



**PENGEMBANGAN MULTIMEDIA MATA
PELAJARAN *ENGINE MANAGEMENT SYSTEM*
UNTUK MENINGKATKAN KOMPETENSI
MENGUKUR BESARAN LISTRIK *ACTUATOR* PADA
*ENGINE BENSIN***

SKRIPSI

**diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif**

Oleh

Piyan Fitriyanto

NIM. 5202414003

**PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2019



UNNES

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

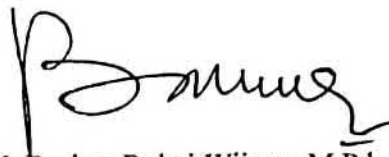
PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Piyan Fitriyanto
NIM : 5202414003
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Judul : Pengembangan Multimedia Mata Pelajaran *Engine Management System* Untuk Meningkatkan Kompetensi Mengukur Besaran Listrik *Actuator* Pada *Engine* Bensin

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 5 April 2019

Pembimbing



Dr. M. Burhan Rubai Wijaya, M.Pd.

NIP. 196302131988031001

PENGESAHAN

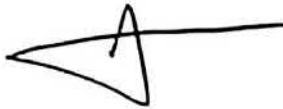
Skripsi dengan judul "Pengembangan Multimedia Mata Pelajaran *Engine Management System* Untuk Meningkatkan Kompetensi Mengukur Besaran Listrik *Actuator* Pada *Engine Bensin*" telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 2 bulan Mei tahun 2019.

Oleh

Nama : Piyan Fitriyanto
NIM : 5202414003
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif, S1

Panitia Ujian:

Ketua



Rusiyanto, S.Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002

Sekretaris



Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T., M.T.
NIP. 196901061994031003

Penguji 1



Angga Septiyanto, S.Pd., M.T.
NIP. 1987091120150811004

Penguji 2



Ahmad Roziqin, S.Pd., M.Pd.
NIP. 198704192014041002

Penguji 3/ Pembimbing



Dr. M. Burhan Rubai W. M.Pd.
NIP. 196302131988031001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang



Dr. Nur Qudus, M.T.

NIP. 196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku diperguruan tinggi ini.

Semarang, 5.. April 2019

Yang membuat pernyataan



Piyan Fitriyanto

NIM. 5202414003

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. *The most effective way to do it, is to do it* (Amelia Earhart)
2. Persiapkan diri hari ini, bertempur hari esok, kemudian menang dan berhasil di hari lusa (Susilo Bambang Yudhoyono).
3. Hidup layaknya air yang memberikan kehidupan dan kebermanfaatan bagi semua makhluk.

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk orang tua saya (Bapak Mamat, Bapak Unang dan Ibu Warkinah).

RINGKASAN

Fitriyanto, Piyan. 2019. Pengembangan Multimedia Mata Pelajaran *Engine Management System* Untuk Meningkatkan Kompetensi Mengukur Besaran Listrik *Actuator* Pada *Engine* Bensin. Skripsi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Pembimbing: Dr. M. Burhan Rubai Wijaya, M.Pd.

Kata kunci : multimedia, pembelajaran, *actuator*

Proses belajar dapat menggunakan media pembelajaran yang dapat membantu proses pembelajaran dan dapat digunakan sebagai bahan belajar supaya proses pembelajaran berjalan dengan baik dan efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan multimedia mata pelajaran *engine management system*, peningkatan hasil belajar dan perbedaan hasil belajar pada saat diterapkan dalam kegiatan belajar.

Penelitian ini dikategorikan dalam penelitian pengembangan dengan model 4D yang terdiri dari 4 tahap yaitu: *Define, Design, Development, dan Dissemination*, namun pada penelitian ini hanya menggunakan 3 tahap saja yaitu sampai pada tahap *development*. Desain uji coba penelitian ini menggunakan *Quasy Experimental Design* dengan model *one group pretest-posttest*. Produk pengembangan multimedia pembelajaran memerlukan validasi dalam rangka evaluasi formatif. Validasi tersebut diperoleh dari para subjek yang terdiri dari 3 ahli media dan 3 ahli materi serta siswa kelas XI Ototronik SMK Negeri 3 Salatiga dengan jumlah responden 30 peserta didik. Instrumen yang digunakan yaitu kuesioner (angket) dan soal uji coba.

Berdasarkan data hasil dari validasi ahli media diperoleh rata-rata persentase hasil penilaian sebesar 91% dengan kriteria “sangat layak” dan untuk rata-rata persentase penilaian ahli materi sebesar 84% dengan kriteria “sangat layak”. Peningkatan hasil belajar sesudah menggunakan multimedia pembelajaran ditunjukkan dari hasil uji gain sebesar 0,3149 atau jika dalam skala persentase sebesar 31,49% dengan interpretasi peningkatan sedang. Perbedaan hasil belajar antara sebelum dan sesudah menggunakan multimedia pembelajaran ditunjukkan dari hasil uji t dengan rata-rata nilai *pretest* 54,69 dan rata-rata nilai *posttest* 68,96. Berdasarkan uji t dapat ditarik hasil dari t_{hitung} sebesar 7,58 dan t_{tabel} sebesar 2,045. Karena $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang signifikan sebelum dan sesudah menggunakan multimedia.

Saran untuk pengajar dapat dapat menggunakan multimedia pembelajaran yang telah dikembangkan sebagai media belajar pada mata pelajaran *engine management system* pada kompetensi mengukur besaran listrik *actuator* pada *engine* bensin, karena berdasarkan kajian yang relevan menunjukkan bahwa penggunaan multimedia pembelajaran lebih efektif dalam kegiatan belajar mengajar

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Pengembangan Multimedia Mata Pelajaran *Engine Management System* untuk Meningkatkan Kompetensi Mengukur Besaran Listrik *Actuator* pada *Engine* Bensin" dengan baik dan tanpa suatu hambatan yang berarti. Shalawat serta salam penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW, yang penulis nantikan syafa'atnya di hari akhir nanti.

Skripsi ini ditulis sebagai salah satu persyaratan untuk melaksanakan ujian skripsi dan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi S1 Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Negeri Semarang. Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan kerjasama berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rohman, M.Hum., Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus, M.T., Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Rusiyanto, S.Pd., M.T., Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
4. Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T., M.T. Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang.
5. Dr. M. Burhan Rubai Wijaya, M.Pd., Pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan selama penyusunan skripsi ini.
6. Angga Septiyanto, S.Pd., M.T. (Dosen Penguji 1), dan Ahmad Rozikin S.Pd., M.Pd. (Dosen Penguji 2) yang berkenan membantu memberikan waktu, dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
7. Semua Dosen Jurusan Teknik Mesin FT UNNES yang telah memberikan bekal pengetahuan yang berharga.

8. Orang tua penulis yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
9. Rekan-rekan Pendidikan Teknik Otomotif angkatan 2014 dengan kebersamaan dan semangatnya.
10. Berbagai pihak yang telah memberikan bantuan selama penyusunan skripsi ini baik secara materil maupun nonmateril yang tidak dapat dituliskan satu persatu.

Semoga bantuan yang telah diberikan mendapatkan imbalan dari Allah SWT. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan skripsi ini tidak luput dari ketidaksempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran membangun penulis terima dengan senang hati. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis maupun pembaca.

Semarang, 5. April 2019



Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Sampul	i
Halaman Logo	ii
Halaman Persetujuan Pembimbing	iii
Pengesahan	iv
Pernyataan Keaslian	v
Motto dan Persembahan	vi
Ringkasan	vii
Prakata	viii
Daftar Isi	x
Daftar Simbol dan Singkatan	xiv
Daftar Tabel	xvi
Daftar Gambar	xviii
Daftar Lampiran	xxi
Bab I Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	7
1.3. Pembatasan Masalah	8
1.4. Rumusan Masalah	9
1.5. Tujuan	9
1.6. Manfaat	10
1.7. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan	11
Bab II Kajian Pustaka	12

2.1. Kajian Teori	12
2.1.1 Belajar dan Pembelajaran	12
2.1.2. Multimedia Pembelajaran	15
2.1.3. Kompetensi Mengukur Besaran Listrik <i>Actuator</i> pada <i>Engine Bensin</i>	24
2.1.4. Satuan Pengukuran Listrik	27
2.1.5. <i>Engine Management System (EMS)</i>	31
2.1.6. <i>Actuator Engine Bensin</i>	33
2.1.7. Media Pembuatan Multimedia	60
2.2. Kajian Penelitian yang Relevan	61
2.3. Kerangka Pikir Penelitian	64
2.4. Hipotesis Penelitian	65
Bab III Metode Penelitian	67
3.1. Model Pengembangan	67
3.2. Prosedur Pengembangan	68
3.2.1. Tahap Pendefinisian (<i>Define</i>)	69
3.2.2. Tahap Desain (<i>Design</i>)	70
3.2.3. Tahap Pengembangan (<i>Development</i>)	75
3.3. Uji Coba Produk	76
3.3.1. Desain Uji Coba Produk	76
3.3.2. Subjek Uji Coba	78
3.3.3. Jenis Data	78
3.3.4. Instrumen Pengumpulan Data.....	79
3.3.5. Teknik Analisis Data	85

Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan	92
4.1. Deskripsi Penelitian	92
4.1.1. Lokasi Penelitian	92
4.1.2. Waktu Penelitian	92
4.2. Hasil Penelitian	92
4.2.1. Tahap Pendefinisian (<i>Define</i>)	93
4.2.2. Tahap Perencanaan (<i>Design</i>)	95
4.2.3. Tahap Pengembangan (<i>Development</i>)	99
4.3. Analisis Data	106
4.3.1. Analisis Data Uji Kelayakan Produk	106
4.3.2. Analisis Data Tanggapan Peserta Didik	107
4.3.3. Analisis Data Peningkatan Hasil Belajar	108
4.4. Revisi Produk	110
4.5. Pembahasan	115
4.5.1. Kelayakan Multimedia Mata Pelajaran <i>Engine Management System</i>	115
4.5.1. Peningkatan Kompetensi Mengukur Besaran Listrik <i>Actuator</i> pada <i>Engine</i> Bensin dengan Adanya Pengembangan Multimedia Mata Pelajaran <i>Engine Management System</i>	118
4.5.2. Perbedaan Hasil Belajar Sebelum dan Sesudah Menggunakan Multimedia Mata Pelajaran <i>Engine Management System</i>	118
Bab V Simpulan dan Saran	121
5.1. Simpulan	121
5.2. Saran	122

Daftar Pustaka	124
Lampiran	129

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol	Arti
Σ	Jumlah
O_1	Tes Awal (<i>Pretest</i>)
O_2	Tes Akhir (<i>Postest</i>)
X	Perlakuan
r_{pbis}	Koefisien Korelasi Biserial
r_{11}	Reliabilitas Instrumen
X^2	<i>Chi</i> -kuadrat
t	Hasil Uji-t
F	Hasil Uji Homogenitas
g	<i>Gain</i>
d.b	Derajat bebas (dk= derajat kebebasan)

Singkatan	Arti
EMS	<i>Engine Management System</i>
EFI	<i>Electronic Fuel Injection</i>
EXE	<i>Execcutable</i> (format dokumen berbentuk aplikasi)
ECU	<i>Engine Control Unit</i>
DCV	<i>Dirrect Current Volt</i>
DCA	<i>Dirrect Current Ampere</i>
KBBI	Kamus Besar Bahasa Indonesia
MIL	<i>Malfunction Indicator Lamp</i>

