut berfungsi untuk bantuan saat siswa belajar mandiri.

##### c) Pada tulisan/uraian, perlu dipertebal pada kata-kata (kalimat) penting, untuk memperkuat fokus pengguna,

Teks yang berisi penjelasan dari materi perlu dilakukan penegasan pada kata-kata/kalimat yang dianggap penting dengan menebalkan *font*nya. Hal ini bertujuan untuk membantu siswa memfokuskan pokok-pokok inti dari materi.

## 2) Revisi dari Ahli Materi 1

### a) Penyesuaian konten angket agar fokus kepada kelayakan isi materi,

Pada angket awal, masih berisi aspek dari kebermanfaatan media yang seharusnya menjadi bagian penilaian media dan bukan materi. Maka dari itu perlu dilakukan perbaikan pada butir-butir angket agar fokus kepada kebenaran dari materi. Selain itu, butir-butir angket dipersempit pada sub materi agar penilaian terfokus dan tidak bersifat umum.

### b) Pembenahan salah satu gambar rangkaian pengapian yang kurang tepat beserta pembenaran terhadap cara kerjanya,

Terdapat gambar berisi rangkaian yang kurang tepat. Kurangnya satu kabel pada rangkaian tersebut mengakibatkan kesalahan persepsi mengenai cara kerjanya. Sehingga perlu dilakukan pengeditan pada gambar tersebut.

### c) Perombakan beberapa soal dari media terkait format dan kebenarannya,

Pada bagian soal, terdapat beberapa soal dan jawaban yang keliru. Selain itu, konten soal dan jawaban mengenai EMS terpaku pada konsep EFI yang sedikit berbeda. Maka dari itu perlu dilakukan perombakan pada soal dan jawabannya.

## 3) Revisi dari Ahli Materi 2

### a) Perlu ditambah video terutama pada materi aktuator,

Pada bagian materi mengenai aktuator belum adanya video sama sekali, dikhawatirkan siswa masih kurang paham dengan materinya. Maka dari itu perlu ditambahkan video agar siswa lebih paham mengenai aktuator pada *engine management system*.

### b) Masih adanya beberapa kata yang *typo*, perlu diperiksa dan diperbaiki,

Saat dilakukan penilaian, terdapat beberapa kata yang *typo* seperti pada materi dan soal evaluasi sehingga perlu dilakukan pengecekan dan perbaikan.

#### **4. Tahap Implementasi (*Implementation*)**

Media pembelajaran yang telah dievaluasi oleh ahli, kemudian diperbaiki sesuai dengan saran yang diberikan, lalu menghasilkan produk akhir. Selanjutnya media diimplimentasikan kepada siswa kelas XII TKR 2 SMK Muhammadiyah 1 Bantul sebanyak 31 siswa. Produk akhir berupa file dengan ekstensi .swf dan .exe yang dimasukkan ke dalam *compact disc* (CD).

#### **5. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)**

##### **a. Pengujian Alpha (*Alpha Testing*)**

Pengujian kelayakan media pembelajaran penting dilakukan setelah menyelesaikan tahap pembuatan. Pengujian ini dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama disebut pengujian Alpha (*Alpha testing*) yang dilakukan menguji kelayakan media oleh ahli media dan ahli materi, selanjutnya adalah pengujian Beta (*Beta testing*) yang dilakukan dengan menguji kelayakan dan keefektifan media pembelajaran kepada pengguna atau dalam penelitian ini yaitu siswa kelas XII Teknik Kendaraan Ringan SMK Muhammadiyah 1 Bantul.

Pengujian alpha yang dilakukan oleh ahli media dan ahli materi bertujuan untuk mengetahui kelayakan media ditinjau dari aspek media dan materi yang dimuat serta mendapat masukan untuk perbaikan awal sebelum media yang dikembangkan diuji kepada siswa.

##### **1) Hasil Uji Kelayakan dari Ahli Media**

Pengujian kelayakan dari ahli media meliputi aspek komunikasi visual, pemrograman dan kebermanfaatan. Dalam pengujian ini ahli media lebih fokus untuk menilai tulisan, gambar, tampilan, navigasi dan kemudahan media. Pengujian kelayakan media dilakukan oleh dosen jurusan Pendidikan Teknik Otomotif UNY (Sutiman, M.T). Angket uji kelayakan menggunakan skala likert 1

sampai dengan 4. Hasil uji kelayakan media dapat dilihat pada lampiran 10 halaman 106. Analisis data dari penilaian hasil uji kelayakan dari ahli media disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 10. Hasil Uji Kelayakan dari Ahli Media

No.	Aspek Penilaian	Rerata Skor	Hasil Skor	Skor Max	Presentase (%)
1.	Komunikasi visual	3,79	53	56	94,75
2.	Pemrograman	4,00	20	20	100
3.	Kebermanfaatan	3,89	35	36	97,25
<b>Rerata</b>					<b>97,33</b>

Berdasarkan hasil uji kelayakan dari ahli media, diketahui bahwa hasil pengujian kelayakan media ditinjau dari aspek komunikasi visual mendapat presentase sebesar 94,75%, sedangkan ditinjau dari aspek pemrograman mendapat presentase sebesar 100% dan ditinjau dari aspek kebermanfaatan mendapat presentase sebesar 97,25%. Penilaian hasil uji media secara keseluruhan memperoleh presentase rerata sebesar 97,33% sehingga masuk pada kategori “Sangat Layak”.

## 2) Hasil Uji Kelayakan Materi dari Ahli Materi

Pengujian kelayakan dari ahli materi meliputi aspek kebahasaan dan kualitas materi. Aspek kualitas materi didasarkan kebenaran dari materi, gambar, animasi, video dan soal pada media. Pengujian kelayakan materi dilakukan oleh dosen jurusan Pendidikan Teknik Otomotif FT UNY (Moch. Solikin, M.Kes) dan guru pengampu mata pelajaran Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan SMK Muhammadiyah 1 Bantul (M. Khairil Anwar, S.Pd). Angket uji kelayakan menggunakan skala likert 1 sampai dengan 4. Hasil uji kelayakan materi dapat dilihat pada lampiran 11 halaman 113. Analisis data dari penilaian hasil uji kelayakan dari ahli materi disajikan pada tabel berikut ini:



Tabel 11. Hasil Uji Kelayakan dari Ahli Materi

No.	Aspek Penilaian	Rerata Skor	Hasil Skor	Skor Max	Presentase (%)
1.	Kualitas Materi	3,67	323	352	91,76
2.	Kebahasaan	3,1	31	40	77,50
<b>Rerata</b>					84,63

Berdasarkan hasil uji kelayakan dari ahli materi, diketahui bahwa hasil pengujian kelayakan materi ditinjau dari aspek kualitas materi mendapat presentase sebesar 91,76% dan ditinjau dari aspek kebahasaan mendapat presentase sebesar 77,50%. Penilaian hasil uji materi secara keseluruhan memperoleh presentase rerata sebesar 84,63% sehingga masuk pada kategori “Sangat Layak”.

b. Pengujian Beta (*Beta Testing*)

Pengujian beta bertujuan untuk menilai kelayakan media dengan mengidentifikasi respon dan reaksi siswa terhadap media pembelajaran yang dikembangkan. Tahap ini dilakukan setelah media diujikan kepada ahli media dan ahli materi serta media pembelajaran sudah direvisi. Pengujian ini dilakukan oleh siswa kelas XII Teknik Kendaraan Ringan SMK Muhammadiyah 1 Bantul dengan jumlah responden sebanyak 31 siswa.

1) Penilaian Media oleh Siswa

Penilaian media oleh siswa meliputi aspek kualitas materi, komunikasi visual dan kebermanfaatan. Responden dalam hal ini adalah siswa kelas XII TKR 2 SMK Muhammadiyah 1 Bantul dengan jumlah 31 siswa. Penilaian media pembelajaran oleh siswa dilakukan dengan mengisi lembar angket. Angket penilaian menggunakan skala likert 1 sampai dengan 4. Hasil penilaian media oleh siswa dapat dilihat pada lampiran 13 halaman 131. Analisis data dari penilaian media oleh siswa disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 12. Hasil Uji Kelayakan oleh Siswa

No.	Aspek Penilaian	Rerata Skor	Hasil Skor	Skor Max	Presentase (%)
1.	Kualitas Materi	3,28	29,52	36	81,99
2.	Komunikasi Visual	3,22	28,97	36	80,47
3.	Kebermanfaatan	3,25	32,55	40	81,37
<b>Rerata</b>					81,28

Berdasarkan hasil pengujian beta dari siswa, diketahui bahwa hasil pengujian kelayakan media ditinjau dari aspek komunikasi visual mendapat presentase sebesar 81,99%, sedangkan ditinjau dari aspek pemrograman mendapat presentase sebesar 80,47% dan ditinjau dari aspek kebermanfaatan mendapat presentase sebesar 81,37%. Penilaian hasil uji media secara keseluruhan memperoleh presentase rerata sebesar 81,28% sehingga masuk pada kategori “Sangat Layak”.

## 2) Penilaian kelayakan media secara keseluruhan

Penilaian kelayakan media secara keseluruhan mendapat presentase rerata sebesar 87,74% sehingga masuk dalam kategori “Sangat Layak”. Hasil kelayakan media secara keseluruhan disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 14. Hasil Kelayakan Secara Keseluruhan

No	Responden	Penilaian (%)	Kategori
1.	Ahli Media	97,33	Sangat Layak
2.	Ahli Materi	84,63	Sangat Layak
3.	Siswa	81,28	Sangat Layak
<b>Rerata</b>		87,74	Sangat Layak

## 3) Pengujian keefektifan media

Pengujian keefektifan media merupakan kegiatan untuk menilai produk yang dikembangkan. Tahap ini dilakukan dengan metode *pre-test* dan *post-test* yang berfungsi untuk mengetahui seberapa besar manfaat media pembelajaran ketika diimplementasikan dalam lingkungan yang sesungguhnya. Hasil pengujian digunakan untuk melihat seberapa besar peningkatan hasil belajar setelah menggunakan media disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 13. Perbandingan Hasil Belajar Siswa Saat *Pre-test* dan *Post-test*

Tahap	Nilai KKM		Presentase ketuntasan (%)
	<78	≥78	
Pre-test	24	7	22,58
Post-test	12	19	61,29

Kriteria ketuntasan minimal (KKM) yang telah ditetapkan sekolah adalah 78. Berdasarkan uji coba terhadap 31 siswa, setelah dilakukan *pre-test* diketahui terdapat 7 siswa yang tuntas dan 24 siswa yang belum tuntas. Sedangkan pada saat setelah dilakukan *post-test* terdapat 19 siswa yang tuntas dan 12 siswa yang belum tuntas.

Dengan demikian, presentase ketuntasan *pre-test* belajar siswa adalah:

$$\text{Presentase ketuntasan} = \frac{\text{siswa yang tuntas}}{\text{total siswa}} \times 100\%$$

$$\text{Presentase ketuntasan} = \frac{7}{31} \times 100\%$$

$$\text{Presentase ketuntasan} = 22,58 \%$$

Sedangkan untuk presentase ketuntasan *post-test* belajar siswa adalah:

$$\text{Presentase ketuntasan} = \frac{\text{siswa yang tuntas}}{\text{total siswa}} \times 100\%$$

$$\text{Presentase ketuntasan} = \frac{19}{31} \times 100\%$$

$$\text{Presentase ketuntasan} = 61,29 \%$$

Berdasarkan hasil di atas, diketahui bahwa persentase jumlah siswa yang memenuhi nilai kriteria ketuntasan minimal (KKM) pada saat *pre-test* sebesar 22,58%, sedangkan pada saat *post-test* sebesar 61,29%. Hal ini menunjukkan bahwa media pembelajaran mampu meningkatkan hasil belajar siswa.

Selanjutnya, peningkatan hasil belajar diolah untuk melihat bagaimana keefektifan dari media tersebut. Pengujian ini menggunakan uji t yang diolah dengan bantuan SPSS 24. Hasil pengolahan data disajikan pada tabel berikut:

Tabel 14. Hasil *Paired Sample t-Test* Menggunakan SPSS 24

Paired Samples Test									
		Paired Differences					T	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	posttest - pretest	15.96774	10.60026	1.90386	12.07953	12.07953	8.387	30	.000

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, diketahui bahwa  $t$  hitung = 8,387 >  $t$  tabel = 3,37490 ( $N=31$ ,  $\alpha=0,05$ ), sehingga  $H_0$  ditolak yang artinya terdapat perbedaan yang signifikan dari hasil belajar siswa sebelum dan sesudah menggunakan media. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan media efektif untuk menaikkan hasil belajar siswa

## B. Pembahasan

### 1. Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif

Pengembangan media pembelajaran interaktif dilakukan melalui 5 tahapan berdasarkan model pengembangan ADDIE yang dikembangkan oleh Grafinger (1988), yaitu: (1) Tahap *Analysis*, (2) Tahap *Design*, (3) Tahap *Development*, (4) Tahap *Implementation* dan (5) Tahap *Evaluation*.

Pada tahap pertama, peneliti menganalisa potensi masalah yang terjadi di dalam proses pembelajaran teori pada mata pelajaran Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan. Tahap analisa dilakukan dengan melakukan wawancara kepada guru mata pelajaran dan observasi. Pada tahap ini ditemukan beberapa masalah, yaitu kurangnya kesiapan siswa dan keaktifan siswa dalam pembelajaran masih kurang. Selain itu, beberapa siswa kesulitan dalam memahami materi *Engine Management System* (EMS) dan beberapa siswa untuk hasil belajarnya masih di bawah kriteria ketuntasan minimal (KKM). Hal ini didukung dengan hasil rekap nilai siswa yang menunjukkan bahwa siswa yang nilainya di bawah KKM masih sebanyak 22,59%. Selain itu alokasi yang

disediakan untuk mengajarkan materi tersebut relatif pendek yaitu 40 jam pelajaran. Dari hal tersebut guru sudah mengubah metode mengajar dari ceramah menjadi diskusi, sehingga siswa akan mempelajari materi diluar jam pelajaran dan saat pembelajaran digunakan untuk presentasi hasil diskusi. Pada kegiatan ini guru tinggal menambahkan materi yang dirasa kurang dan menyamakan persepsi. Akan tetapi dari hasil belajar siswa masih ditemukan beberapa siswa yang merasa kesulitan dalam memahami materi tersebut. Pada tahap ini juga dilakukan analisa kurikulum dan sarana prasarana yang terdapat di kelas teori. Kurikulum yang diterapkan pada SMK Muhammadiyah 1 Bantul adalah Kurikulum 2013. Hal ini menunjukkan bahwa pada proses pembelajaran, peran guru hanya sebagai fasilitator dan menuntut siswa untuk berperan aktif. Pada tahap analisa sarana prasarana, diketahui bahwa di kelas teori terdapat LCD, *viewer* dan *speaker*. Hal ini mampu dimaksimalkan dengan baik saat tahap implementasi media di lapangan langsung. Selain itu pada tahap ini dilakukan analisis materi yang akan disajikan ke dalam media pembelajaran yang akan dikembangkan. Materi akan dianalisis berdasarkan hasil wawancara dan juga meninjau silabus. Hal ini berfungsi agar materi yang disajikan sesuai dengan kebutuhan siswa. Hasil pada tahap ini senada dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Puji Lestari bahwa tahap analisis dilakukan dengan beberapa langkah meliputi: analisa kurikulum, analisa media dan analisa materi.

Maka dari itu peneliti membuat media pembelajaran interaktif pada materi EMS untuk memudahkan siswa dalam memahami materi tersebut dan siswa mampu mempelajari diluar jam pelajaran. Media pembelajaran dibuat dengan bantuan *adobe flash*. *Adobe flash* merupakan *software* yang digunakan untuk membantu membuat animasi yang inovatif dan interaktif, sehingga mampu

menarik fokus dan perhatian siswa. Setelah itu, dilakukan analisa kebutuhan materi untuk mengerucutkan materi pokok. Pertimbangan dalam menentukan masalah ditentukan dengan mengobservasi silabus mata pelajaran Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan agar materi yang disajikan dapat sesuai dengan kebutuhan siswa. Hasil dari tahap analisa ini akan digunakan sebagai dasar dari tahap selanjutnya.

Tahap desain merupakan tahap dimana peneliti melakukan perancangan terhadap media yang akan dibuat. Desain dimulai dengan membuat diagram alir media pembelajaran (*flowchart*). *Flowchart* akan digunakan sebagai pedoman aliran satu *scene* ke *scene* lainnya berdasarkan struktur navigasinya. Setelah itu, dilakukan pembuatan *storyboard*. *Storyboard* berupa rincian kebutuhan objek dari tiap-tiap *scene* utama. Hasil pada tahap ini senada dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Puji Lestari yang membuat *storyboard* dan *flowchart*. Perbedaannya yaitu pada penelitian ini tidak disertai dengan pemetaan struktur navigasi karena *flowchart* dan *storyboard* dirasa sudah cukup.

Setelah itu, rancangan media akan direalisasikan di dalam tahap pengembangan. Rancangan kasar dari *storyboard* akan dibuat menjadi lebih nyata dan disusun sedemikian rupa ke dalam *software adobe flash* untuk menghasilkan desain antar muka (*interface*) dari media. Pada tahap ini, objek yang berupa teks materi, gambar, animasi dan video pendukung mulai disusun pada tiap *scene*. Hal yang perlu diperhatikan pada tahap ini seperti pemilihan materi, menentukan jenis dan ukuran huruf/*font*, musik latar belakang/*background*, efek suara/*sound effect*, tempat dan bentuk tombol, pembuatan animasi, pembuatan transisi, serta perpaduan warna untuk tampilan. Selanjutnya, pengkodean dilakukan sesuai dengan kebutuhan dan berpedoman pada *flowchart*. Pengkodean program

digunakan untuk melakukan suatu perintah kepada objek. Dalam hal ini, pengkodean dilakukan pada tombol navigasi, penerapan *background*, penerapan *upload*, acak dan hasil jawaban dari soal evaluasi, serta pengaturan waktu. *Adobe flash* memiliki bahasa pemrograman yang disebut dengan *actionscript* dan yang digunakan pada media pembelajaran adalah *actionscript 2.0*. Setelah media selesai dibuat, maka dilakukan uji produk secara mandiri dengan mengecek kesesuaian perpaduan warna, pengecekan kerja tombol, ketepatan suara *background*, kesesuaian peletakan gambar dan teks materi serta sistematika penulisan ejaan dan tanda baca dari teks materinya. Langkah selanjutnya pada tahap pengembangan ini adalah dengan melakukan uji kelayakan oleh ahli materi dan ahli media (pengujian alpa). Uji kelayakan dilakukan untuk melihat apakah media sudah layak digunakan baik dari segi materi maupun dari segi materi dan medianya. Kelayakan dapat dilihat dari hasil penilaian ahli pada lembar uji kelayakan (angket). Akan tetapi, sebelum angket digunakan, perlu dilakukan validasi pada angket tersebut. Validasi instrumen dilakukan oleh ahli Dr. Zainal Arifin, M.T. dengan hasil layak digunakan dengan perbaikan. Setelah itu angket sudah valid dan bisa digunakan. Uji kelayakan media oleh seorang ahli media dilakukan oleh Sutiman, M.T dengan menilai media berdasarkan aspek komunikasi visual, pemrograman dan kebermanfaatan. Dari hasil pengujian kelayakan media didapatkan hasil bahwa media sangat layak digunakan dalam pembelajaran. Uji kelayakan materi dilakukan 2 orang ahli materi, yaitu: Moch. Solikin, M.Kes dan M. Khairil Anwar, S.Pd, dengan menilai materi media berdasarkan aspek kualitas materi dan kebahasaan. Dari hasil pengujian kelayakan materi didapatkan hasil bahwa media sangat layak digunakan dalam pembelajaran. Pendapat berupa saran dan masukan dari pada ahli pada uji

kelayakan akan digunakan untuk mengevaluasi media dan memperbaiki kekurangan yang diketahui. Hasil penelitian ini senada dengan yang dilakukan oleh Puji Lestari yang menerapkan desain kasar menjadi tampilan *interface* dan melakukan validasi instrumen, setelah validasi instrumen baru melakukan uji kelayakan oleh ahli media dan ahli materi. Perbedaannya adalah penelitian yang dilakukan Puji Lestari menggabungkan tahap development dan implementasi.

Setelah perbaikan pada media selesai dilakukan, maka media siap untuk diimplementasikan langsung ke lapangan pada tahap *implementation*. Dalam hal ini media akan diujikan langsung kepada siswa pada proses pembelajaran. Tahap ini diikuti 31 siswa dari kelas XII TKR 2 SMK Muhammadiyah 1 Bantul.

Tahap evaluasi pada model pengembangan ini dilakukan dengan melakukan pengujian alpha dan pengujian betha. Pengujian alpha dilakukan oleh ahli media dan ahli materi untuk meninjau kelayakan media dari segi media maupun dari segi materi yang dimuat. Sedangkan pada pengujian betha dilakukan oleh siswa. Siswa dimintai pendapat untuk menilai bagaimana media pembelajaran yang dikembangkan dengan menyebarkan angket. Selain itu, pengujian ini juga bertujuan untuk meninjau keefektifan media dengan melihat peningkatan hasil belajar siswa. Hal ini dilakukan dengan membandingkan hasil belajar siswa sebelum menggunakan media (*pre-test*) dan setelah mempelajari materi yang dimuat media (*post-test*). Hasil evaluasi pada penelitian ini senada dengan yang dilakukan Puji Lestari yaitu dengan menilai kelayakan media berdasarkan pendapat ahli dan siswa. Perbedaannya adalah pada penelitian ini dilakukan pengujian untuk melihat seberapa besar perbedaan hasil belajar siswa sebelum dan setelah menggunakan media. Hal ini berfungsi untuk melihat seberapa efektif media mampu meningkatkan hasil belajar siswa.



Berdasarkan hasil penilaian dari ahli media, ahli materi dan siswa sebagai responden uji coba produk, media pembelajaran interaktif berbasis komputer dengan menggunakan *adobe flash* memiliki beberapa kelebihan sebagai berikut:

- a. Pada proses pembelajaran, selain mampu membantu guru dalam penyampaian materi, media juga diharapkan dapat menarik fokus dan perhatian dari siswa.
- b. Media pembelajaran interaktif dapat memudahkan siswa untuk belajar materi mengenai engine management system secara mandiri. Hal ini diharapkan mampu menangani tingkat kecepatan pemahaman siswa yang berbeda-beda.
- c. Media interaktif bersifat komunikatif dua arah, yang artinya media mampu memberikan respon balik kepada siswa.

Produk akhir media berupa file dengan ekstensi *.swf* dan *.exe*. Secara garis besar, media pembelajaran berisi halaman mengenai tujuan pembelajaran, materi pengantar, materi sensor, materi aktuator dan soal evaluasi. Materi yang ada pada materi pengantar ini meliputi pengertian, jenis, keuntungan, skema dari sistem-sistem utama pada *engine management system*. Selain itu materi sensor dan aktuator meliputi pengertian, fungsi, jenis dan rangkaian dari sensor maupun aktuator. Siswa dapat mengukur tingkat pemahaman mengenai materi *engine management system* dengan mengerjakan soal evaluasi pada media. Soal evaluasi pada media berisi 20 soal dengan bentuk pilihan ganda dari materi pada media yang dapat ditampilkan secara acak. Soal evaluasi akan berganti saat pengguna sudah memilih jawaban. Hasil akhir dari soal evaluasi ditampilkan setelah semua soal diselesaikan. Nilai ditampilkan beserta keterangannya, apakah sudah baik atau kurang.

## **2. Kelayakan Media Pembelajaran Interaktif**

Kelayakan media pembelajaran pada penelitian ini dinilai dari hasil pengujian Alpa (oleh ahli media dan ahli materi) dan pengujian beta (uji lapangan/ siswa). Berikut hasil kelayakan media pembelajaran yang diperoleh:

Data penilaian kelayakan media oleh ahli media secara keseluruhan ditinjau dari aspek komunikasi visual mendapat presentase sebesar 94,75%, sedangkan ditinjau dari aspek pemrograman mendapat presentase sebesar 100% dan ditinjau dari aspek kebermanfaatan mendapat presentase sebesar 97,25%. Penilaian hasil uji media secara keseluruhan memperoleh presentase rerata sebesar 97,33%. Berdasarkan penilaian tersebut maka media pembelajaran ini masuk pada kategori “Sangat Layak” untuk digunakan.

Data penilaian kelayakan materi oleh ahli materi secara keseluruhan ditinjau dari aspek kualitas materi mendapat presentase sebesar 91,76% dan ditinjau dari aspek kebahasaan mendapat presentase sebesar 77,50%. Penilaian hasil uji materi secara keseluruhan memperoleh presentase rerata sebesar 84,63%. Berdasarkan penilaian tersebut maka media pembelajaran ini masuk pada kategori “Sangat Layak” untuk digunakan.

Data penilaian kelayakan media pada uji lapangan yang diikuti oleh 31 responden terhadap media pembelajaran interaktif ditinjau dari aspek komunikasi visual mendapat presentase sebesar 81,99%, sedangkan ditinjau dari aspek pemrograman mendapat presentase sebesar 80,47% dan ditinjau dari aspek kebermanfaatan mendapat presentase sebesar 81,37%. Penilaian hasil uji media secara keseluruhan memperoleh presentase rerata sebesar 81,25%. Berdasarkan penilaian tersebut maka media pembelajaran ini masuk pada kategori “Sangat Layak” untuk digunakan.

Penilaian kelayakan media secara keseluruhan mendapat presentase rerata sebesar 87,73%, sehingga masuk dalam kategori “Sangat Layak” untuk digunakan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Apriyani Puji Lestari (2015) yang mengembangkan multimedia pembelajaran interaktif Gambar Teknik yang menyatakan bahwa multimedia pembelajaran layak digunakan sebagai media pembelajaran. Selain hal tersebut, model pengembangan yang diadaptasi juga sama. Perbedaan dengan penelitian tersebut adalah pada penggunaan *software* yang digunakan. Penelitian ini menggunakan *software Adobe Flash Professional CS6*, sedangkan Apriyani menggunakan *Macromedia Director MX 2004*. Akan tetapi kedua *software* tersebut sama-sama menghasilkan file dengan ekstensi .swf.

### **3. Keefektifan Media Pembelajaran**

Hasil pengujian dilakukan dengan mengadakan *pre-test* dan *post-test* untuk melihat seberapa besar peningkatan hasil belajar siswa setelah menggunakan media. Hal ini ditunjukkan dengan persentase jumlah siswa yang memenuhi tuntas dengan nilai di atas kriteria ketuntasan minimal (KKM) pada saat *pre-test* sebesar 22,58%, sedangkan pada saat *post-test* meningkat menjadi 61,29%.

Selanjutnya, peningkatan hasil belajar diolah untuk melihat bagaimana keefektifan dari media tersebut. Pengujian ini menggunakan uji *t* yang diolah dengan bantuan SPSS 24. Berdasarkan hasil perhitungan di atas, diketahui bahwa  $t_{hitung} = 8,387 > t_{tabel} = 3,37490$  ( $N=31$ ,  $\alpha=0,05$ ), sehingga  $H_0$  ditolak yang artinya terdapat perbedaan yang signifikan dari hasil belajar siswa sebelum dan sesudah menggunakan media. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan media efektif untuk menaikkan hasil belajar siswa. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sukoco, dkk (2014) yang meneliti pengembangan media

pembelajaran interaktif berbasis komputer bahwa penggunaan media pembelajaran interaktif akan menghasilkan prestasi belajar yang lebih baik dibandingkan dengan media *power point*. Perbedaan dengan penelitian tersebut adalah pada cakupan penelitian yang dilakukan. Pada penelitian ini cakupan subjek penelitian di SMK Muhammadiyah 1 Bantul, sedangkan Sukoco dkk melakukan penelitian di beberapa SMK program keahlian Teknik Kendaraan Ringan (TKR) di Daerah Istimewa Yogyakarta.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tentang media pembelajaran interaktif maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengembangan media pembelajaran interaktif untuk *engine management system* dilakukan menggunakan metode penelitian *Research and Development* mengadaptasi model pengembangan ADDIE yang dikembangkan Grafinger (1988) dengan beberapa tahapan yaitu: *Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*. Produk akhir dari media berupa file dengan ekstensi *.swf* dan *.exe*.
2. Hasil uji kelayakan media pembelajaran interaktif oleh ahli media, ahli materi dan penilaian dari siswa, menunjukkan bahwa media pembelajaran interaktif secara keseluruhan mendapat presentase rerata sebesar 87,74% sehingga masuk dalam kategori sangat layak. Hal ini menunjukkan bahwa media pembelajaran sangat layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran.
3. Berdasarkan hasil pengolahan data, menunjukkan bahwa media pembelajaran mampu meningkatkan hasil belajar siswa. Hal ini ditunjukkan dari jumlah siswa yang tuntas (nilai di atas KKM) saat *pre-test* sebesar 22,58% dan saat *post-test* meningkat menjadi 61,29%. Berdasarkan hasil perhitungan uji *t* menggunakan SPSS 24, diketahui bahwa  $t \text{ hitung} = 8,387 > t \text{ tabel} = 3,37490$  ( $N=31$ ,  $\alpha=0,05$ ), sehingga  $H_0$  ditolak yang artinya terdapat perbedaan yang signifikan dari hasil belajar siswa sebelum dan sesudah menggunakan media. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan media efektif untuk menaikkan hasil belajar siswa.

## **B. IMPLIKASI HASIL PENELITIAN**

Produk hasil penelitian yang berupa media pembelajaran interaktif yang telah dikembangkan memiliki beberapa implikasi, antara lain:

1. Media pembelajaran interaktif ini mampu menjadikan kelas teori pada saat pembelajaran menjadi sedikit kondusif karena media mampu menarik perhatian siswa. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu penggunaan media pembelajaran interaktif pada proses pembelajaran.
2. Media pembelajaran interaktif ini mampu meningkatkan hasil belajar siswa. Media juga dapat mengatasi perbedaan tingkat kecepatan pemahaman belajar siswa. Sehingga penggunaan media untuk belajar mandiri perlu dilakukan.

## **C. Keterbatasan Penelitian**

Media pembelajaran interaktif yang telah dikembangkan memiliki beberapa keterbatasan, antara lain:

1. Penilaian kelayakan media dari segi materi dan media hanya dilakukan oleh 2 orang ahli materi dan 1 orang ahli media.
2. Soal yang ada di menu evaluasi sudah acak, namun hanya dapat menampilkan teks, tidak mampu menampilkan tambahan gambar.
3. Waktu yang digunakan untuk melakukan penelitian ini sangat terbatas karena subjek penelitian adalah kelas XII.
4. Pengambilan data dilakukan hanya pada satu kelas teori, sehingga penggunaan teknik *random sampling* belum tepat sasaran.
5. Pemahaman siswa untuk materi yang disajikan media pada penelitian ini hanya diukur dari hasil tes.

#### **D. SARAN**

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian pengembangan media selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Perlu pengembangan materi lebih lanjut pada *engine management system* yang memuat materi mengenai diagnosa kesalahan sistem dan penggunaan *scanner*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2016). *IMD World Talent Report*. Switzerland: Intitute for Management Development. Diakses dari [http://www.imd.org/uupload/IMD.WebSite/Wcc/NewTalentReport/Talent\\_2016\\_web.pdf](http://www.imd.org/uupload/IMD.WebSite/Wcc/NewTalentReport/Talent_2016_web.pdf). Pada tanggal 04 Februari 2017 jam 12:54:01 WIB.
- Ardinsyah, Nurdin. (2013). Macromedia flash Profesional 8 Sebuah Tutorial flash untuk Pemula. Diakses dari <https://inteleccreativemedia.files.wordpress.com/2014/04/macro-media-flash-8-nurdin.pdf> pada tanggal 05 Maret 2017, jam 12:43
- Arsyad, Azhar. (2015). *Media Pembelajaran*. Jakarta: RajaGrafindo Persada.
- Arifin, Zainal. (2012). *Penelitian Pendidikan Metode dan Paradigma Baru*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Arikunto, Suharsimi. (2013). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT Rineka Cipta
- Asyhar, Rayandra. (2012). *Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran*. Jakarta: Referensi.
- Bekti Wulandari, dkk. (2015). Pengembangan Trainer Equalizer Grafis dan Parameter Sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Praktik Sistem Audio. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, Volume 22. (Nomor 4). Hlm. 373-384.
- Bonnick, Allan. (2001). *Automotive Computer Controlled System*. Inggris: Butterworth-Heinemann.
- Daryanto. (2013). *Media Pembelajaran Peranannya Sangat Penting Dalam Mencapai Tujuan Pembelajaran*. Yogyakarta: Gava Media.
- Halderman, J. D. & Linder, J. (2012). *Automotive Fuel and Emissions Control Systems Third Edition*. New Jersey: Pearson Education
- Imam Mustholiq, dkk. (2007). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Multimedia Pada Mata Kuliah Dasar Listrik. *Jurnal Pendidikan Teknologi Kejuruan*, Volume 16. (Nomor 1). Hlm. 1-18.
- Indrawan, Rully & Yaniawati, R. P. (2014). *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Campuran untuk Manajemen, Pembangunan, dan Pendidikan*. Bandung: Refika Aditama
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning Prinsip-Prinsip dan Aplikasi*. Diterjemahkan oleh: Teguh Wahyu Utomo. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Mulyatiningsih, Endang. (2009). *Pengembangan Model Pembelajaran*. Diakses dari <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pengabdian/dra-endang-mulyatiningsih-mpd/7cpengembangan-model-pembelajaran.pdf>. Pada tanggal 31 Januari 2017, Jam 12:08 WIB.



- Munadi, Yudhi. (2013). *Media Pembelajaran Sebuah Pendekatan Baru*. Jakarta: Referensi.
- Molenda, M. (2003). In Search of the Elusive ADDIE Model. *Performance Improvement* , 34-46
- Puji Lestari, A. (2015). Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif Gambar Teknik Berbasis Software Bantudi SMK Binawiyata Sragen Kelas X Paket Keahlian Teknik Otomasi Industri. *Skripsi S1*. Yogyakarta: FT UNY
- Republik Indonesia. (2010). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2010 tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Republik Indonesia. (2003). *Undang Undang Republik Indonesia No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Ribbens, W. B. (1998). *Understanding Automotive Electronics*. Amerika Serikat: Butterworth Heinemann.
- Ruswid. (2008) *Modul 4 Electronic Fuel Injection EFI*. Sirampong: Yayasan Pendidikan Pondok Pesantren Al Hikmah 1
- Sadiman, S. A. (2014). *Media Pendidikan Pengertian, Pengembangan dan Pemanfaatannya*. Depok: Raja Grafindo.
- Sanaky, H. A. H. (2009). *Media Pembelajaran*. Yogyakarta: Safiria Insania Press
- Solikin, Moch. (2005). *Sistem Injeksi Bahan Bakar Motor Bensin (EFI System)*. Yogyakarta: Kampong Ilmu.
- Sugihartono,dkk. (2007). *Psikologi Pendidikan*. Yogyakarta: UNY Press.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian dan Pengembangan (Research and Development/ R&D)*. Bandung: Alfabeta
- Sugiyono. (2015). *Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2015). *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta
- Suhartanta, Sukoco, & Zainal Arifin. (2011). Model Networking Sekolah Sebagai Basis Peningkatan Kualitas Pendidikan di Sekolah Menengah Kejuruan. *Jurnal Pendidikan Teknologi Kejuruan*, Volume 41. (Nomor 1). Hlm. 69-78.
- Sukmadinata, N. S. . (2015). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Remaja Rosdakarya
- Sukoco, dkk. (2014). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Komputer Untuk Peserta Didik Mata Pelajaran Teknik Kendaraan Ringan. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, Volume 22. (Nomor 2). Hlm. 215-226

- TEAM. (1996). *Training Manual TCCS (Toyota Computer-Controlled System)*. Jakarta: Toyota-Astra Motor.
- Tim Tugas Akhir Skripsi FT UNY. (2013). *Pedoman Penyusunan Tugas Akhir Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Wardoyo, T. C. T. (2015). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Video Animasi Pada Mata Pelajaran Mekanika Teknik di SMK Purworejo. *Skripsi S1*. Yogyakarta: FT UNY
- Widoyoko, E. P. (2014). *Penilaian Hasil Pembelajaran di Sekolah*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Wiyanti, N. A. (2013). *Desain Pembelajaran Pendidikan Tata Rancang Pembelajaran Menuju Pencapaian Kompetensi*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.

# LAMPIRAN

## Lampiran 1. Surat Ijin Penelitian dari Fakultas



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK**

Alamat : Kampus Karangmalang, Yogyakarta, 55281  
Telp. (0274) 586168 psw. 276,289,292 (0274) 586734 Fax. (0274) 586734  
Laman: ft.uny.ac.id E-mail: ft@uny.ac.id, teknik@uny.ac.id

Nomor : 2082/UN34.15/LT/2017  
Lamp. : 1 Bendel Proposal  
Hal : Izin Penelitian

25 Oktober 2017

Yth . 1. Gubernur Provinsi DIY c.q. Kepala Badan Kesbangpol Provinsi DIY  
2. Bupati Kabupaten Bantul c.q. Kepala Badan Kesbangpol Kabupaten Bantul  
3. Kepala Sekolah SMK Muhammadiyah 1 Bantul

Kami sampaikan dengan hormat, bahwa mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama	: Edi Sutopo
NIM	: 13504241059
Program Studi	: Pend. Teknik Otomotif - S1
Judul Tugas Akhir	: pembuatan media pembelajaran interaktif untuk engine management system berbasis adobe flash kelas xii tkr smk muhammadiyah 1 bantul
Tujuan	: Memohon izin mencari data untuk penulisan Tugas Akhir Skripsi (TAS)
Waktu Penelitian	: Minggu, 1 Oktober 2017 s.d. Rabu, 31 Januari 2018

Untuk dapat terlaksananya maksud tersebut, kami mohon dengan hormat Bapak/Ibu berkenan memberi izin dan bantuan seperlunya.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya kami sampaikan terima kasih.

Tembusan :  
1. Sub. Bagian Pendidikan dan Kemahasiswaan ;  
2. Mahasiswa yang bersangkutan.

Dekan Fakultas Teknik  
  
Dr. Drs. Widarto, M.Pd.  
NIP. 19631230 198812 1 001

## Lampiran 2. Surat Ijin Penelitian dari Kesbangpol



PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA  
**BADAN KESATUAN BANGSA DAN POLITIK**  
Jl. Jenderal Sudirman No 5 Yogyakarta – 55233  
Telepon : (0274) 551136, 551275, Fax (0274) 551137

Yogyakarta, 27 Oktober 2017

Kepada Yth. :

Nomor : 074/8974/Kesbangpol/2017  
Perihal : Rekomendasi Penelitian

Kepala Dinas Pendidikan,  
Pemuda, dan Olahraga  
Daerah Istimewa Yogyakarta  
Di  
YOGYAKARTA

Memperhatikan surat :

Dari : Dekan Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta  
Nomor : 2082/UN34.15/LT/2017  
Tanggal : 25 Oktober 2017  
Perihal : Izin Penelitian

Setelah mempelajari surat permohonan dan proposal yang diajukan, maka dapat diberikan surat rekomendasi tidak keberatan untuk melaksanakan riset/penelitian dalam rangka penyusunan Tugas Akhir Skripsi (TAS) dengan judul proposal: **"PEMBUATAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF UNTUK ENGINE MANAGEMENT SYSTEM BERBASIS ADOBE FLASH KELAS XII TKR SMK MUHAMMADIYAH 1 BANTUL TAHUN AJARAN 2017/2018"** kepada:

Nama : EDI SUTOPO  
NIM : 13504241059  
No. HP/Identitas : 089674937831 / 3402071412940004  
Prodi/Jurusan : Pendidikan Teknik Otomotif/ Pendidikan Teknik Otomotif  
Fakultas/PT : Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta  
Lokasi Penelitian : SMK Muhammadiyah 1 Bantul, DIY  
Waktu Penelitian : 27 Oktober 2017 s.d. 31 Januari 2018

Sehubungan dengan maksud tersebut, diharapkan agar pihak yang terkait dapat memberikan bantuan / fasilitas yang dibutuhkan.

Kepada yang bersangkutan diwajibkan :

1. Menghormati dan mentaati peraturan dan tata tertib yang berlaku di wilayah riset/penelitian;
2. Tidak dibenarkan melakukan riset/penelitian yang tidak sesuai atau tidak ada kaitannya dengan judul riset/penelitian dimaksud;
3. Menyerahkan hasil riset/penelitian kepada Badan Kesbangpol DIY selambat-lambatnya 6 bulan setelah penelitian dilaksanakan.
4. Surat rekomendasi ini dapat diperpanjang maksimal 2 (dua) kali dengan menunjukkan surat rekomendasi sebelumnya, paling lambat 7 (tujuh) hari kerja sebelum berakhirnya surat rekomendasi ini.

Rekomendasi Izin Riset/Penelitian ini dinyatakan tidak berlaku, apabila ternyata pemegang tidak mentaati ketentuan tersebut di atas.

Demikian untuk menjadikan maklum.

KEPALA  
BADAN KESBANGPOL DIY  
  
AGUNG SUPRIYONO, SH  
NIP. 19601026 199203 1 004

Tembusan disampaikan Kepada Yth :

1. Gubernur DIY (sebagai laporan)
2. Dekan Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta
3. Yang bersangkutan.

### Lampiran 3. Surat Ijin Penelitian dari Dikpora



PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA  
**DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA, DAN OLAAHRAHA**  
Jalan Cendana No. 9 Yogyakarta, Telepon (0274) 541322, Fax. 541322  
web : www.dikpora.jogjapro.go.id, email : dikpora@jogjapro.go.id, Kode Pos 55166

Yogyakarta, 30 Oktober 2017

Nomor : 070 / 15399  
Lamp : -  
Hal : Rekomendasi Penelitian

Kepada Yth.  
Kepala SMK Muhammadiyah 1 Bantul

Dengan hormat, memperhatikan surat dari Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Pemerintah Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta nomor: 074/8974/Kesbangpol/2017 tanggal 27 Oktober 2017 perihal Rekomendasi Penelitian, kami sampaikan bahwa Dinas Pendidikan, Pemuda, dan Olahraga DIY memberikan ijin rekomendasi penelitian kepada:

Nama : Edi Sutopo  
NIM : 13504241059  
Prodi/Jurusan : Pendidikan Teknik Otomotif/ Pendidikan Teknik Otomotif  
Fakultas : Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta  
Judul : PEMBUATAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF  
UNTUK ENGINE MANAGEMENT SYSTEM BERBASIS  
ADOBE FLASH KELAS XII TKR SMK MUHAMMADIYAH 1  
BANTUL TAHUN AJARAN 2017/2018  
Lokasi : SMK Muhammadiyah 1 Bantul  
Waktu : 27 Oktober 2017 s.d 31 Januari 2018

Dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Ijin ini hanya dipergunakan untuk keperluan ilmiah, dan pemegang ijin wajib mentaati ketentuan yang berlaku di lokasi penelitian.
2. Ijin yang diberikan dapat dibatalkan sewaktu-waktu apabila pemegang ijin ini tidak memenuhi ketentuan yang berlaku.

Atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami menyampaikan terimakasih.

a.n Kepala  
Kepala Bidang Perencanaan dan Standarisasi



**Drs. SURAYA**  
NIP 19591017 198403 1 005

Tembusan Yth :  
1. Kepala Dinas Dikpora DIY  
2. Kepala Bidang Dikmenti Dikpora DIY

Lampiran 4. Surat Ijin Penelitian dari SMK Muhammadiyah 1 Bantul



MAJELISPENDIDIKANDASARDANMENENGAH  
PIMPINAN DAERAH MUHAMMADIYAH BANTUL  
**SMK MUHAMMADIYAH 1 BANTUL**  
TEKNIK AUDIO VIDEO, TEKNIK PEMESINAN, TEKNIK KENDARAAN RINGAN, REKAYASA PERANGKAT LUNAK, TEKNIK SEPEDA MOTOR, TEKNIK PENGELASAN  
**Terakreditasi A**  
Jl. Parangtritis Km 12, Manding, Tlirenggo, Bantul, Telp (0274). 367954 , Fax (0274 ).367954 Email : smkmuh1bantul@yahoo.com



0277/11/1986

**SURAT KETERANGAN**  
**No :041/KET//III.4.AU/F/2017**

**Assalamu'alaikum W.W**

Yang bertanda tangan dibawah ini Kepala SMK Muhammadiyah 1 Bantul,menerangkan bahwa

Nama	: EDI SUTOPO
NIM	: 13504241059
Fakultas	: Teknik UNY
Program	: Pendidikan Teknik Otomotif/SI
Jurusan	: Pendidikan Teknik Otomotif

Telah melaksanakan penelitian dengan kegiatan sebagai berikut :

Waktu	:27 Oktober 2017 s.d 31 Januari 2018
Lokasi	: SMK Muhammadiyah 1 Bantul
Tujuan	: Penelitian
Judul	:Pembuatan Media Pembelajaran Interaktif Untuk Engine Management System Berbasis Adobe Flash Kelas XII Teknik Kendaraan Ringan SMK Muhammadiyah 1 Bantul Tahun Ajaran 2017/2018.

Demikian keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

**Wassalamu'alaikum W.W**

Bantul, 4 Desember 2017  
Kepala Sekolah  
  
WIDADA, S.Pd  
NIP. 196902122000121002





Lampiran 5. Kartu Bimbingan



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR /TUGAS AKHIR SKRIPSI

FRM/OTO/04-00  
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Edi Sutopo  
No. Mahasiswa : 13504241059  
Judul PATAS : Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif untuk *Engine Management System* Berbasis *Macromedia Flash* Kelas XI TKR SMK Muhammadiyah 1 Bantul Tahun Ajaran 2016/2017  
Dosen Pembimbing : Dr. Zainal Arifin, M.T.