ISC	<i>Idle Speed Control</i>
EGR	<i>Exhaust Gas Recirculation</i>
R&D	<i>Research and Development</i>
SLTA	Sekolah Lanjut Tingkat Atas
SMK	Sekolah Menengah Kejuruan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kompetensi Inti	24
Tabel 2.2	Kompetensi Dasar	26
Tabel 2.3	Besaran-besaran Satuan Dasar SI.....	28
Tabel 2.4	Besaran Satuan Turunan	28
Tabel 2.5	Tabel Simbol dan Kode Terminal	39
Tabel 2.6	Penelitian Relevan	61
Tabel 3.1	Kisi-kisi Instrumen untuk Ahli Media	80
Tabel 3.2	Kisi-kisi Instrumen untuk Ahli Materi	80
Tabel 3.3	Kisi-kisi Soal Tes Hasil Belajar Jenis Pilihan Ganda	82
Tabel 3.4	Kisi-kisi Kuesioner untuk Responden	84
Tabel 3.5	Tabel Skala Persentase Penilaian	85
Tabel 3.6	Tabel Skala Persentase Penilaian	86
Tabel 3.7	Klasifikasi Koefisien Reliabilitas dari Guilford	88
Tabel 3.8	Kriteria Faktor Gain $\langle g \rangle$ Hasil Belajar	91
Tabel 4.1	Hasil Uji Kelayakan Multimedia Ahli Media	99
Tabel 4.2	Hasil Uji Kelayakan Multimedia Ahli Materi	101
Tabel 4.3	Hasil Uji Coba Validitas	102
Tabel 4.4	Data Nilai <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	104
Tabel 4.5	Data Tanggapan Peserta Didik	105
Tabel 4.6	Hasil Penilaian Ahli Media	106
Tabel 4.7	Hasil penilaian Ahli Materi	106
Tabel 4.8	Hasil Tanggapan Peserta Didik	107

Tabel 4.9	Hasil Uji Normalitas	108
Tabel 4.10	Hasil Uji Homogenitas	109
Tabel 4.11	Hasil Uji t	109
Tabel 4.12	Hasil Uji N-Gain	110
Tabel 4.13	Saran oleh Ahli Media dan Ahli Materi	111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Multimeter Analog	29
Gambar 2.2	Multimeter Digital	30
Gambar 2.3	Skema Menunjukkan Bagaimana Lapisan Bimetal Bekerja	35
Gambar 2.4	Motor Listrik adalah Aktuator Elektrik	36
Gambar 2.5	Aktuator Mekanik	36
Gambar 2.6	Pengunci	38
Gambar 2.7	Pengukuran Tegangan	38
Gambar 2.8	Terminal Konektor ECU	39
Gambar 2.9	<i>Ignition Coil</i>	41
Gambar 2.10	<i>Wiring Diagram</i> Sistem Pengapian ESA dengan Distributor	42
Gambar 2.11	Pengukuran Tegangan pada Terminal IGT dan E1	42
Gambar 2.12	Pengukuran Tegangan pada Terminal IGT dan Massa Bodi	43
Gambar 2.13	Lampu Indikator	43
Gambar 2.14	Rangkaian Lampu Indikator / MIL pada Kendaraan	44
Gambar 2.15	Pengukuran Tegangan pada Terminal W dengan E1	45
Gambar 2.16	Pengukuran Tegangan pada Terminal W dengan Massa Bodi ..	45
Gambar 2.17	Pompa Bensin Mekanik	46
Gambar 2.18	Pompa Bahan Bakar Elektrik	46
Gambar 2.19	Relay dan Simbol Relay	47
Gambar 2.20	Rangkaian <i>Fuel Pump</i>	48
Gambar 2.21	Injektor	49
Gambar 2.22	Rangkaian Kelistrikan pada Injektor	50

Gambar 2.23	Pengukuran Tegangan pada Terminal #10 #20 dengan E01 /E02.....	50
Gambar 2.24	Pengukuran Tegangan pada Terminal #10 #20 dengan Massa Bodi	51
Gambar 2.25	Sistem ISC	51
Gambar 2.26	ISC Tipe <i>Stepper Motor</i>	52
Gambar 2.27	ISC Tipe <i>Rotary Solenoid</i>	53
Gambar 2.28	ISC Tipe <i>Duty Control</i>	54
Gambar 2.29	ISC <i>VSV Control</i>	54
Gambar 2.30	Rangkaian ISC	55
Gambar 2.31	Pengukuran Tegangan pada Terminal RS/RSO dengan Terminal E1	55
Gambar 2.32	Tampilan <i>Microsoft Office Powerpoint 2016</i>	60
Gambar 2.33	Tampilan <i>Ispring Suite 8</i>	61
Gambar 2.34	Kerangka Pikir Penelitian	65
Gambar 3.1	Prosedur Pengembangan dan Penelitian	68
Gambar 3.2	Bagan Desain Produk	72
Gambar 4.1	Halaman Menu Utama	96
Gambar 4.2	Halaman Kompetensi	96
Gambar 4.3	Halaman Pengantar	97
Gambar 4.4	Halaman Menu Materi	97
Gambar 4.5	Halaman Menu Evaluasi.....	98
Gambar 4.6	Halaman Menu Kesimpulan	98
Gambar 4.7	Halaman Menu Bantuan	99
Gambar 4.8	Tampilan Teks Terlihat Saling Menumpuk (Sebelum Revisi)	111

Gambar 4.9	Tampilan Teks Tidak Saling Menumpuk (Sesudah Revisi)	112
Gambar 4.10	Seri Kendaraan Tidak Disebutkan (Sebelum Revisi)	112
Gambar 4.11	Seri Kendaraan Disebutkan pada Bagian Judul (Sesudah Revisi).....	112
Gambar 4.12	Ukuran Teks Pada Bagian Menu Utama Terlalu Kecil (Sebelum Revisi)	113
Gambar 4.13	Penghapusan Teks Pada Bagian Menu Utama (Setelah Revisi)	113
Gambar 4.14	Penyesuaian Warna <i>Font</i> Pada Beberapa <i>Slide</i> (Sebelum Revisi)	114
Gambar 4.15	Penyesuaian Warna <i>Font</i> Pada Beberapa <i>Slide</i> (Sesudah Revisi)	114
Gambar 4.16	Penambahan Nama Pada Ikon Menu (Sebelum Revisi)	114
Gambar 4.17	Penambahan Nama Pada Ikon Menu (Sesudah Revisi)	115

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Surat Tugas Pembimbing	130
Lampiran 2	Surat Tugas Dosen	131
Lampiran 3	Surat Izin Penelitian	132
Lampiran 4	Surat Izin Observasi	133
Lampiran 5	Surat Permohonan Validator Ahli Media 1.....	134
Lampiran 6	Surat Permohonan Validator Ahli Media 2	135
Lampiran 7	Surat Permohonan Validator Ahli Media 3	136
Lampiran 8	Surat Permohonan Validator Ahli Materi 1	137
Lampiran 9	Surat Permohonan Validator Ahli Materi 2	138
Lampiran 10	Surat Permohonan Validator Ahli Materi 3	139
Lampiran 11	Surat Balasan Permohonan Validator Ahli Media 3	140
Lampiran 12	Sampel Angket Observasi dan hasil Analisis Data Mata Pelajaran <i>Engine Management System</i>	141
Lampiran 13	Tabel Analisis Butir Soal	145
Lampiran 14	Perhitungan Validitas Instrumen Tes	146
Lampiran 15	Perhitungan Reliabilitas Instrumen Tes	149
Lampiran 16	Hasil Penilaian Ahli Media	150
Lampiran 17	Rekapitulasi dan Analisis Penilaian Ahli Media	159
Lampiran 18	Hasil Penilaian Ahli Materi	161
Lampiran 19	Rekapitulasi dan Analisis Penilaian Ahli Materi	173
Lampiran 20	Uji Normalitas <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	176
Lampiran 21	Perhitungan Homogenitas	178

Lampiran 22	Perhitungan Uji-t	180
Lampiran 23	Uji N-gain	182
Lampiran 24	Sampel Angket Tanggapan Peserta Didik	184
Lampiran 25	Analisis Data Tanggapan Peserta Didik	186
Lampiran 26	Daftar Kutipan Jurnal Nasional dan Jurnal Internasional	188
Lampiran 27	Silabus	195
Lampiran 28	Rencana Pelaksanaan Pembelajaran	199
Lampiran 29	Daftar Hadir <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	203
Lampiran 30	Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	207
Lampiran 31	Kunci Jawaban Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	218
Lampiran 32	Sampel Jawaban Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	219
Lampiran 33	<i>Story Board</i> Multimedia	221
Lampiran 34	Peta Konsep Multimedia Mata Pelajaran <i>Engine Management System</i>	225
Lampiran 35	Garis Besar Isi Media	226
Lampiran 36	<i>Flow Chart</i>	230
Lampiran 37	Detail Produk Akhir	231
Lampiran 38	Dokumentasi Penelitian	232

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pendidikan merupakan usaha sadar dan terencana dalam mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran bagi peserta didik (Undang-undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 Bab 1 Pasal 1). Pendidikan yang terencana, terarah dan berkesinambungan dapat membantu peserta didik untuk mengembangkan kemampuan dan potensi peserta didik secara optimal baik kemampuan kognitif, afektif maupun psikomotorik (Triyanto, dkk 2013:226). Pendidikan dapat diperoleh dengan berbagai cara baik secara formal ataupun secara informal, dengan demikian dapat diartikan bahwa pendidikan merupakan sebuah proses pembelajaran secara sadar dan terencana untuk membantu peserta didik. Pendidikan formal memiliki jenjang yang jelas dan bertingkat seperti Pra Sekolah, Sekolah Dasar, Sekolah Menengah Pertama, Sekolah Menengah Atas dan Perguruan Tinggi.

Pembelajaran merupakan proses komunikasi atau interaksi antar aspek pembelajaran yaitu peserta didik, guru dan bahan ajar (Rusman, dkk, 2011:60). Aspek tersebut saling berpengaruh terhadap proses pembelajaran, sebagai contoh seorang pendidik (guru) berkewajiban memberikan bimbingan, arahan dan sebagai fasilitator bagi peserta didik (siswa), peserta didik menerima informasi yang diberikan oleh pendidik, dan bahan ajar merupakan media penyampaian atau bahan informasi yang disampaikan pendidik kepada peserta didik. Keterlibatan antar

aspek tersebut dalam proses pembelajaran terjadi karena adanya interaksi antara pelaku pembelajaran dengan lingkungan belajar yang berperan dalam menentukan keberhasilan belajar peserta didik.

Parameter keberhasilan proses belajar peserta didik dalam pembelajaran ditandai dengan perubahan tingkah laku peserta didik (Arsyad, 2008:1). Terdapat tiga faktor yang mempengaruhi proses belajar yaitu: 1) faktor internal (faktor dari dalam siswa), 2) faktor eksternal (faktor dari luar siswa), dan 3) faktor pendekatan belajar (*approach to learning*) Syah dalam (Syarifuddin, 2011:124). Faktor internal merupakan faktor yang berasal dari kondisi jasmani dan rohani peserta didik. Faktor eksternal merupakan faktor yang berasal dari lingkungan sekitar peserta didik. Faktor pendekatan belajar merupakan upaya belajar yang digunakan yang meliputi metode dan strategi pembelajaran Syah dalam (Syarifuddin, 2011:124).

Sekolah merupakan salah satu instansi / lembaga pendidikan formal yang berfungsi untuk meningkatkan pengetahuan (kognitif), kemampuan (psikomotorik) dan sikap siswa (afektif) sebagai bekal hidup dikemudian hari (Irwandi, dkk, 2016:492). Peran sekolah sangat penting dalam dunia pendidikan di Indonesia, karena dengan adanya sekolah berbagai bidang ilmu dapat diterapkan dan disalurkan dengan baik kepada peserta didik, karena sekolah mempunyai jenjang yang jelas dan bertingkat yang dikontrol dengan adanya kurikulum yang berlaku. Salah satu jenjang yang ada di dalam unsur sekolah adalah Sekolah Lanjut Tingkat Atas (SLTA) dalam hal ini Sekolah Menengah Kejuruan (SMK).

SMK merupakan jenjang tingkat atas yang memberikan bekal ilmu pengetahuan, dan keterampilan pada bidang tertentu, untuk menyiapkan sumber

daya manusia yang siap memasuki dunia kerja dan menjadi tenaga kerja produktif (Rindiantika, 2017:37), maka dari itu di dalam jenjang SMK sangat ditekankan selain penguasaan bidang pengetahuan (kognitif) juga ditekankan penguasaan bidang keterampilan (psikomotorik) dengan pendampingan bidang afektif. Proses pembelajaran di SMK dilakukan oleh guru sebagai pendidik dan siswa sebagai peserta didik. Sebagai sumber utama proses pembelajaran seorang guru memiliki peran yang sangat penting dalam mentransfer ilmu kepada siswa. Oleh karena itu, metode pembelajaran, penggunaan bahan ajar, dan sumber belajar yang digunakan dapat memberikan kemudahan bagi siswa dalam memahami materi dan konsep pembelajaran sehingga pembelajaran berlangsung efektif.

Jurusan Ototronik merupakan jurusan pengembangan dari Teknik Otomotif yang difokuskan pada pengembangan tingkat lanjut (*advance*) dari bidang otomotif. Sesuai dengan nama jurusan “Ototronik” yang berarti Otomotif Elektronik, jurusan ini memfokuskan pada otomotif yang sudah dipadukan dengan teknologi elektronik, contohnya sistem *Electronic Fuel Injection* (EFI). Pada jurusan ototronik pemahaman dan pembelajaran mengenai sistem EFI menjadi pemahaman dasar yang harus dikuasai. Sehingga unsur-unsur pembelajaran harus dikembangkan dan dilakukan dengan baik agar siswa mudah dalam memahami materi yang disampaikan oleh guru. Jurusan ototronik merupakan jurusan yang terbilang baru dan masih jarang ditemui di sekolah-sekolah, Berdasarkan data dari laman Data Pokok SMK yang diakses pada tanggal 2 Februari 2019, hanya terdapat 18 sekolah yang memiliki jurusan Ototronik yang tersebar di Jawa Tengah, karena masih terbilang baru, media-media dan bahan ajar yang tersedia juga masih

terbatas, sedangkan cakupan materi yang termuat dalam spektrum kurikulum ototronik sangat banyak. Hal ini sesuai dengan pengalaman penulis saat melaksanakan Praktik Pengalaman Lapangan (PPL) yang bertempat di Jurusan Ototronik SMK Negeri 3 Salatiga, berdasarkan pengalaman penulis saat melaksanakan proses belajar mengajar di jurusan ototronik, penulis mengamati bahwa sekolah masih memiliki kekurangan dalam hal terbatasnya media-media pembelajaran, baik berupa buku, modul maupun multimedia yang dapat digunakan oleh guru maupun siswa.

SMK Negeri 3 Salatiga merupakan salah satu sekolah yang memiliki jurusan ototronik. Kurikulum pada jurusan ototronik terdapat mata pelajaran *Engine Management System* (EMS). Mata pelajaran EMS merupakan mata pelajaran yang membekali siswa tentang pengetahuan sistem manajemen mesin yang saling berkaitan satu dengan yang lain yang di kontrol oleh sebuah *Electronic Control Unit* (ECU).

Berdasarkan angket analisis kebutuhan terhadap 30 responden siswa jurusan ototronik yang pernah menempuh mata pelajaran EMS tanggal 14 Maret 2018, dapat disimpulkan bahwa 30% siswa setuju jika konsep dan materi pelajaran EMS sulit dipahami. 40% siswa kurang setuju jika media pembelajaran yang ada sudah cukup untuk mendukung proses pembelajaran EMS. 70% siswa kurang setuju jika proses pembelajaran hanya menggunakan buku teks, modul cetak atau buku ajar. 70% siswa setuju jika proses pembelajaran EMS menggunakan media pembelajaran yang menarik sehingga dapat meningkatkan motivasi belajar siswa. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari wawancara yang diberikan kepada Guru Pengampu mata

pelajaran EMS, Bapak Ardiana Angga, S.Pd. pada tanggal 14 Maret 2018, menyatakan bahwa peserta didik akan cenderung semangat belajar apabila menggunakan media-media pembelajaran yang menarik. Berdasarkan hasil observasi dan pengamatan pada nilai Mata Pelajaran EMS kelas XI OTO 2 Jurusan Ototronik SMK Negeri 3 Salatiga masih terdapat siswa yang belum mencapai KKM (Kriteria Ketuntasan Minimal) yaitu sebanyak 11 dari 31 siswa tidak dapat mencapai nilai KKM, dengan persentase kelulusan 65% dan rata-rata nilai 76,5.

Salah satu kompetensi dasar yang terdapat dalam mata pelajaran EMS adalah Mengukur besaran listrik *actuator* pada *engine* bensin. Kompetensi ini memberikan bekal pengetahuan (kognitif) dengan memahami karakteristik *actuator* pada *engine* bensin dan bekal keterampilan (psikomotorik) kepada siswa dalam melakukan pengukuran besaran listrik *actuator* pada *engine*. Mengingat bahwa materi sistem EFI yang sangat banyak, dan cukup sulit untuk dipahami dengan cepat oleh siswa sedangkan sumber belajar dan media-media yang tersedia sangat terbatas. Keterbatasan inilah yang seharusnya dapat menjadi perhatian dunia pendidikan dan mendorong pengembangan sumber belajar dan media pembelajaran yang disesuaikan dengan kebutuhan dan kompetensi yang berlaku. Berdasarkan permasalahan di atas, proses pembelajaran mata pelajaran EMS memerlukan sumber belajar yang dapat memotivasi dan meningkatkan semangat belajar siswa, mempermudah siswa dalam memahami materi dan konsep pembelajaran EMS yang ditayangkan melalui media yang menunjukkan komponen, cara kerja, gambar-gambar, serta perawatan dan pemeriksaan komponen, serta *troubleshooting* karena dengan media pembelajaran yang menarik dapat memberikan semangat dan

memotivasi siswa sehingga pada akhirnya dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Sesuai dengan pendapat Widjanarko, dkk (2014:18) yang menyatakan bahwa, “Salah satu yang mempengaruhi hasil belajar adalah media pembelajaran”.

Salah satu sumber belajar yang dapat dikembangkan adalah media pembelajaran berbentuk multimedia. Menurut Rusman, dkk (2011:71) Menyatakan bahwa multimedia merupakan gabungan dari beberapa media yang disatukan dan berfungsi untuk menyampaikan informasi pada beberapa bidang antara lain:

(1) bidang periklanan yang efektif dan interaktif; (2) bidang pendidikan dalam penyampaian bahan pengajaran secara interaktif dan dapat mempermudah pembelajaran karena didukung oleh berbagai aspek: suara, video, animasi, teks, dan grafik; (3) bidang jaringan dan internet yang membantu dalam pembuatan *website* yang menarik, informatif, dan interaktif.

Simpulan yang dapat dinyatakan adalah bahwa multimedia memiliki peran yang sangat penting di dalam proses pembelajaran, sehingga perlu adanya pengembangan yang sesuai dengan kurikulum dan sesuai dengan kebutuhan yang dibutuhkan oleh guru dan siswa. Berdasarkan uraian diatas dapat dikatakan bahwa penggunaan multimedia bermanfaat pada proses pembelajaran bagi guru sebagai pendidik dan bagi siswa sebagai peserta didik dalam rangka melaksanakan proses pembelajaran di sekolah. Selain itu pengembangan multimedia juga untuk memenuhi kewajiban guru sebagai pendidik yang dituntut harus mampu menguasai teknologi dalam proses pembelajaran sesuai dengan lampiran Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 22 tahun 2016 Bab I pada butir 3 dan 13 dijelaskan bahwa “prinsip pembelajaran dari pendekatan tekstual menuju proses sebagai penguatan penggunaan pendekatan ilmiah, serta

pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran”.

Berdasarkan hasil observasi pada siswa kelas XII Ototronik SMK N 3 Salatiga dan mengacu pada Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 22 tahun 2016, Peneliti mengambil judul “Pengembangan Multimedia Mata Pelajaran *Engine Management System* untuk Meningkatkan Kompetensi Mengukur Besaran Listrik *Actuator* pada *Engine* Bensin”. Alasan pengambilan judul tersebut dengan asumsi bahwa dengan adanya multimedia yang dikembangkan dapat memenuhi kebutuhan siswa dan guru dalam penyediaan media pembelajaran yang menarik dan bervariasi dalam proses pembelajaran EMS sehingga diharapkan dapat meningkatkan kompetensi peserta didik.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, masalah yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut:

1. Terbatasnya media pembelajaran yang ada di jurusan ototronik khususnya pada mata pelajaran EMS, sehingga menuntut adanya pengembangan media pembelajaran yang dapat digunakan dengan mudah dan lengkap.
2. Siswa merasa konsep dan materi pembelajaran EMS cukup banyak dan sulit dipahami.
3. Menurut siswa proses pembelajaran yang dilaksanakan kurang bervariasi, karena terbatasnya media pembelajaran sehingga berdampak pada motivasi

siswa, maka perlu adanya media pembelajaran yang lebih menarik dan lengkap yaitu media pembelajaran berbentuk multimedia.

4. Penggunaan sumber belajar konvensional seperti modul cetak, Lembar Kerja Siswa, buku ajar dan buku teks dinilai kurang menarik, monoton dan banyak hafalan.
5. Masih terdapat beberapa siswa yang memiliki nilai dibawah KKM pada mata Pelajaran EMS.

1.3. Pembatasan Masalah

Permasalahan yang ada dan berkembang mengenai ketersediaan multimedia tidak memungkinkan untuk dibahas semua, maka dari itu agar pembahasan permasalahan lebih jelas dan terarah peneliti membatasi permasalahan yang akan diangkat dalam penelitian ini. Peneliti membatasi beberapa permasalahan antara lain:

1. Multimedia yang dikembangkan adalah multimedia mata pelajaran EMS dengan fokus pada kompetensi mengukur besaran listrik *actuator* pada *engine* bensin.
2. Multimedia yang akan dikembangkan mencakup materi yang meliputi pengertian EMS, sistem EMS, komponen EFI, dan materi tentang *actuator* pada *engine* bensin.
3. Pengujian penggunaan multimedia hanya diujikan kepada 1 kelas, siswa kelas XI Jurusan Ototronik SMK Negeri 3 Salatiga.

4. Pengujian yang dilakukan hanya pada ranah keterampilan abstrak peserta didik tentang mengukur besaran listrik *actuator* pada *engine* bensin.
5. Produk multimedia yang dikembangkan berupa aplikasi komputer / PC dengan format .exe (*Execute*).
6. Model Pengembangan yang digunakan adalah 4D yang terdiri dari tahap *Define*, *Design*, *Development*, dan *Dissemination*, namun pada penelitian ini hanya sampai tahap *Development* karena keterbatasan waktu dan biaya.

1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dan pembatasan masalah yang ada dalam penelitian, maka peneliti merumuskan masalah yang akan diangkat dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Seberapa layak multimedia mata pelajaran EMS yang akan dikembangkan?
2. Seberapa besar peningkatan kompetensi mengukur besaran listrik *actuator* pada *engine* bensin dengan adanya pengembangan multimedia pelajaran EMS?
3. Seberapa besar perbedaan hasil belajar sebelum dan sesudah menggunakan multimedia pelajaran EMS?

1.5. Tujuan Pengembangan

Tujuan adanya pengembangan multimedia EMS adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kelayakan multimedia mata pelajaran EMS yang akan dikembangkan.

2. Mengetahui besarnya peningkatan kompetensi mengukur besaran listrik *actuator* pada *engine* bensin dengan adanya pengembangan multimedia EMS.
3. Mengetahui besarnya perbedaan hasil belajar sebelum dan sesudah menggunakan multimedia pelajaran EMS.