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda tangan Dosen Pemb.
1	20 - 03 17	Bab I.	Revisi rumusan masalah	A.
2	29 - 03 17	Bab II.	Kemungkinan prosedur pembelajaran	A.
3			Interaktif.	A.
4	05 - 04 17	Bab II.	Kemungkinan prosedur MMF	A.
5	10 - 04 17	Bab II.	Revisi rumusan masalah	A.
6	18 - 04 17	Bab III	Lengkap Bab. III	A.
7	25 - 04 17	Media.	Revisi Lay out	A.
8	28 - 04 17	Media.	Revisi Content.	A.
9	08 - 05 - 17	Media	Revisi Submateri	A.
10	23 - 06 17	Customer	Revisi Uraian	A.

Keterangan :

1. Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali  
Bila lebih dari 6 kali. Kartu ini boleh dicopy.
2. Kartu ini wajib dilampirkan pada laporan PATAS





UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR/TUGAS AKHIR SKRIPSI

FRM/OTO/04-00

27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Edi Sutopo  
No. Mahasiswa : 13504241059  
Judul PA/TAS : Pembuatan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Komputer  
Menggunakan Adobe Flash Pada Kompetensi Memahami Engine  
Management System Kelas XII TKR SMK Muhammadiyah 1 Bantul  
Tahun Ajaran 2017/2018

Dosen Pembimbing : Dr. Zainal Arifin, M.T.

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda Tangan Dosen Pemb.
1	11. 09 17	Hasil bimbingan Revisi Laporan		
2	14. 09 17	Hasil bimbingan Revisi Konten		
3	19. 09 17	Hasil bimbingan Revisi		
4	16. 10 17	Hasil bimbingan Revisi & Uji Coba		
5	24. 10 17	Hasil bimbingan Revisi		
6	02/01 18	Hasil bimbingan Revisi		
7	04/01 18	Hasil bimbingan Revisi		
8	04/01 18	Hasil bimbingan Revisi		
9	05/01 18	Hasil bimbingan Revisi		
10				

Keterangan :

1. Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali  
Bila lebih dari 6 kali. Kartu ini boleh dicopy.
2. Kartu ini wajib dilampirkan pada laporan PA/TAS

# Lampiran 6. Rekap Nilai Harian Siswa pada Materi Sistem EFI

F/SOP751/WKS1/9  
 Berlaku : 2 Januari 2017

**DAFTAR HADIR SISWA, CATATAN HARIAN GURU DAN DAFTAR NILAI**  
**SMK MUHAMMADIYAH 1 BANTUL**  
**TAHUN 2016/2017**

MATA PELAJARAN : Mesin Dan Kelistrikan      KELAS / SEMESTER: XI TKR 1 / Genap

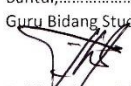
NOMOR		NAMA	BULAN : Januari			JUMLAH			Nilai Tugas Harian					Nilai KD
URUT	INDUK		Jan	Feb	Mar	S	I	A	1	2	3	4	5	
1	10302	ADITYA PRATAMA PUTRA	/	/	/				90					
2	10303	AGENG WIBOWO	/	/	/				79					
3	10304	ALVIAN ARDIANSYAH	/	/	/				90					
4	10305	ARFAN NUR FAUZI	/	/	/				88					
5	10306	BANY WIJANARKO	/	/	/				87					
6	10307	BASORI	/	/	/				95					
7	10308	DANUR SASONGKO JATI	S	/	/				80					
8	10309	DAVID SETIAWAN	/	/	/				80					
9	10310	DENI DARMAWAN	/	/	/				82					
10	10311	DEVA PUTRA NUR RISQIYADI	/	/	/				85					
11	10312	DIAN SIDIK KURNIAWAN	/	/	/				84					
12	10313	DIKY DWI CAHYO PURNOMO	/	/	/				83					
13	10314	EDI SANTOSO	/	/	/				88					
14	10315	FERGI DEWARDARU	/	/	/				95					
15	10316	FREDY REZA GUSTIANA	/	/	/				79					
16	10317	HERI SANTOSA	/	/	/				78					
17	10318	IKHI MAULANA	/	/	/				85					
18	10319	IRFAN ADI NUGROHO	/	/	/				81					
19	10320	IRVAN AZIZ UMAR	/	/	/				87					
20	10321	KHUDARI MU'ADZ FADHLULLAH	/	/	/				85					
21	10322	MUHAMMAD AFFAN AFDHOLI	S	/	/				63					
22	10323	MOHAMMAD SYAMSUL ARIFIN	/	/	/				50					
23	10324	MUHAMMAD IRFAN NUGROHO	/	/	/				88					
24	10326	NASIRUDDIN MAHRUZ	/	/	/				82					
25	10327	RAMADHANI KURNIAWAN	/	/	/				60					
26	10328	RIAN MAKRUH KURNIAWAN	/	/	/				84					
27	10329	RIHAN FATHONI KARIM	/	/	/				79					
28	10332	SUPRIYANTO	/	/	/				88					
29	10333	TAUFIQ NOOR MAULANA	/	/	/				79					
30	10334	TRI SUSILO	/	/	/				80					
31	10335	WAHYU ARVAN WIJAYA	/	/	/				79					
32	10336	WIDODO	/	/	/				87					
33	10337	YUNUS ADI SETYAWAN	/	/	/				79					

CATATAN HARIAN GURU				Deskripsi Penilaian
NO	Tanggal	Kegiatan Pembelajaran	Materi Pembelajaran	
1		Menerangkan/Diskusi/Tugas/Ujian*)	Mengulas Materi	1
2		Menerangkan/Diskusi/Tugas/Ujian*)	SB3 EFI	2
3		Menerangkan/Diskusi/Tugas/Ujian*)		3
4		Menerangkan/Diskusi/Tugas/Ujian*)		4
5		Menerangkan/Diskusi/Tugas/Ujian*)		5

Keterangan :  
 Penilaian diisikan setiap kali melakukan penilaian harian berupa tugas, tes tertulis, tes lisan, tes unjuk kerja atau portopolio ( Validasi setiap Bulan )

\*) Pada kolom kegiatan pembelajaran coret yang tidak dilakukan, kegiatan pembelajaran bisa lebih dari satu kegiatan

Bantul, .....  
 Guru Bidang Studi  
  
 Ardik Sudermaji / Sigit Purnawan  
 NBM. 1045533



**DAFTAR HADIR SISWA, CATATAN HARIAN GURU DAN DAFTAR NILAI**  
**SMK MUHAMMADIYAH 1 BANTUL**  
**TAHUN 2016/2017**

MATA PELAJARAN : Mesin Dan Kelistrikan

KELAS / SEMESTER: XI TKR 2 / Genap

URUT	NOMOR	NAMA	BULAN: Januari					JUMLAH				Nilai Tugas Harian					Nilai KD
			1	2	3	4	5	S	I	A		1	2	3	4	5	
1	10338	ADITYA NUGRAHA	/	/	/	/	/										
2	10339	AGUNG SETIAWAN	/	/	/	/	/										
3	10340	AGUS TRI WIDODO	/	/	/	/	/										
4	10341	AHMAD FATONI	A	A	A	A	A										
5	10342	AHMAD SHOLIHIN	A	/	A	/	/										
6	10343	ARIADI WAHYU PAMBUDI	/	/	/	/	/										
7	10345	BENNY VANS BOURHAN	/	/	/	/	/										
8	10346	DEDE RAMDANI	/	/	/	/	/										
9	10347	DIFA AJI PAMUNGKAS	/	/	/	/	/										
10	10348	ERIZAL NUR ROMADHON	/	/	/	/	/										
11	10349	FERDIWAN MANGGALA JATI	/	/	/	/	/										
12	10350	FERIN KRISDIYANTO	/	/	/	/	/										
13	10351	GIRI KURNIAWAN MANICH	A	/	/	/	/										
14	10353	ISTAL TRI ROHMADI	/	/	/	/	/										
15	10354	IZZUL MUHAMMAD	/	/	/	/	/										
16	10355	KRISMANTO	/	S	/	/	/										
17	10356	LUKMAN ANJARYANTO	/	/	/	/	/										
18	10357	MUHAMMAD FITRIAN DAMARJATI	/	/	/	/	/										
19	10358	MAKHROS HANAFI	/	/	/	/	/										
20	10359	MIFTAKHURROYAN	/	/	/	/	/										
21	10360	MOHAMAD AGUS SETIAWAN	/	/	/	/	/										
22	10361	NDARU RAMDHIWAN	/	/	/	/	/										
23	10362	NUR CAHYO RIFAI	/	A	/	/	/										
24	10363	NURY PRASETYO	/	A	/	/	/										
25	10366	ROCHMAT YULIANTORO	/	/	/	/	/										
26	10367	TARAS YOHAN PRAKOSO	/	/	/	/	/										
	10368	TRİYANTO	/	A	/	/	/										
28	10370	YOGA PRASETYA	/	/	/	/	/										
29	10371	YOGI HARTANTA	/	/	/	/	/										
30	10372	YUNAEFI DWI PRASETYA	/	/	/	/	/										
31	10373	YUSUF EVENDI	/	/	/	/	/										
32	10374	ZULFA SALSABILA	/	A	/	/	/										

CATATAN HARIAN GURU					Deskripsi Penilaian	
NO	Tanggal	Kegiatan Pembelajaran	Materi Pembelajaran			
1		Menerangkan/Diskusi/Tugas/Ujian*)	Menjelaskan Rumus Motor		1	
2		Menerangkan/Diskusi/Tugas/Ujian*)	SPB EFI		2	
3		Menerangkan/Diskusi/Tugas/Ujian*)			3	
4		Menerangkan/Diskusi/Tugas/Ujian*)			4	
5		Menerangkan/Diskusi/Tugas/Ujian*)			5	

**Keterangan :**

Penilaian diisikan setiap kali melakukan penilaian harian berupa tugas, tes tertulis, tes lisan, tes unjuk kerja atau portofolio ( Validasi setiap Bulan )

\*) Pada kolom kegiatan pembelajaran coret yang tidak dilakukan, kegiatan pembelajaran bisa lebih dari satu kegiatan

Bantul, .....

Guru Bidang Studi

Ardik Sudermaji / Sigit Purnawan  
 NBM. 1045533

**SMK MUHAMMADIYAH 1 BANTUL**  
**TAHUN 2016/2017**

MATA PELAJARAN : Mesin Dan Kelistrikan

KELAS / SEMESTER: XI TKR 3 / Genap

NOMOR		NAMA	BULAN: Januari					JUMLAH			Nilai Tugas Harian					Nilai KD
URUT	INDUK		8	10	18	24	31	S	I	A	1	2	3	4	5	
1	10376	ADITIA DANI SAPUTRO	A	/	/	/	/				80					
2	10377	ADITYA FEBRIAWAN	/	/	/	/	/				81					
3	10378	AGUNG SETYA NUGRAHA	/	/	/	/	/				80					
4	10379	AHMAD FADZOLI ANWAR	/	/	A	/	/				85					
5	10380	AJI KUNCORO	/	/	/	/	S				85					
6	10381	ALDIAN DWI IRAWAN	/	/	/	/	/				83					
7	10382	ALWI NUR SIDIQ	/	/	/	/	/				80					
8	10383	ANANG WIJANARKO	A	/	/	/	/				78					
9	10384	ANDIKA FIRNANDO	/	/	/	/	/				60					
10	10385	ANTORO DWI ASTONO	/	/	/	/	/				85					
11	10386	ARIS ANSORI	A	/	/	/	/				50					
12	10387	ARIS RIZQI PRATAMA	/	/	/	/	/				78					
13	10388	DARU IHSAN KORNIAWAN	/	/	/	/	/				79					
14	10389	DEVI TRIANTO	/	/	A	/	A				79					
15	10390	DIMAS ARYANINGTYAS	S	/	S	/	/				83					
16	10391	EKA RIZKY ROMADONA	A	/	/	/	/				79					
17	10393	IFAN DWI HARTANTA	/	/	/	/	/				82					
18	10394	JANU RIYAN RISTANTO	/	/	/	/	/				85					
19	10395	MUCHAMMAD FAJAR YUNIANITA	/	/	/	/	/				80					
20	10396	MUHAMMAD MIFTAHUDIN	/	/	/	/	/				80					
21	10397	M. ALY IDRUS AL-FATH HADID	/	/	/	/	/				79					
22	10399	MUHAMMAD RAFI NUROHMAN	A	/	/	/	/				80					
23	10400	MUHAMMAD ALFIN RAIHAN	/	/	/	/	/				85					
24	10401	NADIAN GHIFFARI	/	/	/	/	/				80					
25	10402	NIKE RISTANTO	/	/	/	/	/				85					
26	10403	NUR UDIN SAYBANI	/	/	/	/	/				85					
27	10404	NURCAHYO	/	/	/	/	/				50					
28	10406	OSKAR PRADI PANGESTU	/	/	/	/	/				88					
29	10407	PUJI YASTOMO	/	/	A	/	S				80					
30	10409	RONI SETYAWAN	/	/	/	/	/				79					
31	10410	SIGIT DWI NARIMO	/	/	/	/	/				83					
32	10412	YUWAN RIDLO PRASETYA	/	/	/	/	/				78					
33	10411	SURYA RAJA WICAKSONO	/	/	A	/	/				79					

CATATAN HARIAN GURU				Deskripsi Penilaian	
NO	Tanggal	Kegiatan Pembelajaran	Materi Pembelajaran		
1		Menerangkan/Diskusi/Tugas/Ujian*)	Mengulasan semua materi	1	
2		Menerangkan/Diskusi/Tugas/Ujian*)	SPB EFI	2	
3		Menerangkan/Diskusi/Tugas/Ujian*)		3	
4		Menerangkan/Diskusi/Tugas/Ujian*)		4	
5		Menerangkan/Diskusi/Tugas/Ujian*)		5	

**Keterangan :**

Penilaian diisikan setiap kali melakukan penilaian harian berupa tugas, tes tertulis, tes lisan, tes unjuk kerja atau portopolio ( Validasi setiap Bulan )

\*) Pada kolom kegiatan pembelajaran coret yang tidak dilakukan, kegiatan pembelajaran bisa lebih dari satu kegiatan

Bantul, .....

Guru Bidang Studi



Ardik Sudermaji / Sigit Purnawan  
NBM. 1045533



**DAFTAR HADIR SISWA, CATATAN HARIAN GURU DAN DAFTAR NILAI**  
**SMK MUHAMMADIYAH 1 BANTUL**  
**TAHUN 2016/2017**

MATA PELAJARAN : Mesin dan Kelistrikan

KELAS / SEMESTER: XI TKR 4 / Genap

URUT	NOMOR	NAMA	BULAN : Januari				JUMLAH			Nilai Tugas Harian					Nilai KD
			6	13	20	27	S	I	A	1	2	3	4	5	
1	10413	ALDI KURNIAWAN	A	/	/	/				50					
2	10414	ALDO SYA'BAN KURNIAWAN	/	/	/	/				80					
3	10415	ANDIKA AMAR PRATAMA	/	/	/	/				85					
4	10416	ANDRI IRAWAN	/	/	/	A				78					
5	10417	ARIF BUDI SUSANTO	/	/	/	/				90					
6	10418	ARIFLAN DWI SUKATON	A	/	/	A				60					
7	10419	ARJUNA WARSITO PUTRO	/	/	/	/				85					
8	10420	BANGKIT SUASANA	/	/	/	/				95					
9	10421	CAROMASELA PONJARIWAN	/	/	/	/				90					
10	10422	DANANG AJI PRABOWO	/	/	/	/				79					
11	10423	DIKY FEBRIYANTO	/	/	/	/				90					
12	10424	DITO AKHSAL ZAKI ASAKKRON	/	/	/	/				50					
13	10425	EKO PURNA PANGESTU	/	/	/	/				60					
14	10426	ERI JUNIYANTO	/	/	/	/				80					
15	10427	FAJAR KRISNANTO	/	/	/	/				80					
16	10429	FERDY HENDRAWAN	/	/	/	/				80					
17	10430	GALIH DWI PRACOYO	/	/	/	S				80					
18	10432	HAQIQI AL HASNY	/	/	/	/				80					
19	10433	IMAM ARBA'IN DWIJAYA	/	/	/	/				95					
20	10434	IRVAN ARDHIYANTO	/	/	/	/				78					
21	10435	JANUAR YOGA PRADANA	/	/	/	/				83					
22	10436	MOH FATHULLOH	/	/	/	/				90					
23	10437	MOHAMED AIDIL ESRIN	/	/	/	/				85					
24	10438	MUHAMMAD ROMDAN ARDIANTARA	/	/	/	/				85					
25	10439	MURSYID NUR ARIFANTO	/	/	/	/				80					
26	10440	NANDO IRAWAN	/	/	/	/				80					
27	10441	NAWANG ANTONI	/	/	/	/				83					
28	10442	NOVAN MAHENDRA	/	/	/	S				70					
29	10443	NUR FAUZI	/	/	/	/				95					
30	10444	RAGIL PAMUNGKAS	/	/	/	/				70					
31	10445	RIZKY DENI MARDIANSAH	/	/	/	/				83					
32	10446	RIZQI FAJARYANTO	/	/	/	/				82					
33	10447	WELLY ANDIKA	/	/	/	/				95					
34	10448	WHIBI MARDHIKA	/	/	/	A				82					
35	10449	ZAHRON IRFANI	/	/	/	/				90					
36	10006	EGA AJI WIBISONO	/	/	/	S									

CATATAN HARIAN GURU				Deskripsi Penilaian	
NO	Tanggal	Kegiatan Pembelajaran	Materi Pembelajaran		
1		Menerangkan/Diskusi/Tugas/Ujian*)	Menjelaskan <i>Samudra Mater</i>	1	
2		Menerangkan/Diskusi/Tugas/Ujian*)	<i>SPB EPI</i>	2	
3		Menerangkan/Diskusi/Tugas/Ujian*)		3	
4		Menerangkan/Diskusi/Tugas/Ujian*)		4	
5		Menerangkan/Diskusi/Tugas/Ujian*)		5	

Keterangan :

Penilaian diisikan setiap kali melakukan penilaian harian berupa tugas, tes tertulis, tes lisan, tes unjuk kerja atau portofolio ( Validasi setiap Bulan )

\*) Pada kolom kegiatan pembelajaran coret yang tidak dilakukan, kegiatan pembelajaran bisa lebih dari satu kegiatan

Bantul, .....

Guru Bidang Studi

Ardik Sudermaji / Sigit Purnawan  
NBM. 1045533

## Lampiran 7. Instrumen Wawancara

### INSTRUMEN WAWANCARA

Nama Instansi : SMK Muhammadiyah 1 Bantul

Narasumber : Ardik Sudarmaji, S.Pd

Jabatan : Guru Mapel Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan

Hari/ Tanggal : 7 Maret 2017

1. Pada saat proses pembelajaran, bagaimana kondisi/keadaan kelas? Apakah sudah kondusif untuk proses belajar mengajar? Apakah ditemukan permasalahan?

Jawaban:

Pada awal pembelajaran, kelas teori dapat terkondisi dan sudah kondusif. Tetapi di tengah pembelajaran, ada siswa yang asyik mengobrol, main HP.

2. Bagaimana cara Anda mengatasi masalah tersebut?

Jawaban:

Pada anak yang ngobrol sendiri dapat diingatkan agar fokus pada pembelajaran dan untuk siswa yang mainan HP diberi sanksi dengan menyita HP yang digunakan. Tetapi jika ada siswa yang *kebangetan* maka akan dikeluarkan dari kelas.

3. Pada saat proses pembelajaran, bagaimana kesiapan siswa untuk belajar?

Jawaban:

Sering ditemukan siswa yang lupa membawa peralatan menulis, buku atau pulpen, meskipun selalu diingatkan untuk membawa peralatan setiap kelas teori.

4. Bagaimana cara mengatasi hal tersebut?

Jawaban:

Dengan memberikan siswa kertas buram dan pulpen dan pada pertemuan selanjutnya diperiksa apakah sudah disalin ke buku catatan atau belum.

5. Bagaimana respon siswa saat proses pembelajaran berlangsung?

Jawaban:

Saat pembelajaran, ada beberapa siswa yang aktif dan partisipatif, tapi hanya sedikit. Banyak siswa yang terkesan diam meskipun dia memperhatikan pembelajaran.

6. Bila siswa kurang kesiapan belajar dan kurang aktif pada saat pembelajaran, bagaimana cara Anda mengatasinya?

Jawaban:

Dengan aturan penambahan point, maka siswa bisa semangat serta lebih aktif dan partisipatif, baik dalam pembelajaran ceramah ataupun presentasi.

7. Pada mata pelajaran Anda, materi/kompetensi apa yang sulit dipahami oleh siswa?

Jawaban:

Pada sistem kelistrikan. Materi yang dianggap susah oleh siswa adalah materi tentang sistem EFI terkait cara kerja dari sensor dan aktuator.

8. Hal apa saja yang menyebabkan siswa mengalami kesulitan pada materi tersebut?

Jawaban:

Karena materi ini kompleks dan komprehensif

9. Bagaimana hasil belajar siswa? apakah masih banyak yang di bawah nilai kriteria ketuntasan minimum (KKM)?

Jawaban:

Masih ada siswa yang dibawah KKM. Bila hasil belajar siswa masih banyak yang di bawah KKM, apa alasannya?

Jawaban:

Dengan memberikan remedial agar bisa mencapai KKM, karena siswanya memang susah mencerna/ memahami materinya.

10. Metode pembelajaran seperti apa yang sudah Anda terapkan di dalam kelas? Apakah metode tersebut sudah sesuai diterapkan?

Jawaban:

Metode yang diterapkan dalam kelas seperti diskusi dan tanya jawab

11. Apakah metode tersebut sudah sesuai untuk diterapkan di kelas?

Jawaban:

Ya, metode tersebut sesuai dan lebih efisien waktu. Selain itu metode tersebut membuat siswa bisa aktif belajar

12. Pada saat proses pembelajaran, media pembelajaran apa saja yang digunakan saat pembelajaran di kelas teori?

Jawaban:

Media yang digunakan berupa *power point* dan diselingi video edukatif. Terkadang saya membawa benda praktik ke dalam kelas.

13. Apakah sarana dan prasarana di kelas sudah mendukung media tersebut?

Jawaban:

Sudah, sarpras di kelas ada LCD, *viewer* dan *speaker*

14. Jika diperlukan media, media seperti apa yang Anda harapkan?

Jawaban:

Media yang membantu anak memahami materi yang diajarkan, seperti *stand* atau animasi cara kerja sistem.

15. Sudah adakah media tersebut?

Jawaban:

Untuk stand sudah ada, untuk animasi baru ada beberapa. Sistem EFI belum ada

16. Saran dan/atau masukan (bila perlu)

Jawaban:

Narasumber



Ardik Sudarmaji, S.Pd

NBM. 1045521

Pewawancara



Edi Sutopo

NIM. 13504241059



## Lampiran 8. Kisi-kisi Instrumen Penelitian

### 1. Kisi-Kisi Angket Validasi Ahli Media

Aspek	Indikator	Butir
Komunikasi Visual	1. Pemihan font	1-2
	2. Kesesuaian Warna	3-4
	3. Visualisai tampilan	5-6
	4. Kesesuaian gambar dan animasi	7,8,10,11
	5. Fungsional tombol dan navigasi	9
	6. Pemilihan suara/audio	12-13
Pemrograman	1. Penggunaan tanpa instalasi	14-15
	2. Fungsional navigasi	16-17
	3. Interaktif	18
Kebermanfaatan	1. Menarik perhatian dan keaktifan siswa	19-20
	2. Mendukung proses pembelajaran	21-23
	3. Kemudahan penggunaan media	24-27

### 2. Kisi-Kisi Angket Validasi Ahli Materi

Aspek	Indikator	Butir
Kualitas Materi	1. Relevansi materi dengan kompetensi	1-2
	2. Kesesuaian materi dengan tujuan	3
	3. Kebenaran penjelasan materi	4,5,7,9,11,13,15,17,19,21,23,25,27,29,31,33,35,37,39,41
	4. Kesesuaian gambar, animasi dan video	6,8,10,12,14,16,18,20,22,24,26,28,30,32,34,36,38,40,42
	5. Keruntutan materi dan sistematis	44
	6. Kesesuaian soal evaluasi	45-46
Kebahasaan	1. Kekomunikatifan bahasa	47-48
	2. Kesesuaian pemilihan kata	49-50

3. Kisi-Kisi Angket Evaluasi Media Pembelajaran

<b>Aspek</b>	<b>Indikator</b>	<b>Butir</b>
Kualitas Materi	1. Kesesuaian tujuan dan materi	1-4
	2. Relevansi materi dengan kompetensi	5
	3. Penyampaian dan uraian materi	6-7
	4. Penyajian materi	8-9
Komunikasi Visual	1. Visualisasi tampilan	10
	2. Pemilihan kata	11-12
	3. Pengoperasian media	13-18
kebermanfaatan	1. Membantu pembelajaran	19-20
	2. Menarik dan mudah dipahami	20-25
	3. Kemudahan dalam penggunaan	26-28

## Lampiran 9. Surat Pernyataan dan Hasil Validasi Instrumen Penelitian

### **SURAT PERNYATAAN VALIDASI INSTRUMEN PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI**

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Bapak Dr. Zainal Arifin, M.T  
NIP : 19690312 200112 1 001  
Jurusan : Pendidikan Teknik Otomotif

Menyatakan bahwa instrumen penelitian TAS atas nama mahasiswa :

Nama : Edi Sutopo  
NIM : 13504241059  
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif  
Judul : Pembuatan Media Pembelajaran Interaktif Untuk  
*Engine Management System* Berbasis *Adobe Flash*  
Kelas XII TKR SMK Muhammadiyah 1 Bantul Tahun  
Ajaran 2017/2018

Setelah dilakukan kajian atas instrumen penelitian TAS tersebut dapat dinyatakan :

- ☐ Layak digunakan untuk penelitian  
☒ Layak digunakan dengan perbaikan  
☐ Tidak layak digunakan untuk penelitian yang bersangkutan

Dengan saran / perbaikan terlampir.

Demikian agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, Oktober 2017

Validator,



**Dr. Zainal Arifin, M.T.**

NIP. 19690312 200112 1 001

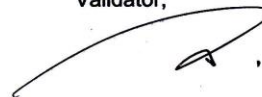
**HASIL VALIDASI**  
**INSTRUMEN PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI**

Nama Mahasiswa : Edi Sutopo  
NIM : 13504241059  
Judul TAS : Pembuatan Media Pembelajaran Interaktif Untuk *Engine Management System* Berbasis *Adobe Flash* Kelas XII TKR  
SMK Muhammadiyah 1 Bantul Tahun Ajaran 2017/2018

No	Variabel	Saran / tanggapan
1		
2		<i>Lihat Catatan pada Customer.</i>
Komentar Umum / Lain-lain :		

Yogyakarta, Oktober 2017

Validator,



**Dr. Zainal Arifin, M.T.**

NIP. 19690312 200112 1 001

Lampiran 10. Lembar Uji Kelayakan oleh Ahli Media

**SURAT PENGANTAR VALIDASI  
MEDIA PEMBELAJARAN  
OLEH AHLI MEDIA**

Kepada Yth.  
Bapak Sutiman, M.T.  
Dosen Pendidikan Teknik Otomotif FT UNY

Dengan Hormat,

Yang bertanda tangan di bawah ini selaku dosen pembimbing dari mahasiswa:

Nama : Edi Sutopo  
NIM : 13504241059  
Program Studi: Pendidikan Teknik Otomotif

Memohon kesediaan Bapak sebagai validator ahli materi dalam mempertimbangkan dan menilai validitas isi media pada penelitian skripsi yang berjudul "Pembuatan Media Pembelajaran Interaktif Untuk *Engine Management System* Berbasis *Adobe Flash* Kelas XII TKR SMK Muhammadiyah 1 Bantul Tahun Ajaran 2017/2018".

Demikian surat pengantar ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya. Atas perhatian dan bantuan yang diberikan, saya mengucapkan terimakasih.

Yogyakarta, Oktober 2017

Mengetahui

Dosen Pembimbing



Dr. Zainal Arifin, M.T.

NIP. 19690312 200112 1 001

Peneliti



Edi Sutopo

NIM. 13504241059

## LEMBAR KELAYAKAN MEDIA OLEH AHLI MEDIA

---

Mata Pelajaran : Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan  
Sasaran : Siswa Kelas XII TKR SMK Muhammadiyah 1 Bantul  
Judul Penelitian : **Pembuatan Media Pembelajaran Interaktif Untuk Engine Management System Berbasis Adobe Flash Kelas XII TKR SMK Muhammadiyah 1 Bantul Tahun Ajaran 2017/2018**  
Peneliti : Edi Sutopo

### A. Pengantar

1. Lembar kelayakan ini digunakan untuk mendapatkan informasi dari bapak/ibu sebagai ahli materi mengenai kualitas dari media pada media pembelajaran untuk *engine management system*.
2. Informasi mengenai kualitas media didasarkan pada aspek komunikasi visual dan pemrograman.

### B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon memberikan tanda *checklist* (√) pada kolom angket dengan alternatif jawaban yang telah disediakan.
2. Jawaban yang diberikan pada kolom berupa skor dengan kriteria sebagai berikut:  
4 : Sangat Setuju, Sangat sesuai, Sangat lengkap  
3 : Setuju, Sesuai, Lengkap  
2 : Tidak Setuju, Tidak Sesuai, Tidak Lengkap  
1 : Sangat Tidak Setuju, Sangat Tidak Sesuai, Sangat Tidak Lengkap
3. Komentar atau saran perbaikan mohon ditulis pada kolom yang telah disediakan.
4. Kesimpulan akhir berupa kriteria kelayakan dari media pembelajaran yang dibuat

**C. Item Pernyataan**

No	Komponen	Penilaian			
		1	2	3	4
A. Aspek Komunikasi Visual					
1.	Pemilihan jenis font yang digunakan dalam media sudah sesuai.				✓
2.	Ukuran font sudah sesuai (tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil).				✓
3.	Warna teks dan <i>background</i> tidak kontras dan enak untuk dilihat			✓	
4.	Perpaduan warna pada tampilan tidak kontras dan enak untuk dilihat				✓
5.	Komposisi tampilan (teks dan layer) sesuai.				✓
	Konsistensi komposisi tampilan dari media.				✓
6.	Gambar yang dipilih sudah jelas (tidak pecah)				✓
7.	Ukuran gambar sesuai dengan komposisi tampilannya				✓
8.	Animasi yang digunakan menarik dan mendukung materi yang diuraikan			✓	
9.	Kemudahan penggunaan navigasi/tombol di dalam media pembelajaran.				✓
10.	Kesesuaian dalam pengombinasian teks, gambar, audio, video dan animasi sehingga media tidak terkesan monoton.			✓	
11.	Kualitas gambar, video dan animasi pada media sudah jelas				✓

12.	Pemilihan suara/audio yang digunakan sesuai				✓
13.	Kualitas suara dan efek audio dalam media sudah jelas.				✓
<b>B. Aspek Pemrogaman</b>					
14.	Media dapat digunakan tanpa memerlukan langkah penginstalan.				✓
15.	Media dapat dijalankan tanpa memerlukan bantuan aplikasi lain (selain flash)				✓
16.	Kesesuaian navigasi dan tombol di dalam media pembelajaran.				✓
17.	Navigasi dan tombol dapat bekerja sesuai dengan fungsinya.				✓
18.	Kemampuan media untuk dikontrol dan memberikan feed back saat pengoperasian.				✓
<b>C. Aspek Kebermanfaatan</b>					
19.	Media pembelajaran mampu menarik perhatian dan fokus siswa.				✓
20.	Media pembelajaran mampu membuat siswa aktif dan partisipatif dalam pembelajaran.			✓	
21.	Media pembelajaran mempermudah siswa memahami topik bahasan				✓
22.	Media pembelajaran interaktif ini membantu dan mendukung proses pembelajaran.				✓
23.	Media pembelajaran ini mempermudah guru dalam penyampaian materi.				✓



24.	Media pembelajaran ini mudah dalam pengoperasiannya atau penggunaannya.				✓
25.	Kemudahan mengakses tiap halaman/ layer pada media pembelajaran.				✓
26.	Media dapat digunakan pada komputer dengan spesifikasi standar maupun pada komputer dengan spesifikasi tinggi (RAM dan jenis CPU).				✓
27.	Kemampuan media untuk dijalankan pada tiap versi operating system komputer (windows atau mac atau linux)				✓

#### D. Komentar dan Saran

No.	Komentar dan Saran
1.	Supaya lebih, sesuai saran perbaikan pertama.
2.	lebih tulisan/uraian, perlu diperjelas kata-kata (khususnya) penting, untuk memperkuat fokus pengguna.


#### **E. Kesimpulan**

**Media Pembelajaran Interaktif Untuk *Engine Management System* dalam Mata Pelajaran Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan Berbasis *Adobe Flash* untuk Kelas XII TKR di SMK Muhammadiyah 1 Bantul, dinyatakan:**

- ☐ Dapat digunakan tanpa perbaikan
- ☒ Dapat digunakan dengan perbaikan
- ☐ Tidak dapat digunakan

Yogyakarta,      Oktober 2017

Validator,



Sutiman, M.T.

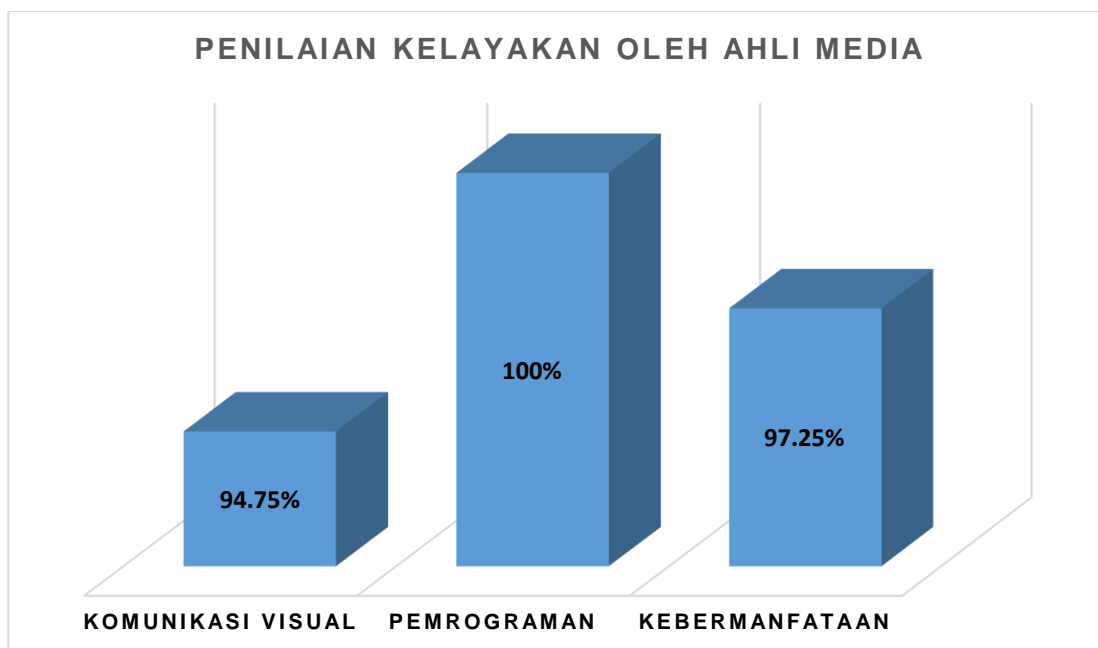
NIP. 19710203 200112 1 001

**Tabel Penilaian Kelayakan Media oleh Ahli Media**

No.	Aspek Penilaian	No. Butir	Skor Maks	Skor
1.	Komunikasi Visual	1	4	4
		2	4	4
		3	4	3
		4	4	4
		5	4	4
		6	4	4
		7	4	4
		8	4	4
		9	4	3
		10	4	4
		11	4	3
		12	4	4
		13	4	4
		14	4	4
Jumlah			56	53
Rata – rata			4	3,79
2.	Pemrograman	15	4	4
		16	4	4
		17	4	4
		18	4	4
		19	4	4
Jumlah			20	20
Rata – rata			4	4
3.	Kebermanfaatan	20	4	4
		21	4	3
		22	4	4
		23	4	4
		24	4	4
		25	4	4
		26	4	4
		27	4	4
		28	4	4
Jumlah			36	35
Rata – rata			4	3,89

**Tabel Persentase Hasil Penilaian Kelayakan Media oleh Ahli Media**

No.	Aspek Penilaian	Rerata Skor	$\Sigma$ Hasil Skor	$\Sigma$ Skor Max	Persentase (%)
1.	Komunikasi Visual	3,79	53	56	94,75
2.	Pemrograman	4,00	20	20	100
3.	Kebermanfaatan	3,89	35	36	97,25
<b>Rerata</b>					<b>97,33</b>



Lampiran 11. Lembar Uji Kelayakan oleh Ahli Materi 1

**SURAT PENGANTAR VALIDASI  
MATERI MEDIA PEMBELAJARAN  
OLEH AHLI MATERI**

Kepada Yth.  
Bapak Moch. Solikin, M.Kes.  
Dosen Pendidikan Teknik Otomotif FT UNY

Dengan Hormat,

Yang bertanda tangan di bawah ini selaku dosen pembimbing dari mahasiswa:

Nama : Edi Sutopo  
NIM : 13504241059  
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif

Memohon kesediaan Bapak sebagai validator ahli materi dalam mempertimbangkan dan menilai validitas isi media pada penelitian skripsi yang berjudul "Pembuatan Media Pembelajaran Interaktif Untuk *Engine Management System* Berbasis *Adobe Flash* Kelas XII TKR SMK Muhammadiyah 1 Bantul Tahun Ajaran 2017/2018".

Demikian surat pengantar ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya. Atas perhatian dan bantuan yang diberikan, saya mengucapkan terimakasih.

Yogyakarta, Oktober 2017

Mengetahui

Dosen Pembimbing



Dr. Zainal Arifin, M.T.

NIP. 19690312 200112 1 001

Peneliti



Edi Sutopo

NIM. 13504241059

## LEMBAR KELAYAKAN MATERI OLEH AHLI MATERI

---

Mata Pelajaran : Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan  
Sasaran : Siswa Kelas XII TKR SMK Muhammadiyah 1 Bantul  
Judul Penelitian : **Pembuatan Media Pembelajaran Interaktif Untuk *Engine Management System* Berbasis *Adobe Flash* Kelas XII TKR SMK Muhammadiyah 1 Bantul Tahun Ajaran 2017/2018**  
Peneliti : Edi Sutopo

### A. Pengantar

1. Lembar kelayakan media ini digunakan untuk mendapatkan informasi dari bapak/ibu sebagai ahli materi mengenai kualitas dari materi *engine management system* untuk siswa kelas XII TKR SMK Muhammadiyah 1 Bantul.
2. Informasi mengenai kualitas materi didasarkan pada aspek kualitas isi dan tujuan serta aspek dalam pembelajaran.

### B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon memberikan tanda *checklist* (√) pada kolom angket dengan alternatif jawaban yang telah disediakan.
2. Jawaban yang diberikan pada kolom berupa skor dengan kriteria sebagai berikut:  
4 : Sangat Setuju, Sangat sesuai, Sangat lengkap  
3 : Setuju, Sesuai, Lengkap  
2 : Tidak Setuju, Tidak Sesuai, Tidak Lengkap  
1 : Sangat Tidak Setuju, Sangat Tidak Sesuai, Sangat Tidak Lengkap
3. Komentar atau saran perbaikan mohon ditulis pada kolom yang telah disediakan.
4. Kesimpulan akhir berupa kriteria kelayakan dari media pembelajaran yang dibuat

**C. Item Pernyataan**

No	Komponen	Penilaian			
		1	2	3	4
A. Aspek Kualitas Materi					
1.	Materi yang disampaikan di dalam media pembelajaran sesuai dengan kompetensi dasar pada kurikulum.				✓
2.	Materi yang disampaikan di dalam media pembelajaran sesuai dengan silabus pada mata pelajaran Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan.				✓
3.	Materi yang disampaikan di dalam media pembelajaran sesuai dengan tujuan pembelajaran				✓
4.	Penjelasan mengenai materi dan keuntungan EMS bersifat benar dan sesuai.			✓	
5.	Penjelasan materi sistem induksi udara pada EMS bersifat benar dan sesuai.				✓
6.	Gambar, animasi dan video dalam materi sistem induksi udara mendukung materi dan sudah sesuai.				✓
7.	Penjelasan materi sistem bahan bakar (electronic fuel injection/EFI) pada EMS bersifat benar dan sesuai.				✓
8.	Gambar, animasi dan video dalam materi sistem bahan bakar pada EMS (electronic				✓

	fuel injection/EFI) mendukung materi dan sudah sesuai.				
9.	Penjelasan materi sistem pengapian dalam EMS (elektronik spark advance/ESA) bersifat benar dan sesuai.			✓	
10.	Gambar, animasi dan video sistem pengapian dalam EMS (elektronik spark advance/ESA) mendukung materi dan sudah sesuai.			✓	
11.	Penjelasan materi sistem gas buang dalam EMS bersifat benar dan sesuai..				✓
12.	Gambar, animasi dan video sistem gas buang dalam EMS mendukung materi dan sudah sesuai.				✓
13.	Penjelasan materi engine coolant temperature sensor (ECTS) bersifat benar dan sesuai.				✓
14.	Gambar, animasi dan video engine coolant temperature sensor (ECTS) mendukung materi dan sudah sesuai.				✓
15.	Penjelasan materi intake air temperature sensor (IATS) bersifat benar dan sesuai.				✓
16.	Gambar, animasi dan video intake air temperature sensor (IATS) mendukung materi dan sudah sesuai.				✓
17.	Penjelasan materi throttle position sensor (TPS) bersifat benar dan sesuai.				✓



18.	Gambar, animasi dan video throttle position sensor (TPS) mendukung materi dan sudah sesuai.				✓
19.	Penjelasan materi air flow meter (AFM) bersifat benar dan sesuai.				✓
20.	Gambar, animasi dan video air flow meter (AFM) mendukung materi dan sudah sesuai.				✓
21.	Penjelasan materi manifold absolute pressure sensor (MAPS) bersifat benar dan sesuai.				✓
22.	Gambar, animasi dan video manifold absolute pressure sensor (MAPS) mendukung materi dan sudah sesuai.				✓
23.	Penjelasan materi crankshaft position sensor (CKPS) bersifat benar dan sesuai.				✓
24.	Gambar, animasi dan video crankshaft position sensor (CKPS) mendukung materi dan sudah sesuai.				✓
25.	Penjelasan materi camshaft position sensor (CMPS) bersifat benar dan sesuai.				✓
26.	Gambar, animasi dan video camshaft position sensor (CMPS) mendukung materi dan sudah sesuai.				✓
27.	Penjelasan materi knock sensor bersifat benar dan sesuai.				✓
28.	Gambar, animasi dan video knock sensor mendukung materi dan sudah sesuai.				✓

29.	Penjelasan materi CO Adjuster bersifat benar dan sesuai.				✓
30.	Gambar dan animasi CO Adjuster mendukung materi dan sudah sesuai.				✓
31.	Penjelasan materi oxygen sensor (O <sub>2</sub> S) bersifat benar dan sesuai.				✓
32.	Gambar, animasi dan video oxygen sensor (O <sub>2</sub> S) mendukung materi dan sudah sesuai.				✓
33.	Penjelasan materi fuel pump bersifat benar dan sesuai.				✓
34.	Gambar dan animasi fuel pump mendukung materi dan sudah sesuai.				✓
35.	Penjelasan materi injektor bersifat benar dan sesuai.				✓
36.	Gambar, animasi dan video injektor mendukung materi dan sudah sesuai.				✓
37.	Penjelasan materi idle speed control (ISC) bersifat benar dan sesuai.				✓
38.	Gambar, animasi dan video idle speed control (ISC) mendukung materi dan sudah sesuai.				✓
39.	Penjelasan materi igniter bersifat benar dan sesuai.			✓	
40.	Gambar, animasi dan video igniter mendukung materi dan sudah sesuai.			✓	
41.	Catatan sebagai materi tambahan sesuai dan mendukung materi pokok yang dijelaskan			✓	

42.	Gambar, animasi atau video pada catatan mendukung materi dan sudah sesuai.			✓	
44.	Materi yang diuraikan dalam media pembelajaran sudah runtut dan sistematis.				✓
45.	Kesesuaian soal/evaluasi pada media sesuai dengan materi yang telah disajikan			✓	
46.	Kemampuan soal/evaluasi untuk mengukur pemahaman pengguna terhadap materi.			✓	
<b>B. Aspek Kebahasaan</b>					
47.	Bahasa dalam media pembelajaran sudah komunikatif dan mudah dipahami.			✓	
48.	Bahasa yang digunakan dalam materi sesuai dengan kaidah ejaan yang disempurnakan (EYD).			✓	
49.	Pemilihan kata dalam topik pembahasan media pembelajaran sudah sesuai.			✓	
50.	Kesesuaian kalimat dalam penyajian materi pada media pembelajaran				✓

**C. Komentar dan Saran**

No.	Komentar dan Saran
	Ref. Konsep kerja pengajaran / animasi

#### **D. Kesimpulan**

**Media Pembelajaran Interaktif Untuk *Engine Management System* dalam Mata Pelajaran Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan Berbasis *Adobe Flash* untuk Kelas XII TKR di SMK Muhammadiyah 1 Bantul Tahun Ajaran 2017/2018, dinyatakan:**

- ☐ Dapat digunakan tanpa perbaikan
- ☒ Dapat digunakan dengan perbaikan
- ☐ Tidak dapat digunakan

Yogyakarta,      Oktober 2017

Validator,



Moch. Solikin, M.Kes

NIP. 19680404 199303 1 002

Lampiran 12. Lembar Uji Kelayakan oleh Ahli Materi 2

**SURAT PENGANTAR VALIDASI  
MATERI MEDIA PEMBELAJARAN  
OLEH AHLI MATERI**

Kepada Yth.