1.6. Manfaat Pengembangan

Manfaat yang diberikan dengan adanya pengembangan multimedia mata pelajaran EMS antara lain:

1. Manfaat bagi Siswa / Peserta Didik
 - a. Multimedia mata pelajaran EMS yang dikembangkan dapat digunakan pada perangkat komputer (PC) sehingga mempermudah siswa dalam memahami materi dan konsep pembelajaran EMS.
 - b. Multimedia mata pelajaran EMS yang dikembangkan dapat meningkatkan kompetensi memahami karakteristik *actuator* pada *engine* bensin.
 - c. Multimedia mata pelajaran EMS yang dikembangkan dapat meningkatkan kompetensi mengukur besaran listrik *actuator* pada *engine* bensin.
2. Manfaat bagi guru / pendidik

Multimedia mata pelajaran EMS dapat digunakan sebagai alat bantu untuk guru dalam menyampaikan / mentransfer ilmu dengan berbagai variasi media yang termuat dalam 1 (satu) multimedia, sehingga mudah digunakan oleh guru dan mudah untuk dipahami oleh siswa selain itu juga dapat digunakan sebagai referensi materi pembelajaran.

3. Manfaat bagi Instansi

Manfaat bagi instansi yaitu Universitas Negeri Semarang dan SMK Negeri 3 Salatiga, multimedia yang dikembangkan dapat menjadi referensi sumber belajar bagi instansi masing-masing yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran baik oleh pendidik maupun peserta didik.

1.7. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Penelitian ini akan mengembangkan beberapa media pembelajaran yang memiliki spesifikasi, materi memahami *actuator* pada *engine* bensin dan mengukur besaran listrik *actuator* pada *engine* bensin yang akan disajikan menggunakan media digital berupa multimedia berbasis aplikasi sebuah komputer / PC berformat .exe yang kompatibel dengan semua perangkat komputer sehingga mudah untuk digunakan dan dilengkapi dengan media teks, gambar, suara, animasi, dan video sehingga akan mempermudah peserta didik dalam memahami materi pembelajaran sehingga dapat meningkatkan kompetensinya.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Kajian Teori

2.1.1. Belajar dan Pembelajaran

a. Belajar

Belajar adalah sebuah proses penting bagi perubahan perilaku seseorang yang mencakup segala sesuatu yang difikirkan dan yang dilakukan (Rifa'i dan Anni, 2012:66). Pendapat lain menyebutkan bahwa belajar adalah suatu proses yang bersifat kompleks yang terjadi pada diri seseorang dan berlangsung selama hidupnya, hal ini terjadi karena adanya proses interaksi antara seseorang dengan lingkungannya, seseorang dapat dikatakan belajar apabila seseorang mengalami sebuah perubahan yang disebabkan oleh perubahan pada bidang pengetahuan, keterampilan dan sikap (Arsyad, 2008:1), selain itu seseorang bisa disebut belajar jika proses tersebut dilakukan secara sadar dan memiliki tujuan yang merupakan pengalaman pribadi yang tidak dapat diwakilkan kepada orang lain, karena proses tersebut merupakan hasil dari interaksi antara individu dengan lingkungannya (Kristanto dan Ansori, 2013:41).

Berdasarkan beberapa definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa belajar merupakan sebuah proses yang berasal dari segala sesuatu yang dilakukan dan difikirkan oleh individu melalui pengalaman pribadi yang dimiliki sehingga secara sadar proses tersebut memiliki tujuan dan mengakibatkan adanya perubahan pada

diri individu baik bidang pengetahuan, keterampilan dan sikap yang terjadi melalui interaksi diri individu dengan lingkungannya.

b. Unsur-unsur belajar

Belajar merupakan merupakan sebuah kegiatan yang terjadi akibat adanya unsur-unsur yang saling berkaitan dan menghasilkan sebuah perubahan perilaku. Menurut Gagne dalam Rifa'I dan Anni (2012:68) mendefinisikan beberapa unsur belajar sebagai berikut:

(1) Peserta didik. Istilah peserta didik dapat diartikan sebagai peserta didik, warga belajar, dan peserta pelatihan yang sedang melakukan kegiatan belajar, ... (2) Rangsangan (stimulus). Peristiwa yang merangsang penginderaan peserta didik disebut stimulus. Banyak stimulus yang berada di lingkungan seseorang. Suara, sinar, warna, panas, dingin, tanaman, gedung, dan orang adalah stimulus yang selalu berada di lingkungan seseorang, ... (3) Memori. Memori yang ada pada peserta didik berisi berbagai kemampuan yang berupa pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang dihasilkan dari kegiatan belajar sebelumnya. (4) Respon. Tindakan yang dihasilkan dari aktualisasi memori disebut respon. Peserta didik yang sedang mengamati stimulus akan mendorong memori memberikan respon terhadap stimulus tersebut,

c. Pembelajaran

Istilah pembelajaran banyak dikemukakan oleh para ahli diantaranya adalah Asril (2010:1) menyatakan bahwa “Pembelajaran itu adalah suatu proses perubahan tingkah laku pada diri individu berkat adanya interaksi antara individu dan individu dengan lingkungannya”. Pengertian lain tentang pembelajaran menurut Degeng dalam Uno (2014:2) “Pembelajaran atau pengajaran adalah upaya membelajarkan siswa. Dalam pengertian ini secara implisit dalam pengajaran terdapat kegiatan memilih, menetapkan, mengembangkan, metode untuk mencapai hasil pengajaran yang diinginkan”.

Pembelajaran merupakan proses kegiatan aktif yang dilakukan oleh siswa atau peserta didik yang berfungsi untuk mengembangkan potensi diri, dan terlibat aktif dalam pengalaman yang difasilitasi oleh guru sehingga didalamnya melibatkan pikiran dan emosi, yang terjalin selama kegiatan pembelajaran berlangsung yang pada akhirnya tercipta kegiatan belajar yang menyenangkan serta dapat mendorong prakarsa siswa (Dananjaya, 2013:27). Definisi lain tentang pembelajaran yang disampaikan oleh Rusman, dkk (2011:60) menyatakan bahwa “pembelajaran adalah sebuah proses komunikasi antara peserta didik, guru dan bahan ajar”.

Berdasarkan beberapa definisi, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran merupakan sebuah proses komunikasi yang dilakukan oleh individu atau peserta didik dengan lingkungannya baik dengan guru, bahan ajar dan segala sesuatu yang berfungsi untuk mengembangkan potensi diri sebagai akibat dari terlibat aktif dalam proses pembelajaran yang melibatkan pikiran, dan emosi yang terjalin selama kegiatan pembelajaran berlangsung.

d. Hasil belajar

Rifa'i dan Anni, (2012:69) mendefinisikan tentang hasil belajar yang menyatakan bahwa “Hasil belajar merupakan perubahan perilaku yang diperoleh peserta didik setelah mengalami kegiatan belajar. Perolehan aspek-aspek perubahan perilaku tersebut tergantung pada apa yang dipelajari oleh peserta didik”. Benyamin S Bloom, dkk dalam Arifin (2016:21) menyatakan bahwa “Hasil belajar dapat dikelompokkan ke dalam tiga domain, yaitu kognitif, afektif dan psikomotor”.

Sedangkan Arifin (2016:26) mendefinisikan bahwa “hasil belajar merupakan gambaran tentang apa yang harus digali, dipahami, dan dikerjakan peserta didik. Hasil belajar ini merefleksikan keluasaan, kedalaman, kerumitan dan harus digambarkan secara jelas serta dapat diukur dengan teknik-teknik penilaian tertentu”.

Dari beberapa definisi tersebut maka dapat disimpulkan bahwa hasil belajar merupakan suatu perubahan perilaku peserta didik dalam domain / bidang kognitif, afektif dan psikomotor yang didapatkan melalui proses belajar dan hasil belajar ini mereflesikan dari apa yang dipelajari, dipahami, dan dikerjakan oleh peserta didik.

2.1.2. Multimedia Pembelajaran

a. Pengertian media pembelajaran

Menurut Susilana, dan Riyana (2009:6) menyatakan bahwa “Kata “media” berasal dari kata latin, merupakan bentuk jamak dari kata “medium”. Secara harfiah kata tersebut mempunyai arti perantara atau pengantar”. Hal ini selaras dengan pendapat Latuheru (1988:9) yang menyatakan bahwa “Kata “media” adalah bentuk jamak dari kata “medium”, yang berarti “tengah”. Dalam bahasa Indonesia, kata “medium” atau “sedang”. Media pembelajaran merupakan sebuah alat bantu atau sarana perantara dalam proses pembelajaran (Daryanto, 2010:4). Media pembelajaran merupakan sebuah alat bantu pembelajaran berupa fisik maupun nonfisik yang sengaja dibuat dan disusun untuk digunakan oleh seorang guru sebagai perantara dengan siswa dalam menyampaikan dan memahami materi pembelajaran agar lebih efektif dan efisien, dan meteri pembelajaran lebih cepat

diterima oleh siswa dengan utuh dan menarik serta dapat memotivasi siswa untuk belajar (Musfiqon, 2012:2). Sedangkan pada definisi lain media merupakan alat atau bentuk stimulus yang diberikan kepada individu dalam rangka menyampaikan pesan pembelajaran (Rusman, dkk, 2011:60).

Ada beberapa alasan yang harus diperhatikan dalam penggunaan media pembelajaran berkaitan dengan analisis dan manfaat yang akan diperoleh, sebagaimana yang dikemukakan oleh Sudjana dan Rivai dalam Rusman, dkk (2011:62) yaitu: 1). Pembelajaran akan lebih menarik perhatian peserta didik sehingga dapat menumbuhkan motivasi belajar, 2). Metode pembelajaran akan lebih bervariasi, 3). Bahan pembelajaran akan lebih jelas dan bermakna, 4). Peserta didik lebih banyak melakukan kegiatan belajar. Menurut Arsyad (2008:26-27) memiliki manfaat atau kegunaan dalam proses pembelajaran yang bersifat lebih mendetail, antara lain:

(1) Media pembelajaran dapat memperjelas penyajian pesan dan informasi sehingga dapat memperlancar dan meningkatkan proses dan hasil belajar. (2) Media pembelajaran dapat meningkatkan dan mengarahkan perhatian anak sehingga dapat menimbulkan motivasi belajar, interaksi yang lebih langsung antara siswa dan lingkungannya, dan kemungkinan siswa untuk belajar sendiri-sendiri sesuai dengan kemampuan dan minatnya. (3) Media pembelajaran dapat mengatasi keterbatasan indera, ruang, dan waktu, (4) Media pembelajaran dapat memberikan kesamaan pengalaman kepada siswa tentang peristiwa-peristiwa di lingkungan mereka, serta memungkinkan terjadinya interaksi langsung dengan guru, masyarakat, dan lingkungannya misalnya melalui karyawisata, kunjungan-kunjungan ke museum atau kebun binatang.

Berdasarkan beberapa definisi, dapat disimpulkan bahwa pengertian media pembelajaran merupakan sebuah media yang berada dalam ranah pendidikan yang

sengaja dibuat dan disusun untuk digunakan dalam proses pembelajaran sebagai stimulus dan sebagai perantara antara individu dengan pendidik untuk menyampaikan pesan atau materi pembelajaran sehingga peserta didik akan lebih mudah dan lebih cepat dalam memahami materi pembelajaran yang disajikan dalam bentuk yang menarik sehingga dapat memotivasi siswa dan menambah semangat siswa dalam belajar, selain itu media pembelajaran juga memiliki peranan yang sangat penting sebagai alat bantu mengajar yang disebut dengan *dependent media* dan sebagai sumber belajar mandiri yang disebut dengan *independent media*.

b. Macam-macam media pembelajaran

Menurut Rusman, dkk (2011:63) menjelaskan bahwa terdapat beberapa jenis multimedia yang digunakan dalam pembelajaran yaitu:

(1) Media visual, media visual adalah media yang hanya dapat dilihat dengan menggunakan indra penglihatan, ... (2) Media audio, yaitu media yang mengandung pesan dalam bentuk auditif yang dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan kemauan, para peserta didik untuk mempelajari bahan ajar. ... (3) Media audio-visual, yaitu media yang merupakan kombinasi audio dan visual atau biasa disebut media pandang-dengar. ... (4) Kelompok media penyaji. Media kelompok penyaji ini sebagaimana diungkapkan Donal T.Tosti dan John R. Ball dikelompokkan ke dalam tujuh jenis, yaitu: (a) kelompok kesatu; grafis, bahkan cetak, dan gambar diam, (b) kelompok kedua; media proyeksi diam, (c) kelompok ketiga; media audio, (d) kelompok keempat; media audio, (e) kelompok kelima; media gambar hidup/film, (f) kelompok keenam; media televisi, dan (g) kelompok ketujuh; multimedia. (5) Media objek dan media interaktif berbasis komputer. Media objek merupakan media tiga dimensi yang menyampaikan informasi tidak dalam bentuk penyajian, melainkan melalui ciri fisiknya sendiri, seperti ukurannya, bentuknya, beratnya, susunannya, warnanya, fungsinya dan sebagainya. ...

Sedangkan menurut Arsyad (2008:29) menjelaskan bahwa “berdasarkan perkembangan teknologi, media pembelajaran dikelompokkan ke dalam empat kelompok, yaitu: (1) media hasil teknologi cetak; (2) media hasil teknologi audio-

visual; (3) media hasil teknologi yang berdasarkan komputer; dan (4) media hasil gabungan teknologi cetak dan komputer”.

Berdasarkan beberapa pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa secara umum, media pembelajaran dibagi kedalam beberapa jenis media, diantaranya adalah, media audio, media visual, media audiovisual, media kelompok penyaji dan media interaktif yang digunakan dengan berbasis komputer. Media-media tersebut digunakan untuk saling mendukung satu dengan yang lainnya agar menjadi media yang lengkap efektif dan efisien yang dapat digunakan dalam pembelajaran oleh pendidik dan peserta didik. Penggolongan lain tentang media, media pembelajaran dibedakan menjadi 4 golongan besar yaitu: media hasil teknologi cetak, media hasil teknologi audio – visual, media hasil teknologi yang berdasarkan komputer dan media hasil gabungan teknologi cetak dan komputer.

c. Pengertian multimedia

Multimedia merupakan sebuah media yang digunakan untuk menyampaikan pesan atau informasi dalam bentuk berbagai media yang disajikan menjadi satu perangkat yang terdiri dari media suara, media gambar, media animasi, teks, dan video (Rusman, dkk (2011:71). Menurut Munir (2013:2) menyatakan bahwa “multimedia merupakan perpaduan antara berbagai media (format file) yang berupa teks, gambar (*vector* atau *bitmap*), grafik, *sound*, animasi, video, interaksi, dan lain-lain yang telah dikemas menjadi *file digital* (komputerisasi), digunakan untuk menyampaikan atau menghantarkan pesan kepada publik”.

Berdasarkan beberapa definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa multimedia merupakan media yang digunakan untuk menyampaikan materi dalam

bentuk berbagai media yang disajikan menjadi satu perangkat yang terdiri dari media suara, gambar, teks, animasi dan video yang dikemas dalam *file* digital digunakan untuk menyampaikan pesan atau informasi kepada publik.

d. Komponen-komponen multimedia

Komponen-komponen multimedia merupakan bagian penyusun sebuah multimedia yang saling mendukung satu sama lain, yang terdiri dari teks, grafik, gambar (*images* atau visual diam), video (visual gerak), animasi, audio (suara, bunyi) dan interaktivitas. Komponen-komponen tersebut dijelaskan sebagai berikut:

1) Teks

Munir (2013:17) menjelaskan bahwa “teks adalah suatu kombinasi huruf yang membentuk suatu kata atau kalimat yang menjelaskan suatu maksud atau materi pembelajaran yang dapat dipahami oleh orang yang membacanya”.

2) Grafik

Munir (2013:17) menjelaskan bahwa “Grafik merupakan komponen penting dalam multimedia. Grafik merupakan sarana yang tepat untuk menyajikan informasi, apalagi pengguna sangat berorientasi pada gambar yang bentuknya visual (*visual oriented*)”.

3) Gambar (*Images* atau Visual Diam)

Menurut Ivers dan Barron (2002:89) menjelaskan “*the term graphics refers to images or any information in the computer that is presented via pictures, drawings, or paintings. As computer display systems evolved to include more and more colors, images became increasingly prevalent. Now it is very rare to find a*

computer program or multimedia project that does not contain at least a few images". Jika diterjemahkan menjadi Istilah grafik mengacu pada gambar atau informasi pada komputer yang disajikan melalui gambar-gambar atau lukisan. Saat ini tampilan komputer berevolusi untuk memasukan lebih banyak gambar. Kegunaan *graphics* dalam presentasi multimedia antara lain sebagai ilustrasi untuk menjelaskan konsep-konsep, *chart* juga bisa dimanfaatkan untuk ilustrasi dan meringkas data-data numerik. Agnew dan Kellerman dalam Munir (2013:17) menjelaskan definisi "gambar adalah dalam bentuk garis (*line drawing*), bulatan, kotak, bayangan, warna dan sebagainya yang dikembangkan dengan menggunakan perangkat lunak agar multimedia dapat disajikan lebih menarik dan efektif".

4) Video (Visual Gerak)

Daryanto (2010:87) mengungkapkan bahwa "Video adalah segala sesuatu yang memungkinkan sinyal audio dapat dikombinasikan dengan gambar bergerak secara sekuesial". Media video dalam multimedia mempunyai manfaat untuk menyajikan informasi, memaparkan konsep-konsep yang rumit, memaparkan proses, dan menyingkat atau memperpanjang waktu.

5) Animasi

Menurut Ivers dan Barron (2002:94) Menjelaskan bahwa "*Animation are graphic files that include movement. Animation help covery and reinforce complex concept*". Jika diterjemahkan menjadi Animasi adalah sebuah *file* grafik atau gambar yang disertai dengan gerakan. Animasi membantu menyampaikan dan memperkuat konsep yang rumit.

6) Audio

Menurut Ivers dan Barron (2002:96) mengatakan bahwa *“Audio refers to sound elements in a program. These elements can include recorded narration, music, and sound effects. Audio can assist students learning, as well as add realism, excitement, and motivation to the program”*. Jika diterjemahkan menjadi Audio mengacu pada elemen suara dalam suatu program. Elemen-elemen ini bisa termasuk narasi rekaman, musik, dan efek suara. Audio dapat membantu siswa belajar, serta menambahkan efek realisme, kegembiraan, dan motivasi untuk program. Mishra dan Sharma (2004:4) menjelaskan manfaat audio dalam multimedia *“Sound can supplement visual information and can be used to attract attention, arouse and hold interest, provide cues and feedback, aid memory, and proviaw aome types of subject matter“*, jika diterjemahkan menjadi Suara dapat melengkapi informasi visual dan dapat digunakan untuk menarik perhatian, membangkitkan dan mengembangkan minat, memberikan isyarat dan umpan balik, membantu ingatan, dan menyediakan beberapa jenis materi pelajaran.

7) Interaktivitas

Menurut Munir (2013:19) Menjelaskan bahwa *“Aspek interaktif pada multimedia dapat berupa navigasi, simulasi, permainan dan latihan”*. Sehingga peran sangat penting dalam multimedia karena dengan adanya unsur interaktivitas dapat meningkatkan minat peserta didik. Sedangkan menurut Domagk, dkk (2010:1025) *“Interactivity in the context of computer-based multimedia learning is reciprocal activity between a learner and a multimedia learning system, in which the [re]action of the learner is dependent upon the [re]-action of the system and*

vice versa”, jika diterjemahkan menjadi Interaktif dalam konteks pembelajaran multimedia berbasis komputer adalah timbal balik antara siswa dan sistem multimedia pembelajaran, dimana reaksi yang diberikan peserta didik tergantung reaksi sistem dan sebaliknya.

e. Prosedur pembuatan multimedia

Pengembangan media pembelajaran berbasis multimedia diperlukan berbagai cara untuk menghasilkan media yang baik, salah satunya adalah dengan menerapkan prosedur pengembangan media pembelajaran. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam merencanakan sebuah media pembelajaran yaitu: 1) Analisis karakteristik siswa; 2) Tentukan tujuan yang akan dicapai; 3) Memilih, mengubah, merencanakan materi pembelajaran; 4) Pemanfaatan bahan; 5) Tanggapan yang diharapkan dari siswa; 6) Evaluasi, (Latuheru, 1988: 31-39). Sedangkan menurut Munir (2013:101) menjelaskan bahwa “Pengembangan *software* multimedia dalam pendidikan meliputi lima fase yaitu: analisis, desain, pengembangan, implementasi dan penilaian”.

Setelah melihat berbagai pendapat dari beberapa ahli tentang bagaimana prosedur pengembangan sebuah media maka dapat disimpulkan bahwa secara garis besar pengembangan media pembelajaran dapat dilakukan melalui beberapa tahap yaitu; (1) Tahap analisis kebutuhan; (2) Tahap mengembangkan desain; dan (3) evaluasi produk. Proses perencanaan media pembelajaran perlu mengetahui keadaan dan proses atau cara kerja EMS dalam kendaraan khususnya pada komponen *actuator engine* bensin, hal ini diperlukan untuk membantu dalam pembuatan animasi dan penjelasan cara kerja serta penyusunan langkah

pemeriksaan dan pengukuran besaran listrik pada *actuator engine* bensin. multimedia yang akan dibuat terdiri dari beberapa media yang disajikan menjadi satu yaitu teks, gambar, animasi, audio, dan video. Pengembangan multimedia pembelajaran dapat dilakukan melalui langkah-langkah berikut: (1) penyusunan peta konsep; (2) penyusunan peta materi; (3) pembuatan garis besar multimedia (PGBM); (4) pembuatan *flowchart*; (5) penyusunan penjabaran materi; (6) pembuatan *story board*; (7) pengumpulan bahan-bahan yang dibutuhkan; (8) pemrograman; dan (9) *finishing*.

f. Evaluasi Penilaian Multimedia

Wahono dalam Anwariningsih (2011:21) menyatakan bahwa ada beberapa aspek dalam evaluasi penilaian multimedia, yaitu: aspek rekayasa perangkat lunak, aspek *instructional design* (desain pembelajaran), dan aspek komunikasi visual.

(1) Aspek rekayasa perangkat lunak, meliputi: (a) efektif dan efisien dalam penggunaan media pembelajaran, (b) handal, (c) mudah dalam pemeliharaan, (d) mudah dalam pengoperasiannya, (e) ketepatan pemilihan *software* (f) media dapat dijalankan di berbagai *hardware* dan *software* yang ada, (7) mudah dalam penggunaan, (8) Dokumentasi lengkap, dan (9) Multimedia dapat dikembangkan. (2) Aspek Desain Pembelajaran, meliputi: (a) kejelasan tujuan pembelajaran; (b) Relevansi tujuan pembelajaran dengan SK/KD/Kurikulum; (c) Cakupan dan kedalaman tujuan pembelajaran; (d) Ketepatan penggunaan strategi pembelajaran; (e) Interaktivitas; (f) Pemberian motivasi belajar; (g) Kontekstualitas dan aktualitas; (i) Kelengkapan dan kualitas bahan bantuan belajar; (j) Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran; (k) Kedalaman materi; (l) Kemudahan untuk dipahami; (m) Sistematis, runtut, dan alur logika jelas; (n) Kejelasan uraian, pembahasan, contoh, simulasi, dan latihan; (o) Konsistensi evaluasi dengan tujuan pembelajaran; (p) Ketepatan dan ketepatan alat evaluasi; (q) Pemberian umpan balik terhadap hasil evaluasi. (3) Aspek komunikasi visual, meliputi: (a) Komunikatif: sesuai dengan pesan dan dapat diterima/sejalan dengan keinginan sasaran; (b) Kreatif dalam ide berikut penuangan gagasan; (c) sederhana dan memikat; (d) Audio (narasi, *sound effect*, *backsound*, dan musik); (e) Visual (*layout*, *design*,

typography, dan warna); (f) Media gerak (animasi dan *movie*); dan (g) *Layout interactive* (ikon navigasi).