M. Khairil Anwar, S.Pd

Guru Mata Pelajaran Sistem Kelistrikan Kendaraan Ringan

SMK Muhammadiyah 1 Bantul

Dengan Hormat,

Yang bertanda tangan di bawah ini selaku dosen pembimbing dari mahasiswa:

Nama : Edi Sutopo

NIM : 13504241059

Program Studi: Pendidikan Teknik Otomotif

Memohon kesediaan Bapak sebagai validator ahli materi dalam mempertimbangkan dan menilai validitas isi media pada penelitian skripsi yang berjudul "Pembuatan Media Pembelajaran Interaktif Untuk *Engine Management System* Berbasis *Adobe Flash* Kelas XII TKR SMK Muhammadiyah 1 Bantul Tahun Ajaran 2017/2018".

Demikian surat pengantar ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya. Atas perhatian dan bantuan yang diberikan, saya mengucapkan terimakasih.

Yogyakarta, Oktober 2017

Mengetahui

Dosen Pembimbing



Dr. Zainal Arifin, M.T.

NIP. 19690312 200112 1 001

Peneliti



Edi Sutopo

NIM. 13504241059

## LEMBAR KELAYAKAN MATERI OLEH AHLI MATERI

---

Mata Pelajaran : Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan  
Sasaran : Siswa Kelas XII TKR SMK Muhammadiyah 1 Bantul  
Judul Penelitian : **Pembuatan Media Pembelajaran Interaktif Untuk Engine Management System Berbasis Adobe Flash Kelas XII TKR SMK Muhammadiyah 1 Bantul Tahun Ajaran 2017/2018**  
Peneliti : Edi Sutopo

### A. Pengantar

1. Lembar kelayakan media ini digunakan untuk mendapatkan informasi dari bapak/ibu sebagai ahli materi mengenai kualitas dari materi *engine management system* untuk siswa kelas XII TKR SMK Muhammadiyah 1 Bantul.
2. Informasi mengenai kualitas materi didasarkan pada aspek kualitas isi dan tujuan serta aspek dalam pembelajaran.

### B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon memberikan tanda *checklist* (✓) pada kolom angket dengan alternatif jawaban yang telah disediakan.
2. Jawaban yang diberikan pada kolom berupa skor dengan kriteria sebagai berikut:  
4 : Sangat Setuju, Sangat sesuai, Sangat lengkap  
3 : Setuju, Sesuai, Lengkap  
2 : Tidak Setuju, Tidak Sesuai, Tidak Lengkap  
1 : Sangat Tidak Setuju, Sangat Tidak Sesuai, Sangat Tidak Lengkap
3. Komentar atau saran perbaikan mohon ditulis pada kolom yang telah disediakan.
4. Kesimpulan akhir berupa kriteria kelayakan dari media pembelajaran yang dibuat

**C. Item Pernyataan**

No	Komponen	Penilaian			
		1	2	3	4
A. Aspek Kualitas Materi					
1.	Materi yang disampaikan di dalam media pembelajaran sesuai dengan kompetensi dasar pada kurikulum.				✓
2.	Materi yang disampaikan di dalam media pembelajaran sesuai dengan silabus pada mata pelajaran Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan.				✓
3.	Materi yang disampaikan di dalam media pembelajaran sesuai dengan tujuan pembelajaran				✓
4.	Penjelasan mengenai materi dan keuntungan EMS bersifat benar dan sesuai.			✓	
5.	Penjelasan materi sistem induksi udara pada EMS bersifat benar dan sesuai.			✓	
6.	Gambar, animasi dan video dalam materi sistem induksi udara mendukung materi dan sudah sesuai.				✓
7.	Penjelasan materi sistem bahan bakar (electronic fuel injection/EFI) pada EMS bersifat benar dan sesuai.			✓	
8.	Gambar, animasi dan video dalam materi sistem bahan bakar pada EMS (electronic				✓



	fuel injection/EFI) mendukung materi dan sudah sesuai.				
9.	Penjelasan materi sistem pengapian dalam EMS (elektronik spark advance/ESA) bersifat benar dan sesuai.				✓
10.	Gambar, animasi dan video sistem pengapian dalam EMS (elektronik spark advance/ESA) mendukung materi dan sudah sesuai.			✓	
11.	Penjelasan materi sistem gas buang dalam EMS bersifat benar dan sesuai..			✓	
12.	Gambar, animasi dan video sistem gas buang dalam EMS mendukung materi dan sudah sesuai.				✓
13.	Penjelasan materi engine coolant temperature sensor (ECTS) bersifat benar dan sesuai.				✓
14.	Gambar, animasi dan video engine coolant temperature sensor (ECTS) mendukung materi dan sudah sesuai.				✓
15.	Penjelasan materi intake air temperature sensor (IATS) bersifat benar dan sesuai.				✓
16.	Gambar, animasi dan video intake air temperature sensor (IATS) mendukung materi dan sudah sesuai.				✓
17.	Penjelasan materi throttle position sensor (TPS) bersifat benar dan sesuai.				✓



18.	Gambar, animasi dan video throttle position sensor (TPS) mendukung materi dan sudah sesuai.				✓
19.	Penjelasan materi air flow meter (AFM) bersifat benar dan sesuai.				✓
20.	Gambar, animasi dan video air flow meter (AFM) mendukung materi dan sudah sesuai.				✓
21.	Penjelasan materi manifold absolute pressure sensor (MAPS) bersifat benar dan sesuai.				✓
22.	Gambar, animasi dan video manifold absolute pressure sensor (MAPS) mendukung materi dan sudah sesuai.				✓
23.	Penjelasan materi crankshaft position sensor (CKPS) bersifat benar dan sesuai.				✓
24.	Gambar, animasi dan video crankshaft position sensor (CKPS) mendukung materi dan sudah sesuai.				✓
25.	Penjelasan materi camshaft position sensor (CMPS) bersifat benar dan sesuai.			✓	,
26.	Gambar, animasi dan video camshaft position sensor (CMPS) mendukung materi dan sudah sesuai.				✓
27.	Penjelasan materi knock sensor bersifat benar dan sesuai.			✓	
28.	Gambar, animasi dan video knock sensor mendukung materi dan sudah sesuai.				✓

29.	Penjelasan materi CO Adjuster bersifat benar dan sesuai.			✓	
30.	Gambar dan animasi CO Adjuster mendukung materi dan sudah sesuai.			✓	
31.	Penjelasan materi oxygen sensor (O <sub>2</sub> S) bersifat benar dan sesuai.			✓	
32.	Gambar, animasi dan video oxygen sensor (O <sub>2</sub> S) mendukung materi dan sudah sesuai.				✓
33.	Penjelasan materi fuel pump bersifat benar dan sesuai.			✓	
34.	Gambar dan animasi fuel pump mendukung materi dan sudah sesuai.			✓	
35.	Penjelasan materi injektor bersifat benar dan sesuai.			✓	
36.	Gambar, animasi dan video injektor mendukung materi dan sudah sesuai.			✓	
37.	Penjelasan materi idle speed control (ISC) bersifat benar dan sesuai.			✓	
38.	Gambar, animasi dan video idle speed control (ISC) mendukung materi dan sudah sesuai.			✓	
39.	Penjelasan materi igniter bersifat benar dan sesuai.			✓	
40.	Gambar, animasi dan video igniter mendukung materi dan sudah sesuai.			✓	
41.	Catatan sebagai materi tambahan sesuai dan mendukung materi pokok yang dijelaskan			✓	

42.	Gambar, animasi atau video pada catatan mendukung materi dan sudah sesuai.			✓	
44.	Materi yang diuraikan dalam media pembelajaran sudah runtut dan sistematis.				✓
45.	Kesesuaian soal/evaluasi pada media sesuai dengan materi yang telah disajikan			✓	
46.	Kemampuan soal/evaluasi untuk mengukur pemahaman pengguna terhadap materi.			✓	
<b>B. Aspek Kebahasaan</b>					
47.	Bahasa dalam media pembelajaran sudah komunikatif dan mudah dipahami.			✓	
48.	Bahasa yang digunakan dalam materi sesuai dengan kaidah ejaan yang disempurnakan (EYD).			✓	
49.	Pemilihan kata dalam topik pembahasan media pembelajaran sudah sesuai.			✓	
50.	Kesesuaian kalimat dalam penyajian materi pada media pembelajaran			✓	

**C. Komentar dan Saran**

No.	Komentar dan Saran
1.	Perlu ditambah video terutama pada Materi Aktivator

#### D. Kesimpulan

Media Pembelajaran Interaktif Untuk *Engine Management System* dalam Mata Pelajaran Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan Berbasis *Adobe Flash* untuk Kelas XII TKR di SMK Muhammadiyah 1 Bantul Tahun Ajaran 2017/2018, dinyatakan:

- ☒ Dapat digunakan tanpa perbaikan
- ☐ Dapat digunakan dengan perbaikan
- ☐ Tidak dapat digunakan

Yogyakarta,      Oktober 2017

Validator,



M. Khairil Anwar, S.Pd  
NBM. 1165371

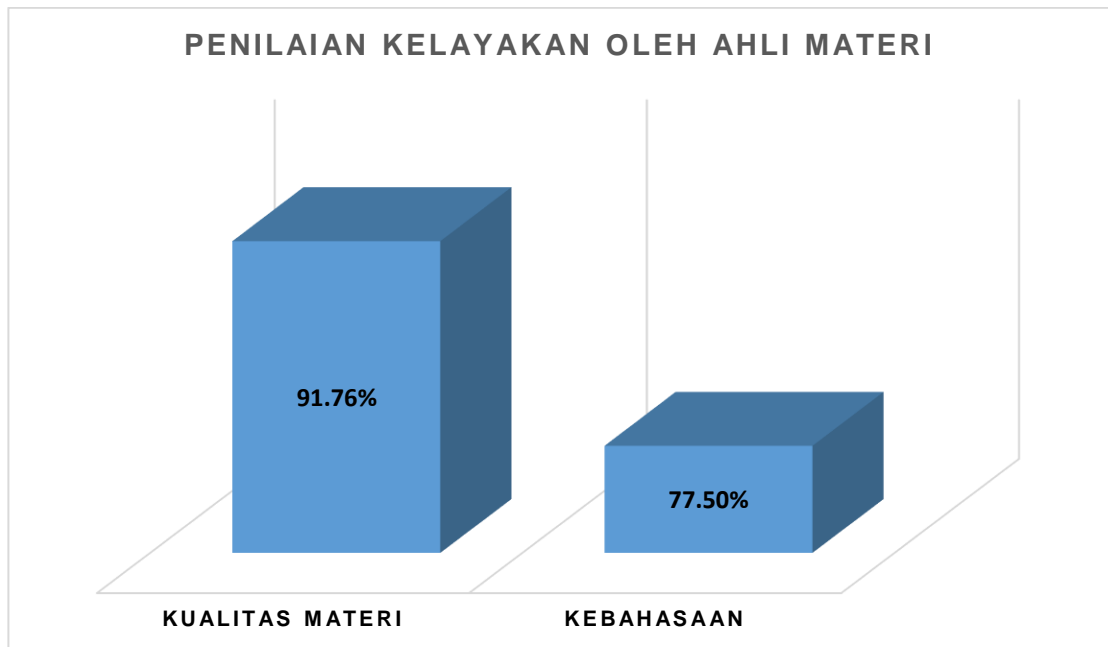
**Tabel Penilaian Kelayakan Materi oleh Ahli Materi**

No.	Aspek Penilaian	No. Butir	Skor Maks	Skor Ahli Materi 1	Skor Ahli Materi 2
1.	Kualitas Materi	1	4	4	4
		2	4	4	4
		3	4	4	4
		4	4	3	3
		5	4	4	3
		6	4	4	4
		7	4	4	3
		8	4	4	4
		9	4	3	4
		10	4	3	3
		11	4	4	3
		12	4	4	4
		13	4	4	4
		14	4	4	4
		15	4	4	4
		16	4	4	4
		17	4	4	4
		18	4	4	4
		19	4	4	4
		20	4	4	4
		21	4	4	4
		22	4	4	4
		23	4	4	4
		24	4	4	4
		25	4	4	3
		26	4	4	4
		27	4	4	3
		28	4	4	4
		29	4	4	3
		30	4	4	3
		31	4	4	3
		32	4	4	4
		33	4	4	3
		34	4	4	3

		35	4	4	3
		36	4	4	3
		37	4	4	3
		38	4	4	3
		39	4	3	3
		40	4	3	3
		41	4	3	3
		42	4	3	3
		43	4	4	4
		44	4	3	3
Jumlah			176	168	155
Rata – rata			4	3,80	3,52
Rata – rata			4	3,67	
2.	Kebahasaan	45	4	3	3
		46	4	3	3
		47	4	3	3
		48	4	3	3
		49	4	4	3
Jumlah			20	16	15
Rata – rata			4	3,20	3,00
Rata – rata			4	3,10	

**Tabel Persentase Hasil Penilaian Kelayakan Materi oleh Ahli Materi**

No.	Aspek Penilaian	Rerata Skor	$\Sigma$ Hasil Skor	$\Sigma$ Skor Max	Persentase (%)
1.	Kualitas Materi	3,67	323	352	91,76
2.	Kebahasaan	3,10	31	40	77,50
<b>Rerata</b>					<b>84,63,</b>



### Lampiran 13. Lembar Penilaian Media oleh Siswa

#### LEMBAR RESPON SISWA

##### A. Identitas Responden

Nama : Aditya Nugraha  
No. Absen : 01  
Kelas : X/TKR 2

##### B. Petunjuk Pengisian

1. Bacalah setiap pernyataan berikut dengan seksama.
2. Berilah tanda *checklist* (✓) pada kolom angket dengan alternatif jawaban yang telah disediakan.
3. Jawaban yang diberikan pada kolom berupa skor dengan kriteria sebagai berikut:  
SS = Sangat Setuju,  
S = Setuju,  
TS = Tidak Setuju,  
STS = Sangat Tidak Setuju,
4. Lembar respon ini tidak berpengaruh terhadap nilai harian maupun nilai rapor.
5. Terimakasih atas partisipasi Anda telah mengisi lembar respon ini.

##### C. Item Pernyataan

No.	Pernyataan	SS	S	TS	STS
1.	Materi pada media ini perlu saya pelajari agar dapat memahami engine management system	✓			
2.	Media ini dapat membantu saya dalam memahami engine management system		✓		
3.	Penjelasan media ini perlu saya pelajari agar dapat memelihara engine management system pada kendaraan	✓			



4.	Media ini dapat membantu saya dalam memelihara engine management system pada kendaraan.	✓		
5.	Materi mengenai engine management system pada kendaraan dapat saya temukan dalam media pembelajaran ini.	✓		
6.	Sensor dan aktuator pada engine management system terdapat pada media pembelajaran ini.	✓		
7.	Rangkaian kelistrikan sensor dan aktuator pada engine management system terdapat pada media pembelajaran ini.	✓		
8.	Penyajian materi dalam media ini menambah minat belajar saya.	✓		
9.	Media pembelajaran ini memungkinkan saya untuk dapat belajar mandiri (tanpa bimbingan dari guru)	✓		
10.	Tampilan yang disajikan dalam media ini menarik dan dapat membantu saya memahami EMS.	✓		
11.	Pemilihan kata dalam media pembelajaran ini mudah dimengerti dalam memahami EMS.	✓		
12.	Bahasa yang digunakan dalam media ini sudah sesuai dengan kaidah ejaan yang disempurnakan (EYD).	✓		
13.	Saya memiliki kebebasan dalam mengoperasikan media pembelajaran ini.	✓		

14.	Media yang saya gunakan tidak mengalami error/ kerusakan.		✓		
15.	Media pembelajaran ini memberikan umpan balik sesuai dengan instruksi yang saya berikan saat mengoperasikan media.	✓			
16.	Umpan balik pada media pembelajaran ini dapat bekerja dengan responsif.		✓		
17.	Tiap halaman pada media pembelajaran ini dapat saya akses dengan mudah.		✓		
18.	Adanya tombol menu dan navigasi memudahkan saya dalam mengoperasikan media pembelajaran ini		✓		
19.	Media pembelajaran ini membantu saya dalam proses pembelajaran di kelas.		✓		
20.	Media ini mempermudah saya dalam pemahaman materi secara runtut dan jelas.		✓		
21.	Tampilan visual pada media ini (gambar, animasi dan video) sesuai dengan materi dan membantu saya memahami EMS.	✓			
22.	Tampilan media (perpaduan warna) seimbang dan menarik.		✓		
23.	Efek audio (suara dan back sound) membuat media menjadi lebih menarik.		✓		
24.	Desain media pembelajaran menarik dan apik		✓		
25.	Alur kerja media mudah dipahami	✓			

26.	Media pembelajaran ini dapat saya operasikan tanpa bantuan aplikasi lain		✓		
27.	Soal tes/evaluasi yang diberikan sesuai dengan materi yang saya pelajari dalam media pembelajaran ini		✓		
28.	Saya mendapatkan umpan balik dari soal tes/evaluasi mengenai kemampuan pemahaman saya dalam mempelajari EMS.	✓			

#### D. Komentar dan Saran

.....

.....

.....

.....

Yogyakarta, Oktober 2017

Responden,



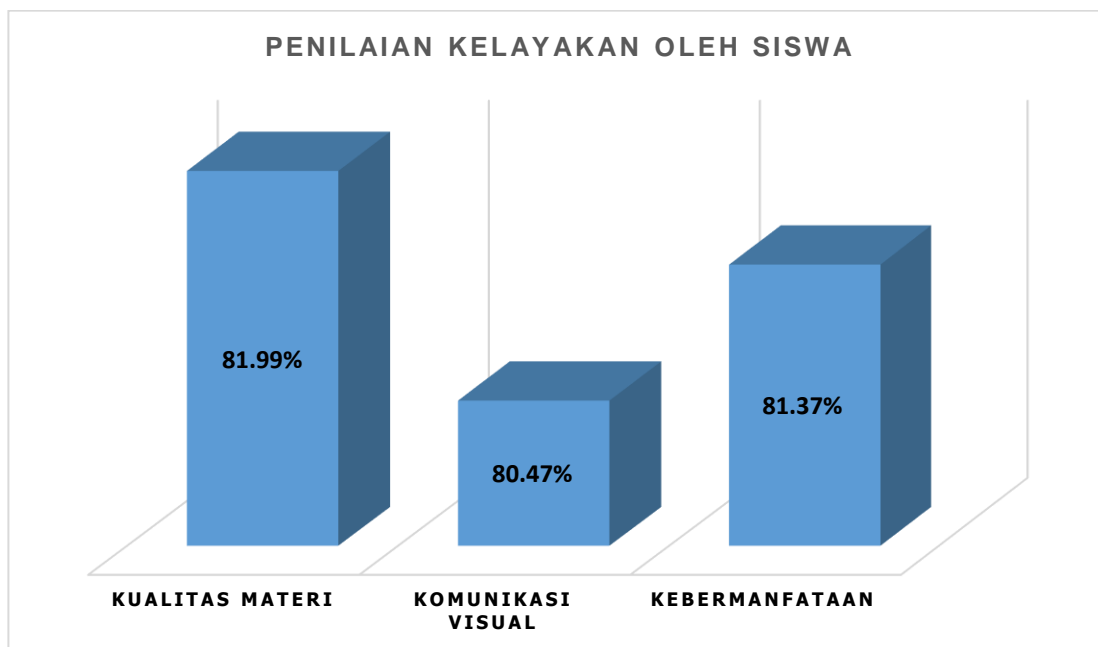
(.....)

**Tabel Hasil Penilaian Media oleh Siswa**

No.	Nama	Nomor Butir Soal																																					
		Kualitas Materi								Komunikasi Visual										Kebermanfaatan																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28										
1	ADITYA NUGRAHA	4	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4										
2	AGUNG SETIAWAN	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3										
3	AGUS TRI WIDODO	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4										
4	AHMAD SHOLIHIN	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	3	4	4										
5	ARIADI WAHYU PAMBUDI	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3											
6	BENNY VANS BOURHAN	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3											
7	DEDE RAMDANI	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3											
8	DIFA AJI PAMUNGKAS	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3											
9	ERIZAL NUR ROMADHON	4	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4											
10	FERDIWAN MANGGALA JATI	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3	4	3											
11	FERIN KRISDIYANTO	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4											
12	GIRI KURNIAWAN MANICH	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	2	3	3	4	3	3	4	4	3	4	4	3	4	3											
13	ISTAL TRI ROHMADI	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	3	3											
14	IZZUL MUHAMMAD	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3											
15	KRISMANTO	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4	3	3	4											
16	LUKMAN ANJARYANTO	3	3	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	3											
17	MUHAMMAD FITRIAN DAMARJATI	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	4	3	3	3	4											
18	MAKHURUS HANAFI	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3											
19	MIFTAKHURROYAN	4	3	4	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	3											
20	MOHAMAD AGUS SETIAWAN	4	3	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4											
21	NDARU RAMDIAWAN	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	4	2	3	4	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3											
22	NUR CAHYO RIFAI	4	4	4	3	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3											
23	NURY PRASETYO	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4											
24	ROCHMAT YULIANTORO	4	3	3	3	3	3	3	4	2	3	2	3	2	3	3	2	2	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3											
25	TARAS YOHAN PRAKOSO	4	4	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3											
26	TRIYANTO	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3											
27	YOGA PRASETYA	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3											
28	YOGI HARTANTA	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	2	3											
29	YUNAEFI DWI PRASETYA	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4											
30	YUSUF EVENDI	4	4	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4											
31	ZULFA SALSABILA	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	2	3											
	Jumlah	111	101	102	101	95	102	99	106	98	103	97	101	102	98	99	99	102	97	102	103	101	100	99	103	100	97	103	101										
	Rata-Rata	3.58	3.26	3.29	3.26	3.06	3.29	3.19	3.42	3.16	3.32	3.13	3.26	3.29	3.16	3.19	3.19	3.29	3.13	3.29	3.32	3.26	3.23	3.19	3.32	3.23	3.13	3.32	3.26										
	Jumlah	29.52																										28.97		32.55									
	Rata-Rata	3.28																										3.22		3.25									
	Pencapaian (%)	81.99																										80.47		81.37									
	Rata-Rata (%)	81.28																																					

**Tabel Persentase Hasil Penilaian Media oleh Siswa**

No.	Aspek Penilaian	Rerata Skor	Hasil Skor	Skor Max	Presentase (%)
1.	Kualitas Materi	3,28	29,52	36	81,99
2.	Komunikasi Visual	3,22	28,97	36	80,47
3.	Kebermanfaatan	3,25	32,55	40	81,37
<b>Rerata</b>					<b>81,28</b>



Lampiran 14. Lembar Soal pre-test dan post test

Nama : Alitya Nugraha  
No. Absen : 01

1. Komponen dalam engine management system yang berfungsi untuk mendeteksi sudut putaran poros engkol dan putaran mesin adalah ....
  - a. Throttle Position Sensor.
  - ☒ b. Crankshaft Position Sensor.
  - c. Camshaft Position Sensor.
  - d. Positive Crankshaft Valve.
  - e. Knock Sensor.
2. Komponen dalam engine management system yang berperan sebagai otak dari sistem adalah....
  - a. ISC.
  - b. ESA.
  - c. ECT.
  - ☒ d. ECU.
  - e. IAT.
3. Berdasarkan cara mengukur jumlah udara yang masuk, terdapat dua metode, salah satunya adalah Druck yang berarti....
  - ☒ a. Tekanan.
  - b. Jumlah.
  - c. Aliran.
  - d. Udara.
  - e. Vakum.
4. Sensor yang berfungsi menentukan perbandingan campuran bahan bakar dan udara terlalu kaya atau terlalu kurus adalah....
  - ☒ a. ECTS.
  - b. MAPS.
  - c. TPS.
  - ☒ d. O2S.
  - e. IATS.
5. Komponen pada engine management system yang mendeteksi getaran abnormal pada mesin sebagai referensi terjadinya detonasi/pre-ignition adalah....
  - a. Lean sensor.
  - ☒ b. Knock sensor.
  - c. Oxygen sensor.
  - d. Crankshaft position sensor.
  - e. Engine coolant temperature sensor.
6. Pada sistem induksi udara, jika pengukuran jumlah udara masuk dilakukan dengan mengkalkulasi jumlah udara yang masuk adalah....
  - a. PGM-FI.
  - b. YMJET-FI.
  - ☒ c. D-EFI.
  - d. K-EFI.
  - ☒ e. L-EFI.
7. Pada sistem induksi udara, sensor yang digunakan untuk mengukur tekanan udara yang masuk pada sistem D-EFI adalah....
  - a. Air valve.
  - b. Air flow meter.
  - ☒ c. Intake air temperature sensor.
  - d. Idle speed control.
  - ☒ e. Manifold absolute pressure sensor.
8. Komponen pada sistem induksi udara yang berfungsi untuk menambah jumlah udara yang masuk pada mesin pada saat posisi mesin idle dan beban mesin besar adalah....
  - a. Air flow meter.
  - b. Variable intake manifold.
  - c. Manifold pressure sensor.
  - ☒ d. Idle speed control.
  - e. Positive crankshaft valve.
9. Yang bukan termasuk ke dalam jenis sistem bahan bakar pada EMS berdasarkan lokasi injektornya adalah....
  - ☒ a. Monorail injection.
  - b. Single point injection.
  - c. Multi point injection.
  - ☒ d. Throttle body injection.
  - e. Gasoline direct injection.
10. Sistem pengapian pada engine management system yang menggunakan banyak koil pengapian adalah....
  - ☒ a. Electronic ignition system.
  - b. Distributor ignition system.
  - ☒ c. Distributorless ignition system.
  - d. Pengapian semi transistor.
  - e. Pengapian full transistor.



11. Berikut ini yang termasuk ke dalam emisi gas buang yang tidak berbahaya adalah....

- a. CO.
- ☒ b. CO<sub>2</sub>.
- c. HC.
- d. NO<sub>x</sub>.
- e. SO<sub>x</sub>.

12. Komponen pada sistem gas buang yang digunakan untuk mengurangi emisi gas buang yang berbahaya adalah....

- a. Knalpot.
- b. Muffler.
- c. CO adjuster.
- ☒ d. Oxygen sensor.
- ☒ e. Catalytic.

13. Komponen pada sensor yang digunakan untuk mengukur temperatur pada sensor temperatur (IATS dan ECTS) adalah....

- a. Potentiometer.
- ☒ b. Thermostat.
- ☒ c. Thermistor.
- d. Thermometer.
- e. Piezoelectric.

14. Yang dimaksud dengan NTC (Negative Temperature Coefficient) adalah saat temperatur pada sensor naik (panas), maka....

- a. Arus listrik turun.
- ☒ b. Hambatan turun.
- ☒ c. Tegangan turun.
- d. Induksi turun.
- e. Daya listrik turun.

15. Pada throttle position sensor, jenis yang menghasilkan sinyal dengan bentuk linier sesuai dengan besaran sudut pembukaan throttle valve adalah....

- ☒ a. Strain gauge.
- b. Piezoelectric.
- c. Kontak point.
- ☒ d. Potentiometer.
- e. Hall effect.

16. Pada air flow meter jenis vane, poros potentiometer terhubung dengan....

- ☒ a. Measuring plate.
- b. Compensating plate.
- ☒ c. Blanking plate.
- d. Damping chamber.
- e. Leaf spring.

17. Berikut ini yang termasuk ke dalam jenis dari air flow meter adalah....

- a. Photocoupler.
- ☒ b. Potentiometer.
- c. Piezoelectric.
- d. Silicon chip.
- e. Strain gauge.

18. Pada manifold absolute pressure sensor, jenis yang menggunakan referensi tekanan dari intake manifold dan udara luar adalah....

- a. Strain gauge.
- b. Silicon chip.
- c. Keramik kapasitor.
- ☒ d. Variable inductance.
- e. Karman vortex.

19. Yang dimaksud dengan kevakuman sempurna (perfect vacuum) adalah....

- a. 0 atm.
- ☒ b. 0 bar.
- c. 0 in.Hg.
- ☒ d. 0 psia.
- e. 0 psig.

20. Pada crankshaft atau camshaft position sensor, yang termasuk ke dalam jenis dari sensor tersebut adalah....

- a. Potentiometer.
- ☒ b. Strain gauge.
- c. Piezoelectric.
- ☒ d. Photocoupler.
- e. Karman vortex.

**Tabel Hasil Uji Keefektifitasan Media Pembelajaran**

<b>No</b>	<b>Nama</b>	<b>Hasil pre-test</b>	<b>Ket.</b>	<b>Hasil post-test</b>	<b>Ket.</b>
1	ADITYA NUGRAHA	40	0	75	0
2	AGUNG SETIAWAN	65	0	75	0
3	AGUS TRI WIDODO	50	0	80	1
4	AHMAD SHOLIHIN	50	0	75	0
5	ARIADI WAHYU PAMBUDI	80	1	90	1
6	BENNY VANS BOURHAN	80	1	80	1
7	DEDE RAMDANI	70	0	80	1
8	DIFA AJI PAMUNGKAS	50	0	75	0
9	ERIZAL NUR ROMADHON	75	0	80	1
10	FERDIWAN MANGGALA JATI	75	0	85	1
11	FERIN KRISDIYANTO	55	0	75	0
12	GIRI KURNIAWAN MANICH	80	1	80	1
13	ISTAL TRI ROHMADI	80	1	85	1
14	IZZUL MUHAMMAD	70	0	80	1
15	KRISMANTO	60	0	70	0
16	LUKMAN ANJARYANTO	50	0	80	1
17	M. FITRIAN DAMARJATI	80	1	90	1
18	MAKHRUS HANAFI	85	1	90	1
19	MIFTAKHURROYAN	60	0	70	0
20	MOHAMAD AGUS SETIAWAN	45	0	75	0
21	NDARU RAMDHIAWAN	55	0	80	1
22	NUR CAHYO RIFAI	50	0	70	0
23	NURY PRASETYO	45	0	75	0
24	ROCHMAT YULIANTORO	75	0	85	1
25	TARAS YOHAN PRAKOSO	60	0	80	1
26	TRIYANTO	50	0	75	0
27	YOGA PRASETYA	60	0	80	1
28	YOGI HARTANTA	55	0	70	0
29	YUNAEFI DWI PRASETYA	45	0	75	1
30	YUSUF EVENDI	85	1	80	1
31	ZULFA SALSABILA	70	0	85	1
<b>Total</b>		1950	7	2445	19
<b>Rerata</b>		62,90	0,2258	78,87	0,6129

Keterangan:

Jika nilai siswa **di atas** kriteria ketuntasan minimal (KKM), maka diberi **poin 1**.

Jika nilai siswa **di bawa** kriteria ketuntasan minimal (KKM), maka diberi **poin 0**.



# Lampiran 15. Silabus

## SILABUS

**BIDANG STUDI KEAHLIAN** : **TEKNOLOGI DAN REKAYASA**  
**PROGRAM STUDI KEAHLIAN** : **TEKNIK OTOMOTIF**  
**KOMPETENSI KEAHLIAN** : **TEKNIK KENDARAAN RINGAN**  
**MATA PELAJARAN** : **PEMELIHARAAN KELISTRIKAN KENDARAAN RINGAN**  
**KELAS** : **XII**

K1	Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianut.
K2	Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleransi, damai), santun, responsive, dan proaktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan social dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
K3	Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual,procedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni , budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah
K4	Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif dan mampu melaksanakan tugas spesifik dibawah pengawasan langsung.

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Pembelajaran*	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
1.1. Lingkungan hidup dan sumber daya alam sebagai anugrah Tuhan yang maha Esa harus dijaga kelestarian dan kelangsungan hidupnya. 1.2. Pengembangan dan penggunaan teknologi dalam kegiatan belajar					

<b>Kompetensi Dasar</b>	<b>Materi Pokok</b>	<b>Pembelajaran*</b>	<b>Penilaian</b>	<b>Alokasi Waktu</b>	<b>Sumber Belajar</b>
<p>harus selaras dan tidak merusak dan mencemari lingkungan, alam dan manusia merugikan manusia.</p> <p>2.1 Menunjukkan sikap cermat dan teliti dalam menginterpretasikan dan mengidentifikasi sistem AC, sistem pengapian elektronik, sistem injeksi bahan bakar mesin, sistem engine manajemen sistem, sistem gasoline direct injection, sistem audio, sistem sentral lock, alarm dan power window</p> <p>2.2 Menunjukkan sikap cermat dan teliti dalam memahami sistem Air Conditioning (AC), sistem pengapian elektronik, sistem injeksi bahan bakar bensin, sistem engine manajemen, sistem gasoline direct injection, sistem audio, sistem sentral lock, alarm dan power window</p> <p>2.3 Menunjukkan sikap disiplin dan tanggung jawab dalam mengikuti langkah-langkah kerja sesuai dengan SOP</p> <p>2.4 Menunjukkan sikap peduli terhadap lingkungan melalui kegiatan yang berhubungan dengan pemeriksaan, perawatan dan perbaikan sistem Air</p>					

<b>Kompetensi Dasar</b>	<b>Materi Pokok</b>	<b>Pembelajaran*</b>	<b>Penilaian</b>	<b>Alokasi Waktu</b>	<b>Sumber Belajar</b>
Conditioning (AC), sistem pengapian elektronik, sistem injeksi bahan bakar bensin, sistem engine manajemen, sistem gasoline direct injection, sistem audio, sistem sentral lock, alarm dan power window					
3.1. Memahami Sistem AC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pendahuluan</li> <li>Fungsi bagian-bagian</li> <li>Kompresor</li> <li>Kopling magnet kondensor dan filter</li> <li>Evaporator &amp; katup ekspansi</li> <li>Instalasi listrik</li> <li>Sifat-sifat R 12 dan pengisian</li> <li>Pengtesan sistem &amp; AC</li> <li>Mengontrol fungsi &amp; mendiagnosa</li> <li>Mengganti saringan &amp; mengisi freon</li> <li>Melepas dan memasang kompresor mengganti kopling magnet</li> <li>Melepas dan memasang katup ekspansi dan membersihkan sistem</li> <li>Merangkai instalasi listrik AC</li> </ul>	<p><b>Mengamati</b> Tayangan/gambar/wa lchart/Film tentang Sistem AC</p> <p><b>Menanya</b> Mengajukan pertanyaan menyangkut tayangan/gambar atau teks pembelajaran tentang Sistem AC</p> <p><b>Mengeksplorasi</b> Membuat gambar rangkaian Sistem AC</p> <p><b>Mengasosiasi</b> Mengelompokkan komponen yang dilalui zat pendingin dan kelistrikan sistem AC</p> <p><b>Mengkomunikasikan</b> Menyampaikan hasil analisis dalam bentuk gambar penunjukan tekanan pada</p>	<p><b>Observasi</b> Ceklis pengamatan pada saat presentasi dan praktik berkelompok,</p> <p><b>Portfolio</b> Laporan tertulis</p> <p><b>Tes</b> Tes tertulis uraian dan/atau pilihan ganda</p>	48 JP	<ul style="list-style-type: none"> <li>Film/ rekaman / teks</li> <li>Buku paket</li> <li>Bahan bacaan yang relevan tentang Memperbaiki kerusakan ringan pada rangkaian/ sistem AC dan kelengkapan tambahan</li> <li>Gambar (Wall Chart)</li> <li>Objek langsung (Kendaraan) yang dilengkapi dengan Sistem AC</li> <li>Buku yang berhubungan dengan AC</li> <li>Trainer Sistem AC</li> <li>Majalah yang berhubungan sistem AC</li> </ul>
4.1 Memelihara Sistem AC					

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Pembelajaran*	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
3.2. Memahami Sistem Pengapian elektronik 4.2. Memelihara Sistem Pengapian elektronik	<ul style="list-style-type: none"> <li>Masalah pada sistem pengapian konvensional</li> <li>Pengapian elektronik dengan kontak pemutus</li> <li>Macam-macam pengirim signal (pick up)</li> <li>Pengapian elektroik kontak dengan pemutus</li> <li>Fungsi-fungsi tambahan pada kontrol unit elektronik</li> <li>Masalah pada sistem advans konvensional</li> <li>Pengapian computer</li> <li>Menguji &amp; mengganti sistem pemberi sinyal induksi dan hall</li> <li>Menyetel dan menguji sistem pengapian magnet</li> <li>Pemeriksaan sistem pengapian baterai konvensional dan osiloskop</li> <li>Pemeriksaan sistem pengapian elektronik dengan osiloskop</li> <li>Merangkai sistem pengapian elektronik</li> </ul>	<p>monometer sistem AC</p> <p><b>Mengamati</b> Tayangan/gambar/wa ilchart/Vidio tentang Sistem Pengapian elektronik</p> <p><b>Menanya</b> Mengajukan pertanyaan menyangkut tayangan/gambar teks atau pembelajaran tentang Sistem Pengapian elektronik</p> <p><b>Mengeksplorasi</b> Membuat gambar rangkaian dan merangkai pada rak rangkaian Sistem Pengapian elektronik TCI-K,TCI-I,TCI-Hall dan pengapian komputer</p> <p><b>Mengasosiasi</b> Mengelompokkan Sistem Pengapian elektronik TCI-K,TCI-I,TCI-Hall dan pengapian komputer</p> <p><b>Mengkomunikasikan</b> Menyampaikan hasil analisis dalam bentuk</p>	<p><b>Observasi</b> Ceklis pengamatan pada saat presentasi dan praktik berkelompok,</p> <p><b>Portfolio</b> Laporan tertulis</p> <p><b>Tes</b> Tes tertulis uraian dan/atau pilihan ganda</p>	45 JP	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vidio/ rekaman / teks</li> <li>Buku paket</li> <li>Bahan bacaan yang relevan tentang Memperbaiki kerusakan ringan pada rangkaian/ Sistem Pengapian elektronik dan kelengkapan tambahan</li> <li>Gambar (Wall Chart)</li> <li>Objek langsung (Kendaraan) yang sudah menggunakan Sistem Pengapian Elektronik</li> <li>Buku yang berhubungan dengan Sistem Pengapian elektronik</li> <li>Trainer Sistem Pengapian elektronik</li> <li>Majalah yang berhubungan Sistem Pengapian Elektronik</li> </ul>

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Pembelajaran*	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
3.3. Memahami Sistem Bahan Bakar Injeksi Bensin 4.3. Memelihara Sistem Bahan Bakar Injeksi Bensin	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengantar</li> <li>• Sistem pengaliran bahan bakar</li> <li>• Pengukur jumlah udara</li> <li>• K-Jetronik</li> <li>• L-Jetronik (EFI)</li> <li>• Monojetronik</li> <li>• Pemeriksaan dan penyetelan injeksi L</li> <li>• Pemeriksaan dan penyetelan injeksi K</li> </ul>	<p>gambar dan rangkaian Sistem Pengapian elektronik TCI-K,TCI-I,TCI-Hall dan pengapian komputer</p> <p><b>Mengamati</b> Tayangan/gambar/wa lchart/Film tentang Sistem Bahan Bakar Injeksi Bensin</p> <p><b>Menanya</b> Mengajukan pertanyaan menyangkut tayangan/gambar atau pembelajaran tentang Sistem Bahan Bakar Injeksi Bensin</p> <p><b>Mengeksplorasi</b> Mencari gangguan pada Sistem Bahan Bakar Injeksi Bensin</p> <p><b>Mengasosiasi</b> Mengelompokkan Sistem Bahan Bakar Injeksi Bensin</p> <p><b>Mengkomunikasikan</b> Menyampaikan hasil analisis dalam bentuk gambar dan</p>	<p><b>Observasi</b> Ceklis pengamatan pada saat presentasi dan praktik berkelompok,</p> <p><b>Portfolio</b> Laporan tertulis</p> <p><b>Tes</b> Tes tertulis uraian dan/atau pilihan ganda</p>	45 JP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Film/ rekaman / teks</li> <li>• Buku paket</li> <li>• Bahan bacaan yang relevan tentang memperbaiki kerusakan ringan pada rangkaian/ Sistem Bahan Bakar Injeksi Bensin dan kelengkapan tambahan</li> <li>• Gambar (Wall Chart) Sistem Bahan Bakar Injeksi Bensin</li> <li>• Objek langsung (Kendaraan) yang sudah menggunakan Sistem Bahan Bakar Injeksi Bensin</li> <li>• Buku yang berhubungan dengan Sistem Bahan Bakar Injeksi Bensin</li> <li>• Trainer Sistem Bahan Bakar Injeksi Bensin</li> <li>• Majalah yang berhubungan dengan Sistem Bahan Bakar Injeksi</li> </ul>

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Pembelajaran*	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
3.4. Memahami "Engine Management" (EMS) 4.4. Memelihara "Engine Management" (EMS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi EMS (<i>Engine Management System</i>) dan komponennya sesuai buku literatur</li> <li>• Mendiagnosa kesalahan sistem aliran bahan bakar sesuai SOP</li> <li>• Memeriksa kerja sensor sesuai SOP</li> <li>• Memeriksa kerja aktuator sesuai SOP</li> <li>• Perbaikan <i>wiring</i> kelistrikan sesuai SOP</li> </ul>	rangkaian Bahan Bakar Injeksi Bensin  <b>Mengamati</b> Tayangan/gambar/wa lchart/Vidio tentang "Engine Management System" (EMS)  <b>Menanya</b> Mengajukan pertanyaan menyangkut tayangan/gambar atau teks pembelajaran tentang "Engine Management System" (EMS)  <b>Mengeksplorasi</b> Mencari gangguan pada "Engine Management System" (EMS)  <b>Mengasosiasi</b> Mengelompokkan "Engine Management System" (EMS) sesuai dengan sensor dan aktuator	<b>Observasi</b> Ceklis pengamatan pada saat presentasi dan praktik berkelompok,  <b>Portfolio</b> Laporan tertulis  <b>Tes</b> Tes tertulis uraian dan/atau pilihan ganda	40 JP	Bensin  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vidio/ rekaman / teks</li> <li>• Buku paket</li> <li>• Bahan bacaan yang relevan tentang memperbaiki kerusakan ringan pada rangkaian/ Sistem "Engine Management System" (EMS) dan kelengkapan tambahan</li> <li>• Gambar (Wall Chart) "Engine Management System" (EMS)</li> <li>• Objek langsung (Kendaraan)</li> <li>• Buku yang berhubungan dengan Sistem "Engine Management System" (EMS)</li> <li>• Trainer Sistem "Engine Management System" (EMS)</li> <li>• Majalah yang berhubungan dengan "Engine Management System" (EMS)</li> <li>• Engine Stand</li> <li>• Sistem "Engine Management System" (EMS)</li> </ul>