Penilaian multimedia yang dikembangkan dikatakan valid jika sudah memenuhi validasi dari ahli media pembelajaran dan ahli materi pembelajaran. Penilaian / validasi oleh ahli dilakukan dengan menggunakan angket uji kelayakan untuk menentukan validitas multimedia yang dikembangkan.

2.1.3. Kompetensi Mengukur Besaran Listrik *Actuator* pada *Engine* Bensin

Kompetensi mengukur besaran listrik *actuator* pada *engine* bensin merupakan salah satu kompetensi dasar pada mata pelajaran *engine management system*. Berikut merupakan penjelasan detail mengenai kompetensi inti, kompetensi dasar, dan kompetensi mengukur besaran listrik *actuator* pada *engine* bensin:

a. Kompetensi Inti

Berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia No. 24 Tahun 2016 Bab II Pasal 2 (1) menyebutkan bahwa “Kompetensi inti pada kurikulum 2013 merupakan tingkat kemampuan untuk mencapai standar kompetensi lulusan yang harus dimiliki seorang peserta didik pada setiap tingkat kelas”. Sehingga dapat disimpulkan bahwa Kompetensi Inti merupakan tingkat kemampuan yang harus dimiliki oleh seorang peserta didik / siswa pada setiap kelas dalam rangka mencapai standar kompetensi lulusan.

Tabel 2.1 Kompetensi Inti

Kompetensi Inti 3 (Pengetahuan)	Kompetensi Inti 4 (Keterampilan)
a. Memahami, menerapkan, menganalisis, dan mengevaluasi tentang pengetahuan faktual,	b. Melaksanakan tugas spesifik dengan menggunakan alat, informasi, dan prosedur kerja yang lazim dilakukan serta memecahkan masalah sesuai dengan bidang kerja Teknik

<p>konseptual, operasional dasar dan metakognitif sesuai dengan bidang dan lingkup kerja Teknik Ototronik pada tingkat teknis, spesifik, detil dan kompleks, berkenaan dengan ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam konteks pengembangan potensi diri sebagai bagian dari keluarga, sekolah, dunia kerja, warga masyarakat nasional, regional dan internasional.</p>	<p>Ototronik. Menampilkan kinerja di bawah bimbingan dengan mutu dan kuantitas yang terukur sesuai dengan standar kompetensi kerja. Menunjukkan keterampilan menalar, mengolah, dan menyaji secara efektif, kreatif, produktif, kritis, mandiri, kolaboratif, komunikatif, dan solutif dalam ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah, serta mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung. Menunjukkan keterampilan mempersepsi, kesiapan, meniru, membiasakan, gerak mahir, menjadikan gerak alami dalam ranah konkret terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah, serta mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.</p>
---	---

Sumber: (Keputusan Direktur Jendral Pendidikan Dasar dan Menengah No. 330/D.D5/KEP/KR/2017)

b. Kompetensi Dasar

Kompetensi dasar merupakan kemampuan yang harus dimiliki oleh seorang peserta didik dalam mencapai kompetensi inti yang diperoleh melalui proses pembelajaran (Priyono, 2017:54). Berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia No. 24 Tahun 2016 Bab II Pasal 2 (2) menyebutkan bahwa “Kompetensi dasar merupakan kemampuan dan materi pembelajaran minimal yang harus dicapai peserta didik untuk suatu mata pelajaran pada masing-masing satuan pendidikan yang mengacu pada kompetensi inti”. Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa kompetensi dasar merupakan standar minimal kemampuan yang harus dimiliki seseorang yang dicapai melalui proses pembelajaran dengan mengacu pada kompetensi inti.

Berikut merupakan Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Mata Pelajaran *Engine Management System*.

Tabel 2.2 Kompetensi Dasar

Kompetensi Dasar	Kompetensi Dasar
3.1. Menelaah dasar <i>system engine</i>	4.1. Memelihara dasar <i>system engine</i>
3.2. Memahami sejarah perkembangan <i>engine management system</i>	4.2. Menentukan perbedaan sistem sesuai perkembangan Teknologi <i>Engine Management System</i>
3.3. Memahami karakteristik sensor pada <i>engine</i> bensin	4.3. Mengukur besaran listrik sensor pada <i>engine</i> bensin
3.4. Memahami karakteristik sensor pada <i>engine</i> diesel	4.4. Mengukur besaran listrik sensor pada <i>engine</i> diesel
3.5. Memahami karakteristik <i>actuator</i> pada <i>engine</i> bensin	4.5. Mengukur besaran listrik <i>actuator</i> pada <i>engine</i> bensin
3.6. Memahami karakteristik <i>actuator</i> pada <i>engine</i> diesel	4.6. Mengukur besaran listrik <i>actuator</i> pada <i>engine</i> diesel
3.7. Memahami <i>wiring diagram</i> pada <i>engine</i>	4.7. Menentukan lokasi komponen <i>wiring</i> pada <i>engine</i>
3.8. Memahami cara kerja komponen mobil listrik	4.8. Merawat komponen mobil listrik
3.9. Menganalisis pengaruh sensor pada <i>engine</i>	4.9. Menguji pengaruh sensor pada <i>engine</i>
3.10. Menganalisis pengaruh <i>actuator</i> pada <i>engine</i>	4.10. Menguji pengaruh <i>actuator</i> pada <i>engine</i>
3.11. Mendiagnosa <i>system</i> pada <i>engine</i>	4.11. Memperbaiki sistem pada <i>engine</i> bensin
3.12. Mendiagnosa sistem kontrol katup	4.12. Memperbaiki sistem kontrol katup
3.13. Mendiagnosa sistem kontrol pengisian elektronik	4.13. Memperbaiki sistem pengisian elektronik
3.14. Mendiagnosa sistem kontrol <i>starter</i> elektronik	4.14. Memperbaiki sistem kontrol <i>starter</i> elektronik
3.15. Mendiagnosa sistem kontrol emisi	4.15. Memperbaiki sistem kontrol emisi
3.16. Mendiagnosa <i>Engine Management System (EMS) fail safe (On Board Diagnostic)</i>	4.16. Memperbaiki <i>Engine Management System (EMS) fail safe (On Board Diagnostic)</i>
3.17. Mendiagnosa sistem <i>cruise control</i>	4.17. Memperbaiki sistem kontrol kecepatan otomatis
3.18. Mendiagnosa mobil listrik	4.18. Memperbaiki sistem kontrol mobil listrik

Sumber : (Keputusan Direktur Jendral Pendidikan Dasar dan Menengah No. 330/D.D5/KEP/KR/2017)

c. Kompetensi Memahami Karakteristik *Actuator* pada *Engine* Bensin

Merupakan kompetensi pada ranah pengetahuan (kognitif) yang memberikan bekal dasar pengetahuan secara teori dalam memahami karakteristik *actuator* pada *engine* bensin. Melalui kompetensi ini peserta didik akan dapat memahami karakteristik masing-masing *actuator* yang terdapat pada *engine* bensin, serta membekali peserta didik sebelum melanjutkan ke kompetensi keterampilan (psikomotorik). Pada kompetensi ini akan memuat mengenai pengertian dan fungsi masing-masing *actuator*, cara kerja, aliran arus/listrik pada *actuator*.

d. Kompetensi Mengukur Besaran Listrik *Actuator* pada *Engine* Bensin

Merupakan kompetensi pada ranah keterampilan (psikomotorik) yang memberikan keterampilan kepada peserta didik dalam bentuk praktik khususnya dalam pemeriksaan dan pengukuran besaran listrik *actuator* pada *engine* bensin. Kompetensi ini mencakup pada cara / prosedur pelaksanaan pemeriksaan / pengukuran besaran listrik *actuator*, prosedur *troubleshooting* dan cara perbaikannya.

2.1.4. Satuan Pengukuran Listrik

a. Satuan

Bidang ilmu pengetahuan dan bidang teknik menggunakan dua jenis satuan yang umum digunakan, yaitu satuan dasar dan satuan turunan. Satuan dasar kemudian terbagi kedalam dua jenis antara lain: (a) satuan dasar utama, satuan dasar utama merupakan satuan yang terdiri dari panjang, massa, dan waktu; (b) satuan dasar tambahan adalah satuan dasar yang terdiri dari arus listrik, temperatur, dan

intensitas cahaya (Waluyanti, dkk, 2008:3). Satuan-satuan tersebut kemudian didefinisikan sebagai sistem internasional (SI) yang memuat 6 satuan dasar tersebut.

Tabel 2.3 Besaran-besaran satuan dasar SI

Kuantitas	Satuan Dasar	Simbol
Panjang	Meter	m
Massa	Kilogram	Kg
Waktu	Sekon	s
Arus listrik	Amper	A
Temperatur	Kelvin	K
Itensitas cahaya	kandela	Cd

Sumber: Waluyanti, dkk (2008:3)

Selain satuan-satuan dasar, satuan-satuan lain yang biasa digunakan adalah satuan turunan yang merupakan satuan yang terbentuk oleh satuan dasar, berikut merupakan satuan turunan:

Tabel 2.4 Beberapa contoh satuan yang diturunkan

Kuantitas	Satuan yang diturunkan	Simbol	Dinyatakan dalam satuan SI atau satuan yang diturunkan
Frekuensi	hertz	Hz	$1 \text{ Hz} = 1^{-1}$
Gaya	newton	N	$1 \text{ N} = 1 \text{ kgm/s}^2$
Tekanan	pascal	Pa	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$
Energi kerja	joule	J	$1 \text{ J} = 1 \text{ Nm}$
Daya	watt	W	$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$
Muatan Listrik	coulomb	C	$1 \text{ C} = 1 \text{ As}$
GGL / Beda potensial	volt	V	$1 \text{ V} = 1 \text{ W/A}$
Kapasitas listrik	farad	F	$1 \text{ F} = 1 \text{ As/V}$
Tahanan listrik	ohm	Ω	$1 = 1 \text{ V/A}$
Konduktivitas	siemens	S	$1 \text{ S} = 1 \Omega^{-1}$
Fluksi magnetis	Weber	Wb	$1 \text{ Wb} = 1 \text{ Vs}$
Kepadatan fluksi	Tesla	T	$1 \text{ T} = 1 \text{ Wb/m}^2$
Induktansi	Henry	H	$1 \text{ H} = 1 \text{ Vs/A}$
Fluksi cahaya	Lumen	lm	$1 \text{ m} = 1 \text{ cd sr}$
Kemilauan	lux	lx	$1 \text{ x} = 1 \text{ lm/m}^2$

Sumber: Waluyanti, dkk (2008:4)

b. Multimeter

Menurut Waluyanti, dkk (2008:42) menjelaskan bahwa “multimeter merupakan alat yang paling banyak dipergunakan oleh para praktisi, hobist, dan orang-orang yang bekerja berkaitan dengan rangkaian listrik dan elektronika”. Sesuai dengan nama “multimeter” yang memiliki arti bahwa alat tersebut merupakan alat yang memiliki beberapa kapasitas pengukuran dan beberapa jenis pengukuran, antara lain: pengukuran arus, pengukuran hambatan dan pengukuran tegangan. Multimeter terbagi ke dalam dua jenis, yaitu multimeter digital dan multimeter analog.

1) Multimeter analog

Waluyanti, dkk (2008:69) menjelaskan bahwa “Dasar multimeter elektronik analog dapat dikelompokkan ke dalam tiga bagian utama yaitu jaringan pengukuran, rangkaian penguat dan penggerak meter analog”.



Gambar 2.1 multimeter analog
Sumber: Waluyanti, dkk (2008:68)

2) Multimeter digital

Multimeter digital merupakan multimeter yang menunjukkan hasil pengukuran berupa angka diskrit, hal ini lebih baik dalam penunjukan simpangan jarum pada skala (hasil pengukuran) yang terdapat pada multimeter analog dengan

keunggulan yaitu hasil pengukuran dapat langsung terbaca (Waluyanti, dkk, 2008:109)



Gambar 2.2 multimeter digital
Sumber: Waluyanti, dkk (2008:122)

c. Cara penggunaan Multimeter

Berikut merupakan cara penggunaan multimeter untuk melakukan pengukuran tegangan:

- 1) Pengukuran Tegangan DC (Buntarto, 2015:41):
 - a) Atur selektor pada posisi DCV
 - b) Pilih skala batas ukur berdasarkan perkiraan besar tegangan yang akan dicek, jika tegangan yang dicek sekitar 12 Volt maka atur posisi skala di batas ukur 50V.
 - c) Untuk mengukur tegangan yang tidak diketahui besarnya maka atur batas ukur pada posisi tertinggi supaya multimeter tidak rusak.
 - d) Hubungkan atau tempelkan *probe* multimeter ke titik tegangan yang akan dicek, *probe* warna merah pada posisi (+) dan *probe* warna hitam pada titik (-) tidak boleh terbalik
 - e) Baca hasil ukur pada multimeter

2.1.5. *Engine Management System* (EMS)

a. Pengertian *Engine Management System*

Menurut Waluyo (2015) menyatakan bahwa “*Engine Management System* adalah suatu sistem pengaturan pada *engine* yang mengatur dan mengontrol seluruh sistem pada *engine*, dikendalikan oleh *Electronic Control Unit* (ECU), sehingga *performance engine* terkontrol dengan kondisi dan keadaan terbaik”. Menurut Husni (2016:1) menjelaskan bahwa “*Engine Management System* (EMS) adalah merupakan teknologi kontrol elektronik yang ada pada sistem mesin (*engine*)”. Dari beberapa uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa EMS merupakan sebuah sistem yang terdapat dalam sebuah kendaraan yang berfungsi untuk mengatur / mengatur sistem-sistem yang ada dalam kendaraan sehingga menciptakan kerja sistem terkendali dan mesin dapat bekerja secara optimal.

b. Komponen *Electronic Fuel Injection* (EFI)

Komponen EFI terdiri dari 3 pengelompokan yaitu, Sensor sebagai data input, Prosesor dalam sistem EFI adalah ECU sebagai pemroses data input dari sensor serta memberikan perintah kepada *actuator*, sedangkan *actuator* sebagai alat pengontrol kondisi kendaraan berdasarkan sinyal yang diberikan oleh ECU, hal ini selaras dengan pendapat Waluyo (2015) yang menyebutkan bahwa “Komponen EMS terdiri dari sensor-sensor sebagai data input. ECU, dan *actuator*”. Ketiga komponen tersebut dijelaskan secara rinci sebagai berikut:

1) Sensor

Menurut Karim (2013:12) “Sensor adalah alat untuk mendeteksi / mengukur suatu besaran fisis berupa variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia dengan diubah menjadi tegangan dan arus listrik”. Sensor memegang peranan yang penting dalam sistem kontrol otomotif yaitu bertugas untuk memberikan informasi ke kontrol unit sebagai masukan yang selanjutnya akan dieksekusi oleh *actuator* (Husni, 2016:14).

2) *Electronic Control Unit* (ECU)

Menurut Husni (2016:166) menjelaskan bahwa “ECU (*Electronic Control Unit*) sebuah rangkaian elektronik dari komponen utama mikrokontrol yang berfungsi sebagai otak dari suatu sistem”. Wikipedia (2017) menjelaskan bahwa “ECU adalah sebuah singkatan untuk *Electronic Control Unit* atau Unit Kontrol Elektronik yang berfungsi untuk melakukan optimasi kerjanya mesin kendaraan”. Dapat disimpulkan bahwa ECU merupakan sebuah unit dari mesin yang memiliki peran yang sangat penting yaitu sebagai otak sistem kendaraan, karena ECU berfungsi sebagai pusat pengendalian sistem kendaraan yaitu dengan cara mengolah data input yang diberikan oleh sensor, kemudian data tersebut diolah, sehingga menghasilkan data *output* yang akan diberikan kepada *actuator* sebagai pengendali sistem-sistem tersebut guna mengoptimalkan kondisi kendaraan.

3) *Actuator*

Husni (2016:24) menjelaskan bahwa “Aktuator merupakan salah satu bagian utama dari sistem kontrol yang fungsinya melaksanakan apa yang diperintahkan oleh ECU sebagai komputer yang ada di kendaraan”.

c. Komponen EMS

EMS terdiri dari beberapa sistem yang berhubungan satu sama lain, umumnya pada sebuah kendaraan sistem EMS terdiri dari tiga sistem antara lain:

1) Sistem kontrol bahan bakar merupakan sistem yang berfungsi untuk mengatur / mengontrol pemasukan / suplai bahan bakar pada kendaraan. Sistem kontrol bahan bakar / sistem pengaliran bahan bakar berfungsi untuk mengalirkan bahan bakar dengan halus/lembut pada volume dan tekanan yang tepat (Husni, 2016:29); 2) Sistem kontrol Pengapian adalah sistem yang mengatur / mengontrol pengapian pada mesin. Sistem pengapian pada kendaraan digunakan untuk meletikkan bunga api pada busi untuk membakar campuran udara dan bahan bakar di ruang bakar pada waktu yang sudah ditentukan (Husni, 2016:57); 3) Sistem kontrol emisi adalah sistem yang berfungsi mengontrol emisi yang dihasilkan oleh kendaraan. Selain itu Husni, (2016:135) menjelaskan bahwa “Sistem kontrol emisi mengurangi emisi, yang berbahaya bagi lingkungan dan manusia, yang dihasilkan kendaraan bermotor“.

2.1.6. *Actuator engine* bensin

a. Pengertian *actuator*

Aktuator merupakan sebuah alat mekanis yang terdapat pada sistem yang berfungsi untuk menggerakkan atau mengatur sebuah mekanisme atau sistem (Wikipedia, 2017). Menurut Husni (2016:24) menjelaskan bahwa “Aktuator merupakan salah satu bagian utama dari sistem kontrol yang fungsinya melaksanakan apa yang diperintahkan oleh ECU sebagai Komputer yang ada di

kendaraan”. Sedangkan menurut Buntarto (2015:5) menyebutkan bahwa “aktuator adalah suatu komponen, alat atau peralatan (berupa mekanis, pneumatik, hidrolis, elektronik atau gabungan dari hal tersebut) yang mampu mengolah data perintah (sinyal kontrol) menjadi sinyal aksi ke suatu *plant*”.

Dapat disimpulkan bahwa *actuator* merupakan komponen kendaraan yang berfungsi untuk mengatur kerja mesin kendaraan sesuai dengan kebutuhan dengan cara membaca perintah / signal yang diberikan oleh ECU berdasarkan hasil pembacaan sensor-sensor kendaraan. Sistem pengaturan yang dilakukan dengan cara mengkonversi energi / signal yang dikirim oleh ECU untuk diubah menjadi sebuah gerakan atau energi mekanik.

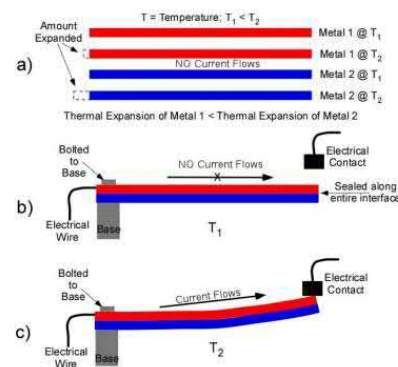
b. Macam-macam *actuator*

Actuator banyak digunakan didalam sebuah kontrol sistem, sehingga untuk mengidentifikasinya perlu pengelompokan jenis-jenis *actuator* berdasarkan cara kerjanya, berikut merupakan jenis-jenis *actuator* yang digolongkan berdasarkan cara kerjanya:

1) *Actuator thermal*

Southwest Center for microsystems Education (SCME) (2009:16) Menjelaskan bahwa “*One type of thermal actuator is a bimetallic strip. This device directly converts thermal energy into motion. This is accomplished by utilizing an effect an called thermal expansion*”, jika diterjemahkan salah satu jenis *actuator thermal* adalah lapisan bimetal. Pada perangkat ini secara langsung mengkonversikan energi panas kedalam gerakan. Hal ini dilakukan dengan

memanfaatkan yang dinamakan dengan ekspansi *thermal*. Dapat disimpulkan bahwa *actuator thermal* memanfaatkan bimetal pada komponen *actuator* sebagai media pembaca panas yang diterima *actuator* kemudian mengubahnya menjadi sebuah gerak.

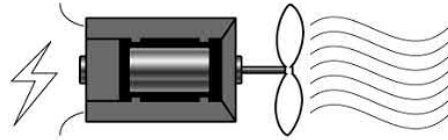


Gambar 2.3 Skema menunjukkan bagaimana lapisan bimetal bekerja
 Sumber: *Southwest Center for microsystems Education (SCME) (2009:17)*

2) *Actuator* elektrik

Southwest Center for microsystems Education (SCME) (2009:16)

Menjelaskan bahwa “An *electronix motor* is a type of an *electronic actuator* (see *graphic*). Most *direct current (DC) motors* operate by current flowing through a *coil of wire* and creating a *magnetic field* around the *coil*”, jika diterjemahkan Motor listrik adalah salah satu jenis *actuator* elektrik (lihat gambar). Kebanyakan motor *Direct Current (DC)* beroperasi dengan menggunakan arus yang mengalir melalui kumparan kawat koil dan menciptakan medan magnet di sekeliling koil. Dapat disimpulkan bahwa *actuator* elektrik memanfaatkan energi listrik yang diterima *actuator* untuk menciptakan sebuah gerakan dengan cara menciptakan sebuah medan magnet pada *actuator* tersebut.



Gambar 2.4 Motor listrik adalah Aktuator elektrik
 Sumber: *Southwest Center for microsystems Education (SCME) (2009:18)*

3) *Actuator* mekanik

Southwest Center for Microsystems Education (SCME) (2009:18)

Menjelaskan bahwa “*Mechanical actuators convert a mechanical input (usually rotary) into linear motion. A common example of a mechanical actuator is a screw jack*”, jika diterjemahkan *actuator* mekanik mengkonversi input gerak mekanis (biasanya putaran) ke dalam gerak linier. Contoh umum dari *actuator* mekanik adalah dongkrak sekrup/ulir. Dapat disimpulkan bahwa *actuator* mekanik merupakan *actuator* yang mengubah gerak mekanik (putar) menjadi gerak mekanik (linier).



Gambar 2.5 Aktuator mekanik
Southwest Center for Microsystems Education (SCME) (2009:19)

c. *Actuator* pada *engine* bensin dan cara pengukuran tegangan *actuator*

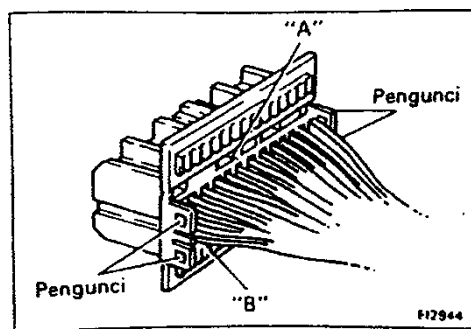
Actuator mesin bensin merupakan *actuator* yang terdapat dalam sistem mesin bensin, baik pada sistem pengapian, sistem manajemen bahan bakar maupun sistem kontrol emisi. *Actuator* pada kendaraan memiliki peran yang sangat penting dalam kendaraan dalam mengontrol kondisi kendaraan sesuai dengan kebutuhan, sehingga unit *actuator* perlu dilakukan pemeriksaan dan perawatan agar kondisinya

selalu optimal. Pemeriksaan dan pengukuran yang dilakukan meliputi, Arus, Tegangan dan Tahanan. Arus listrik adalah perpindahan jumlah elektron dalam satuan waktu tertentu yang diakibatkan oleh adanya beda potensial (Buntarto, 2015:3). Tegangan adalah hubungan dua buah benda yang memiliki besar dan sifat muatan yang berbeda, sehingga mengakibatkan beda potensial (Buntarto, 2015:4). Tahanan merupakan jumlah penghambat aliran elektron dalam suatu benda (Buntarto, 2015:5). Berikut merupakan macam-macam *actuator* serta langkah-langkah dalam melaksanakan pemeriksaan dan pengukuran tegangan *actuator* pada kendaraan:

- 1) Langkah Persiapan
 - a) Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan, antara lain:
 - 1 unit kendaraan praktik
 - *Tool set*
 - Multimeter (analog atau digital)
 - Kabel (jika diperlukan) dan kabel *jumper*
 - b) Gunakan pakaian kerja (*wearpack*).
 - c) Tempatkan kendaraan pada tempat dan posisi yang aman.
 - d) Pastikan bahwa kendaraan yang akan digunakan dalam kondisi normal atau tidak terdapat gangguan / *troubleshooting* yaitu dengan cara memeriksa lampu peringatan “*Check Engine*”. Lampu peringatan “*check engine*” akan menyala apabila *ignition switch* berada pada posisi ON dan mesin tidak dihidupkan. Bila mesin telah distart, maka lampu peringatan “*check engine*” harus padam. Bila

lampu peringatan menyala maka hal ini menandakan adanya malfungsi atau kelainan dalam mesin yang dideteksi oleh sistem diagnosis (Toyota, 1992:155).