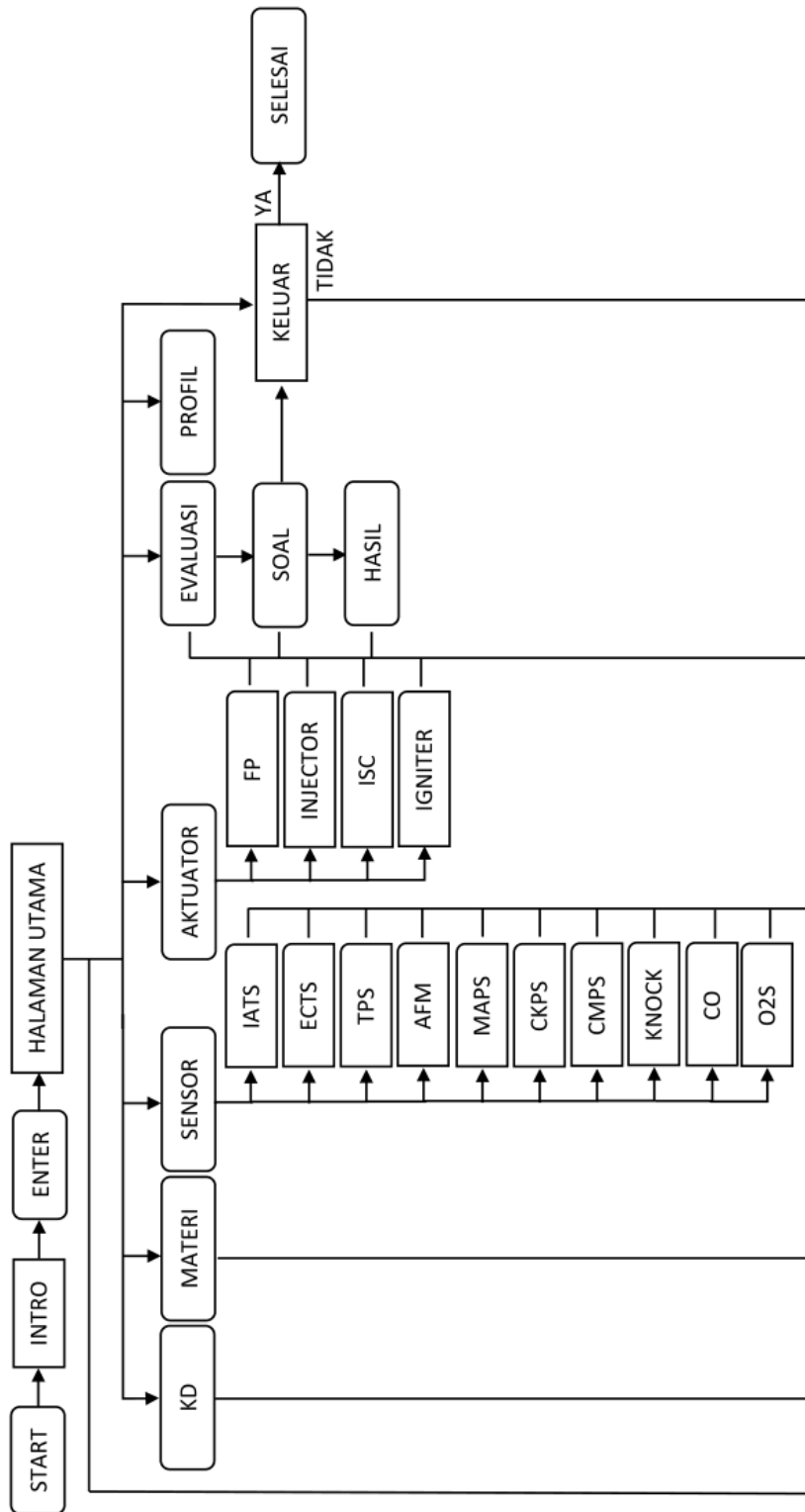
Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Pembelajaran*	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
3.5. Memahami system gasoline direct injection ( GDI) 4.5. Memelihara sistem gasoline direct injection (GDI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi GDI dan komponennya sesuai <i>buku literatur</i></li> <li>• Mendiagnosa kesalahan sistem aliran bahan bakar sesuai SOP</li> <li>• Memperbaiki sistem pengaman kelistrikan dan komponennya sesuai SOP</li> <li>• Memeriksa kerja sensor sesuai SOP</li> <li>• Memeriksa kerja actuator sesuai SOP</li> <li>• Memperbaiki <i>wiring</i> kelistrikan sesuai SOP</li> </ul>	<p><b>Mengkomunikasikan</b> Menyampaikan hasil analisis dalam bentuk gambar dan rangkaian "Engine Management System" (EMS)</p> <p><b>Mengamati</b> Tayangan/gambar/wa lchart/Vidio tentang sistem GDI</p> <p><b>Menanya</b> Mengajukan pertanyaan menyangkut tayangan/gambar atau teks pembelajaran tentang sistem GDI</p> <p><b>Mengeksplorasi</b> Mencari gangguan pada sistem GDI</p> <p><b>Mengasosiasi</b> Mengelompokkan sistem GDI) sesuai dengan sensor dan aktuator</p> <p><b>Mengkomunikasikan</b> Menyampaikan hasil</p>	<p><b>Observasi</b> Ceklis pengamatan pada saat presentasi dan praktik berkelompok,</p> <p><b>Portfolio</b> Laporan tertulis</p> <p><b>Tes</b> Tes tertulis uraian dan/atau pilihan ganda</p>	40 JP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vidio/ rekaman / teks</li> <li>• Buku paket</li> <li>• Bahan bacaan yang relevan tentang Memperbaiki kerusakan ringan pada rangkaian/ sistem GDI dan kelengkapan tambahan</li> <li>• Gambar (Wall Chart)</li> <li>• Objek langsung (Kendaraan) yang menggunakan sistem GDI</li> <li>• Buku yang berhubungan dengan sistem GDI</li> <li>• Trainer Sistem GDI</li> <li>• Majalah yang berhubungan dengan Sistem GDI</li> <li>• Engine Stand</li> <li>• Sistem GDI</li> </ul>

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Pembelajaran*	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
3.6. Memahami Sistem Audio 4.6. Memelihara Sistem Audio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi komponen sistem Audio sesuai buku literatur</li> <li>• Memasang sistem Audio sesuai SOP</li> <li>• Memelihara instalasi sistem Audio sesuai SOP</li> </ul>	<p>analisis dalam bentuk gambar dan rangkaian sistem GDI</p> <p><b>Mengamati</b> Tayangan/gambar/wa lchart/Film tentang sistem Audio</p> <p><b>Menanya</b> Mengajukan pertanyaan menyangkut tayangan/gambar atau pembelajaran tentang sistem Audio</p> <p><b>Mengeksplorasi</b> Mencari gangguan pada sistem Audio</p> <p><b>Mengasosiasi</b> Mengelompokkan sistem Audio</p> <p><b>Mengkomunikasikan</b> Menyampaikan hasil analisis dalam bentuk gambar dan rangkaian sistem Audio</p>	<p><b>Observasi</b> Ceklis pengamatan pada saat presentasi dan praktik berkelompok,</p> <p><b>Portfolio</b> Laporan tertulis</p> <p><b>Tes</b> Tes tertulis uraian dan/atau pilihan ganda dan cek list</p>	35 JP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Film/ rekaman / teks</li> <li>• Buku paket</li> <li>• Bahan bacaan yang relevan tentang memperbaiki kerusakan ringan pada rangkaian/ Sistem Audio dan kelengkapan tambahan</li> <li>• Gambar (Wall Chart) mengenai Sistem Audio</li> <li>• Objek langsung (Kendaraan) yang sudah dilengkapi dengan Sistem Audio</li> <li>• Buku yang berhubungan dengan Sistem Audio</li> <li>• Trainer Sistem Audio</li> <li>• Majalah yang berhubungan dengan Audio</li> </ul>
3.7. Memahami Alarm, Sentral Lock dan Power Window 4.7. Memelihara Alarm, Sentral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi Alarm, Sentral Lock dan Power Window</li> </ul>	<p><b>Mengamati</b> Tayangan/gambar/wa lchart/vidio:Alarm,</p>	<b>Observasi</b> Ceklis	35 JP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vedio/ rekaman / teks</li> <li>• Buku paket</li> </ul>



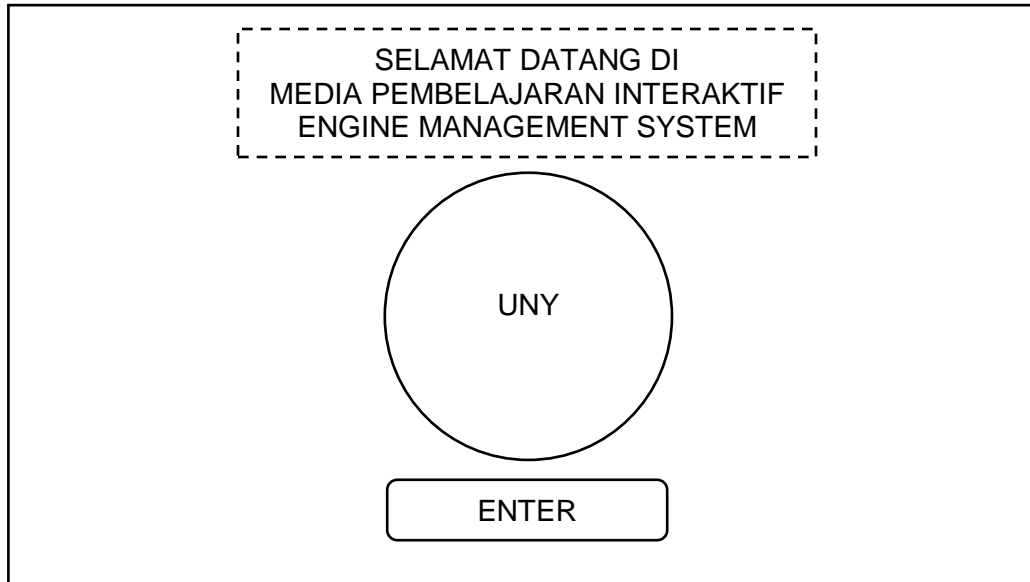
Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Pembelajaran*	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
Lock dan Power Window	<p>sesuai buku manual</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Memasang sistem pengaman Alarm, Sentral Lock dan Power Window sesuai SOP</li> <li>Mendiagnosa gangguan Alarm, Sentral Lock dan Power Window dan komponen-komponennya sesuai SOP</li> <li>Memelihara sistem pengaman Alarm, Sentral Lock dan Power Window sesuai SOP</li> <li>Menguji Alarm, Sentral Lock dan Power Window sesuai SOP</li> <li>Memelihara wiring Alarm, Sentral Lock dan Power Window sesuai SOP</li> <li>Tes Teori dan Praktek</li> </ul>	<p>Sentral Lock dan Power Window</p> <p><b>Menanya</b> Mengajukan pertanyaan menyangkut tayangan/gambar atau pembelajaran tentang Alarm, Sentral Lock dan Power Window</p> <p><b>Mengeksplorasi</b> Mencari gangguan pada Alarm, Sentral Lock dan Power Window</p> <p><b>Mengasosiasi</b> Mengelompokkan Alarm, Sentral Lock dan Power Window</p> <p><b>Mengkomunikasikan</b> Menyampaikan hasil analisis dalam bentuk gambar rangkaian Alarm, Sentral Lock dan Power Window</p>	<p>pengamatan pada saat presentasi dan praktik berkelompok,</p> <p><b>Portfolio</b> Laporan tertulis</p> <p><b>Tes</b> Tes tertulis uraian pilihan ganda</p>		<p>Bahan bacaan yang relevan tentang Memperbaiki kerusakan ringan pada rangkaian/ Alarm, Sentral Lock dan Power Window dan kelengkapan tambahan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gambar (Wall Chart) Alarm, Sentral Lock dan Power Window</li> <li>Objek langsung (Kendaraan) yang dilengkapi dengan Alarm, Sentral Lock dan Power Window</li> <li>Buku yang berhubungan dengan Alarm, Sentral Lock dan Power Window</li> <li>Majalah yang berhubungan dengan Alarm, Sentral Lock dan Power Window</li> </ul>

Lampiran 16. *Flowchart*



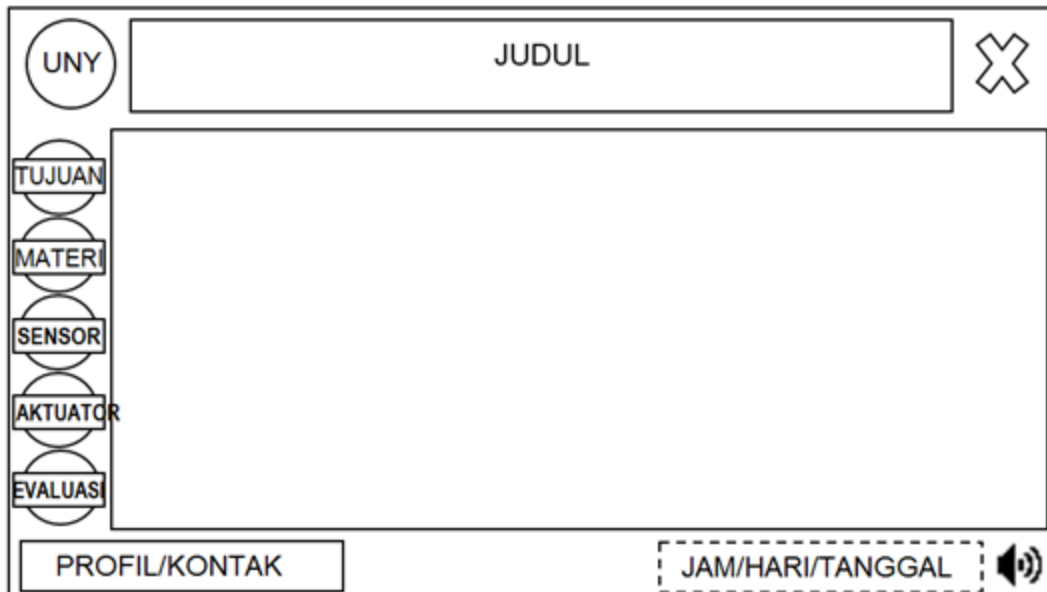
Lampiran 17. *Storyboard*

**Slide 1. Tampilan Intro**



	Objek	Navigasi	Keterangan
Teks	1. Selamat datang di media pembelajaran interaktif Engine Management System 2. Enter	Tombol ENTER: untuk memasuki frame awal	Tampilan dimulai dengan layar fullscreen. Frame intro adalah tampilan awal saat aplikasi dibuka,
Gambar	1. UNY: gambar logo Universitas Negeri Yogyakarta (UNY), 2. Background: shutterstock_297757616.jpg 3. ENTER:		
Suara	Backsound: intro.mp3		
Animasi	1. Background 2. Teks 3. UNY 4. ENTER		

## Slide 2. Tampilan Frame Awal



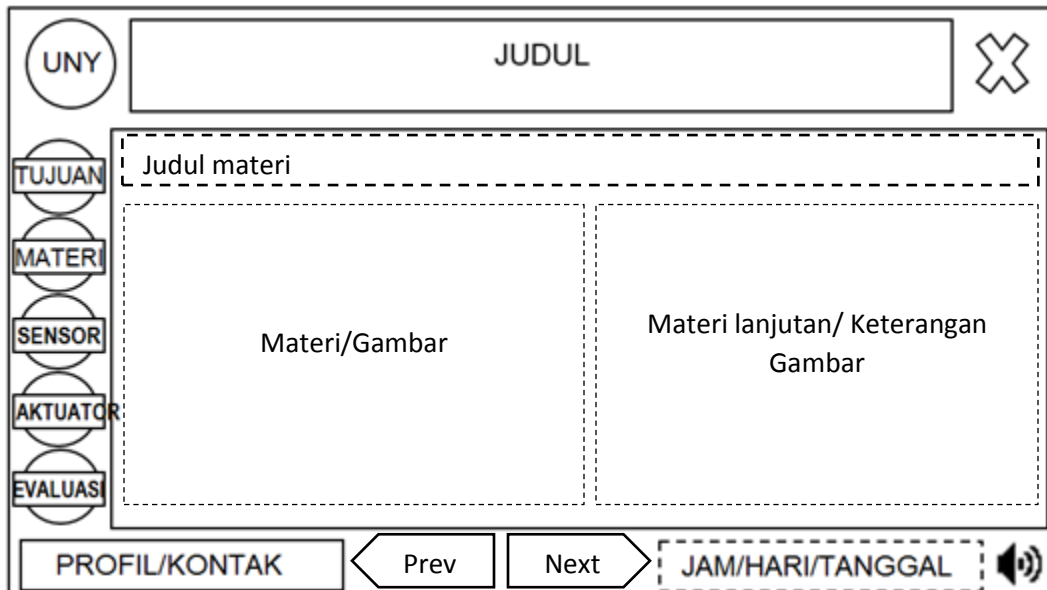
	Objek	Navigasi	Keterangan
Teks	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Engine Management System</li> <li>2. Media pembelajaran interaktif untuk kompetensi dasar Engine Management System</li> <li>3. Teknik Kendaraan Ringan Sekolah Menengah Kejuruan Muhammadiyah 1 Bantul</li> <li>4. Edi Sutopo/ 13504241059</li> </ol>	<p>Tombol EXIT: Keluar dari media pembelajaran</p> <p>Tombol TUJUAN: menuju ke frame kompetensi dasar</p> <p>Tombol MATERI: menuju ke frame materi</p> <p>Tombol SENSOR: menuju ke frame sensor</p> <p>Tombol AKTUATOR: menuju ke frame aktuator</p> <p>Tombol EVALUASI: menuju ke frame evaluasi</p> <p>Tombol PROFIL: menuju ke frame profil</p>	<p>Halaman awal ditampilkan setelah pengguna menekan tombol enter pada frame intro,</p>
Gambar	Gambar: Logo UNY		
Suara	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Backsound: heart-of-the-sea.mp3</li> <li>2. Button: blackberry_e3qmwhe4.mp3</li> </ol>	<p>Tombol Sound: menampilkan tingkatan suara pada media</p>	
Animasi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. LOGO UNY</li> <li>2. JUDUL</li> </ol>		

### Slide 3. Tampilan Frame Tujuan

<div>UNY</div> <div>TUJUAN</div> <div>MATERI</div> <div>SENSOR</div> <div>AKTUATOR</div> <div>EVALUASI</div>	JUDUL		X
	Kompetensi Dasar		
	Tujuan Pembelajaran		
PROFIL/KONTAK		JAM/HARI/TANGGAL	

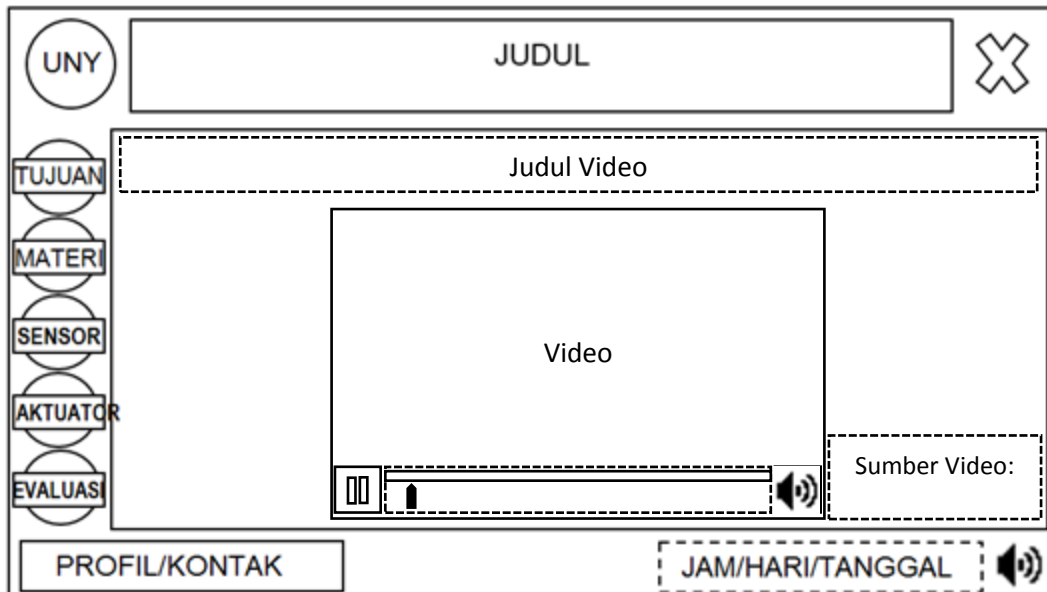
Objek		Navigasi	Keterangan
Teks	1. Uraian kompetensi dasar 2. Uraian tujuan pembelajaran		Frame hanya terdiri dari satu (1) layer yang berisi uraian kompetensi dasar dan tujuan pembelajaran. Tidak ada navigasi tambahan
Gambar	Gambar: Logo UNY		
Suara	Backsound: heart-of-the-sea.mp3		
Animasi	1. LOGO UNY 2. JUDUL 3. Transisi Layer		

#### Slide 4. Tampilan Frame Materi



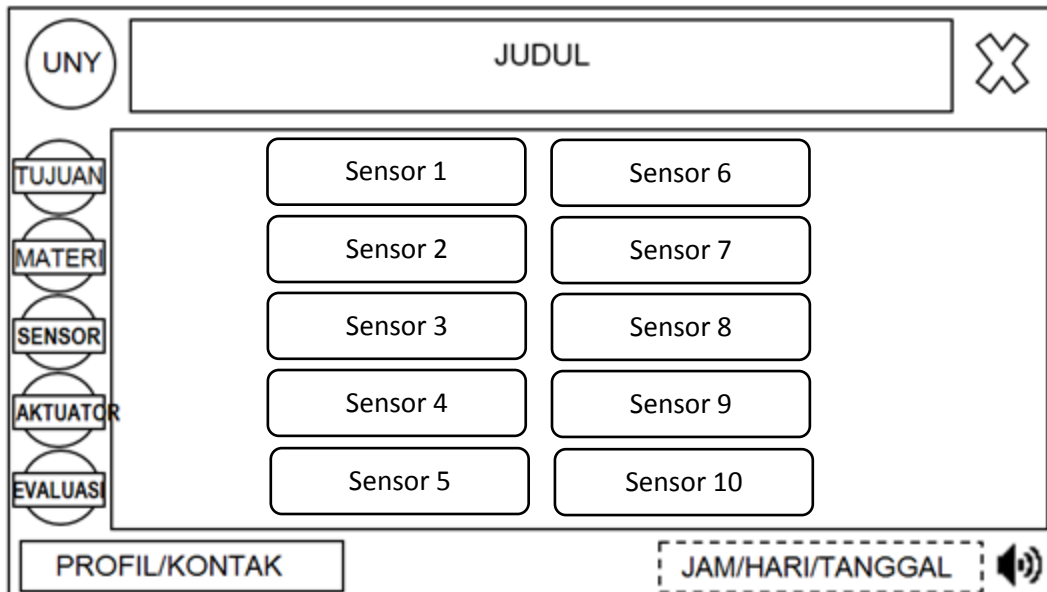
Objek		Objek Navigasi	Konten	Keterangan
Teks	1. Judul Materi 2. Uraian materi	1. Uraian kompetensi dasar Tombol PREV: menuju frame sebelumnya Tombol NEXT: menuju frame selanjutnya	1. Uraian materi pembelajaran	Frame ini hanya terdiri dari satu (1) layer yang berisi uraian materi kompetensi dasar dan peletakan dari tujuan pembelajaran
Gambar	1. Gambar: Logo UNY 2. Gambar: pendukung materi (jika ada)	1. Gambar: Logo UNY		
Suara	Backsound: heart-of-the-sea.mp3	1. Backsound: heart-of-the-sea.mp3		
Animasi	1. LOGO UNY 2. JUDUL	2. Button: blackberry_e3qmwhe4.mp3		

### Slide 5. Tampilan Frame Video



Objek		Navigasi	Keterangan
Teks	1. Judul video 2. Sumber video	Tombol PLAY/PAUSE: membuat video berjalan/berhenti Tombol SUARA VIDEO: mengatur tingkatan volume video Tombol SEEK VIDEO: untuk memajukan/memundurkan durasi video yang sedang diputar/ dimainkan	Video pada frame ini akan mulai memainkan video secara otomatis
Gambar	Gambar: Logo UNY		
Video	Video materi		
Suara	Backsound: heart-of-the-sea.mp3		
Animasi	1. LOGO UNY 2. JUDUL		

## Slide 6. Tampilan Frame Sensor

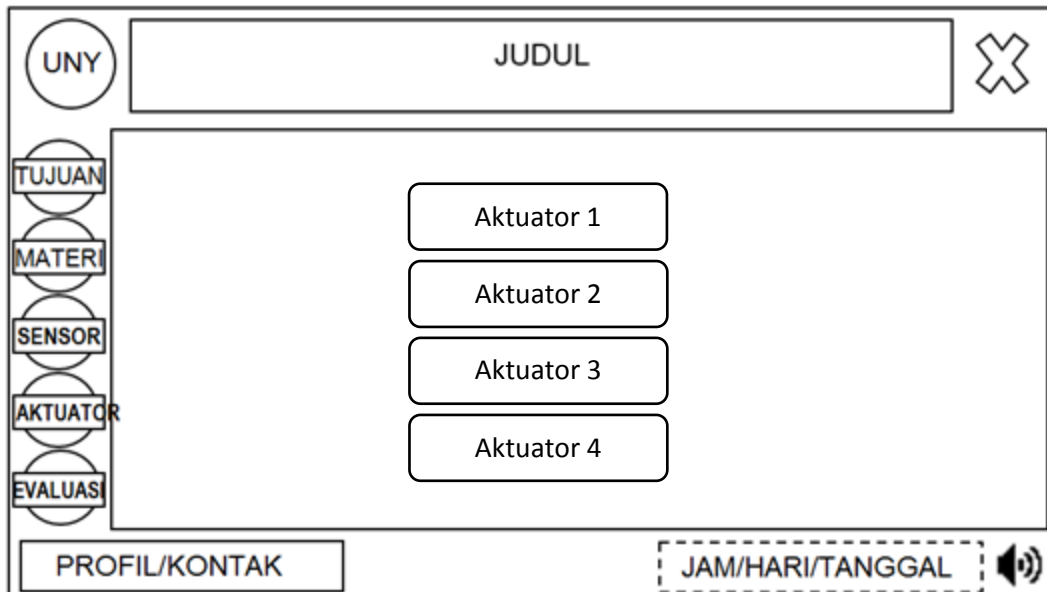


Objek		Navigasi	Keterangan
Teks	Nama-nama sensor dalam Engine Management System	1. Tombol Sensor 1: menuju frame Intake Air Temperature Sensor (IATS) 2. Tombol Sensor 2: menuju frame Engine Coolant Temperature Sensor (ECTS) 3. Tombol Sensor 3: menuju frame Throttle Position Sensor (TPS) 4. Tombol Sensor 4: menuju frame Air Flow Meter (AFM) 5. Tombol Sensor 5: menuju frame Manifold Air Pressure (MAPS) 6. Tombol Sensor 6: menuju frame Crankshaft	Frame ini berisi tombol daftar nama sensor engine management system
Gambar	Gambar: Logo UNY		
Suara	1. Backsound: heart-of-the-sea.mp3 2. Button: blackberry_e3qmwhe4.mp3		
Animasi	1. LOGO UNY 2. JUDUL 3. Transisi Layer		



		Position Sensor (CKPS) 7. Tombol Sensor 7: menuju frame Camshaft Position Sensor (CMPS) 8. Tombol Sensor 8: menuju frame Knock Sensor 9. Tombol Sensor 9: menuju frame Variable Resistor 10. Tombol Sensor 10: menuju frame Oksigen Sensor (O2S)	
--	--	---	--

### Slide 7. Tampilan Frame Aktuator

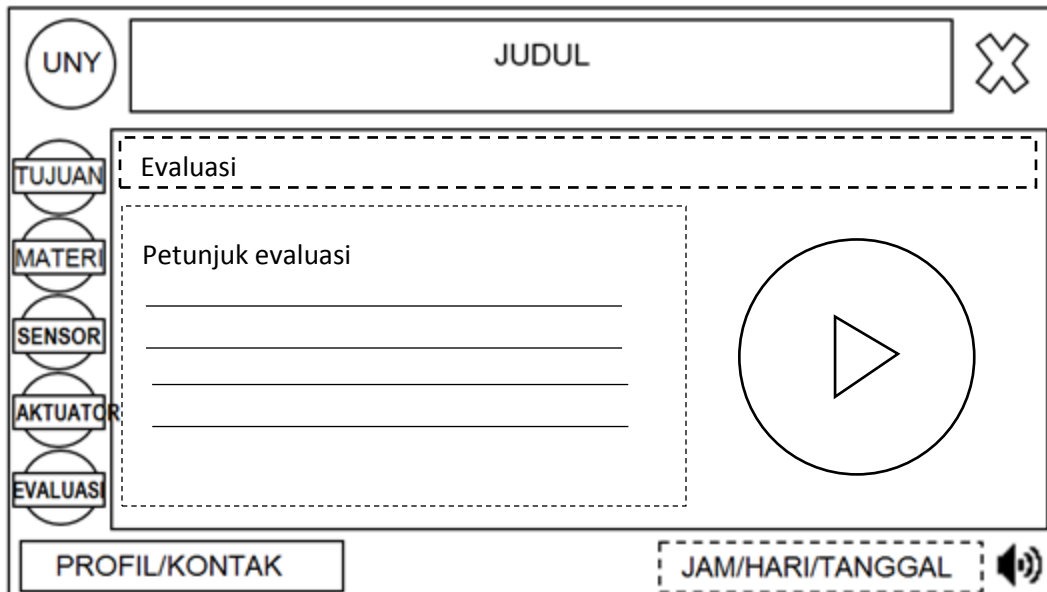


Objek		Navigasi	Keterangan
Teks	Nama-nama aktuator dalam Engine Management System	1. Tombol Aktuator 1: Menuju frame Fuel Pump	Frame ini berisi tombol daftar nama aktuator engine management system
Gambar	Gambar: Logo UNY	2. Tombol Aktuator : Menuju frame Injector	
Suara	Backsound: heart-of-the-sea.mp3	3. Tombol Aktuator 3: Menuju frame Idle Speed Control (ISC)	
Animasi	1. LOGO UNY 2. JUDUL 3. Transisi Layer	4. Tombol Aktuator 4: Menuju frame Igniter	

### Slide 8. Tampilan Frame Deskripsi Sensor/Aktuator

	Objek	Navigasi	Keterangan
Teks	1. Nama sensor/aktuator 2. Uraian sensor/aktuator	Tombol NEXT: menuju frame setelahnya	Frame ini berisi gambar komponen sensor/aktuator dan uraian deskripsinya
Gambar	1. Gambar: Logo UNY 2. Gambar: komponen sensor/aktuator		
Suara	Backsound: heart-of-the-sea.mp3		
Animasi	1. LOGO UNY 2. JUDUL		

### Slide 9. Tampilan Frame Petunjuk Evaluasi



Objek		Navigasi	Keterangan
Teks	1. Evaluasi 2. Uraian petunjuk evaluasi	Tombol MULAI: menuju frame soal (urutan soal diacak)	Frame berisi petunjuk sebelum mengerjakan soal evaluasi
Gambar	Gambar: Logo UNY		
Suara	Backsound:		
Animasi	1. LOGO UNY 2. JUDUL 3. Transisi Layer		

**Slide 10. Tampilan Frame Soal Evaluasi**

Objek		Navigasi	Keterangan
Teks	1. Nomor soal evaluasi 2. Uraian soal evaluasi 3. Uraian jawaban evaluasi	Tombol pilihan ganda A/B/C/D/E: menyimpan jawaban dan melanjutkan soal evaluasi	Frame evaluasi ini tidak dilengkapi dengan navigasi menu dan profil. Urutan soal diberikan secara acak
Gambar	Gambar: Logo UNY		
Suara	Backsound:		
Animasi	1. LOGO UNY 2. JUDUL		

**Slide 11. Tampilan Hasil Soal Evaluasi**

Objek		Navigasi	Keterangan
Teks	1. Hasil evaluasi engine management system 2. Nilai anda 3. Uraian keterangan	Tombol ULANGI: kembali menuju frame soal	Frame ini muncul secara otomatis setelah pengguna menyelesaikan 20 butir soal.
Gambar	Gambar: Logo UNY		
Suara	Backsound:		
Animasi	1. LOGO UNY 2. JUDUL		

## Slide 12. Tampilan Frame Profil

Objek		Navigasi	Keterangan
Teks	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Profil Pengembang Media Pembelajaran Interaktif</li> <li>2. Uraian deskripsi dari profil pengembang</li> </ol>		Slide/ frame ini hanya berisi uraian teks deskripsi profil pengembang media pembelajaran
Gambar	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gambar: Logo UNY</li> <li>2. Gambar: profil pengembang</li> </ol>		
Suara	Backsound: heart-of-the-ocean.mp3		
Animasi	LAYER		

Lampiran 18. *Actionscript*

**a) Actionscript untuk fullscreen,**

```
fscommand("fullscreen",true);
```

**b) Actionscript untuk keluar,**

```
fscommand("quit",true);
```

**c) Actionscript untuk pergi ke frame lain (contoh: frame ke 172),**

```
on (release) {  
    gotoAndPlay(172);  
}
```

**d) Actionscript untuk menghentikan backsound dengan bantuan tombol,**

```
_root.lagu.stop();
```

**e) Actionscript untuk memainkan backsound dengan bantuan tombol,**

```
_root.lagu.start(0.999);
```

**f) Actionscript untuk backsound yang dilengkapi dengan tingkat kekerasan volume (suara menggunakan heart-of-the-sea.mp3),**

```
//membuat variable bernama Pause dengan nilai false
```

```
tanda=0;
```

```
i=0;
```

```
//membuat new sound lagu
```

```
lagu = new Sound();
```

```
//memasukkan suara berlinkage suaraku ke dalam variable lagu
```

```
lagu.attachSound("heart-of-the-sea.mp3");
```

```
//mainkan suara di dalam variable lagu sebanyak 999 kali
```



```

lagu.start(posisi,1);

//ketika movie clip slider ditekan

slider.onPress = function() {

    //membuat variable kanan dengan nilai koordinat x movie clip garis

    kanan = _root.garis._x;

    //membuat variable kiri dengan nilai koordinat x movie clip garis

    kiri = _root.garis._x;

    //membuat variable atas dengan nilai koordinat y movie clip garis yang
dikurangi 200

    atas = _root.garis._y-50;

    //membuat variable bawah dengan nilai koordinat y movie clip garis

    bawah = _root.garis._y;

    //movieclip ini bergerak mengikuti gerakan mouse dengan titik pusat
movieclip ini sebagai titik pusat gerakan

    //batas gerakan kiri moviclip ini adalah nilai dari variable kiri

    //batas gerakan atas moviclip ini adalah nilai dari variable atas

    //batas gerakan kanan moviclip ini adalah nilai dari variable kanan

    //batas gerakan bawah moviclip ini adalah nilai dari variable bawah

    startDrag(this, true, kiri, atas, kanan, bawah);

};

swa.onPress = function() {

    if(tanda==0){

        i=100;

```

```

        tanda=1;
    }else{
        i=0;
        tanda=0;
    }
};

onEnterFrame = function(){
    garis._alpha=i;
    slider._alpha=i;
    wadah._alpha=i;
};

//ketika movie clip slider digerakkan
slider.onMouseMove = function() {
    //membuat new object myPoint
    myPoint = new Object();
    //nilai x mypoint sama dengan koordinat x movie clip ini
    myPoint.x = this._x;
    //nilai y mypoint sama dengan koordinat y movie clip ini
    myPoint.y = this._y;
    _root.garis.globalToLocal(myPoint);
    //nilai pan suara dalam variable lagu sama dengan nilai x mypoint
    _root.lagu.setVolume(myPoint.y);
};

```

//ketika tekanan pada movie clip slider dilepaskan ketika mouse berada di atasnya  
ataupun tidak

```
slider.onRelease = slider.onReleaseOutside=function () {  
    //movie clip ini tidak dapat didrag  
    stopDrag();  
};
```

**g) Actionscript untuk jam,**

```
time=new Date();  
var seconds = time.getSeconds();  
var minutes = time.getMinutes();  
var hours = time.getHours();  
if (hours<12) {  
    ampm = "AM";  
} else {  
    ampm = "PM";  
}  
while (hours >12){  
    hours = hours-12;  
}  
if (hours<10) {  
    hours = "0" + hours;  
}  
if (minutes<10) {
```

```

        minutes = "0" + minutes;
    }
    if (seconds<10) {
        seconds = "0" + seconds;
    }
    clock_text.text = hours + ":" + minutes + ":" + seconds;

```

**h) Actionscript untuk hari dan tanggal,**

```

onClipEvent (load){
    namaHari= new Array("Minggu", "Senin", "Selasa", "Rabu", "Kamis", "Jum'at",
    "Sabtu");
    namaBulan=new Array("Jan", "Feb", "Maret", "April", "Mei", "Juni", "Juli", "Agu",
    "Sep", "Okt", "Nov", "Des");
    hari=newDate().getDay();
    tanggal=newDate().getDate();
    bulan=newDate().getMonth();
    tahun=newDate().getFullYear();
    display="" +namaHari[hari]+", "+tanggal+" "+namaBulan[bulan]+" "+tahun;
}

```

**i) Actionscript untuk soal, soal diberikan secara acak (file soal dengan nama media pembelajaran ems.xml akan dimuat dari luar media)**

```

//---buat function array acak
Array.prototype.acakSoal = function() {
    for (i=0; i<this.length; i++) {

```

```

        var tmp = this[i];

        var acakSoal = random(this.length);

        this[i] = this[acakSoal];

        this[acakSoal] = tmp;

    }

};

var array_soal = [];

var array_tanya = [];

var array_pilihan_a = [];

var array_pilihan_b = [];

var array_pilihan_c = [];

var array_pilihan_d = [];

var array_pilihan_e = [];

var array_jwb = [];

var myanswer;

var nobaru;

var totalsoal;

var limit_soal;

clearInterval(_root.brs);

_root.tombol_a_btn.onRelease = function() {

    _root.myanswer = "1";

    cek_jwb();

    _root.nobaru++;

```

```

        tampil_soal(_root.nobaru);
    };

    _root.tombol_b_btn.onRelease = function() {
        _root.myanswer = "2";
        cek_jwb();
        _root.nobaru++;
        tampil_soal(_root.nobaru);
    };

    _root.tombol_c_btn.onRelease = function() {
        _root.myanswer = "3";
        cek_jwb();
        _root.nobaru++;
        tampil_soal(_root.nobaru);
    };

    _root.tombol_d_btn.onRelease = function() {
        _root.myanswer = "4";
        cek_jwb();
        _root.nobaru++;
        tampil_soal(_root.nobaru);
    };

    _root.tombol_e_btn.onRelease = function() {
        _root.myanswer = "5";
        cek_jwb();
    };

```

```

        _root.nobaru++;

        tampil_soal(_root.nobaru);

    };

    //----nilai awal(mengambil data dari XML)

    mysoal = new XML();

    mysoal.ignoreWhite = true;

    mysoal.load("media pembelajaran ems.xml");

    mysoal.onLoad = function() {

        _root.limit_soal = mysoal.firstChild.attributes.jml;

        _root.totalsoal = mysoal.firstChild.childNodes.length;

        _root.nomorsoal_txt.text = "0";

        _root.benar = 0;

        _root.nilai_txt.text = "0";

        for (i=0; i<_root.totalsoal; i++) {

            _root.array_soal[i] = i;

        }

        _root.array_soal.acakSoal();

        for (j=0; j<_root.limit_soal; j++) {

            _root.array_tanya[j] =

mysoal.firstChild.childNodes[_root.array_soal[j]].childNodes[0].childNodes[0].toString

        ();
    };

```

```

        _root.array_pilihan_a[j] =
mysoal.firstChild.childNodes[_root.array_soal[j]].childNodes[1].childNodes[0].nodeValue;

        _root.array_pilihan_b[j] =
mysoal.firstChild.childNodes[_root.array_soal[j]].childNodes[2].childNodes[0].nodeValue;

        _root.array_pilihan_c[j] =
mysoal.firstChild.childNodes[_root.array_soal[j]].childNodes[3].childNodes[0].nodeValue;

        _root.array_pilihan_d[j] =
mysoal.firstChild.childNodes[_root.array_soal[j]].childNodes[4].childNodes[0].nodeValue;

        _root.array_pilihan_e[j] =
mysoal.firstChild.childNodes[_root.array_soal[j]].childNodes[5].childNodes[0].nodeValue;

        _root.array_jwb[j] =
mysoal.firstChild.childNodes[_root.array_soal[j]].childNodes[6].childNodes[0].nodeValue;

    }

    tampil_soal(0);

};

function tampil_soal(x):Void {
    clearInterval(_root.brs);

```



```

_root.brs = setInterval(counter, 1000);

if (x<array_tanya.length) {

    _root.soal_txt.text = _root.array_tanya[x];

    _root.pilihanjwb_a_txt.text = _root.array_pilihan_a[x];

    _root.pilihanjwb_b_txt.text = _root.array_pilihan_b[x];

    _root.pilihanjwb_c_txt.text = _root.array_pilihan_c[x];

    _root.pilihanjwb_d_txt.text = _root.array_pilihan_d[x];

    _root.pilihanjwb_e_txt.text = _root.array_pilihan_e[x];

    _root.jawaban = _root.array_jwb[x];

    _root.nobaru = x;

    _root.nomorsoal_txt.text = x+1+".";

} else {

    hitung_nilai();

    _root.gotoAndStop("273");

}

}

//----cek jawaban

function cek_jwb():Void {

    //--membandingkan antara myanswer dengan jawaban

    if (_root.myanswer == _root.jawaban) {

        //-- bila benar maka nilai bertambah

        _root.benar += 1;

        _root.nilai_txt.text = _root.benar;

```

```

    }
}
//----hitung nilai akhir
function hitung_nilai():Void {
    _root.nilaiakhir = Math.ceil((100/_root.array_tanya.length)*_root.benar);
}

```

**j) Actionscript untuk hasil soal,**

```

//----kembali ke Soal Latihan
_root.btn_ulangi.onRelease = function() {
    gotoAndStop(1);
};
//----nilai akhir
clearInterval(_root.brs);
_root.nilaiakhir_txt.text = _root.nilaiakhir;
if (_root.nilaiakhir_txt.text == 100) {
    _root.komentar.text = "Selamat. Nilai Anda Sangat Baik Sekali";
} else if (_root.nilaiakhir_txt.text >= 80) {
    _root.komentar.text = "Nilai Anda Sudah Baik.Pertahankan";
} else if (_root.nilaiakhir_txt.text >= 65) {
    _root.komentar.text = "Nilai Anda Cukup Baik. Tingkatkan lagi";
} else {
    _root.komentar.text = "Maaf. Nilai Anda Kurang, Silahkan Coba lagi!";
}

```

## Lampiran 19. Dokumentasi Kegiatan



Gambar 1. Pengembang Mendemonstrasikan Cara Penggunaan Media



Gambar 2. Siswa Memperhatikan Media Pembelajaran



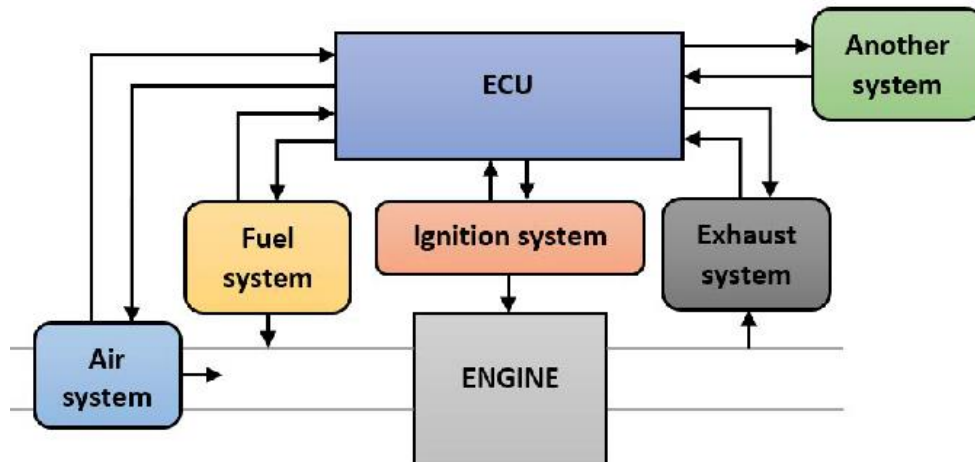
Gambar 3. Siswa Menggunakan Media Pembelajaran



Gambar 4. Siswa Sedang Mengisi Angket Penilaian Media

### **ENGINE MANAGEMENT SYSTEM**

Sebuah sistem kelistrikan elektronik (bertegangan rendah/ 5 volt) yang digunakan untuk mengelola kerja mesin dan terintegrasi dengan beberapa sistem utama, seperti: sistem induksi udara, sistem bahan bakar injeksi, sistem pengapian dan sistem gas buang.



Gambar skema engine management system

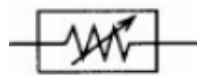
Beberapa keuntungan dari penggunaan EMS, antara lain:

1. Jumlah udara yang masuk ke dalam silinder dapat terukur dan teratur sesuai kebutuhan.
2. Volume dan durasi (lama) penginjeksian bahan bakar sesuai dengan kondisi silinder.
3. Ketepatan dalam penentuan saat (timing) pengapian.
4. Emisi gas buang lebih rendah.

Engine management system adalah rangkaian kelistrikan yang terdiri dari sensor sebagai pendeteksi keadaan dan memberikan informasi kebutuhan, ECU sebagai pengolah informasi dan aktuator sebagai eksekutor yang melaksanakan perintah yang diberikan oleh ECU.

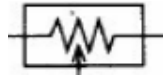
1. Sensor

- a. Thermistor : Resistor yang peka terhadap perubahan temperatur.



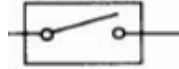
Gambar thermistor

- b. Variable resistor : Resistor yang peka terhadap perubahan sudut



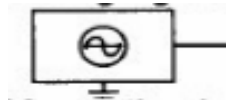
Gambar variable resistor

- c. Switch: Sebuah saklar on-off



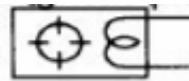
Gambar switch

- d. Voltage regulator : Sensor yang mampu menghasilkan tegangan listrik sendiri.



Gambar voltage regulator

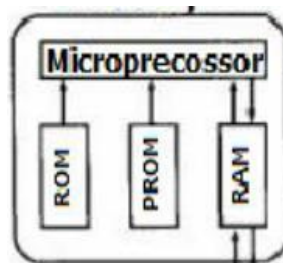
- e. Magnetic pick-up : Sensor yang mampu menghasilkan tegangan akibat perubahan gaya gerak magnet.



Gambar magnetic pick-up

## 2. ECU

- a. Voltage regulator : Menurunkan tegangan baterai menjadi 5 volt
- b. Microcomputer : Melakukan proses perhitungan data dari sensor dan penyesuaian dengan program yang telah disetting (pabrik), kemudian menyimpan data tersebut. Sehingga mampu memberikan perintah kepada aktuator sesuai dengan kebutuhan.



Gambar microcomputer

- c. Output driver : Mengatur arus kerja aktuator dengan me-ON-kan transistor (sebagai saklar).

### 3. Aktuator

- a. Motor : Sebuah lilitan kawat yang merubah tegangan listrik menjadi gerak rotari/putar.



Gambar motor

- b. Solenoid : Sebuah lilitan kawat yang merubah tegangan listrik menjadi elektromagnet.



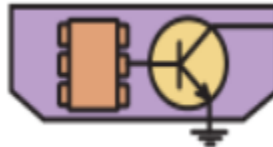
Gambar solenoid

- c. Heater : Sebuah lilitan kawat yang merubah tegangan listrik menjadi elemen pemanas.



Gambar heater

- d. Ignition module : Komponen berisi IC dan beberapa transistor yang mampu mengolah dan mengatur saat pengapian



Gambar ignition module

### A. SISTEM INDUKSI UDARA

Sistem ini digunakan untuk memasukan udara bersih ke dalam mesin. Dalam hal ini, udara yang dibutuhkan berupa oksigen yang berperan penting dalam proses pembakaran di dalam silinder. Sistem induksi udara berfungsi untuk mengatur jumlah udara masuk dengan cara menambah/ mengurangi udara ke dalam silinder.

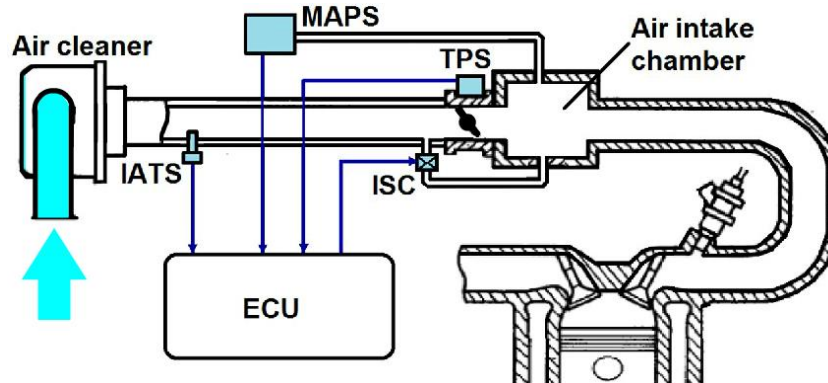
#### 1. Pada Jenis D-EFI

Udara bersih masuk melalui air cleaner (saringan udara), selanjutnya udara mengalir melewati throttle body sebelum masuk ke dalam intake air chamber (ruang udara masuk). Ruangan ini terhubung dengan manifold absolute pressure sensor (MAP) melalui sebuah selang. Sensor inilah yang akan mengukur tekanan udara



yang akan memasuki silinder. Jika udara yang mengalir banyak maka kevakuman yang terjadi di intake manifold akan kecil, begitu pula sebaliknya.

Pada kondisi tertentu (idle up), udara akan melewati air valve untuk menambah jumlah udara bersih yang masuk ke dalam silinder. Dengan menambah jumlah udara, maka tenaga yang dihasilkan dapat lebih besar.

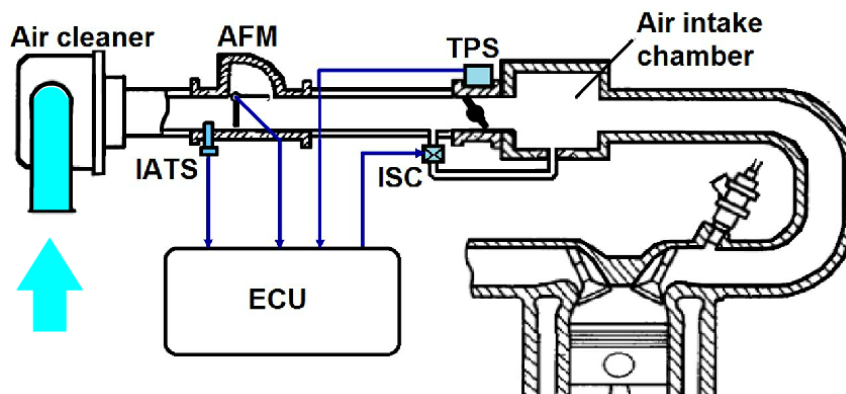


Gambar skema D-EFI

## 2. Pada Jenis L-EFI

Udara yang masuk melalui air cleaner (saringan udara), selanjutnya udara mengalir melewati air flow meter (AFM). Tekanan udara yang masuk akan mampu mendorong measuring plate (plat pengukur). Sudut pembukaan dari measuring plate ini yang akan dijadikan referensi tekanan udara masuk sebelum ke intake air pipe. Setelah itu udara akan mengalir melewati throttle body dan disimpan pada air intake chamber (ruang udara masuk).

Pada kondisi tertentu (idle up), udara akan melewati air valve untuk menambah jumlah udara bersih yang masuk ke dalam silinder. Dengan bertambahnya jumlah udara maka tenaga yang dihasilkan juga akan bertambah.



Gambar skema L-EFI



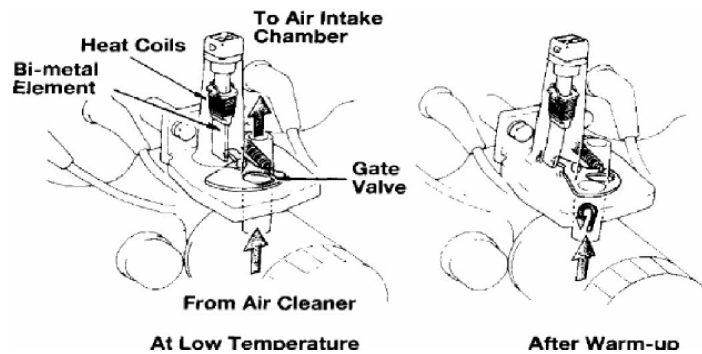
## Catatan Penting

### 1. Air Valve

Air valve adalah komponen yang mengatur jumlah udara masuk pada putaran idle ketika mesin dalam kondisi dingin (awal start). Berikut adalah jenis dari air valve, yaitu:

#### a. Tipe bimetal

Air valve jenis ini menggunakan panas yang dihasilkan oleh elemen heat coil (lilitan pemanas). Elemen akan panas saat teraliri arus yang digunakan untuk mengatur buka/tutup katup udara masuk (gate valve).



Gambar a

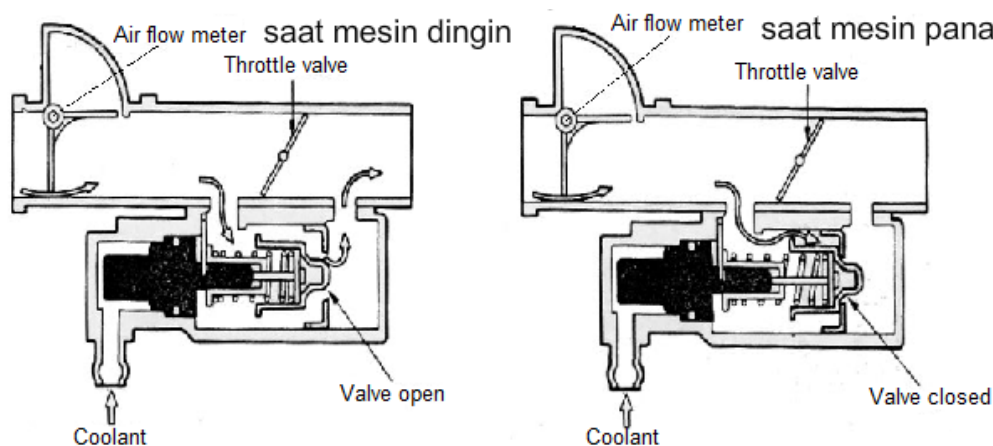
Gambar b

Gambar a. Cara kerja air valve tipe bimetal saat mesin dingin

Gambar b. Cara kerja air valve tipe bimetal saat mesin panas

#### b. Tipe wax/lilin

Air valve jenis ini menggunakan thermo valve (wax/lilin) untuk mengatur katup udara masuk (gate valve) sesuai temperatur dari cairan pendingin mesin.



Gambar a

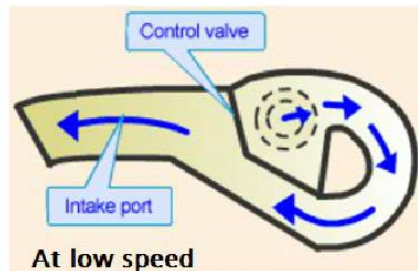
gambar b

Gambar a. Cara kerja air valve tipe wax saat mesin dingin

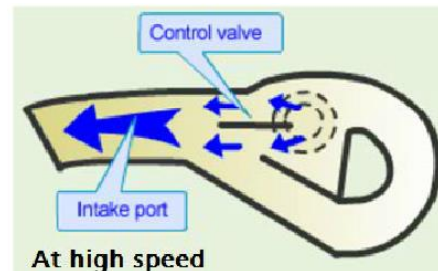
Gambar b. Cara kerja air valve tipe wax saat mesin panas

## 2. Variable intake manifold

Terdapat dua jenis intake manifold, yaitu: jenis fixed manifold dan variable manifold. Pada jenis fixed, jarak dari air chamber ke silinder akan selalu tetap. Sedangkan pada jenis variable, jarak air chamber bisa berubah-ubah tergantung dari kecepatan putaran dan kebutuhan mesin. Jenis variable memiliki keuntungan pada kecepatan tinggi, yaitu udara bersih dari air chamber akan cepat tersuplai ke silinder karena semakin cepat putaran maka jaraknya akan semakin memendek.



Gambar a



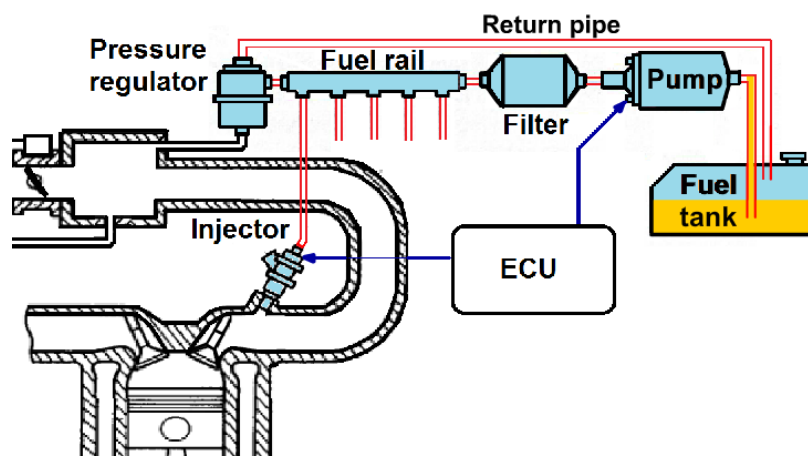
Gambar b

Gambar a. Cara kerja intake manifold pada kecepatan mesin rendah

Gambar b. Cara kerja intake manifold pada kecepatan mesin tinggi

## B. SISTEM BAHAN BAKAR

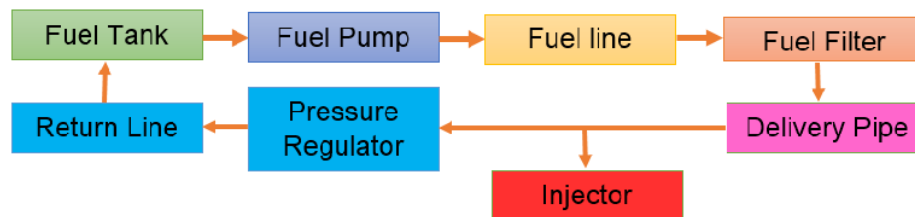
Sistem ini berfungsi untuk menyimpan, menyalurkan dan mensuplai bahan bakar bertekanan ke dalam silinder. Pada EMS, sistem yang digunakan adalah sistem bahan bakar injeksi/ Electronic Fuel Injection (EFI). Sistem ini memiliki keuntungan pada bahan bakar yang dikabutkan sebelum bercampur dengan udara. Dengan dikabutkan, ukuran bahan bakar menjadi sangat kecil sehingga luas permukaan bahan bakar yang bersinggungan dengan udara lebih luas.



Gambar sistem bahan bakar injeksi

Bahan bakar yang tersimpan pada tangki bahan bakar (fuel tank) akan dihisap oleh pompa bahan bakar (fuel pump). Pompa akan memberikan tekanan pada bahan bakar. Selanjutnya, bahan bakar melalui saluran bahan bakar (fuel line) sebelum di saring oleh saringan bahan bakar (fuel filter). Bahan bakar kemudian disimpan dan dijaga oleh delivery pipe/ fuel rail. Jika tekanannya berlebih, maka pressure regulator akan terbuka dan mengirim bahan bakar kembali ke tangki melalui saluran pengembali (return line).

Saat penginjeksian, katup pada injektor akan terbuka dan menyemburkan bahan bakar bertekanan ke dalam ruang bakar.

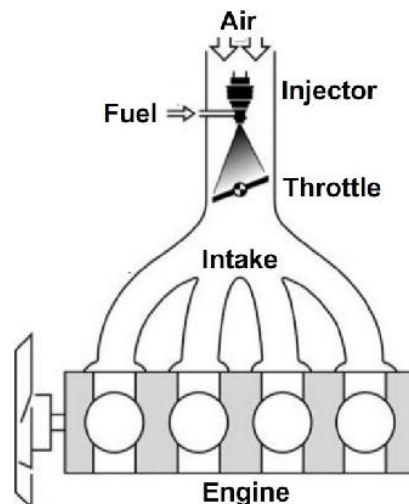


Gambar skema sistem bahan bakar injeksi

Berdasarkan lokasi injektornya, sistem bahan bakar injeksi dibagi menjadi 3 jenis, antara lain:

1. Single point injection

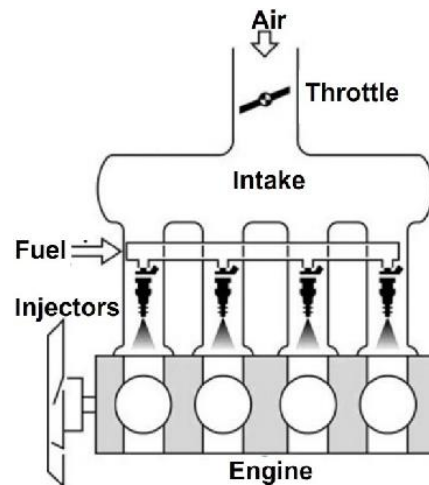
Pada jenis ini, injektor berjumlah satu dan diletakkan pada throttle body seperti pada gambar. Jenis ini memiliki kekurangan pada sistem masukan bahan bakar ke silinder, terutama pada silinder di ujung. Hal ini karena pengiriman bahan bakar akan terlambat karena membutuhkan waktu lebih untuk mencapai silinder. Selain itu, injektor tidak akurat dalam pengaturan volume dan durasi.



Gambar single point injection

## 2. Multi point injection

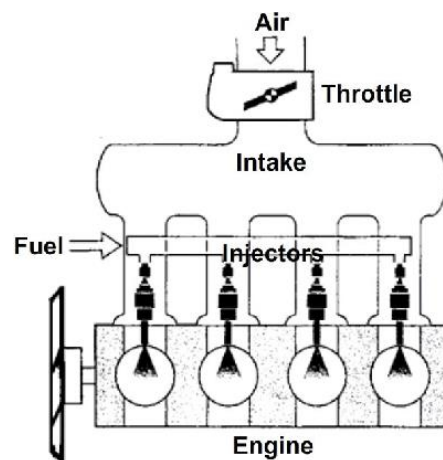
Jenis ini memiliki empat buah injektor yang diletakkan pada saluran intake manifold seperti gambar di bawah. Pada jenis ini, bahan bakar dan udara akan dicampur dahulu sebelum memasuki ruang bakar. Jenis ini memungkinkan injektor untuk menyemprotkan bahan bakar dengan volume dan durasi yang sesuai dengan kebutuhan tiap silinder.



Gambar multi point injection

## 3. Gasoline direct injection

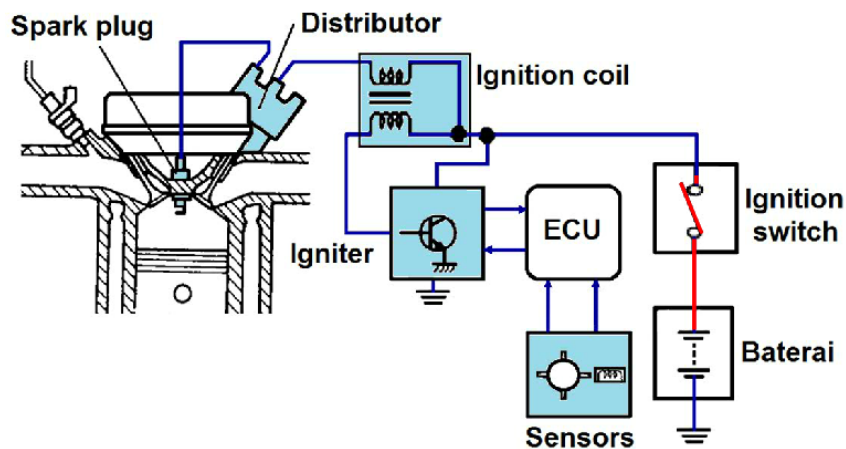
Jenis ini injektor berjumlah empat dan diletakkan pada ruang bakar. Perbedaan dengan model MPI adalah turbulensi dan proses pencampuran bahan bakar dilakukan langsung di dalam silinder. Keuntungan jenis ini adalah temperatur tinggi di dalam silinder, akan membantu bahan bakar agar mudah menguap dan bercampur dengan udara.



Gambar gasoline direct injection

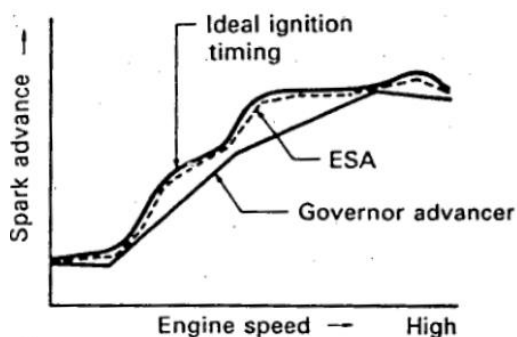
### C. SISTEM PENGAPIAN

Sistem pengapian berfungsi untuk menghasilkan loncatan bunga api pada busi setelah campuran bahan bakar dan udara dikompresikan. Bunga api pada busi yang dihasilkan haruslah cukup kuat (bertegangan tinggi) dan pada waktu yang tepat. Sistem pengapian pada EMS dikenal dengan nama Electronic Spark Advance (ESA). Pada ESA, sistem pengajuan saat pengapian dilakukan secara elektronik berdasarkan masukan dari beberapa sensor. Pertimbangan pengajuan pengapian dipengaruhi oleh putaran mesin dan juga tekanan manifold. Saat mesin rpm tinggi atau tekanan intake manifold rendah (kevakuman besar), maka saat pengapian akan dimajukan, begitu pula sebaliknya.

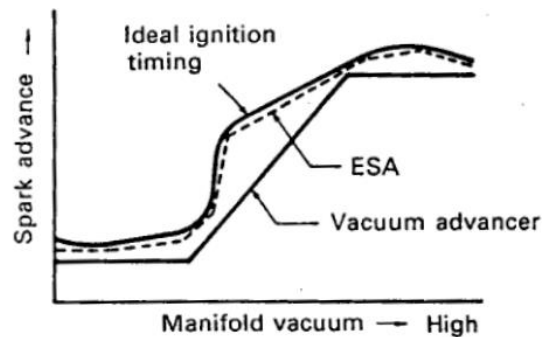


Gambar skema sistem pengapian

Dengan sistem ESA, maka pengajuan pengapian mampu mendekati saat pengapian yang ideal. Hal ini berbeda jika menggunakan pengajuan berdasarkan governor advancer sebagai referensi pengajuan konvensional berdasarkan kecepatan mesin. Hal tersebut juga berlaku pada pengajuan berdasarkan beban mesin, jika pada model konvensional yang menggunakan vacuum advancer. Karakteristik dari pengajuan konvensional adalah kenaikan linier membentuk garis lurus.



Gambar a



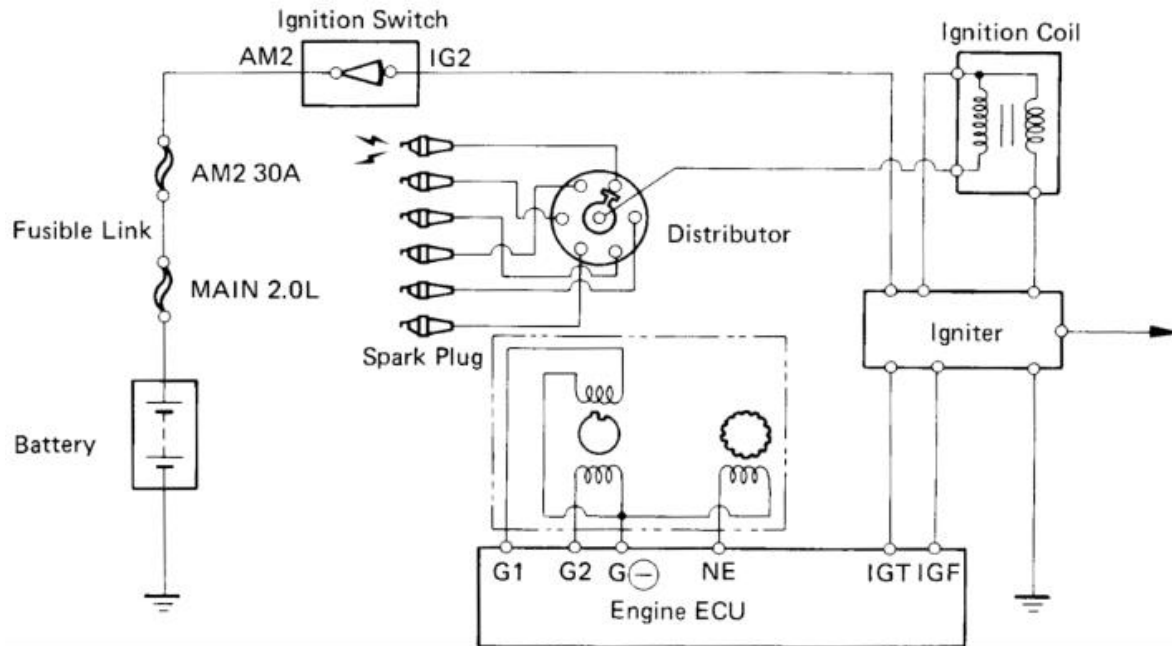
Gambar b

Gambar a. Grafik kemajuan pengapian berdasarkan kecepatan mesin

Gambar b. Grafik kemajuan pengapian berdasarkan kevakuman mesin

Menurut sistem pendistribusian tegangan tingginya, sistem terbagi dalam 2 jenis, yaitu:

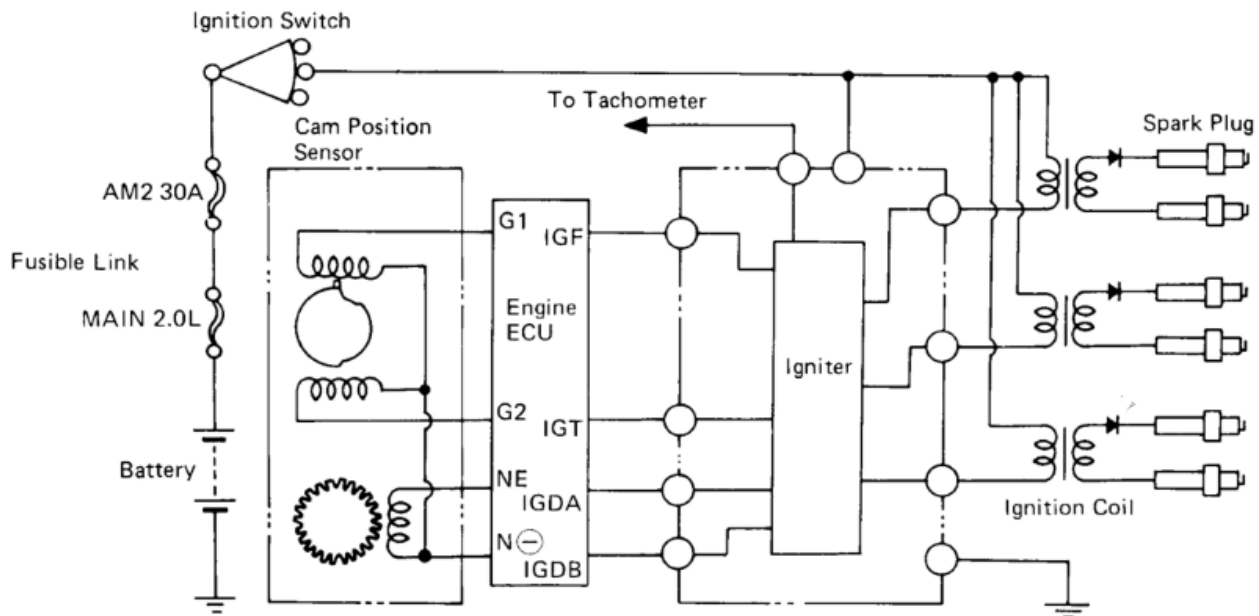
1. Distributor Ignition (dengan distributor)



Gambar sistem pengapian dengan distributor

Sistem pengapian dengan distributor ini terdapat pada model NE signal dan G signal. Selain untuk mendistribusikan tegangan tinggi kepada busi sesuai dengan urutan pengapian, distributor juga menjadi rumah bagi NE signal dan G signal. Sinyal yang dihasilkan oleh NE signal dan G signal akan diolah dan dihitung oleh ECU. Selanjutnya ECU akan mengirim sinyal kepada igniter untuk mengolah sinyal dari ECU sebagai referensi pengapian. Igniter selanjutnya akan bekerja sebagai breaker point untuk memutuskan arus lilitan primer dan juga seberapa lama lilitan primer teraliri arus. Saat arus mengalir lilitan primer, maka lilitan akan menjadi sebuah elektromagnet. Jika elektromagnet tiba-tiba terputus, maka lilitan sekunder akan terjadi induksi diri dan menghasilkan loncatan tegangan tinggi dari ujung lilitan sekunder. Tegangan ini yang selanjutnya didistribusikan oleh distributor ke busi sesuai dengan urutan pengapian.

## 2. Distributorless Ignition (tanpa distributor)

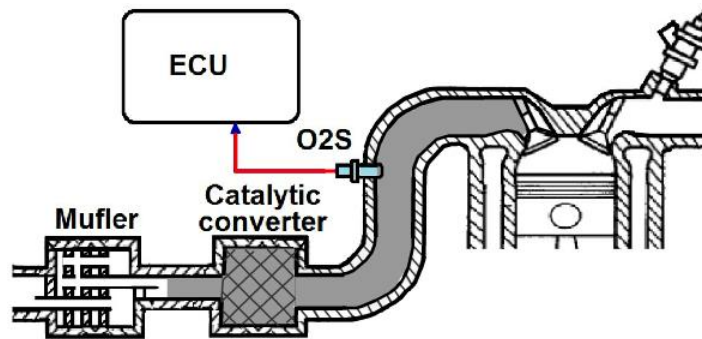


Gambar sistem pengapian tanpa distributor

Sistem pengapian tanpa distributor ini terdapat pada model sensor CKP dan CMP. Sensor ini biasanya menempel pada mesin dan sejajar dengan poros engkol (untuk CKP) dan poros nok (untuk CMP). Sinyal yang dihasilkan oleh CKP dan CMP akan diolah dan dihitung oleh ECU. Selanjutnya ECU akan mengirim sinyal kepada igniter untuk mengolah sinyal dari ECU sebagai referensi dari saat pengapian. Igniter selanjutnya akan bekerja sebagai breaker point untuk memutuskan arus lilitan primer dan juga seberapa lama lilitan primer teraliri arus. Saat arus mengalir lilitan primer, maka lilitan akan menjadi sebuah elektromagnet. Jika elektromagnet tiba-tiba terputus, maka lilitan sekunder akan terjadi induksi diri dan menghasilkan loncatan tegangan tinggi dari ujung lilitan sekunder. Pada jenis ini, koil pengapian langsung terhubung dengan busi, sehingga tidak mengalami penurunan tegangan (pada model dengan distributor, dikarenakan dari koil pengapian menuju ke busi terdapat sebuah kabel tegangan tinggi yang panjang, maka terjadi kerugian akibat hambatan pada kabel. Selain itu loncatan dari ujung rotor ke ujung kabel distributor juga menghasilkan banyak kerugian tegangan).

#### D. SISTEM GAS BUANG

Gas buang dari proses pembakaran berupa karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ), Nitrogen (N), Sulfur (S),  $\text{NO}_x$  (Nitro Oxides),  $\text{SO}_x$  (Sulfur Oxides) dan Hydrocarbon (HC). Beberapa dari emisi tersebut berbahaya jika dilepaskan secara langsung ke udara luar. Maka dari itu, penting untuk mengikat gas-gas berbahaya tersebut dengan Catalytic Converter. Pada EMS, sistem gas buang digunakan untuk mengukur kandungan oksigen pada gas buang untuk mengetahui apakah campuran bahan bakar dan udara sebelum dibakar apakah terlalu kurus atau gemuk atau sudah pada campuran yang stoichiometric.



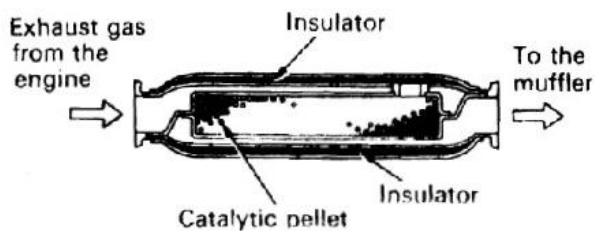
Gambar sistem gas buang

Catatan penting

##### 1. Catalytic converter

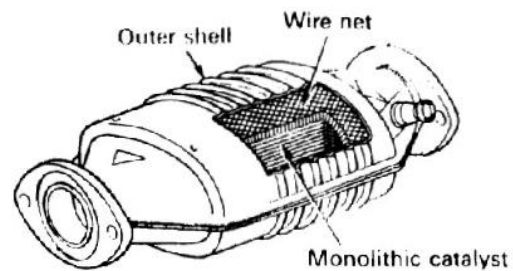
Catalytic converter berfungsi mengurangi emisi gas buang yaitu: karbon monoksida ( $\text{CO}$ ), hidrokarbon (HC), dan nitro oxides ( $\text{NO}_x$ ). Ada dua jenis catalytic yang biasa digunakan, yaitu: model pellet dan monolytic. Pada model pellet, terdapat butiran/pil di saluran gas buang. Pil ini yang akan mengikat kandungan gas buang berbahaya tersebut. Sedangkan pada model monolytic menggunakan jaring-jaring untuk mengikat emisi. Model ini memiliki keuntungan pada tahanan gas buang yang kecil dan ringan. Sebuah catalytic, biasanya mengandung platinum dan atau palladium dan atau rhodium akan mengikat dan mengurangi gas yang berbahaya seperti HC, CO dan Nox.





Gambar a

Gambar a. Catalytic converter tipe pelet



Gambar b

Gambar b. Catalytic converter tipe monolytic

## SENSOR-SENSOR UTAMA ENGINE MANAGEMENT SYSTEM

### 1. Engine coolant temperature sensor – sensor temperatur cairan pendingin

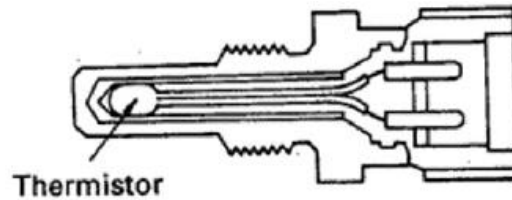
Nama	<b>Engine Coolant Temperature Sensor (ECTS)/ Water Temperature Sensor (WTS) – Sensor Temperatur Cairan Pendingin Mesin</b>
Fungsi	Mendeteksi temperatur mesin dengan cara mengukur temperatur dari cairan/air pendingin mesin.
Letak	Menempel pada mesin disekitar saluran keluar cairan/air pendingin (sebelum ke thermostat)
Material	Thermistor NTC (Negative Temperature Coefficient)
Karakteristik	Nilai resistansi/ hambatan dari thermistor pada sensor akan turun (kecil) saat temperatur cairan/air pendingin mesin naik (panak)
Sinyal	THW

Gambar deskripsi singkat sensor temperatur cairan pendingin



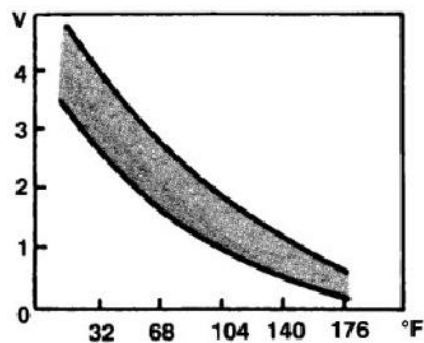
Gambar sensor temperatur cairan pendingin

Thermistor terletak pada ujung sensor. Thermistor merupakan sebuah bahan dengan nilai resistansi (hambatan) yang akan berubah sesuai dengan perubahan temperatur yang dialami sensor.

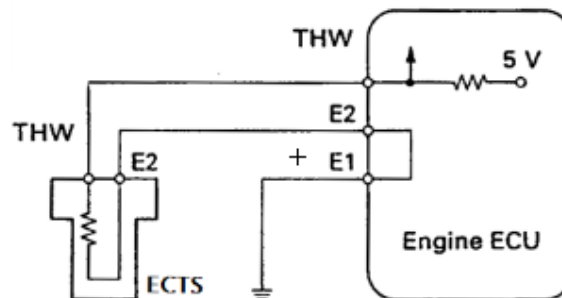


Gambar thermistor pada sensor temperatur cairan pendingin

Thermistor yang digunakan adalah jenis thermistor NTC (negative temperature coefficient) yang artinya saat temperature sensor naik (panas) maka nilai resistansinya akan rendah (turun), atau nilai resistansi akan berbanding terbalik dengan temperatur dari sensor.



Gambar grafik perubahan tegangan keluar sesuai dengan temperatur sensor



Gambar rangkaian kelistrikan sensor temperatur cairan pendingin

Gambar di atas menjelaskan bahwa tegangan utama dari ECU (5 Volt) akan melewati thermistor pada sensor sebelum kembali ke ECU. Nilai resistansi (hambatan) dari thermistor akan berubah-ubah sesuai dengan temperatur air/cairan pendingin mesin. Tegangan keluar dari sensor ini yang dijadikan referensi seberapa besar temperatur air/cairan pendingin mesin.

## 2. Intake Air Temperature Sensor (IATS) - Sensor Temperatur Udara Masuk

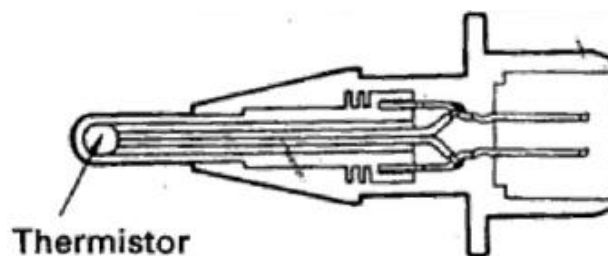
<b>Nama</b>	<b>Intake Air Temperature Sensor (IATS)/ Air Charge Temperature Sensor – Sensor Temperatur Udara Masuk</b>
<b>Fungsi</b>	Mendeteksi temperatur udara yang akan masuk ke dalam silinder.
<b>Letak</b>	Menempel pada saluran udara yang akan masuk (sebelum katup gas) untuk D-EFI dan untuk L-EFI menempel pada air flow meter
<b>Material</b>	Thermistor NTC (Negative Temperature Coefficient)
<b>Karakteristik</b>	Nilai resistansi/ hambatan dari thermistor pada sensor akan turun (kecil) saat temperatur udara masuk naik (panas)
<b>Sinyal</b>	THA

Gambar deskripsi singkat sensor temperatur udara masuk



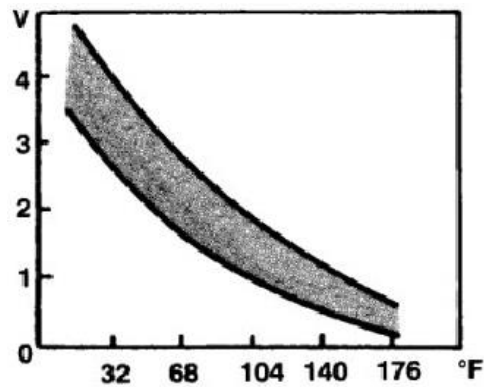
Gambar sensor temperatur udara masuk

Thermistor terletak pada ujung sensor. Thermistor merupakan sebuah bahan dengan nilai resistansi (hambatan) yang akan berubah sesuai dengan perubahan temperatur yang dialami sensor.

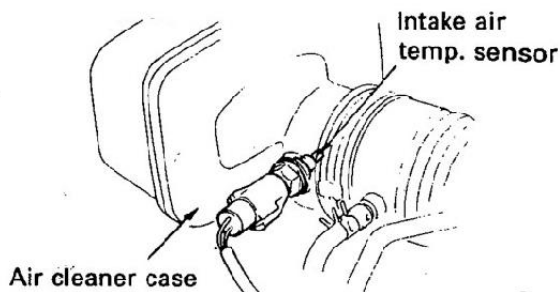


Gambar thermistor pada sensor temperatur udara masuk

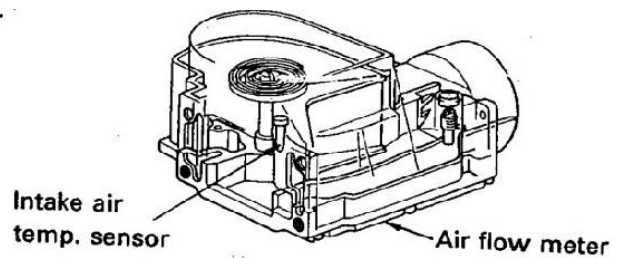
Thermistor yang digunakan adalah jenis thermistor NTC (negative temperature coefficient) yang artinya saat temperature sensor naik (panas) maka nilai resistansinya akan rendah (turun), atau nilai resistansi akan berbanding terbalik dengan temperatur dari sensor.



Gambar grafik perubahan tegangan keluar sesuai dengan temperatur sensor



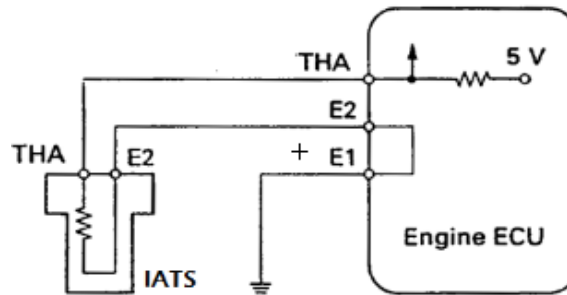
Gambar a



Gambar b

Gambar a. Letak sensor temperatur udara masuk pada jenis D-EFI

Gambar b. Letak sensor temperatur udara masuk pada jenis L-EFI



Gambar rangkaian kelistrikan sensor temperatur udara masuk

Gambar di atas menjelaskan bahwa tegangan utama dari ECU (5 Volt) akan melewati thermistor pada sensor sebelum kembali ke ECU. Nilai resistansi (hambatan) dari thermistor akan berubah-ubah sesuai dengan temperatur udara yang akan masuk ke dalam silinder. Tegangan keluar dari sensor ini yang dijadikan referensi seberapa besar temperatur udara masuk.

### 3. Throttle Position Sensor - Sensor Posisi Katup Gas

<b>Nama</b>	<b>Throttle Position Sensor (TPS) – Sensor Posisi Katup Gas</b>
<b>Fungsi</b>	Mendeteksi posisi dan sudut pembukaan katup gas
<b>Letak</b>	Sejajar dengan katup gas
<b>Material</b>	1. Kontak Poin 2. Potentiometer (Variable Resistor)
<b>Karakteristik</b>	1. Pada jenis kontak poin, sinyal berupa gelombang kotak. Saat kontak poin saling bersinggungan maka sensor akan on, dan juga sebaliknya. 2. Pada jenis potentiometer, besarnya tegangan yang keluar berbanding lurus dengan besarnya sudut pembukaan katup gas
<b>Sinyal</b>	1. IDL – mengindikasikan katup gas tertutup penuh 2. PSW/VTA – mengindikasikan sudut pembukaan katup gas

Gambar deskripsi singkat sensor posisi katup gas



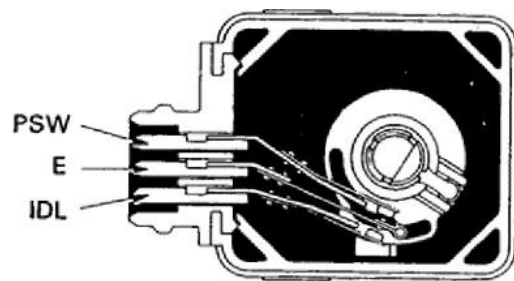
Gambar sensor posisi katup gas

#### a. Throttle Position Sensor (TPS) Jenis Kontak Poin (On-Off)

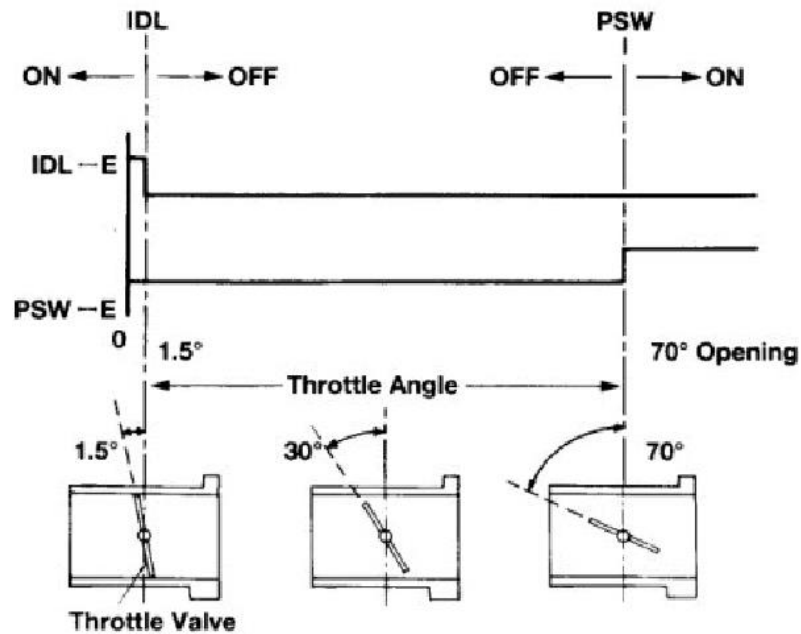
Throttle position sensor jenis ini hanya digunakan untuk mendeteksi apakah posisi katup gas tertutup penuh (idle) atau mulai terbuka dan terbuka (akselerasi). Saat posisi katup tertutup penuh, kontak poin IDL dan E bersinggungan. Sedangkan saat katup gas mulai terbuka sampai setengah terbuka, tidak ada kontak poin yang saling bersinggungan. Pada saat posisi katup gas terbuka setengah sampai terbuka penuh, maka kontak poin PSW dan E bersinggungan.

Prinsipnya, apabila kontak poin saling bersinggungan maka tegangan masuk dapat diteruskan sebagai referensi posisi (On), bila kontak poin tidak saling bersinggungan maka tegangan tidak dapat diteruskan sebagai referensi (Off).

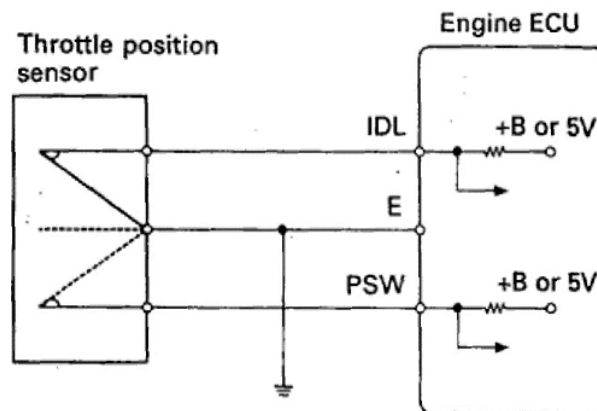




Gambar TPS jenis kontak poin



Gambar hubungan posisi pembukaan katup dengan hubungan antar terminal sensor



Gambar rangkaian kelistrikan TPS jenis kontak poin

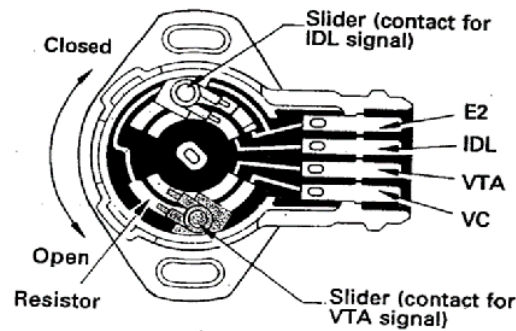
Gambar di atas menjelaskan bahwa tegangan utama dari ECU (5 Volt) pada terminal IDL dan PSW. Saat katup gas tertutup penuh (idle), maka arus akan melewati kontak poin IDL dan E pada TPS dan kembali ke terminal E pada ECU

atau langsung dimassakan. Pada saat katup gas mulai terbuka sampai terbuka setengah, tidak ada kontak poin yang bersinggungan. Saat katup gas terbuka setengah sampai terbuka penuh, maka arus akan melewati kontak poin PSW dan E pada TPS dan kembali ke terminal E pada ECU atau langsung dimassakan.

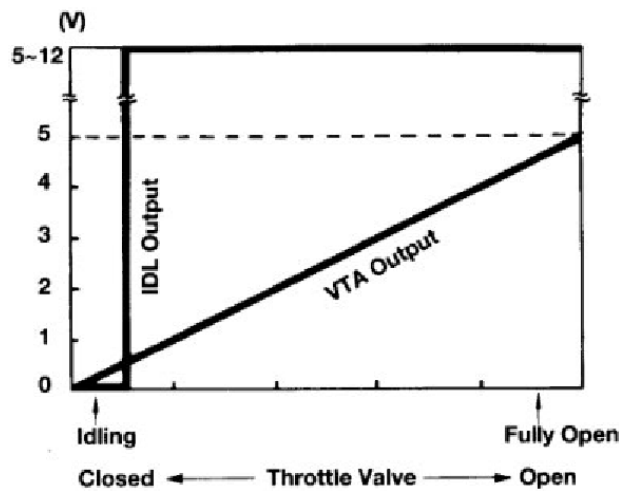
b. Throttle Position Sensor (TPS) Jenis Potentiometer (Linier)

Throttle position sensor jenis ini menggunakan sebuah potentiometer yang terhubung dengan katup gas. Karakteristik dari potentiometer adalah nilai resistansi yang akan berubah sesuai dengan putaran yang terjadi secara linier. Dengan menggunakan potentiometer, besarnya sudut pembukaan katup gas bisa dideteksi dengan lebih akurat.

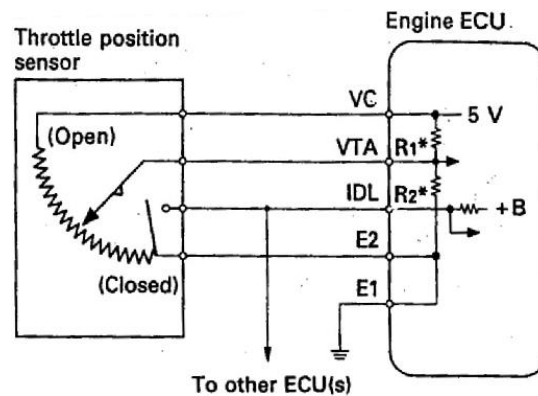
Pada jenis TPS potentiometer, pada saat katup gas tertutup penuh (idle) tidak adanya arus listrik (tegangan mendekati nol). Sedangkan saat katup gas mulai terbuka secara linier, maka tegangan yang keluar juga akan semakin tinggi sesuai dengan besarnya sudut pembukaan katup gas.



Gambar TPS jenis potentiometer



Gambar grafik hubungan pembukaan katup gas dan tegangan keluar sensor



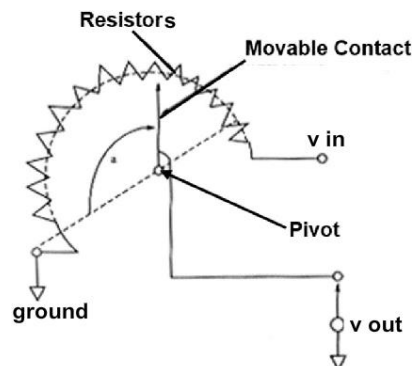
Gambar rangkaian kelistrikan TPS jenis potentiometer

Gambar di atas menjelaskan bahwa tegangan utama dari ECU (5 Volt) akan mengalir menuju potentiometer pada TPS. Pada saat posisi open, maka tegangan akan melewati sedikit resistor sehingga tegangan keluar mendekati 5 volt. Sedangkan jika pada posisi closed, maka tegangan akan melewati banyak resistor sampai tegangan keluar mendekati 0 volt. Banyak sedikitnya resistor yang dilewati tegangan utama akan mempengaruhi tegangan keluar. Pada saat tertutup penuh, maka tegangan utama ECU melewati semua resistor pada potentiometer, sehingga tegangan keluar adalah 0 volt.

#### Catatan penting

##### Potentiometer

Potentiometer merupakan sebuah variable resistor. Besar kecil dari variasi nilai resistor sesuai dengan gerakan dari movable contact. Semakin dekat movable contact dengan  $v_{in}$ , maka nilai tegangan yang keluar pada terminal  $v_{out}$  semakin akan semakin besar. Sedangkan apabila movable contact mendekati terminal ground, maka tegangan keluar akan mendekati 0 volt. Pada throttle position sensor, movable contact terhubung dengan throttle valve.





#### 4. Air Flow Meter (AFM) \*Pada Jenis L-EFI

<b>Nama</b>	<b>Air Flow Meter (AFM)/ Mass Air Flow (MAF) (untuk jenis L-EFI)</b>
<b>Fungsi</b>	Mengukur aliran udara yang masuk ke dalam silinder.
<b>Letak</b>	Terdapat pada saluran udara masuk sebelum air chamber
<b>Material</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Potentiometer (Variable Resistor)</li> <li>2. Hot wire</li> <li>3. Hot film</li> <li>4. Optical karman vortex generator (photocoupler)</li> <li>5. Soundwave karman vortex generator</li> </ol>
<b>Karakteristik</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pada jenis potentiometer, semakin besar sudut pembukaan vane (aliran udara semakin banyak), maka tegangan keluar akan semakin rendah (kecil)</li> <li>2. Pada jenis carman vortex, semakin banyak aliran udara maka frekuensi yang dihasilkan akan semakin rapat.</li> </ol>
<b>Sinyal</b>	VS/ KS

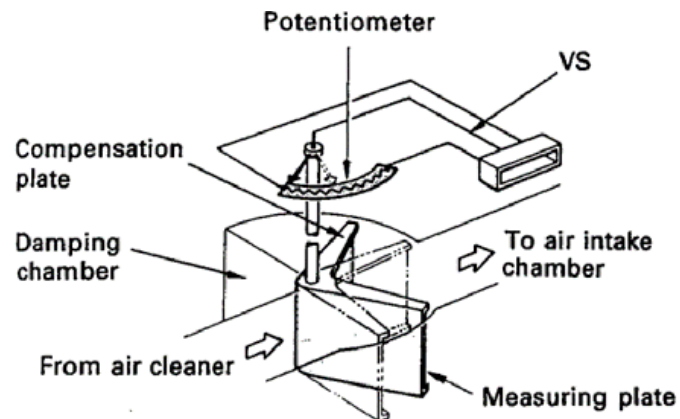
Gambar deskripsi air flow meter



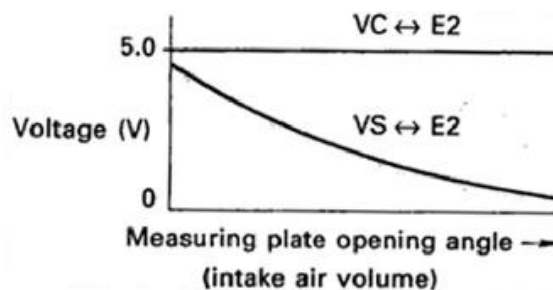
Gambar air flow meter

##### a. Air Flow Meter (AFM) Jenis Potentiometer (Vane)

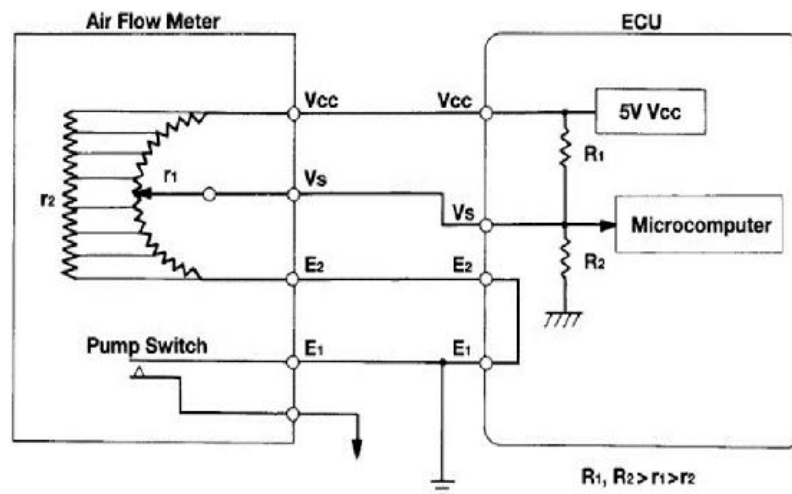
Air flow meter jenis ini menggunakan vane sebagai pengukur aliran udara yang akan masuk. Semakin banyak aliran udara yang masuk maka semakin besar sudut pembukaan vane. sumbu vane terhubung dengan sebuah potentiometer, sehingga perubahan posisi vane akan merubah movable contact pada potentiometer. Pada jenis ini terdapat sebuah damping chamber untuk mencegah vane bergetar akibat perubahan yang terjadi pada aliran udara masuk.



Gambar skema air flow meter



Gambar grafik hubungan pembukaan measuring plate dan tegangan keluar

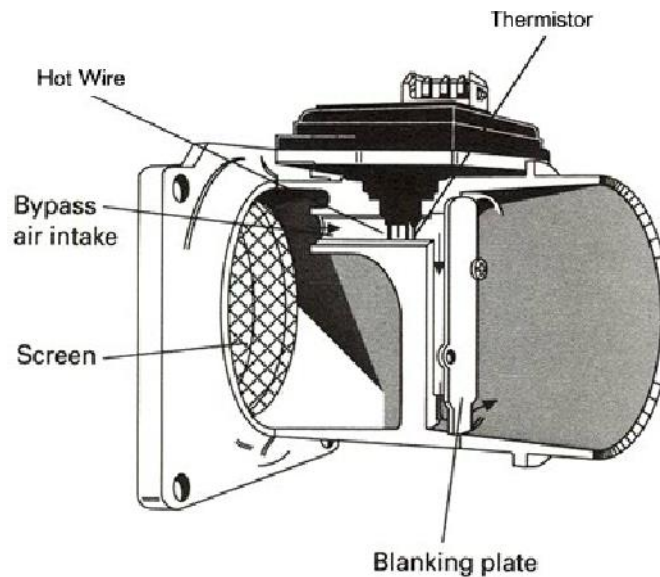


Gambar rangkaian kelistrikan air flow meter jenis vane

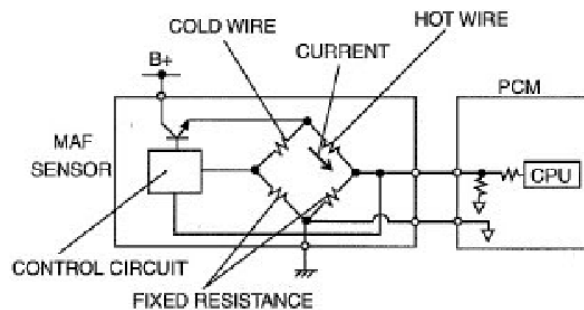
Gambar di atas menjelaskan bahwa tegangan utama dari ECU (5 Volt) akan mengalir menuju potentiometer pada sensor. Pada saat aliran udara sedikit maka tegangan akan melewati sedikit resistor sehingga tegangan keluar mendekati 5 volt. Sedangkan jika banyak aliran udara yang masuk maka tegangan akan melewati banyak resistor sampai tegangan keluar mendekati 0 volt. Banyak sedikitnya resistor yang dilewati tegangan utama akan mempengaruhi tegangan keluar.

b. Air Flow Meter (AFM) Jenis Hot Wire (Kabel Panas)

Jenis ini menggunakan kabel yang dipanaskan untuk mengukur jumlah udara yang masuk. Hot wire diletakkan pada saluran udara masuk. Kabel dipanaskan oleh ECU pada temperatur tertentu yang konstan. Saat terdapat udara yang masuk, maka udara akan mendinginkan kabel tersebut. Hal ini menyebabkan ECU menaikkan arus agar kabel tersebut berada pada temperatur konstan tersebut. Perubahan arus ini yang dijadikan referensi berapa jumlah udara yang masuk.



Gambar air flow meter jenis hot wire



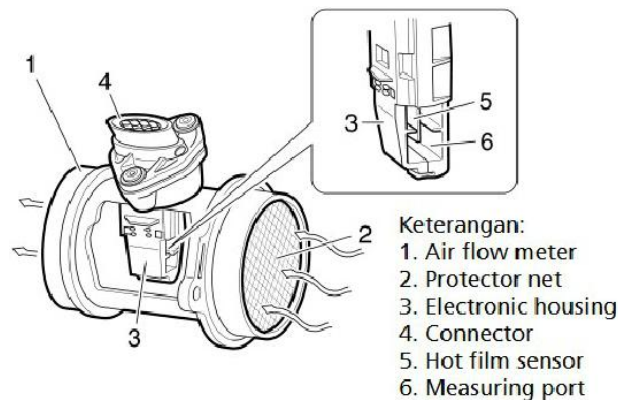
Gambar rangkaian kelistrikan air flow meter jenis hot wire

Pada posisi awal, transistor akan on karena referensi komparator dari terminal A dan B sama (tegangan keluar komparator adalah 0 volt). Saat transistor on, maka tegangan dari baterai (+B) akan mengalir ke thermistor dan platinum hot wire. Tegangan keluar dari thermistor akan cenderung stabil. Sedangkan tegangan yang mengalir ke platinum hot wire akan memanaskan kabel, dan pada saat terdapat hembusan angin, hot wire akan mengalami penurunan temperatur, yang

menyebabkan tegangan keluar bervariasi. Saat tegangan referensi yang masuk ke komparator berubah, maka transistor akan off dan memutuskan aliran listrik ke rangkaian.

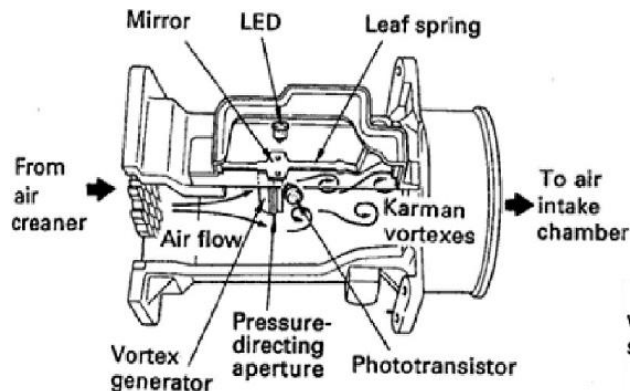
c. Air Flow Meter (AFM) Jenis Hot Film

Pada jenis ini, terdapat sebuah elemen pemanas dari plat film tipis yang terdapat pada saluran udara masuk. Elemen tersebut dipanaskan oleh ECU pada temperatur tertentu yang konstan. Saat udara masuk, maka udara akan mendinginkan elemen tersebut. Hal ini menyebabkan ECU untuk menaikkan arus agar elemen tersebut berada pada temperatur konstan tersebut. Perubahan arus ini yang dijadikan referensi berapa jumlah udara yang masuk.



Gambar skema air flow meter jenis hot film

d. Air Flow Meter (AFM) Jenis Photocoupler Karman Vortex

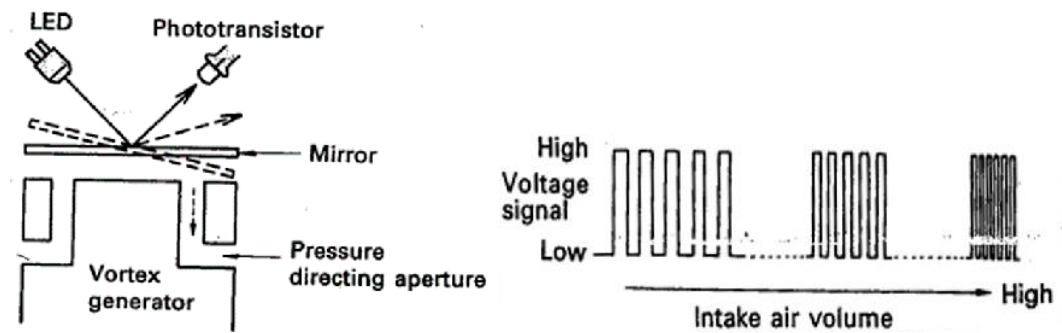


Gambar skema air flow meter jenis photocoupler karman vortex

Pada air flow meter jenis ini, terdapat sebuah vortex generator yang digunakan untuk membuat suatu aliran turbulensi yang disebut dengan karman vortex down-stream. Di samping generator tersebut terdapat sebuah kaca pada

saluran masuk. Kaca ini akan bergetar saat gelombang yang tercipta (perubahan aliran udara masuk).

Getaran pada kaca ini akan membuat perbedaan intensitas cahaya dari Light Emitting Diode (LED) yang akan diterima oleh pasangan phototransistor, atau biasa disebut photocoupler. Variasi tersebut berupa perubahan frekuensi pada photocoupler yang menjadi indikasi banyaknya jumlah udara yang masuk. Semakin kencang turbulensi (semakin banyak aliran udara) maka frekuensi gelombang yang diterima akan semakin sempit. Frekuensi ini kemudian diubah menjadi gelombang kotak untuk menunjukkan besarnya udara masuk.



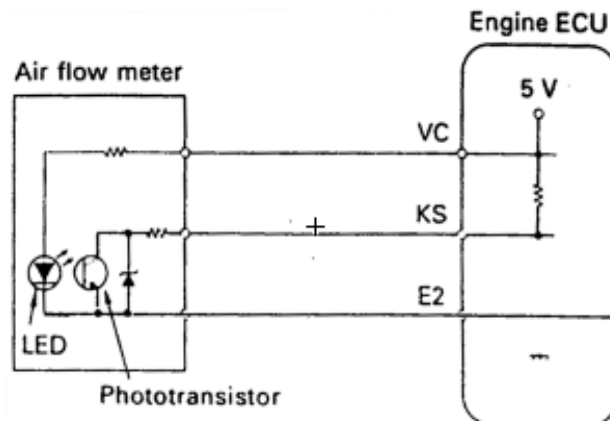
Gambar a

Gambar b

Gambar a. Gambar posisi LED, miror dan phototransistor pada air flow meter

Gambar b. Gambar frekuensi cahaya yang diterima phototransistor

Gambar di atas menjelaskan bahwa semakin banyak aliran udara yang masuk (sudut pembukaan vane semakin besar) maka frekuensi yang dihasilkan akan semakin rapat (sempit).

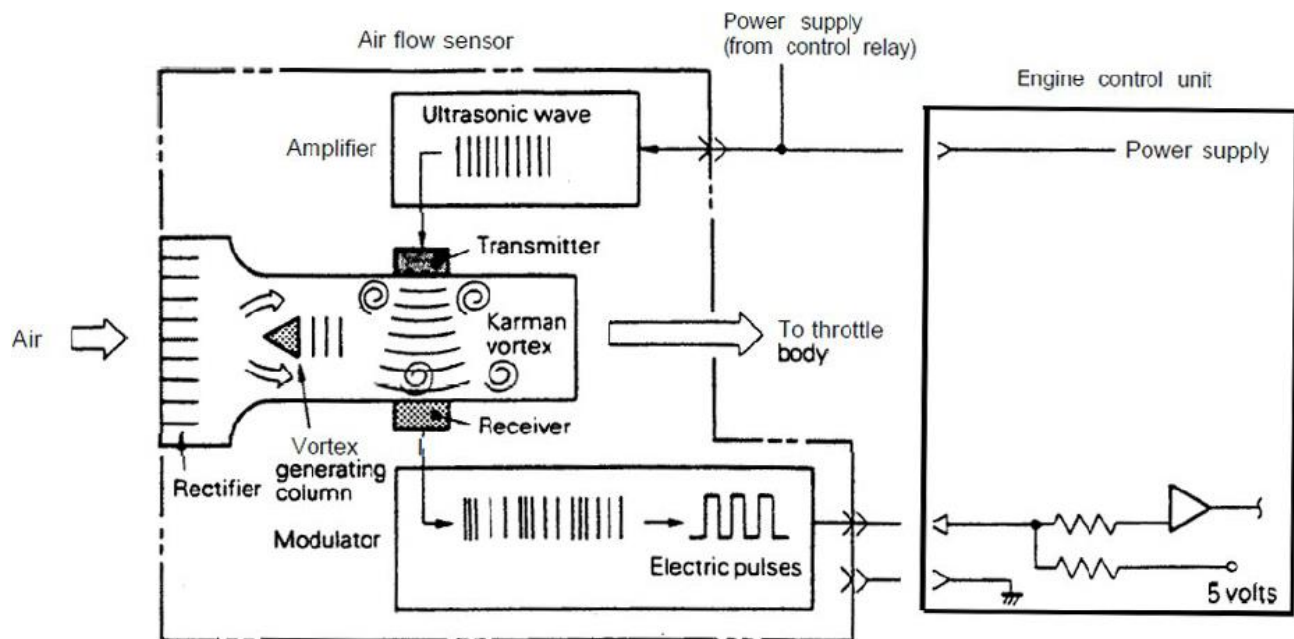


Gambar rangkaian kelistrikan air flow meter jenis photocoupler karman vortex

Gambar di atas menjelaskan bahwa tegangan utama dari ECU (5 volt) mengalir menuju ke LED (Light Emitting Diode) pada sensor. Cahaya dari LED akan memantul pada kaca yang bergetar sebelum ditangkap oleh phototransistor. Saat cahaya dari LED diterima oleh phototransistor, maka transistor akan ON dan mengalirkan tegangan keluar dari terminal KS menuju ke terminal E melewati transistor tersebut. Tegangan keluar yang berupa gelombang kotak akan dijadikan referensi oleh ECU.

e. Air Flow Meter (AFM) Jenis Soundwave Karman Vortex

Pada air flow meter jenis ini, terdapat sebuah vortex generator yang digunakan untuk membuat suatu aliran turbulensi yang disebut dengan karman vortex down-stream. Pada jenis ini, sensor menggunakan sebuah ultrasonic waves transmitter untuk mengirimkan gelombang suara melewati aliran udara masuk yang akan diterima oleh receiver. Gelombang suara yang diterima receiver akan bervariasi tergantung dari besarnya gelombang turbulensi yang terjadi. Semakin kencang turbulensi (semakin banyak aliran udara) maka frekuensi gelombang yang diterima akan semakin sempit. Frekuensi ini kemudian diubah menjadi gelombang kotak untuk menunjukkan besarnya udara masuk.



Gambar skema air flow meter jenis soundwave karman vortex



##### 5. Manifold Absolute Pressure Sensor (MAPS) \*Pada Jenis D-EFI

<b>Nama</b>	<b>Manifold Absolute Pressure Sensor (MAP) – Sensor Tekanan Vakum/ Manifold (untuk jenis D-EFI)</b>
<b>Fungsi</b>	Mendeteksi beban mesin dengan mengukur tekanan udara yang masuk ke dalam silinder.
<b>Letak</b>	Menempel pada bodi kendaraan atau pada saringan udara (terdapat sebuah selang yang terhubung dengan intake manifold)
<b>Metode</b>	1. Strain Gauge, 2. Keramik Kapasitor, 3. Variable Inductance
<b>Karakteristik</b>	Tegangan keluar semakin besar sesuai dengan kenaikan tekanan udara pada intake manifold. Semakin vakum maka tegangan keluar semakin kecil. (tekanan berbanding terbalik dengan kevakuman)
<b>Sinyal</b>	PIM

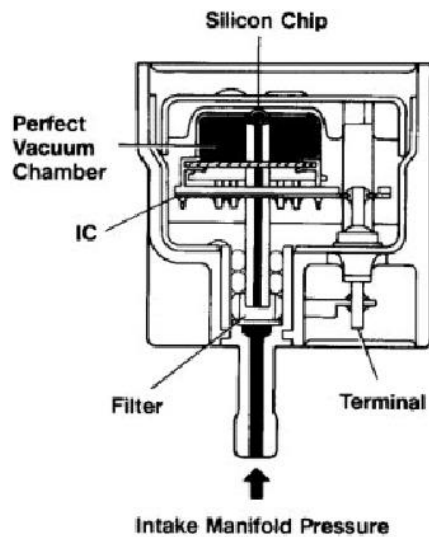
Gambar deskripsi manifold pressure sensor



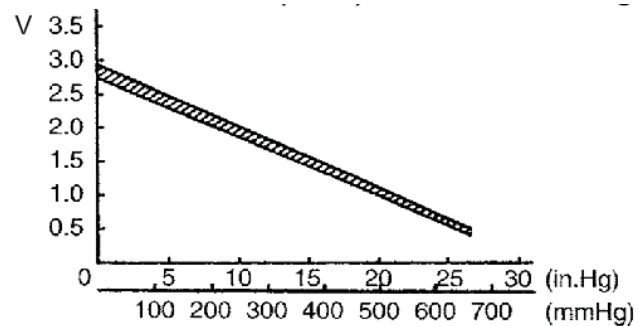
Gambar manifold pressure sensor

##### a. Manifold Absolute Pressure Sensor (MAP) Jenis Strain Gauge

Manifold absolute pressure jenis ini bekerja dengan membandingkan tekanan udara pada intake manifold dengan tekanan absolute (kevakuman mutlak, 0 psia/ 29,92 psig dalam kondisi vakum) yang berada pada ruang vakum (vacuum chamber). Pada sensor jenis ini terdapat ceramic capacitor yang terletak di antara ruang vakum dengan saluran intake manifold. Saat terjadi perubahan tekanan udara pada intake manifold, maka keramik ini akan membengkok dan menyebabkan nilai resistansinya akan bervariasi. Saat nilai resistansi keramik berubah, maka tegangan yang keluar dari sensor bervariasi dan digunakan sebagai referensi kevakuman.



Gambar a

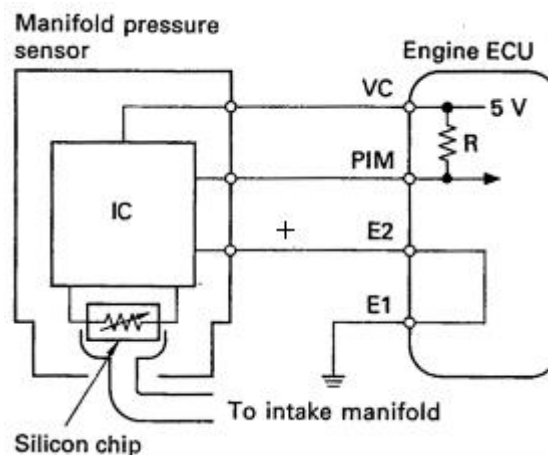


Gambar b

Gambar a. Gambar skema MAP jenis strain gauge

Gambar b. Gambar grafik hubungan tekanan intake manifold dan tegangan keluar

Gambar di atas menunjukkan hubungan antara tekanan udara pada intake manifold dengan tegangan keluar. Semakin tinggi tekanan udara pada intake manifold maka tegangan keluar akan semakin rendah. Hal ini menunjukkan bahwa semakin vakum intake manifold maka tegangan keluar juga akan semakin besar pula. Hal ini dikarenakan tekanan udara berbanding terbalik dengan kevakuman udara.



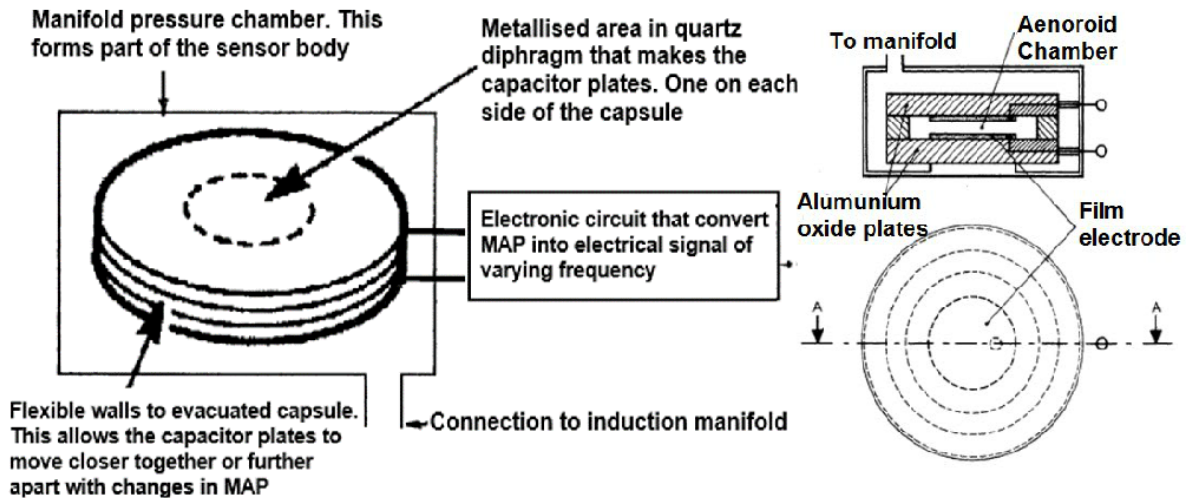
Gambar rangkaian kelistrikan MAP jenis strain gauge

Gambar di atas menjelaskan bahwa tegangan utama dari ECU (5 Volt) pada terminal VC mengalir menuju sebuah IC pada sensor. Terdapat silicon chip dari



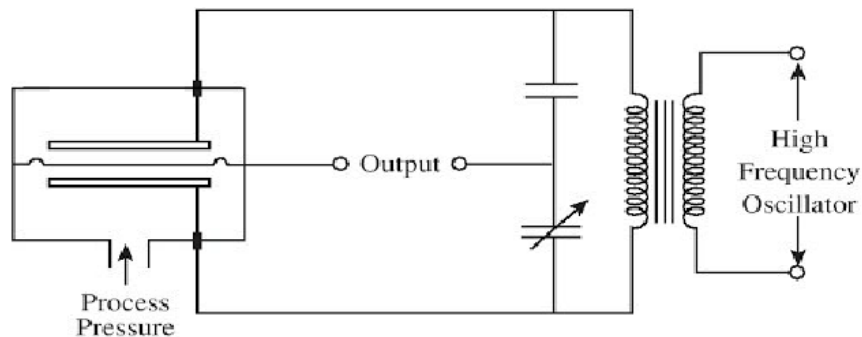
bahan keramik dengan nilai resistansi yang akan bervariasi sesuai dengan perbedaan tekanan. Perbedaan nilai resistansi ini akan diolah oleh IC pada sensor sehingga menyebabkan perbedaan tegangan keluar. Tegangan yang menuju ke terminal PIM pada ECU ini yang digunakan sebagai referensi tekanan udara yang masuk ke dalam intake manifold.

#### b. Manifold Absolute Pressure Sensor (MAP) Jenis Keramik Kapasitor



Gambar skema MAP jenis keramik kapasitor

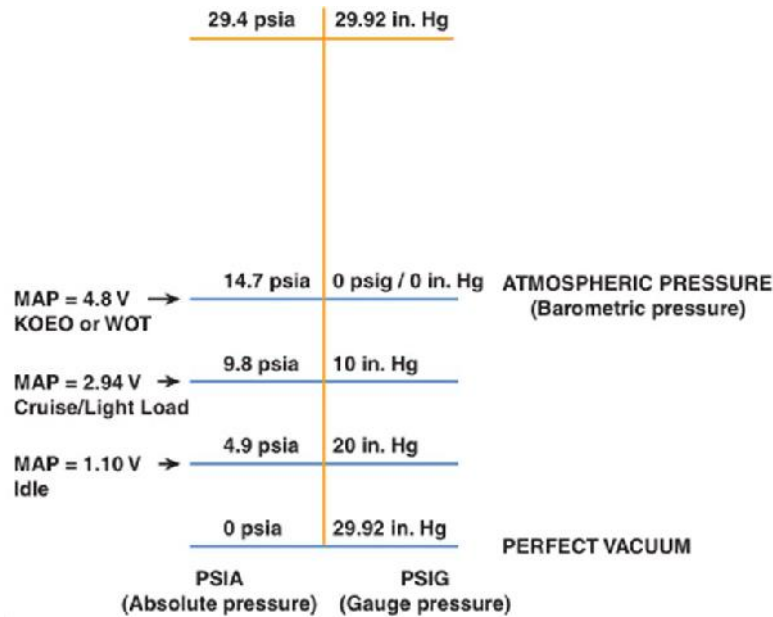
Pada jenis ini hampir sama dengan jenis silicon diaphragm. Terdapat sebuah ruangan kevakuman mutlak untuk mengukur tekanan udara pada intake manifold. Perbedaannya adalah pada jenis ini ruangan vakum terletak di antara dua buah piringan keramik. Saat terjadi perbedaan tekanan udara, maka jarak antar piringan bervariasi. Keramik jenis ini memiliki karakteristik akan menghasilkan nilai resistansi yang bervariasi tergantung dari jarak antar keramik. Perbedaan nilai resistansi ini yang digunakan sebagai referensi tekanan udara pada intake manifold.



Gambar rangkaian kelistrikan MAP jenis keramik kapasitor

### Catatan Penting

Terdapat dua satuan ukuran untuk tekanan udara. Pada bagian kiri adalah ukuran tekanan udara absolute dan pada bagian kanan adalah ukuran tekanan udara pada barometer (gauge). Yang dimaksud tekanan vakum mutlak adalah 0 psia, bukan 0 psig. Karena 0 psig pada barometer (gauge) sama dengan 1 atm atau 14,7 psia



Gambar perbandingan tekanan absolut dan tekanan alat ukur

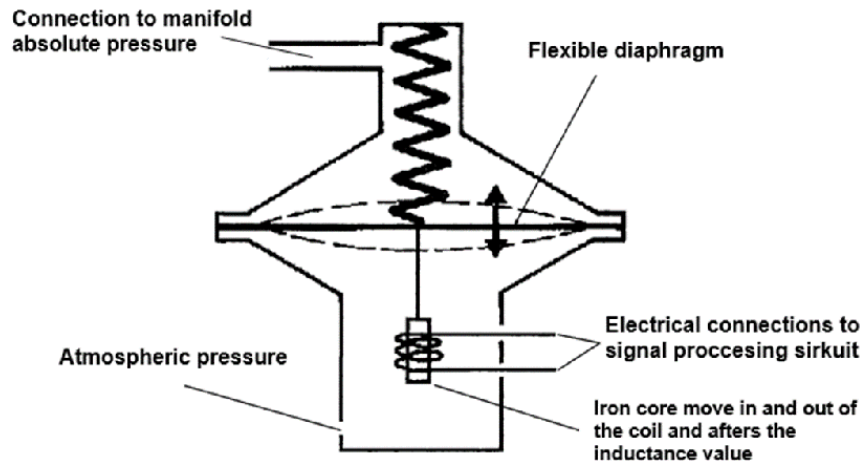
Gambar di atas menjelaskan hubungan antara tekanan pada intake manifold dengan tegangan keluar dan penjelasan mengenai kevakuman sempurna (perfect vacuum).

#### c. Manifold Absolute Pressure Sensor (MAP) Jenis Variable Inductance

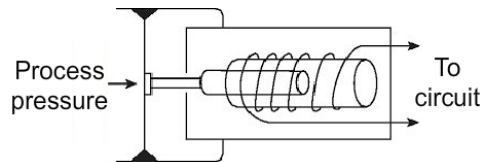
Pada jenis ini, terdapat sebuah diafragma yang memisahkan antara tekanan dari intake manifold dengan tekanan udara luar. Saat terjadi perbedaan tekanan udara, maka akan menyebabkan diafragma bergerak naik turun. Terdapat sebuah inti besi yang terhubung dengan diafragma dan akan bergerak naik turun sesuai dengan gerakan diafragma. Pada sekeliling inti besi, terdapat sebuah lilitan kabel statis (tidak bergerak).

Pada saat lilitan diberikan arus listrik, maka inti besi tersebut akan menjadi magnet. Saat terjadi perbedaan tekanan antara intake manifold dan tekanan

atmosfer. Maka diafragma dan inti besi akan bergerak naik turun. Saat inti besi yang sudah menjadi elektromagnet dan bergerak naik turun, maka akan menyebabkan lilitan terinduksi dan menghasilkan kenaikan tegangan pada lilitan. Perbedaan tegangan ini yang dijadikan referensi untuk perbedaan tekanan intake manifold dan tekanan udara luar.



Gambar skema MAP jenis variable inductance



Rangkaian kelistrikan MAP jenis variable inductance

#### 6. Crankshaft Position Sensor - Sensor Posisi Poros Engkol

<b>Nama</b>	<b>Crankshaft Position Sensor (CKP) / NE Signal – Sensor Posisi Poros Engkol</b>
<b>Fungsi</b>	Mengetahui putaran mesin dengan cara mengukur kecepatan sudut poros engkol
<b>Letak</b>	Puli poros engkol Distributor
<b>Metode</b>	Variable Reluctance/ Pick Up Coil Hall Effect Photocoupler
<b>Karakteristik</b>	Berupa gelombang dengan frekuensi sesuai dengan kecepatan sudut poros engkol. Semakin cepat maka frekuensi semakin rapat
<b>Sinyal</b>	NE

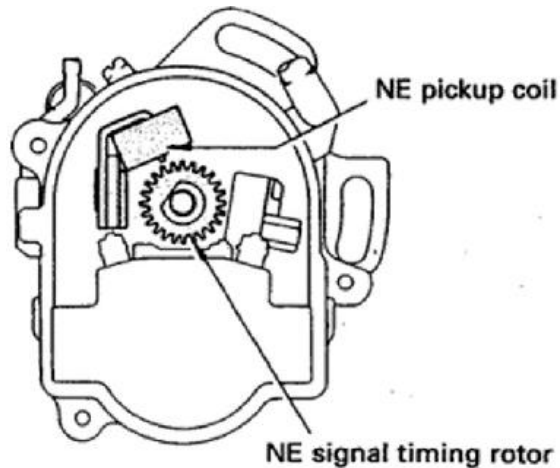
Gambar deskripsi sensor posisi poros engkol



Gambar sensor posisi poros engkol

a. Crankshaft Position Sensor/ NE Signal Variable Reluctance Pada Distributor

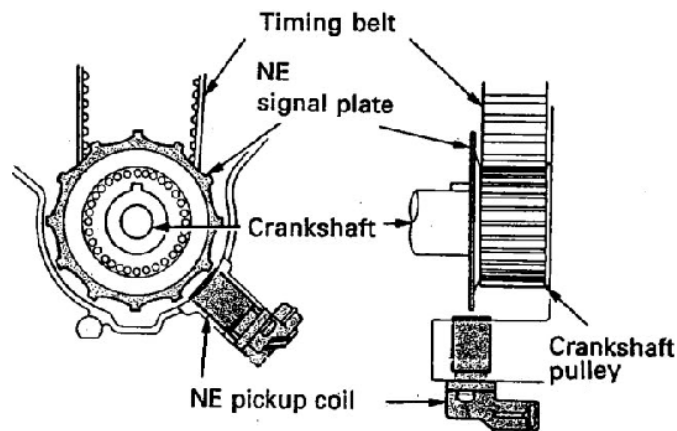
Sensor jenis ini berada pada distributor yang terhubung dengan poros nok. Setiap satu putaran poros nok sama dengan dua kali putaran poros engkol. Sensor ini menggunakan pasangan timing rotor dan sebuah pick-up coil. Timing rotor mempunyai 24 buah gigi yang dipasang dengan magnet permanen untuk mendeteksi putaran mesin setiap 30° sudut engkol. Sedangkan pick-up coil berisi lilitan coil yang akan menghasilkan tegangan dari proses induksi diri.



Gambar CKP jenis variable reluctance pada distributor

b. Crankshaft Position Sensor/ NE Signal Variable Reluctance Pada Puli Poros Engkol

Sensor jenis ini berada pada puli poros engkol yang terhubung langsung dengan poros engkol. Sensor ini menggunakan pasangan signal plate dan sebuah pick-up coil. Pada signal plate terdapat 12 buah gigi yang dipasang dengan magnet permanen pada setiap ujung plat. Magnet ini yang digunakan untuk mendeteksi putaran mesin setiap 30° sudut engkol. Sedangkan pick-up coil berisi lilitan coil yang akan menghasilkan tegangan dari proses induksi diri.

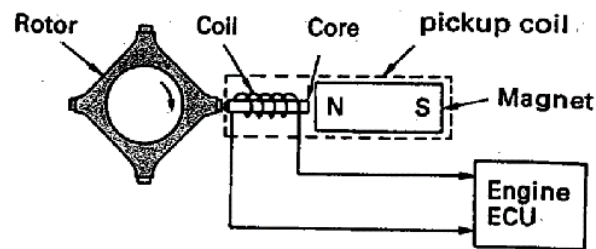


Gambar CKP jenis variable reluctance pada poros engkol

#### Catatan Penting

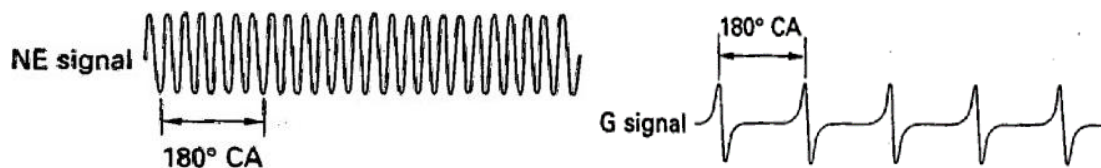
##### Pick-up coil

Pada saat gigi pada timing rotor sejajar dengan ujung pick-up coil. Maka inti besi yang berada di tengah lilitan menjadi magnet (elektromagnet). Saat ujung gigi timing rotor meninggalkan ujung pick-up maka kemagnetan pada inti besi menghilang dan terjadi induksi diri pada lilitan kabel di dalam pick-up dan menghasilkan tegangan keluar.



Gambar pick-up coil

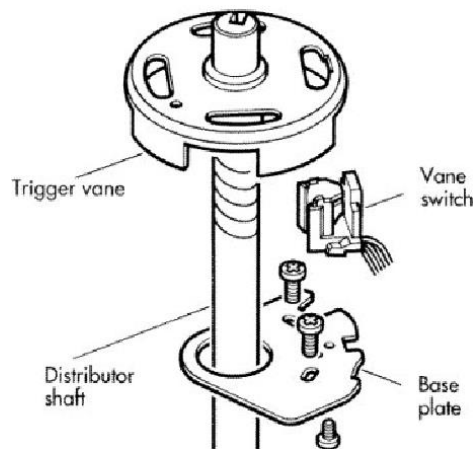
Pada CKP, setiap satu gelombang yang dikirimkan ke ECU akan dideteksi oleh ECU sebesar  $30^\circ$  sudut engkol. Gelombang tersebut akan dikombinasikan dengan gelombang dari CMP (setiap satu gelombang akan dideteksi oleh ECU sebesar  $180^\circ$  sudut engkol) untuk menentukan putaran poros engkol dan posisi langkah kompresi titik mati atas.



Gambar gelombang tegangan keluar pick-up coil untuk CKP dan CMP

c. Crankshaft/ Camshaft Position Sensor- NE Signal/ G Signal Jenis Hall Effect

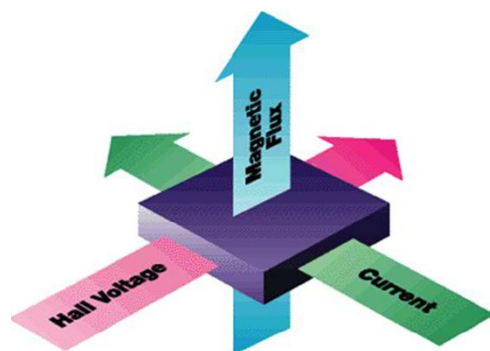
Sensor jenis ini berada pada puli poros engkol yang terhubung dengan poros engkol atau bisa juga berada pada rumah distributor. Sensor ini menggunakan trigger wheel dan hall element pada ujung sensor. Secara konsep, jenis ini hampir sama dengan model pick-up. Perbedaannya adalah pada sensor tidak ada lilitan, tetapi diganti dengan hall element. Saat ujung trigger wheel mulai meninggalkan ujung sensor, maka hall element akan menghasilkan tegangan keluar. Berbeda dengan jenis pick-up, tegangan yang keluar bukan berupa gelombang sinus (bukit dan lembah), melainkan sudah berupa gelombang kotak (on dan off).



Gambar sensor CKP jenis hall effect

Catatan Penting

Hall effect



Keterangan:

Current = arus listrik  
Hall voltage = tegangan elemen hall  
Magnetic flux = arah gaya magnet

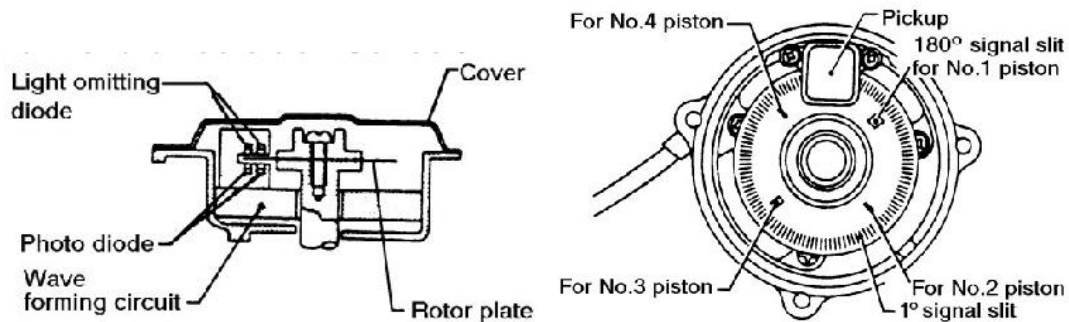
Gambar skema hall elemen

Balok di atas adalah gambar dari hall element. Saat element berada diantara dua buah magnet, maka akan menghasilkan magnetic flux (arah gaya magnet dari kutub utara ke kutub selatan magnet). Hall element dihubungkan dengan empat kabel, 2 kabel

berhubungan dengan tegangan utama positif dan negatif, sedangkan 2 kabel lainnya akan menghasilkan tegangan keluar (sangat kecil, microvolt/ $\mu\text{V}$ ).

d. Crankshaft/ Camshaft Position Sensor - NE Signal/ G Signal Jenis Photocoupler

Sensor jenis ini berada pada distributor yang terhubung dengan poros nok. Sensor ini menggunakan pasangan Light Emiting Diode (LED) dan Photodiode/ Phototransistor yang disebut dengan photocoupler. Terdapat sebuah plat dengan lubang yang digunakan untuk mendeteksi putaran mesin. Pada saat lubang pada plat berada di antara LED dan photo diode, maka sinar dari LED dapat diterima oleh photodiode. Sinyal untuk kecepatan mesin yaitu setiap lubang pada jarak  $1^\circ$  dan sinyal poros nok sebesar  $90^\circ$ . Hal ini berarti putaran mesin dapat terdeteksi setiap  $1^\circ$  dan gerakan nok setiap  $90^\circ$ .



Gambar CKP jenis photocoupler

7. Camshaft Position Sensor - Sensor Posisi Poros Nok

Nama	Cramshaft Position Sensor (CMP) / G Signal – Sensor Posisi Poros Nok
Fungsi	mendeteksi langkah kompresi, melalui putaran poros nok, untuk mengetahui posisi pembukaan dan penutupan katup masuk dan buang
Letak	Puli poros nok Distributor
Metode	Variable Reluctance/ Pick-Up Hall Effect Photocoupler
Karakteristik	Berupa gelombang
Sinyal	G

Gambar deskripsi sensor posisi poros nok

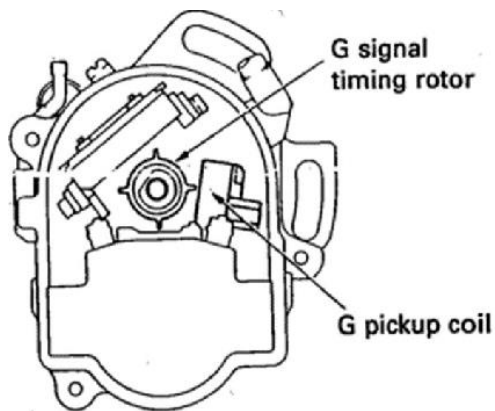




Gambar sensor posisi poros nok

a. Camshaft Position Sensor/ G Signal Jenis Signal Generator Pada Distributor

Sensor jenis ini berada pada distributor yang terhubung dengan poros nok. Setiap satu putaran poros nok sama dengan dua kali putaran poros engkol. Sensor ini menggunakan pasangan timing rotor dan sebuah pick-up coil. Timing rotor mempunyai 4 buah gigi yang dipasang dengan magnet permanen untuk mendeteksi putaran mesin setiap  $180^\circ$  sudut engkol. Posisi ini menunjukkan bahwa sedang terjadi langkah kompresi dengan titik mati atas. Sedangkan pick-up coil berisi lilitan coil yang akan menghasilkan tegangan dari proses induksi diri.

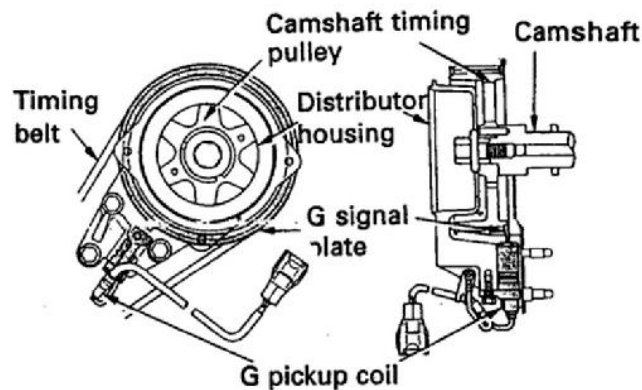


Gambar CMP jenis variable reluctance pada distributor

b. Camshaft Position Sensor/ G Signal Jenis Signal Generator Pada Puli Poros Engkol

Sensor jenis ini berada pada puli poros engkol yang terhubung dengan poros engkol. Sensor ini menggunakan pasangan signal plate dan sebuah pick-up coil. Pada signal plate terdapat 1 buah gigi yang dipasang dengan magnet permanen untuk mendeteksi putaran mesin setiap  $180^\circ$  sudut engkol. Posisi ini menunjukkan bahwa sedang terjadi langkah kompresi dengan titik mati atas. Sedangkan pick-up coil berisi lilitan coil yang akan menghasilkan tegangan dari proses induksi diri.





Gambar CMP jenis variable reluctance pada puli poros engkol

## 8. Knock Sensor

Nama	Knock Sensor
Fungsi	Mendeteksi saat mesin mengalami gejala knocking dengan mengukur getaran abnormal yang terjadi pada mesin.
Letak	Menempel pada blok mesin
Material	Piezoelectric, sejenis keramik
Karakteristik	Jika elemen mendeteksi gelombang abnormal pada mesin sekitar 7 KHz, maka sensor akan mengirim sinyal kepada ECU untuk memajukan timing pengapian
Sinyal	KNK

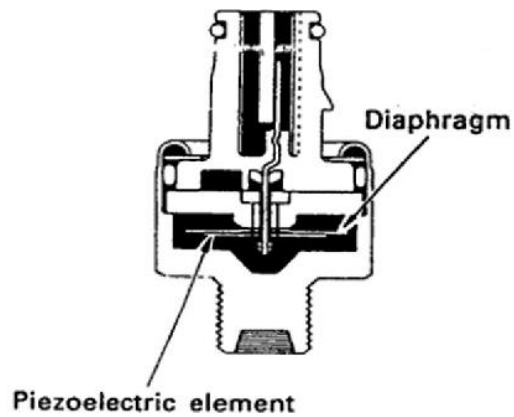
Gambar deskripsi knock sensor



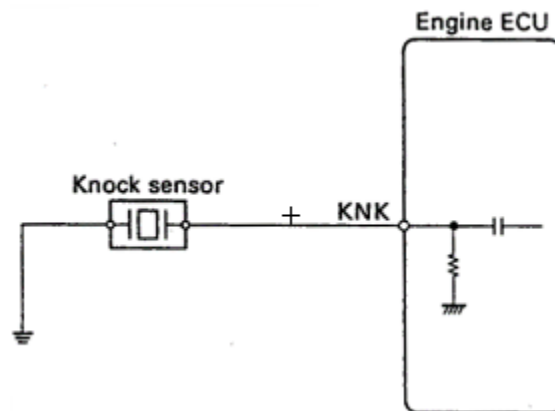
Gambar knock sensor

Di dalam sensor knock terdapat sebuah diafragma yang terhubung dengan piezoelektrik. Sensor ini dipasang pada blok silinder, sehingga pada saat mesin bergetar akibat knocking, getaran ini akan diteruskan oleh diafragma di dalam sensor. Saat diafragma bergetar, maka getaran akan diteruskan oleh piezoelectric element. Elemen ini memiliki karakteristik akan menghasilkan tegangan keluar sesuai dengan intensitas getarannya.

Getaran dari mesin yang akan dianggap sebagai referensi terjadinya knocking kira-kira sebesar 7 KHz.



Gambar skema knock sensor



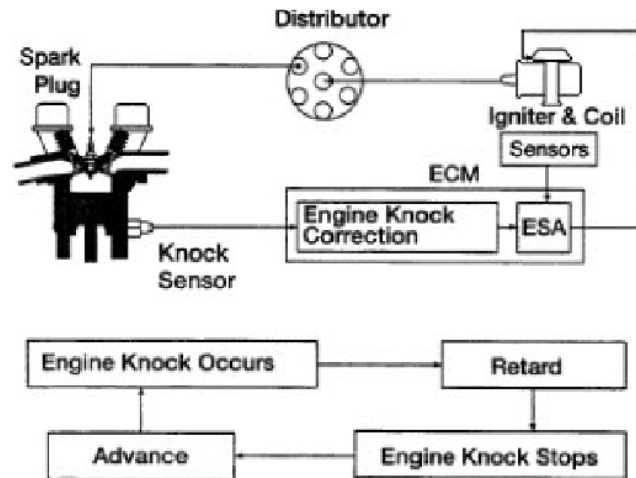
Gambar rangkaian kelistrikan knock sensor

Gambar di atas menjelaskan bahwa ECU tidak mengirimkan tegangan sumber. Hal tersebut dapat dilihat dari jumlah kabel pada rangkaian berikut.

Pada rangkaian berikut menjelaskan bahwa sensorlah yang menghasilkan tegangan sesuai dengan intensitas getaran pada elemen sensor. Saat terjadi knocking, dan mesin bergetar pada frekuensi  $>7$  KHz, maka knock sensor akan menghasilkan tegangan. Tegangan tersebut yang akan dikirimkan ke ECU sebagai referensi mesin terjadi knocking.

Saat mesin bergetar akibat knocking, maka ECU akan menentukan seberapa besar tingkat getaran knocking (lemah, sedang atau kuat). Setelah itu ECU akan memundurkan timing pengapian sesuai dengan tingkat kuatnya knocking. Saat knocking lemah, pengapian akan dimundurkan sedikit, sebaliknya bila kuat maka akan dimundurkan banyak. Bila knocking berhenti, maka ECU akan menghentikan

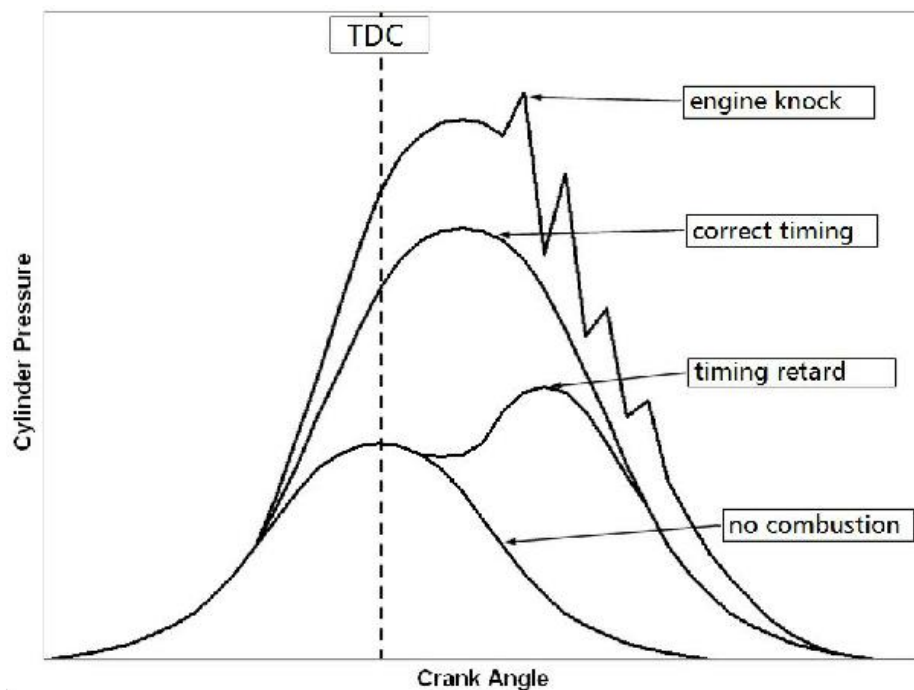
memundurkan pengapian dan akan mulai memajukan pengapian secara bertahap. Hal ini berlanjut sampai terdeteksi knocking akibat pengapian yang terlalu maju. Bila hal ini terdeteksi, maka pengapian akan dimundurkan.



Gambar koreksi pengapian oleh knock sensor

Catatan Penting

Knocking



Gambar grafik perbandingan tekanan di dalam silinder

Saat mesin bergetar akibat knocking, maka ECU akan menentukan seberapa besar tingkat getaran knocking (lemah, sedang atau kuat). Setelah itu ECU akan memundurkan timing pengapian sesuai dengan tingkat kuatnya knocking. Saat knocking lemah, pengapian akan dimundurkan sedikit, sebaliknya bila kuat maka akan dimundurkan banyak. Bila knocking berhenti, maka ECU akan menghentikan memundurkan pengapian dan akan mulai memajukan pengapian secara bertahap. Hal ini berlanjut sampai terdeteksi knocking akibat pengapian yang terlalu maju. Bila hal ini terdeteksi, maka pengapian akan dimundurkan.



Gambar proses terjadinya pre-ignition



Gambar proses terjadinya detonasi

Pada gambar di atas menjelaskan perbedaan gejala abnormal proses pembakaran. Pada pre-ignition, selain dari percikan bunga api busi, panas juga diakibatkan oleh kerak bekas pembakaran sebelumnya yang menyala. Sedangkan pada detonasi panas diakibatkan oleh kenaikan tekanan pada silinder atau penggunaan bahan bakar dengan oktan rendah sehingga titik nyalanya lebih rendah.

#### 9. CO Adjuster/ Variable Resistor

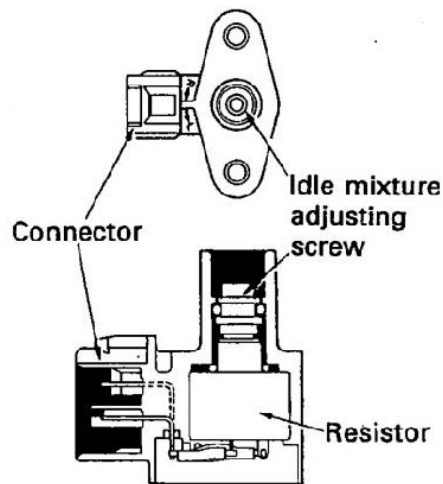
<b>Nama</b>	<b>Variable Resistor/ CO Adjuster</b>
<b>Fungsi</b>	Mengatur campuran udara dan bahan bakar untuk mendapatkan campuran yang stoichiometric ( $\lambda = 1$ )
<b>Letak</b>	Dekat dengan rumah pegas koil suspensi depan
<b>Material</b>	Potentiometer/ Variable Resistor
<b>Karakteristik</b>	Jika sekrup idle mixture adjusting screw distel pada posisi rich (kaya), maka tegangan keluar akan besar. Sebaliknya, jika sekrup distel pada posisi lean (kurus), maka tegangan keluar akan rendah
<b>Sinyal</b>	VAF

Gambar deskripsi CO adjuster

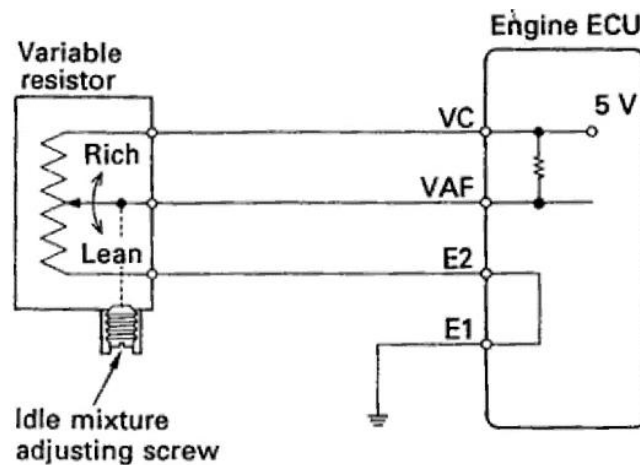


Gambar CO adjuster

CO Adjuster merupakan sebuah sensor khusus yang digunakan pada sistem D-EFI (tanpa sensor oksigen). Sensor ini digunakan untuk mengatur campuran bahan bakar dan udara secara manual (dengan idle mixture adjusting screw). Bila sekrup diputar, maka titik kontak di dalam resistor bergerak. Gerakan ini akan menentukan seberapa besar resistor yang akan dilewati oleh tegangan. Pada saat diputar searah jarum jam (R/rich/kaya), maka tegangan akan melewati sedikit resistor sehingga tegangan keluar naik, begitu pula sebaliknya. Bila tegangan keluar naik, maka ECU akan menambah volume injeksi bahan bakarnya, sehingga campuran menjadi lebih gemuk.



Gambar skema CO adjuster



Gambar rangkaian kelistrikan CO adjuster

Gambar di atas menjelaskan bahwa ECU memberikan tegangan sumber sebesar 5 volt kepada CO Adjuster. Tegangan akan melewati resistor sesuai dengan posisi sekrup campuran idle (idle mixture adjusting screw). Saat sekrup pada posisi rich (setelan campuran kaya), maka tegangan melewati sedikit resistor dan kembali ke ECU melalui terminal VAF, sehingga tegangan keluar besar. Sebaliknya, jika sekrup pada posisi lean (setelan campuran kurus), maka tegangan melewati banyak resistor dan kembali ke ECU melalui terminal VAF, sehingga tegangan keluar kecil.

#### Catatan Penting

Pada umumnya tidak perlu menyetel campuran idle bila kendaraan dalam keadaan baik. Tetapi bila perlu penyetelan, gunakanlah CO meter. Bila CO meter tidak tersedia, sebaiknya jangan mencoba melakukan penyetelan campuran idle.

## 10. Oxygen Sensor - Sensor Oksigen

Nama	Exhaust Gas Oxygen Sensor (EGO) / Oxygen Sensor (O2S) & Heated Exhaust Gas Oxygen Sensor (HEGO) – Sensor Oksigen & Sensor Oksigen dengan Elemen Pemanas
Fungsi	Mendeteksi konsentrasi kandungan oksigen pada gas buang untuk bisa mengoreksi campuran bahan bakar dan udara agar dapat mendekati campuran stoichiometric ( $\lambda=1$ )
Letak	Saluran gas buang
Material	1. Zirconium dioxide ( $ZrO_2$ ), sejenis keramik 2. Titanium dioxide ( $TiO_2$ ), sejenis keramik
Karakteristik	Pada jenis zirconia, kenaikan tegangan keluar tinggi pada campuran kaya (kandungan oksigen rendah), begitu juga sebaliknya Pada jenis titania, nilai resistansi sensor akan semakin besar pada campuran kurus (kandungan oksigen tinggi), begitu juga sebaliknya
Sinyal	OX

Gambar deskripsi sensor oksigen

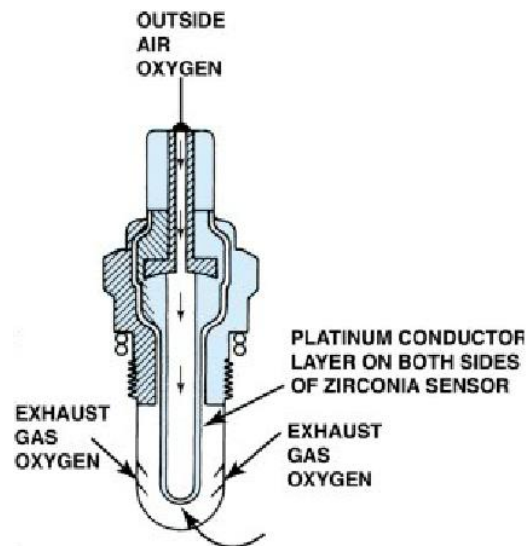


Gambar sensor oksigen

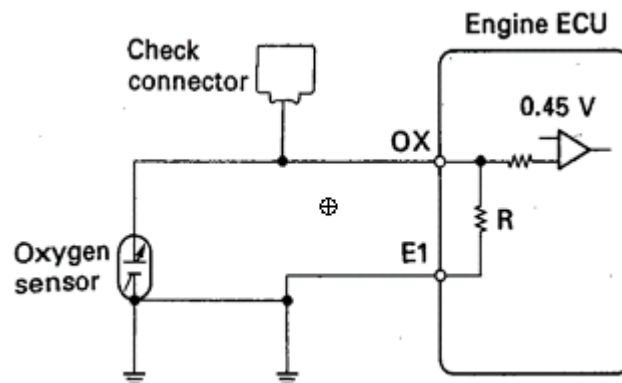
### a. Oxygen Sensor Jenis Zirconia

Sensor oksigen ini menggunakan elemen zirconia sebagai media untuk mendeteksi kandungan konsentrasi oksigen. Nilai resistansi dari elemen zirconia dapat berubah-ubah sesuai dari kandungan oksigen pada gas buang. Dari gambar di bawah dapat dilihat bahwa terdapat sebuah saluran yang terhubung dengan udara luar dan saluran yang terhubung dengan aliran gas buang. Antara kedua saluran tersebut dipisahkan oleh dua buah elemen zirconia, masing-masing sisinya dihubungkan dengan sebuah platina. Satu sisi elemen berhubungan dengan udara luar dan satu sisi terhubung dengan aliran gas buang.





Gambar sensor oksigen jenis zirconia

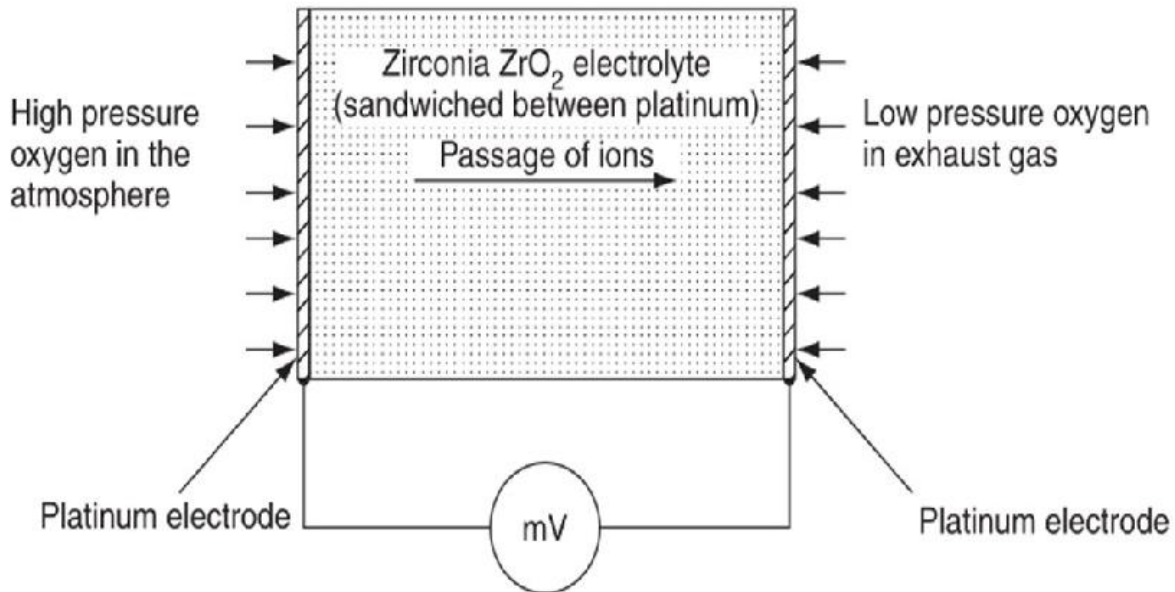


Gambar rangkaian kelistrikan sensor oksigen jenis zirconia

Gambar di atas menjelaskan bahwa ECU tidak memberi suplai tegangan sumber. Saat perbedaan konsentrasi kandungan oksigen gas buang dan udara luar banyak, maka sensor akan menghasilkan tegangan, tegangan akan keluar menuju ke sebuah komparator di ECU melalui terminal OX. Bila hasil tegangan keluar menunjukkan lebih besar dari 0,45 volt (tahanan sensor rendah), maka ECU menyimpulkan bahwa campuran bahan bakar dan udara adalah campuran kaya, begitu pula sebaliknya.



#### Catatan Penting

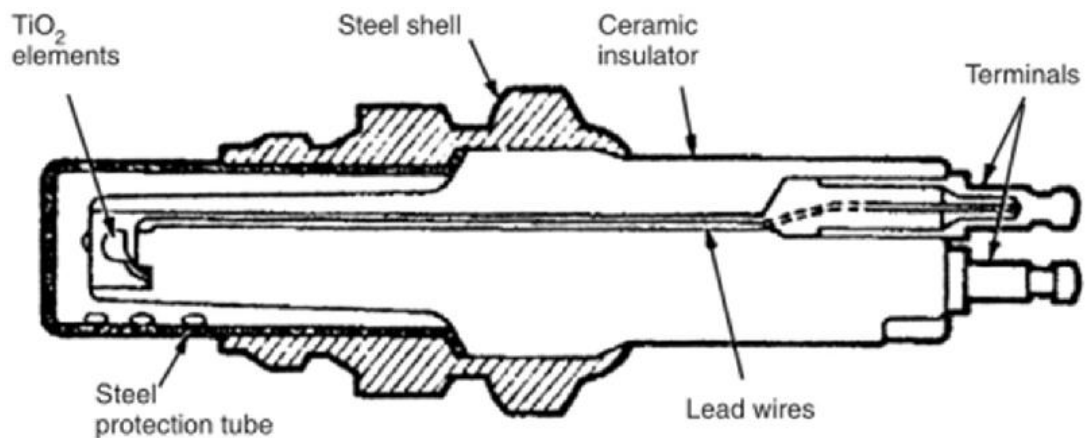


Gambar aliran ion yang melewati elemen zirconia

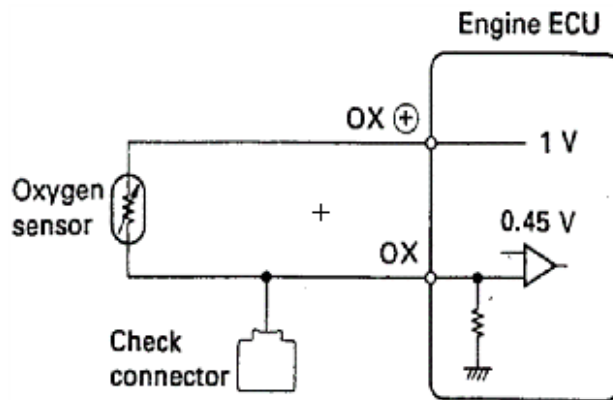
Gambar di atas menjelaskan bahwa perbedaan konsentrasi oksigen akan menghasilkan beda potensial. Bila perbandingan campuran udara dan bahan bakar kurus (miskin), maka pada gas buang terdapat banyak kandungan oksigen. Maka dari itu perbedaan konsentrasi oksigen antara gas buang dan udara luar sedikit (kecil), sehingga tegangan yang dihasilkan elemen akan rendah (mendekati nol). Sebaliknya bila campuran gemuk (kaya), maka kandungan oksigen hampir tidak ada. Maka dari itu perbedaan konsentrasi oksigen antara gas buang dan udara luar banyak, sehingga elemen menghasilkan tegangan (sekitar 1 volt). dijelaskan juga pada gambar bahwa ion akan mengalir dari elemen dengan konsentrasi oksigen tinggi ke rendah. Beda potensial ini yang digunakan untuk referensi kandungan oksigen pada gas buang.

#### b. Oxygen Sensor Jenis Titania

Sensor jenis ini menggunakan bahan semi konduktor yang sensitif terhadap kandungan oksigen pada gas buang. Elemen yang digunakan setebal lapisan film. Sehingga saat berpapasan dengan oksigen maka nilai resistansi dari elemen tersebut akan berubah sesuai dengan banyak atau sedikitnya konsentrasi kandungan oksigen.



Gambar oksigen sensor jenis titania



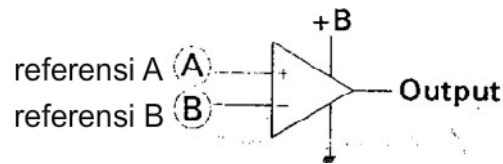
Gambar rangkaian kelistrikan oksigen sensor jenis titania

Gambar di atas menjelaskan bahwa ECU mensuplai tegangan sumber (1 volt) dari terminal OX+ kepada sensor. Nilai resistor sensor akan bervariasi tergantung dari besar kecilnya konsentrasi kandungan oksigen dalam gas buang. Setelah tegangan melewati sensor, maka tegangan keluar menuju ke sebuah komparator di ECU melalui terminal OX. Bila hasil tegangan keluar menunjukkan lebih besar dari 0,45 volt (tahanan sensor rendah), maka ECU menyimpulkan bahwa campuran bahan bakar dan udara adalah campuran kaya, begitu pula sebaliknya.

#### Catatan Penting

##### Komparator

Sebuah komparator memiliki dua buah terminal tegangan input. Komparator akan memilih satu dari dua tegangan input sebagai tegangan referensi dan membandingkan dengan tegangan input yang lain (yang tidak dijadikan referensi) mana yang lebih besar.

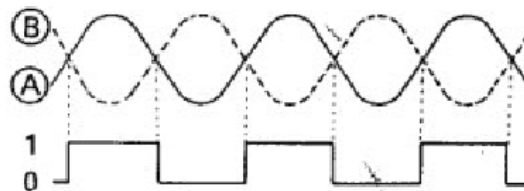


Gambar komparator

Bila pada gambar di atas, tegangan B (bukan +B) sebagai tegangan referensi. maka hubungan antara tegangan input dan output akan terlihat seperti tabel berikut:

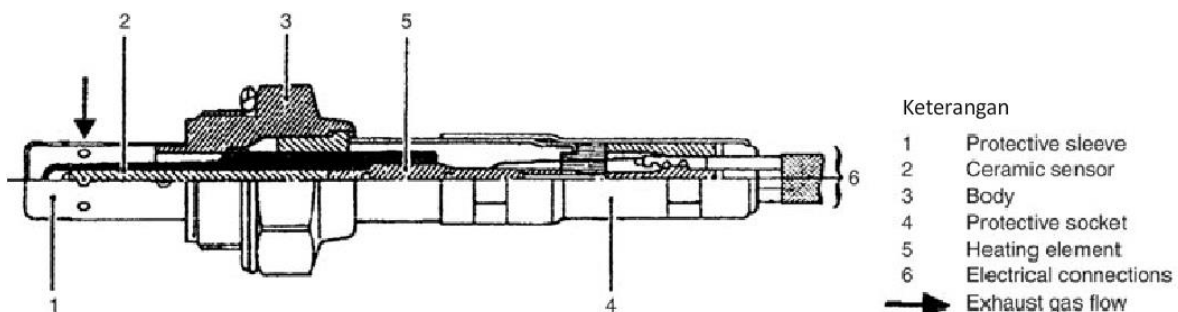
INPUT	OUTPUT
$A > B$	Hi (1)
$A < B$	Lo (0)

Sebuah komparator mampu mengkonversi sinyal gelombang sinus (gunung dan lembah) menjadi sinyal gelombang kotak (on dan off) seperti gambar di bawah ini:

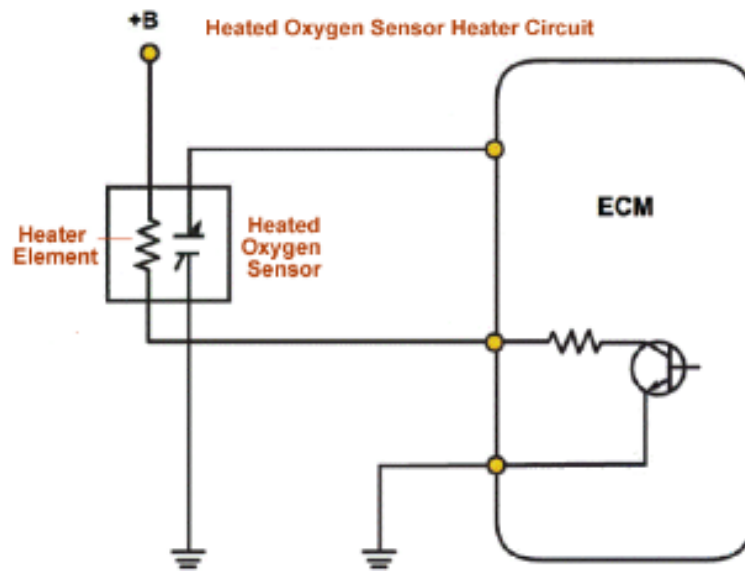


#### c. Heated Exhaust Gas Oxygen Sensor (HEGO)

Sensor oksigen dengan elemen zirconia ini dapat mendapat data dengan akurat dengan temperatur tinggi ( $250^{\circ}\text{C}$ ), sedangkan mesin pada kendaraan membutuhkan data koreksi campuran bahan bakar harus secepat mungkin, bahkan pada posisi mesin belum panas. Dari hal tersebut maka sebuah pemanas pada sensor oksigen ditambahkan agar dapat mempercepat dalam memperoleh data kandungan oksigen yang akan digunakan sebagai referensi campuran antara bahan bakar dan udara.



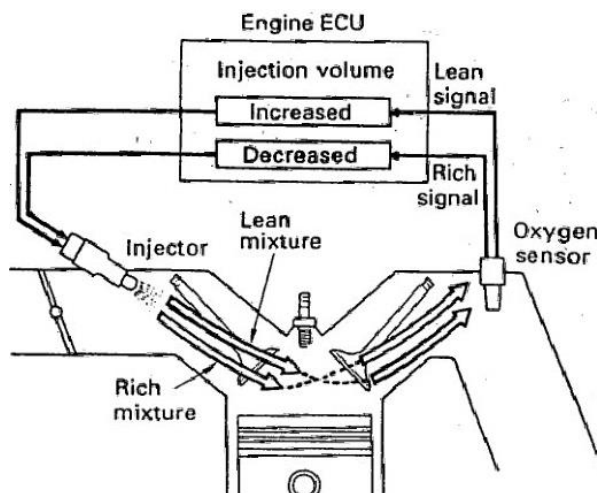
Gambar sensor oksigen dengan pemanas



Gambar rangkaian kelistrikan sensor oksigen dengan pemanas

Gambar di atas terdapat empat kabel pada sensor. Dua kabel untuk sensor oksigen dan dua lainnya untuk sumber tegangan elemen pemanas. Pada saat awal mesin dinyalakan, ECM akan memerintahkan transistor untuk aktif dan membiarkan arus listrik mengalir. Arus ini berasal dari arus baterai (12 volt) yang akan melewati elemen dan menghasilkan panas dalam waktu singkat. Setelah itu sensor oksigen akan mengirimkan data yang akurat mengenai kandungan oksigen dalam gas buang.

#### Catatan Penting



Gambar koreksi injeksi dari oxygen sensor

Pada gambar di atas, dijelaskan bahwa jika saat injektor menginjeksikan bahan bakar berlebih (campuran kaya/rich), maka oleh sensor oksigen akan dideteksi menjadi rich signal. Setelah ECU mendapatkan sinyal tersebut maka akan memerintahkan injektor untuk menyemprotkan lebih sedikit (decreased) volume bahan bakar. Jika bahan bakar yang diinjeksikan terlalu sedikit (campuran miskin/ lean), maka akan dideteksi sensor oksigen sebagai lean signal kepada ECU. Selanjutnya ECU akan memerintahkan injektor untuk menyemprotkan lebih banyak (increased) volume bahan bakar.

## AKTUATOR UTAMA ENGINE MANAGEMENT SYSTEM

### 1. Fuel Pump – Pompa Bahan Bakar

Nama	Fuel Pump - Pompa Bahan Bakar
Fungsi	Menghisap bahan bakar dari tangki dan memberikan tekanan pada bahan bakar sampai ke injektor.
Jenis	1. Internal Tank (Impeller) 2. Externak Tank (in Line)
Letak	1. Di dalam tangki (Impeller) 2. Di luar tangki (In Line)
Material	Motor Listrik
Karakteristik	Lilitan akan menjadi motor listrik ketika dialiri arus listrik
Sinyal	FC

Gambar deskripsi pompa bahan bakar

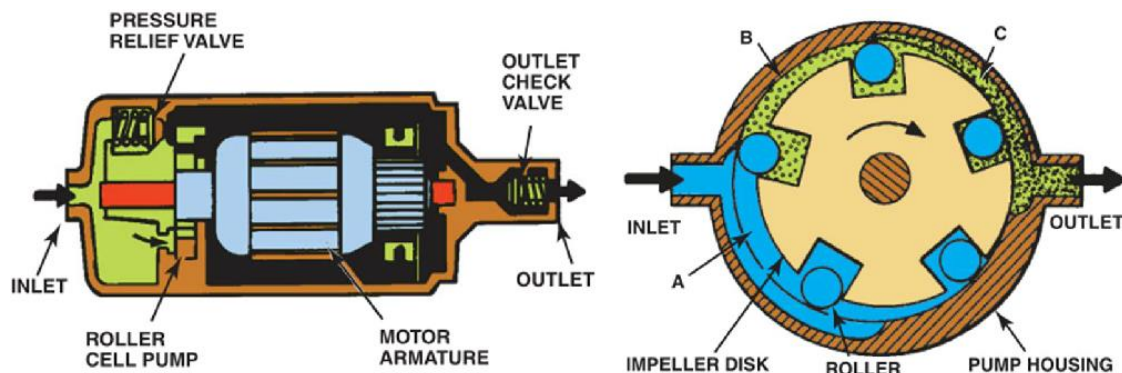


Gambar pompa bahan bakar

a. Fuel Pump Jenis In-Line

Pompa bahan bakar terdiri dari motor armature sebagai pengubah tegangan masuk menjadi gerak berputar (rotari), saluran masuk bahan bakar (inlet), roller cell pump sebagai unit yang memberi tekanan pada bahan bakar, serta pressure relief valve dan check valve sebagai katup pengaman.

Saat motor berputar, maka motor akan menggerakkan rotor. Unit rotor terdiri dari sebuah impeller disk dan beberapa roller. Saat unit rotor berputar, maka impeller disk akan berputar dan melempar roller keluar akibat gaya sentrifugal. Roller akan menutup sela-sela impeller dan mendorong bahan bakar yang masuk dari saluran inlet sampai keluar di saluran outlet. Pada saat impeller berputar, maka volume ruang yang menampung bahan bakar akan terjadi penyempitan/ pengecilan ruang, sehingga bahan bakar akan tertekan sampai saluran outlet terbuka. Pada saat saluran keluar (outlet) terbuka maka bahan bakar bertekanan tadi keluar dari unit. Jika tekanan bahan bakar mampu melawan tekanan pegas pressure relief valve, maka bahan bakar akan di kembalikan ke saluran inlet. Bahan bakar akan keluar dari pompa saat melewati check valve setelah mampu melawan tekanan dari pegas.



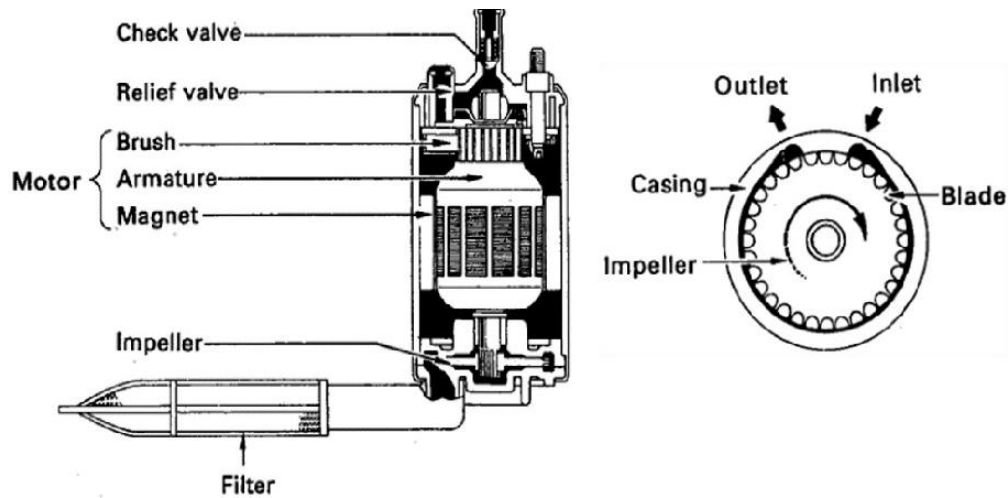
Gambar pompa bahan bakar jenis in-line

b. Fuel Pump Jenis Impeler

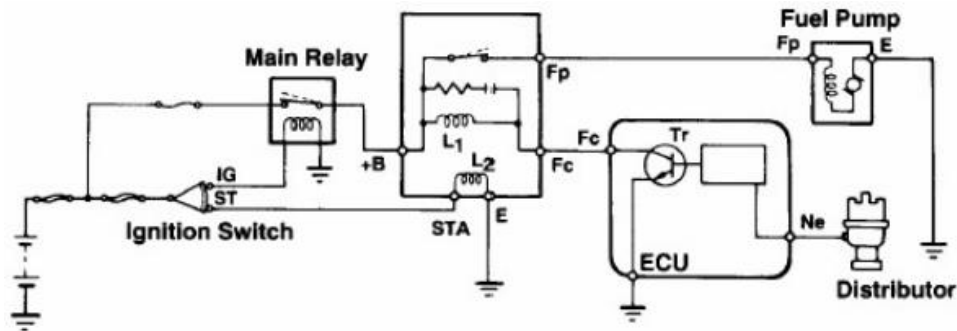
Pompa bahan bakar terdiri dari unit motor (brush/ sikat, armature/ lilitan, dan magnet) sebagai pengubah tegangan masuk menjadi gerak berputar (rotari), impeller pump sebagai unit yang memberi tekanan pada bahan bakar, serta relief valve dan check valve sebagai katup pengaman.

Saat motor berputar, maka motor akan menggerakkan unit impeller yang terdiri dari impeller dan blade. Pada bagian luar impeller terdapat sebuah blade. Saat impeller berputar, maka bahan bakar akan terhisap dari saluran masuk (inlet)

akibat perubahan volume dari kecil sampai membesar setelah bahan bakar disaring oleh filter. Kemudian bahan bakar akan tertekan akibat perubahan volume dari besar ke kecil. Saat saluran keluar terbuka, maka bahan bakar dari impeller mengalir menuju check valve. Bahan bakar dapat keluar dari pompa saat tekanan bahan bakar mampu melawan tekanan dari pegas check valve. Saat pompa berhenti maka katup akan tertutup untuk menjaga bahan bakar pada saluran keluar tetap bertekanan. Tapi saat tekanan bahan bakar yang keluar mencapai 3,5 kg/cm<sup>2</sup> maka akan membuka relief valve dan bahan bakar akan kembali menuju ke tangki.



Gambar pompa bahan bakar jenis impeler



Gambar rangkaian kelistrikan pompa bahan bakar

Pada saat kunci kontak pada posisi IG, maka arus akan mengalir menuju lilitan main relay dan kemudia dimassakan. Saat lilitan menjadi elektromagnet maka akan menarik saklar relai. Arus dari baterai selanjutnya mengalir dari main relay menuju ke relai pompa bahan bakar. Saat ECU mendapat referensi sinyal Ne dari sensor, maka microcomputer pada ECU akan mengolah dan mengaktifkan transistor. Transistor ECU on akan memassakan tegangan dari relai pompa agar lilitan menjadi

elektromagnet. Saat relai pompa on maka tegangan dari baterai dapat diteruskan ke motor pompa bahan bakar dan dimassakan. Hal tersebut membuat pompa bahan bakar dapat menyala.

## 2. Injektor

Nama	Injektor
Fungsi	Menyemprotkan bahan bakar masuk ke dalam silinder.
Jenis	1. Single Point Injector (Throttle Body Injector) 2. Multi Point Injector 3. Gasoline Direct Injector
Letak	1. Di atas silinder head (Gasoline Direct Injector) 2. Menempel pada intake manifold (Throttle Body Injector, Multi Point Injector)
Material	Solenoid (Elektromagnetik)
Karakteristik	Lilitan akan menjadi elektromagnet ketika dialiri arus listrik
Sinyal	No 10, No 20,

Gambar deskripsi injektor

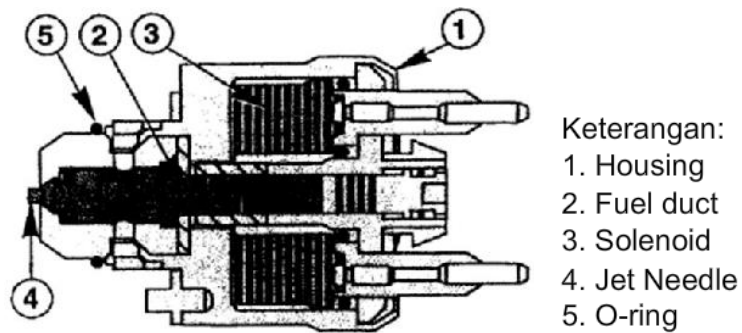


Gambar injektor

### a. Injektor Jenis Single Point

Pada gambar di bawah, menjelaskan bahwa bahan bakar bertekanan akan disimpan pada fuel duct. Saat solenoid dialiri arus listrik, maka akan tercipta elektromagnetik yang akan menarik jet needle. Saat jet needle tertarik, maka bahan bakar bertekanan akan keluar. Dikarenakan jarak jet needle dan dudukannya sempit, maka bahan bakar bertekanan akan keluar dalam bentuk kabut (butiran bahan bakar). Pada jenis ini, injektor hanya satu dan berada pada throttle body. Penginjeksian juga terjadi secara terus menerus.

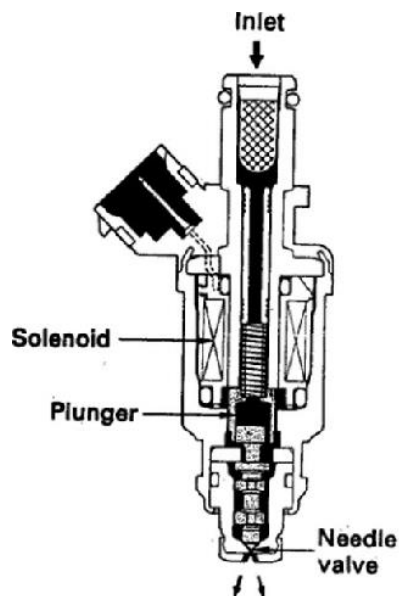




Gambar single point injector

b. Injector Jenis Multi Point

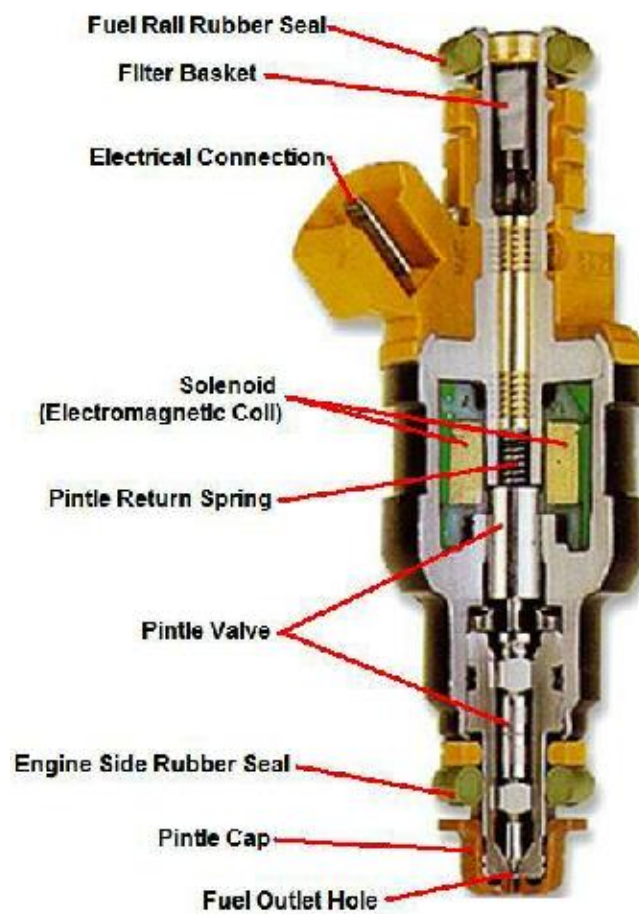
Pada gambar di bawah, menjelaskan bahwa bahan bakar bertekanan mengalir dan mengisi ruangan pada injektor. Saat solenoid dialiri arus listrik, maka lilitan akan tercipta elektromagnetik yang akan menarik needle valve. Saat needle valve tertarik, maka bahan bakar bertekanan akan keluar dari celah antara needle valve dan dudukannya. Dikarenakan jarak celahnya sempit, maka bahan bakar akan keluar dalam bentuk kabut (butiran bahan bakar). Pada jenis ini, injektor terdapat empat buah yang dipasang pada intake manifold yang mendekati saluran masuk ke dalam silinder. Penginjeksian dilakukan saat mendapat sinyal saat akan terjadi langkah hisap.



Gambar multi point injector

c. Injector Jenis Gasoline Direct Injector

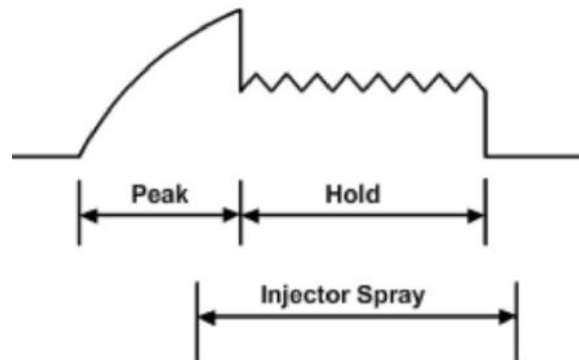
Pada gambar di bawah, menjelaskan bahwa bahan bakar bertekanan mengalir dan mengisi ruangan pada injektor. Saat solenoid coil dialiri arus listrik, maka akan tercipta elektromagnetik yang akan menarik needle valve. Saat needle valve tertarik, maka bahan bakar bertekanan akan keluar dari celah antara needle valve dan dudukannya. Dikarenakan jarak celahnya sempit, maka bahan bakar akan keluar dalam bentuk kabut (butiran bahan bakar). Pada jenis ini, injektor terdapat empat buah yang dipasang pada ruang ruang bakar. Ujung injektor dilapisi dengan bahan yang mampu bertahan dari panas tinggi dan tekanan silinder.



Gambar gasoline direct injector

a. Gelombang Listrik yang Dihasilkan Injektor Jenis Single Point

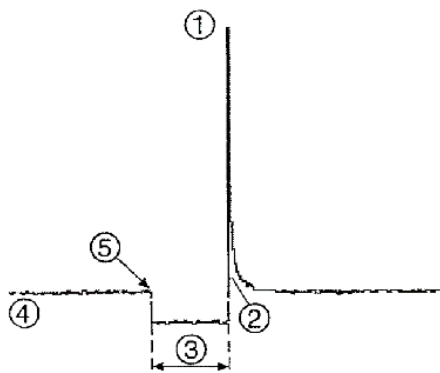
Saat injektor aktif, maka terjadi puncak arus saat pertama kali lilitan injektor dimassakan oleh sirkuit kelistrikan. Pada saat arus melewati lilitan solenoid, terjadi penurunan arus, yang disebut langkah hold (lilitan solenoid aktif dan mampu menarik jarum/periode penginjeksian). Saat akhir periode penginjeksian, akan menghasilkan sebuah loncatan gelombang mendadak saat arus listrik tiba-tiba hilang. Hal ini dikarenakan lilitan pada injektor setelah menjadi elektromagnet akan mengalami induksi diri setelah arus listrik pada lilitan menghilang.



Gambar bentuk gelombang listrik injektor single point injector

b. Gelombang Listrik yang Dihasilkan Injektor Jenis Multi Point Model Konvensional

Pembacaan tegangan dilakukan dengan menggunakan tachometer pada kedua ujung terminal injektor. Saat solenoid injektor belum dimassakan (tegangan dari sumber masih standby di solenoid), maka akan terbaca tegangan sebesar sumber. Ketika solenoid sudah dialiri arus dan solenoid menjadi elektromagnet, maka tegangan akan terbaca menjadi nol. Hal ini karena kedua terminal tidak memiliki beda potensial (memiliki tegangan yang sama), sehingga pada tachometer terbaca nol volt. Pada akhir langkah (saat solenoid sudah tidak teraliri tegangan), solenoid yang menjadi elektromagnet akan menghilang tiba-tiba dan terjadi induksi diri pada solenoid. Pada saat terjadi induksi diri ini, loncatan tegangan seketika terbaca oleh tachometer sebelum tegangan kembali normal sebesar tegangan sumber.



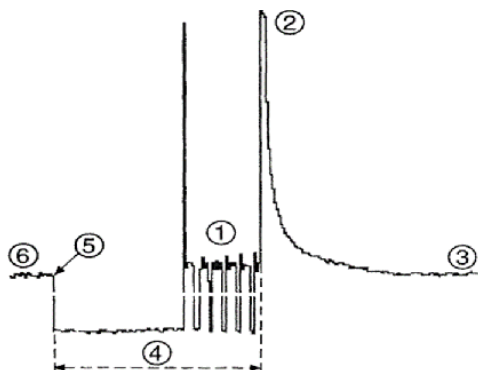
#### Keterangan

1. Puncak tegangan yang disebabkan induksi diri lilitan injektor.
2. Pengontrolan oleh transistor nonaktif, bahan bakar berhenti menyembrot.
3. Durasi penginjeksian.
4. Tegangan baterai (sumber) penyuplai injektor.
5. Pengontrolan oleh transistor aktif, menarik jarum injektor dari dudukannya dan bahan bakar mulai menyembrot.

Gambar bentuk gelombang multi point injector model konvensional

#### c. Gelombang Listrik yang Dihasilkan Injektor Jenis Multi Point Model Modulated

Pembacaan tegangan dilakukan dengan menggunakan tachometer pada kedua ujung terminal injektor. Saat solenoid belum dimassakan (tegangan dari sumber masih standby di solenoid), maka akan terbaca tegangan sebesar sumber. Ketika solenoid injektor teraliri arus dan solenoid menjadi elektromagnet, maka tegangan akan terbaca menjadi nol. Hal ini karena kedua terminal tidak memiliki beda potensial (memiliki tegangan yang sama), sehingga pada tachometer akan terbaca nol volt. Pada jenis ini solenoid teraliri dan tidak teraliri (on-off) beberapa kali dengan durasi yang singkat. Hal ini dimaksudkan untuk menjaga solenoid agar tidak panas. Pada akhir langkah (saat solenoid sudah tidak teraliri tegangan), solenoid yang menjadi elektromagnet akan menghilang tiba-tiba dan terjadi induksi diri pada solenoid. Pada saat induksi diri ini, loncatan tegangan seketika terbaca sebelum tegangan kembali normal sebesar tegangan sumber.



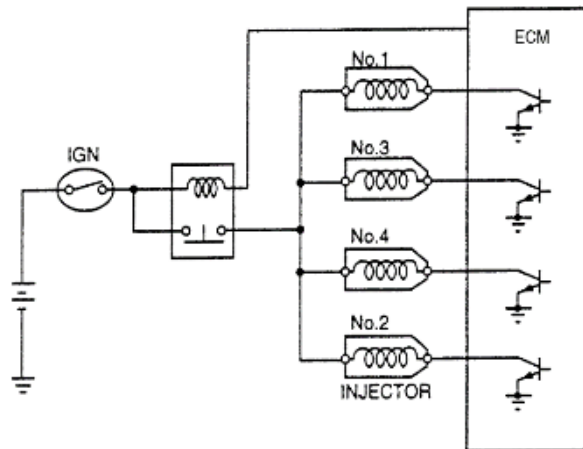
#### Keterangan

1. Aliran arus listrik on dan off, tetapi cukup untuk menjaga lilitan injektor aktif.
2. Puncak tegangan yang disebabkan induksi diri lilitan injektor.
3. Kembali ke tegangan sumber (baterai)
4. Durasi penginjeksian
5. Pengontrolan oleh transistor aktif, menarik jarum injektor dari dudukannya dan bahan bakar mulai menyembrot.
6. Tegangan baterai (sumber) yang mensuplai injektor.

Gambar bentuk gelombang listrik multi point injector model modulated

### Rangkaian Kelistrikan Injektor Model Multi Point

Gambar di bawah menjelaskan bahwa sebelum masuk kerja injektor dikontrol oleh transistor di dalam ECM. Arus listrik dari baterai mengalir melewati kunci kontak dan lilitan pada relai. Saat relai on, maka arus dapat diteruskan menuju ke injektor. Arus listrik sudah standby di injektor. Saat transistor on sesuai perintah ECM, maka lilitan pada injektor menjadi elektromagnet yang dapat menarik jarum injektor. Ketika terdapat celah antara jarum dan dudukannya, maka bahan bakar bertekanan akan keluar dari injektor.

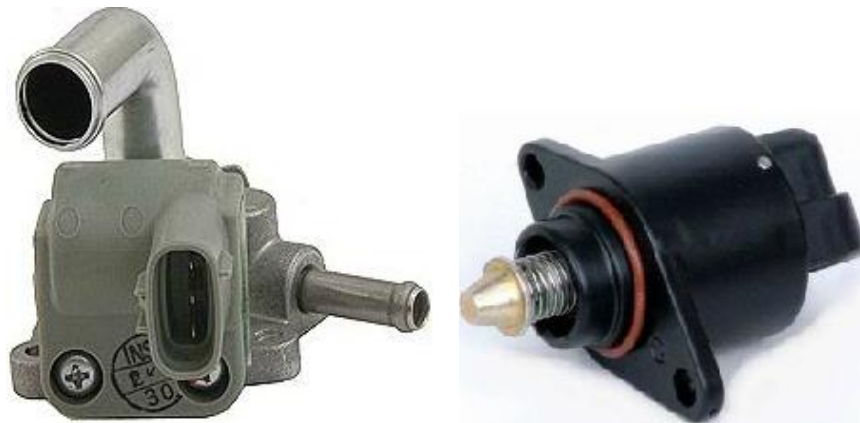


Gambar rangkaian kelistrikan multi point injector

### 3. Idle Speed Control - Pengontrol Putaran Idle

Nama	Idle Speed Control (ISC)
Fungsi	Mengatur putaran mesin akibat perubahan beban mesin pada posisi idle dengan menambah/mengurangi jumlah udara masuk
Jenis	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rotary Solenoid</li> <li>2. Motor Stepper</li> <li>3. Katup ACV on-off</li> <li>4. Katuo VSV Duty Control</li> </ol>
Letak	Pada throttle body/di samping throttle valve
Material	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Solenoid</li> <li>2. Motor Stepper</li> </ol>
Karakteristik	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pada jenis solenoid, lilitan akan menjadi elektromagnet ketika dialiri arus listrik</li> <li>2. Pada jenis motor stepper, saat dialiri arus lilitan akan menjadi elektromagnet dan membuat magnet di antara lilitan berputar</li> </ol>
Sinyal	No 10, No 20,

Gambar deskripsi idle speed control

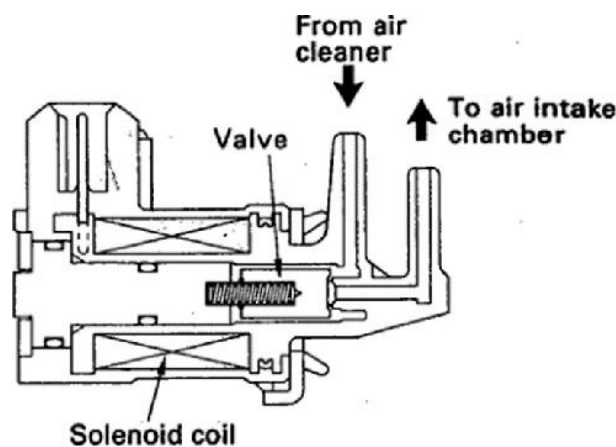


Gambar idle speed control

a. Idle Speed Control (ISC) Jenis Solenoid On-Off

Pada jenis ini merupakan ISC paling sederhana. terdapat sebuah lilitan solenoid dan terdapat sebuah katup. Pada saat arus melewati lilitan solenoid, maka solenoid akan menjadi elektromagnet. Kemagnetan yang dihasilkan akan menarik katup dan membiarkan udara masuk mengalir dari air cleaner menuju ke air chamber.

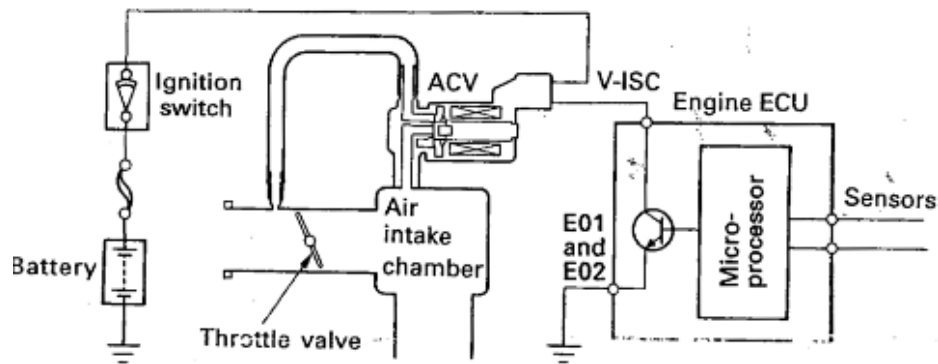
Saat katup terbuka, maka tambahan udara yang masuk dapat menaikkan putaran idle kira-kira sebesar 100 rpm.



Gambar ISC jenis solenoid on-off

Rangkaian Kelistrikan Idle Speed Control Jenis Solenoid

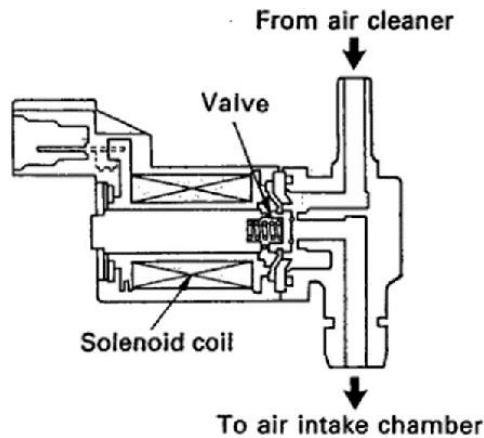
Pada jenis ini, solenoid pada ISC dikontrol oleh transistor di dalam ECU. Saat transistor ON, arus mengalir dari baterai menuju ke kunci kontak, mengalir melalui solenoid pada ISC, ke transistor kemudian dimassakan. Hal tersebut menyebabkan solenoid menjadi elektromagnet dan menarik katup.



Gambar rangkaian kelistrikan ISC jenis solenoid

#### b. Idle Speed Control (ISC) Jenis Solenoid Duty Control

Pada jenis ini arus yang mengalir pada lilitan solenoid akan on-off beberapa kali pada waktu singkat (setiap 100 indet). Saat arus melewati lilitan dan membuat elektromagnet, maka katup akan bergerak. Perubahan celah terjadi saat katup terbuka oleh duty cycle (perbandingan durasi on dengan total durasi on dan off) yang terjadi. Semakin besar (tinggi) duty cycle nya, maka makin lama arus yang mengalir lilitan solenoid, sehingga celah yang dihasilkan juga akan lebih besar. Celah ini yang digunakan untuk menambah udara yang masuk agar dapat lebih banyak.



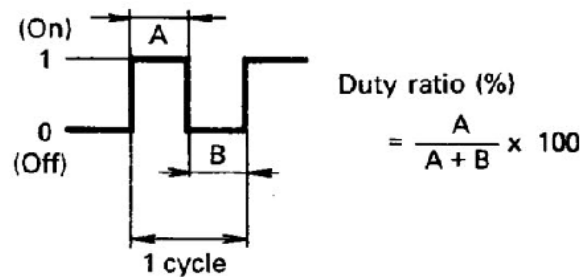
Gambar ISC model solenoid duty cycle

#### Catatan Penting

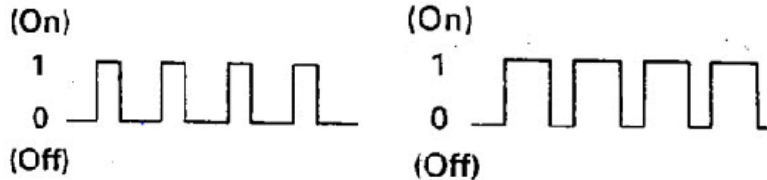
##### Duty cycle

Duty ratio ialah perbandingan antara interval lama arus mengalir dan total interval lama arus mengalir dan tidak mengalir dalam satu siklus (satu kali on dan satu kali off).

Apabila A adalah interval arus mengalir (On) dan B adalah interval lama arus tidak mengalir, maka satu siklus ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar duty cycle



Gambar a

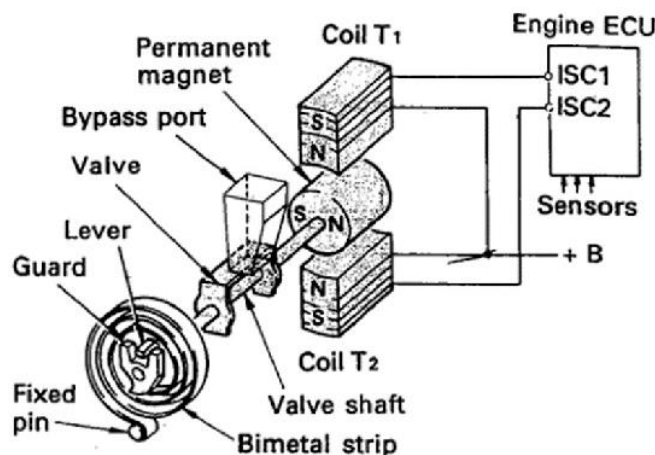
Gambar b

Gambar a. Gelombang duty cycle rendah

Gambar b. Gelombang duty cycle tinggi

c. Idle Speed Control (ISC) Jenis Solenoid Rotari (Putar)

ISC jenis rotari memiliki sebuah magnet permanen berbentuk silinder pada ujung poros katup, katup yang letaknya dibagian tengah poros katup mengatur jumlah udara yang masuk melalui bypass port, terdapat juga sepasang lilitan (T1 dan T2) yang saling berhadapan. Saat lilitan T1 dan T2 teraliri arus, maka lilitan akan menjadi elektromagnet. Saat lilitan menjadi magnet, maka magnet permanen akan berputar sesuai intensitas medan magnet dan melawan pegas bimetal strip. Saat magnet permanen berputar, maka akan memutar katup dan membuka celah pada bypass port.

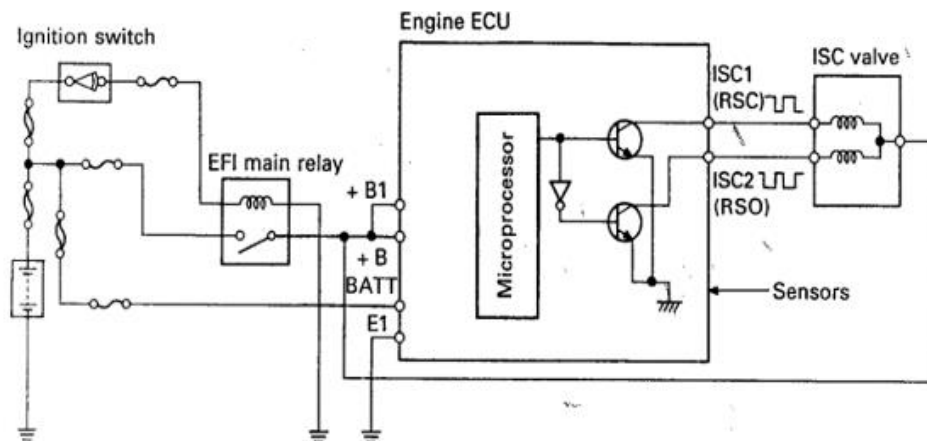


Gambar ISC jenis solenoid rotari



### Rangkaian Kelistrikan Idle Speed Control (ISC) Jenis Solenoid Rotari (Putar)

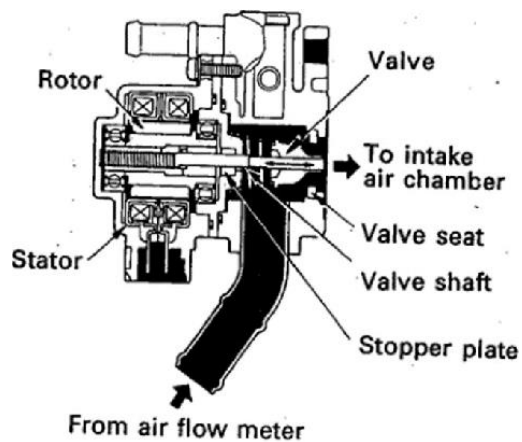
ISC jenis rotari memiliki sepasang lilitan (T1 dan T2). Saat mendapat suplai tegangan dari main relay, maka arus akan mengalir ke masing-masing lilitan menuju ke Engine ECU melewati terminal ISC1 dan ISC2. Ketika kedua transistor diaktifkan oleh sinyal dari microprocessor dan dimassakan, maka lilitan akan menjadi elektromagnet. Pengontrolan dari microprocessor berasal dari masukan sensor-sensor.



Gambar rangkaian kelistrikan ISC model rotari

#### d. Idle Speed Control (ISC) Jenis Motor Stepper

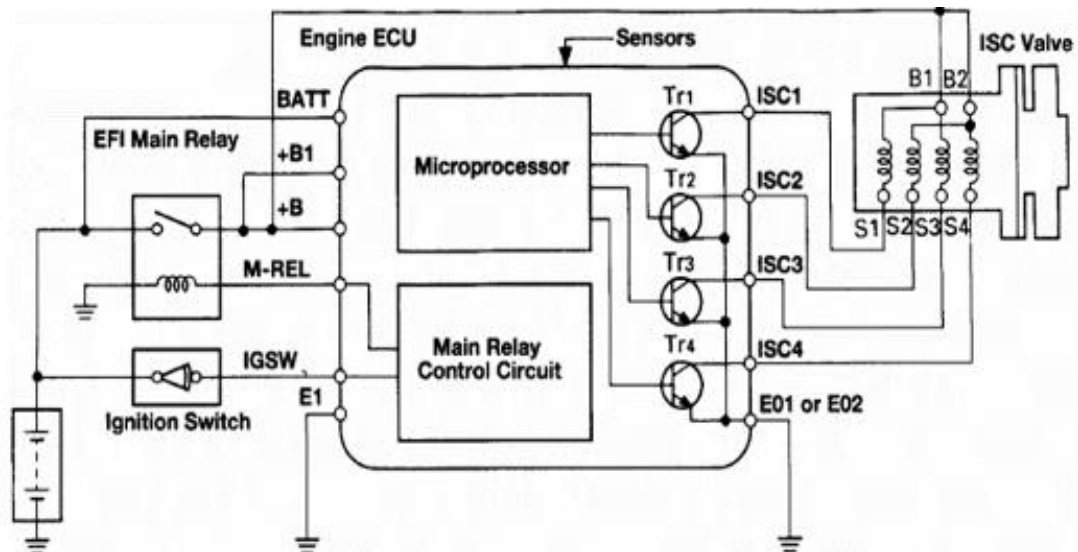
Pada ISC jenis ini, posisi skrup penyetel idle di tutup penuh oleh pabrikan, sehingga putaran idle diatur sepenuhnya oleh ISC. Stepper motor terpasang pada unit untuk memutar katup searah atau berlawanan arah putaran jarum jam (tergantung gaya yang dihasilkan oleh kedua magnet, apakah tarik-menarik atau tolak-menolak). Hal ini tergantung dari magnet permanen pada rotor dan elektromagnet stator saat teraliri arus yang berhadap-hadapan. Katup pada ISC terhubung dengan poros rotor, sehingga putaran rotor akan memutar katup. Terdapat 125 langkah variasi dari katup tertutup penuh sampai terbuka penuh.



Gambar ISC jenis motor stepper

### Rangkaian Kelistrikan Idle Speed Control (ISC) Jenis Solenoid Rotari (Putar)

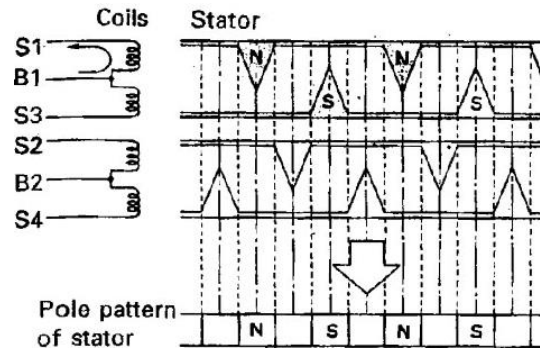
Pada ISC jenis ini terdapat pasangan rotor dan stator. Rotor memiliki 16 buah magnet permanen dan stator dengan dua ujung kutup yang digulungkan pada dua lilitan dengan arah berlawanan (lihat gambar). Saat lilitan dialiri arus, maka arus akan mengalir pada transistor di dalam ECU yang diaktifkan oleh microprocessor sesuai hasil mengolah sinyal dari sensor. Saat lilitan teraliri arus, maka lilitan akan menjadi elektromagnet. Saat lilitan stator menjadi magnet, maka magnet pada akan mengakibatkan gaya tarik-menarik atau tolak-menolak dan membentuk sebuah celah katup. Katup ini yang digunakan untuk jalan masuk udara. Semakin lebar celah maka udara yang masuk akan semakin banyak.



Gambar rangkaian kelistrikan ISC model motor stepper

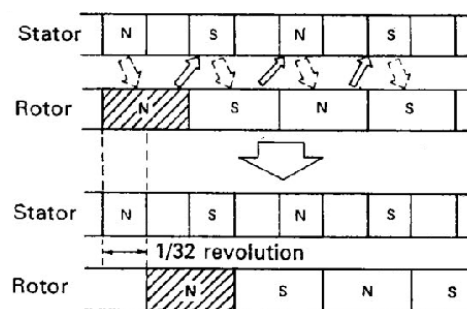
#### Catatan penting

Berikut ini adalah kutub magnet yang dihasilkan dari aliran arus pada koil S1 (lihat pada rangkaian ISC jenis stepper motor).



Gambar pola kutub magnet pada stator motor stepper

Arah putaran rotor akan berubah bila terjadi penggantian dari semua liitan. Berikut adalah hasil dari stator dan rotor tipe 16 katup. Tiap perubahan terjadi sebesar  $11^\circ$  ( $1/32$  putaran)



Gambar perubahan pola magnet menjadi gerakan pada motor stepper

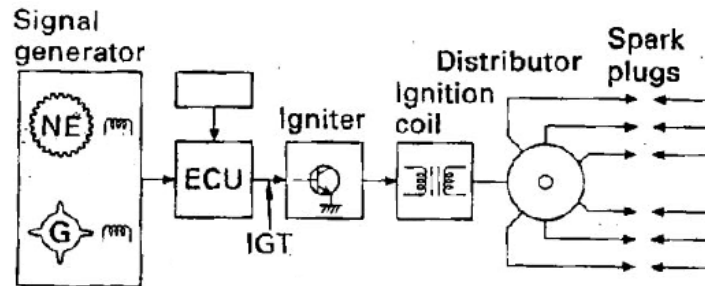
#### 4. Igniter/ Ignition Control Module

Nama	Igniter/ Ignition Control Module
Fungsi	Mengatur timing pengapian dengan cara mengatur kapan dan durasi arus akan mengalir lilitan primer koil pengapian (on-off)/ sebagai pengganti breaker point (pada model konvensional)
Jenis	1. Distributor Ignition (Dengan distributor) 2. Distributorless Ignition (Tanpa Distributor)
Material	Microcomputer dan Transistor
Karakteristik	Mengolah data masukan dari sinyal posisi crankshaft dan posisi camshaft untuk menentukan kapan akan mengalir atau memutuskan arus yang mengalir lilitan primer koil pengapian
Sinyal	IGF dan IGT

Gambar deskripsi igniter



Gambar igniter

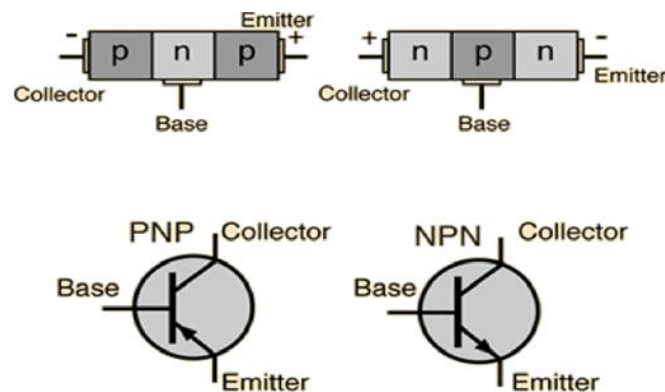


Gambar skema rangkaian igniter

Gambar di atas menjelaskan bahwa referensi signal generator (NE signal dan G signal) akan diolah oleh ECU. ECU akan mengirim sinyal kepada igniter untuk mengaktifkan/ non aktif transistor di dalam igniter. Transistor ini berfungsi sebagai breaker point/ kontak platina pada pengapian konvensional. Transistor akan bekerja dengan menentukan seberapa lama dan kapan pemutusan aliran arus listrik yang mengalir ke lilitan primer koil pengapian. Koil pengapian akan menghasilkan tegangan tinggi dan akan didistribusikan ke masing-masing busi oleh distributor sesuai urutan pengapian.

#### Catatan penting

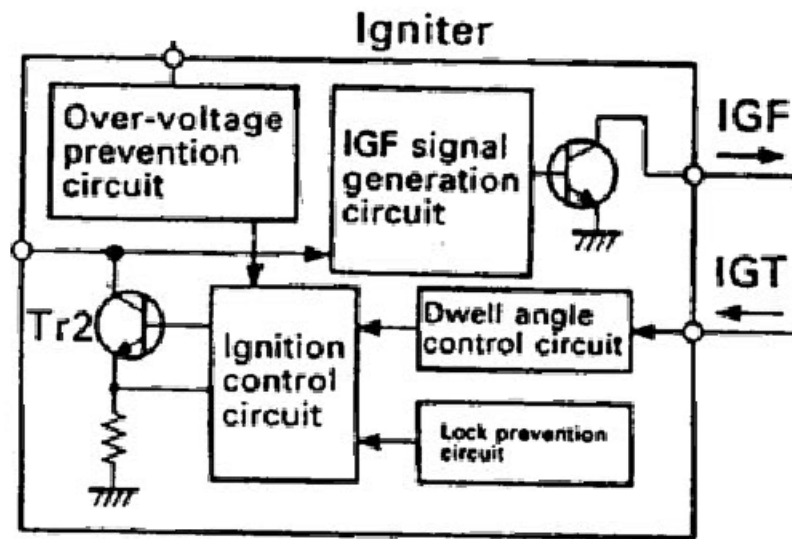
##### Transistor



Gambar jenis-jenis transistor

Transistor merupakan komponen semikonduktor yang dapat berfungsi saklar elektronik. Transistor terdiri dari dua tipe yaitu tipe PNP dan NPN. Tipe PNP merupakan transistor dengan lapisan semikonduktor tipe N dalam kristal semikonduktor dan disisipkan di antara dua semikonduktor tipe P, atau sebaliknya transistor. Begitu pula sebaliknya. Terdapat 3 kaki pada transistor, antara lain: E untuk terminal emittor, B terminal Basis dan C untuk terminal kolektor.

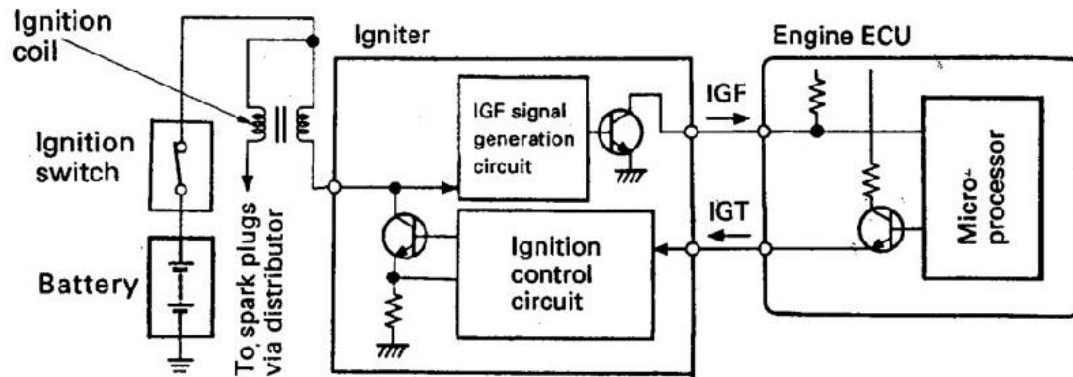
#### Sirkuit Utama Igniter



Gambar sirkuit utama di dalam igniter

1. Over-voltage prevention circuit, sirkuit ini membuat TR2 off saat mendeteksi tegangan induksi diri lilitan sekunder yang terlalu tinggi. Hal ini untuk melindungi koil dan TR2.
2. IGF signal generator circuit, sirkuit ini mendeteksi tegangan hasil induksi diri lilitan primer (saat pengapian).
3. Dwell angle control circuit, sirkuit ini mengontrol seberapa lama arus listrik mengalir lilitan primer dengan cara mengatur lamanya waktu TR2 aktif.
4. Lock prevention circuit, sirkuit ini membuat TR2 off saat mendeteksi arus yang mengalir terus menerus dalam waktu lama untuk melindungi koil pengapian dan TR2.

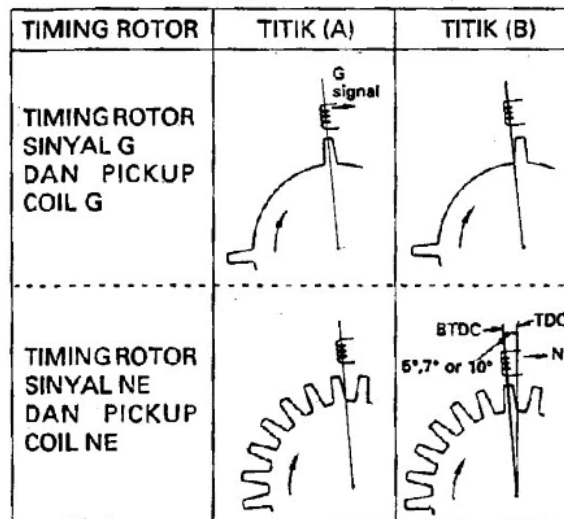
### Sinyal IGF (Ignition Confirmation) - Konfirmasi Pengapian



Gambar rangkaian kelistrikan igniter

Loncatan tegangan tinggi yang timbul akibat pemutusan elektromagnet secara tiba-tiba juga mengalir ke igniter walaupun tegangannya tidak sebesar yang mengalir ke busi. Hal ini dikarenakan tegangan melewati lilitan sekunder dengan tahanan yang besar. Tegangan ini kemudian akan diolah oleh signal generation circuit untuk mengaktifkan transistor. Saat transistor aktif, maka salah satu sirkuit pada microprocessor di ECU akan tertutup. Hal ini akan dijadikan referensi terjadinya pengapian.

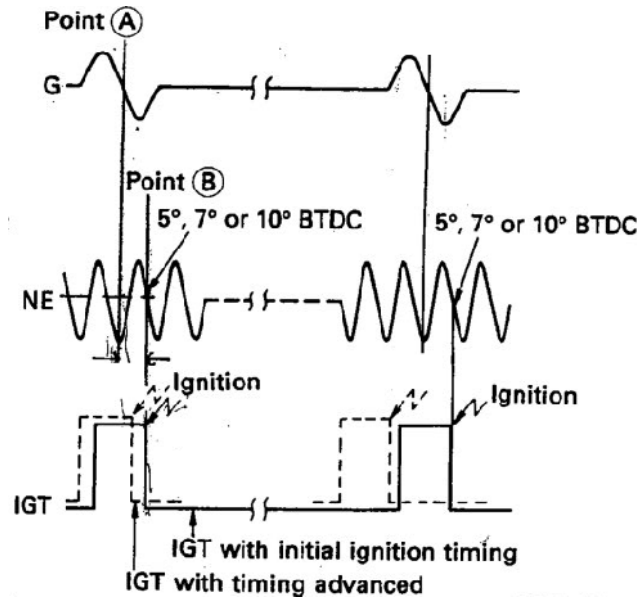
### Sinyal IGT (Initial Ignition Timing) - Pengaturan Saat Pengapian



Gambar timing rotor dan pick-up coil NE signal dan G signal

Gambar di atas menjelaskan bahwa penentuan saat pengapian ini berdasarkan timing rotor dari G signal (CMP) dan NE Signal (CKP). Pada titik A, pick

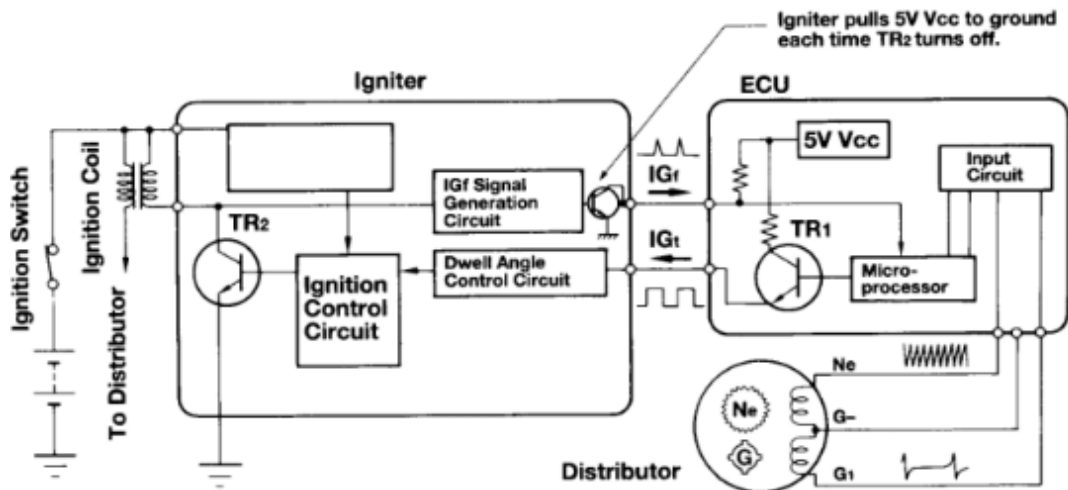
up coil untuk G signal sejajar dengan ujung timing rotor, sedangkan pada titik B posisi pick up coil untuk G signal berada setelah sejajar dengan ujung timing rotor. Pada titik A, pick up coil untuk NE signal berada sebelum sejajar dengan timing rotor, sedangkan pada titik B posisi pick up coil untuk NE signal sejajar dengan ujung timing rotor. Posisi pick up coil untuk NE signal berada pada 5o atau 7o atau 10o sebelum TMA, tergantung model dari mesin.



Gambar kombinasi NE signal dan G signal yang dijadikan referensi saat pengapian

Sinyal yang digunakan sebagai referensi saat pengapian ini adalah titik A dari G signal (pick up coil untuk G signal sejajar dengan ujung timing rotor) dan titik B dari NE signal (pick up coil untuk NE signal sejajar dengan ujung timing rotor). Gelombang kotak dari IGT dimulai saat G signal mulai terdeteksi (sebelum mencapai titik A) sampai terdeteksi titik B dari NE signal. Pada saat terdeteksi titik B dari NE signal (pick up NE signal dan timing rotor sejajar), saat pengapian terjadi. Saat pengapian terjadi 5° atau 7° atau 10° sebelum TMA (titik mati atas).

## Rangkaian Kelistrikan Igniter Pada Jenis Distributor Ignition

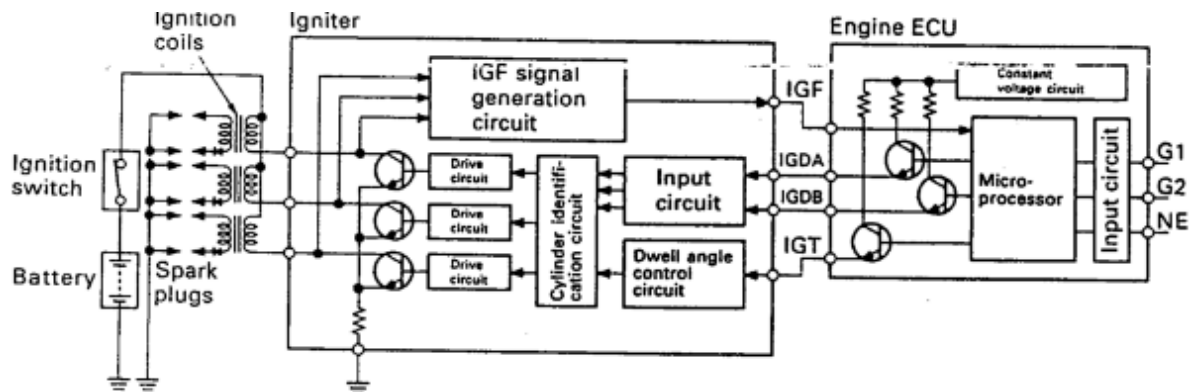


Gambar rangkaian kelistrikan igniter jenis pengapian dengan distributor

Sinyal dari NE signal dan G signal akan masuk ke ECU. Di dalam ECU, sinyal ini akan diolah kemudian dimasukkan ke dalam microprocessor. Microprocessor mengirim sinyal untuk mengaktifkan TR1 di dalam ECU, saat TR1 aktif maka tegangan utama dari ECU akan mengalir keluar melalui TR1 sebagai sinyal IGT ke igniter. Sinyal IGT ini akan diolah oleh dwell angle control circuit dan ignition control circuit dan mengaktifkan TR2. Dwell control circuit digunakan untuk menentukan seberapa lama TR2 aktif. Saat TR2 aktif maka arus listrik yang mengalir dari lilitan primer koil pengapian dimassakan. Hal ini mengakibatkan lilitan primer koil menjadi elektromagnet. Saat IGT off, maka TR2 di dalam igniter akan off, sehingga aliran arus lilitan primer akan berhenti (elektromagnet menghilang). Hal ini mengakibatkan loncatan tegangan tinggi dari lilitan sekunder koil pengapian. Selanjutnya tegangan tinggi akan diteruskan ke busi melalui distributor sesuai urutan pengapian. Tegangan induksi diri pada lilitan primer juga masuk ke igniter untuk diolah oleh IGF signal generation circuit. Hasilnya akan digunakan untuk mengaktifkan transistor IGF sebagai referensi saat terjadinya pengapian.



### Rangkaian Kelistrikan Igniter Pada Jenis Distributorless Ignition



Gambar rangkaian kelistrikan igniter pada pengapian tanpa distributor

Saat input circuit di dalam ECU mengelola sinyal dari G signal dan NE signal, maka selanjutnya akan diolah oleh microprocessor dan akan mengirimkan sinyal kepada transistor agar aktif. Saat transistor aktif maka dapat mengirimkan sinyal identifikasi silinder (IGDA dan IGDB) dan sinyal saat pengapian (IGT) kepada igniter. Sinyal IGDA dan IGDB akan diolah input circuit dan cylinder identification circuit sebagai referensi silinder mana yang tepat untuk saat pengapian, sedangkan sinyal dari IGT akan diolah oleh dwell angle control circuit untuk menentukan seberapa lama durasi pengaktifan transistor. Setelah salah satu transistor aktif (misal: transistor atas), maka arus mampu mengalir melalui lilitan primer pada koil pengapian (atas) dan menjadi elektromagnet. Saat transistor yang lain aktif (misal: transistor tengah) ketika diberikan sinyal oleh drive sirkuit, maka transistor sebelumnya (transistor atas) akan off. Hal ini mengakibatkan elektromagnet hilang secara tiba-tiba dan menginduksi lilitan sekunder. Saat induksi diri ini terjadi lonjakan tegangan tinggi yang digunakan untuk menciptakan bunga api pada celah busi. Tegangan induksi diri pada lilitan primer juga masuk ke igniter untuk diolah oleh IGF signal generation circuit sebagai referensi saat terjadinya pengapian.