- e) Lepas konektor dari ECU
- f) Lepas pengunci seperti pada gambar, sehingga *tester probe* dapat masuk dengan mudah. (Perhatikanlah bagian “A” dan “B” di dalam gambar, karena mudah patah)

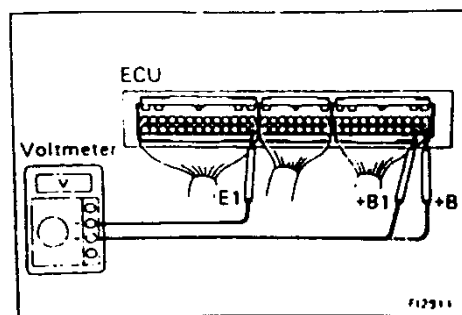


Gambar 2.6 Pengunci
Sumber: (Toyota, 1992:194)

- g) Hubungkan kembali konektor pada ECU

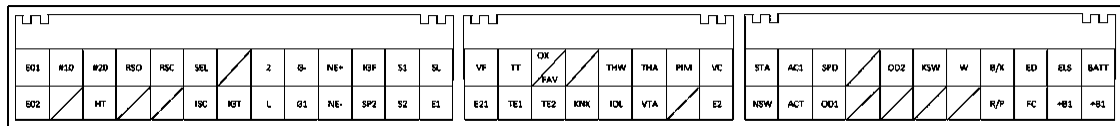
Petunjuk:

- Lakukanlah semua pengukuran tegangan dengan konektor terpasang
- Perhatikanlah, bahwa tegangan baterai adalah 11 Volt atau lebih, pada saat *ignition switch* pada posisi “ON”.



Gambar 2.7 Pengukuran Tegangan
Sumber: (Toyota, 1992:194)

- h) Selalu memperhatikan K3 saat bekerja.
- i) Memahami posisi terminal pada ECU sebelum melaksanakan pengukuran.



Gambar 2.8 Terminal Konektor ECU
 Sumber: (Toyota, 1992:195)

Tabel 2.5 Tabel Simbol dan Kode Terminal

Simbol	Nama Terminal	Simbol	Nama Terminal	Simbol	Nama Terminal
E01	Masa Sumber Tegangan	S1	ECT Solenoid	AC1	A/C Amplifier
E02	Masa Sumber Tegangan	S2	ECT Solenoid	ACT	A/C Amplifier
#10	Injektor	SL	ECT Solenoid	SP	Speed Sensor
#20	Injektor	E1	Masa Mesin	OD 1	OD OFF Switch
*1 HT	Oxygen Sensor Heater	VF	Check Konektor		-
R50	ISC Valve	E21	Masa Sensor		-
RSC	ISC Valve	TT	Check Konektor	OD2	OD Main Switch
*2 SEL	Masa	TE1	Check Konektor		-
ISC	A/C Idle Up VSV	*1 OX or *4 FAV	Oxygen sensor Variabel Resistor	*3 KSW	Kick Down Switch
IGT	Igniter	TE2	Check Konektor	W	Warning Light
2	Neutral Start Switch	*1 KNK	Knock Sensor		-
L	Neutral Start Switch	THW	Water Temp. Sensor	B/K	Stop Light Switch
G-	Distributor	IDL	Throttle Position Sensor	*4 R/P	Fuel Control Connector
G1	Distributor	THA	Air Temp. Sensor	*3 ED	ED Monitor
NE+	Distributor	VTA	Throttle Position Sensor	FC	Circuit Opening Relay
NE-	Distributor	PIM	Vaccum Advancer	ELS	Tail Light Relay Deffogger Relay
IGF	Igniter	VC	Vaccum Sensor Throttle Position Sensor	+B	EFI Main Relay
SP2	Speed Sensor	E2	Masa Sensor	BATT	Batteray
		STA	Starter Switch	+B1	EFI Main Relay
		NSW	Neutral Start Switch	*1	Dengan/TWC
				*2	Kemudi Kanan dengan/TWC
				*3	Kemudi Kiri dengan/TWC
				*4	Tanpa/TWC

Sumber: (Toyota, 1992:195)

2) Macam-macam *actuator* dan langkah kerja pengukuran tegangan

a) *Ignition Coil*

Training Material and Development (76) menjelaskan bahwa “*Ignition coil* adalah *boosting transformer* yang menghasilkan arus untuk tegangan tinggi (sekitar 20.000-25.000V) digunakan untuk membuat lengkungan pada *ignition plug*”. Selain itu ada beberapa jenis *ignition coil* yang digunakan pada sistem EFI, seperti yang disampaikan oleh *Training Material and Development (51)* yang menjelaskan

bahwa “ada dua sistem pengapian yaitu tipe distributor dan tipe *distributorless*”.

Buntarto (2015:77) menjelaskan tentang proses kerja kontrol unit yang terkait dengan *actuator* pengapian (*ignition coil*) yaitu:

Control unit tidak langsung terkait dengan *actuator* pengapian, yaitu pada *ignition coil*. Model ini masih menggunakan sistem penguat dan umumnya dikenal sebagai modul pengapian atau disebut juga sebagai *power transistor*, tergantung dari jenis yang ada. Pada jenis terbaru dari *engine management system* (EMS) adalah dengan mengintegrasikan fungsi amplifikasi ke dalam modul pengapian atau *power transistor*. Fungsi pengapian ini adalah sebagai pengganti *breaker point* pada jenis pengapian konvensional.

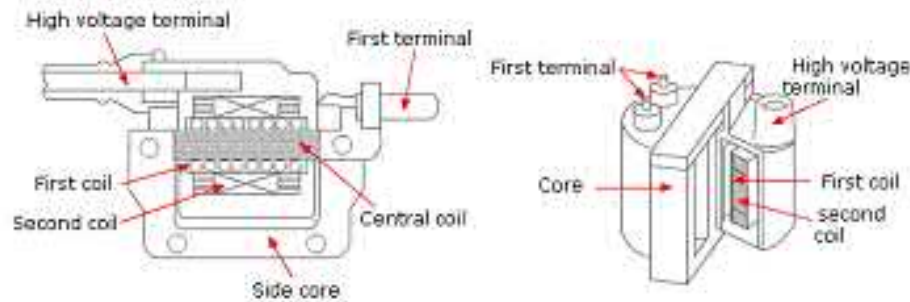
Prinsip kerja *ignition coil*

Training Material and Development (77) menjelaskan tentang prinsip kerja dari *ignition coil* yang ada pada sistem EFI:

Ignition coil menggunakan efek induksi magnet dan efek induksi baki (mutual). Dimana dua *coil* digulung disekitar *core*, dan untuk bagian *input*-nya disebut dengan *first coil* (koil primer), sedang bagian *output* disebut dengan *second coil* (koil sekunder). Koil primer mendapat magnet melalui pengaliran arus rendah dari baterai; dimana, arus ini adalah arus langsung sehingga tidak terjadi induksi pada tegangan. Pada saat arus ini diputus oleh *power transistor*, di koil primer, maka tegangan E1 lebih rendah dari tegangan yang dihasilkan dari baterai melalui efek induksi magnet. Tegangan induksi E1 pada koil primer ditentukan oleh banyaknya gulungan pada koil primer, pembesaran arus, kecepatan perubahan arus dan bahan intinya. Untuk koil sekunder, tegangan E2 yang sebanding dengan rasio jumlah gulungan dibangkitkan oleh efek induksi baki.

Dapat disimpulkan bahwa *ignition coil* merupakan salah satu *actuator* pada sistem EFI yang berfungsi untuk menaikkan atau mentransformasikan tegangan dari 12V menjadi tegangan tinggi (sekitar 20.000-25.000V), dengan cara memberikan pemicu pada rangkaian *primary coil*, sehingga terbentuk induksi yang dapat menghasilkan tegangan tinggi pada *sekunder coil*. Pada umumnya *ignition coil*

mempunyai dua jenis, yaitu *ignition coil* tipe distributor dan *ignition coil* tipe *distributorless*.



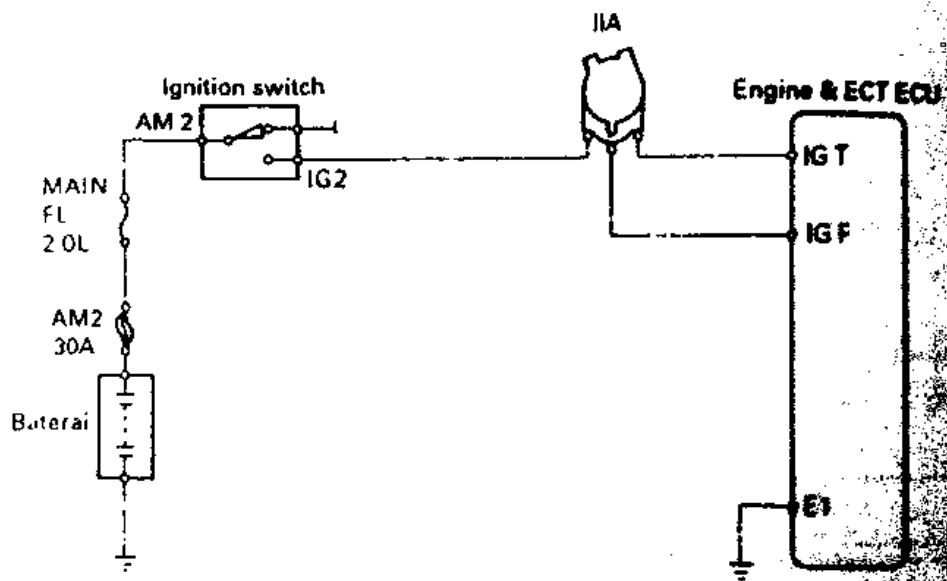
Gambar 2.9 *Ignition Coil*

Sumber: *Training Material and Development (77)*

Langkah Kerja Pengukuran Tegangan

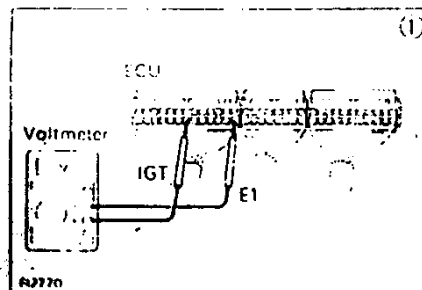
Ignition coil yang digunakan dalam pengukuran tegangan adalah *ignition coil* jenis ESA (*Electronic Spark Advance*) dengan distributor. Sistem pengapian ini adalah sistem pengapian dengan dilengkapi sistem elektronik namun masih menggunakan distributor tetapi untuk memutus dan menghubungkan arus primer digantikan oleh transistor yang dikendalikan oleh ECU. Berikut merupakan langkah-langkah dalam mengukur besaran listrik pada *ignition coil* (Toyota, 1992:206):

- Sebelum memulai pekerjaan pahami terlebih dahulu dasar teori sistem pengapian, *wiring diagram ignition system* pada kendaraan.



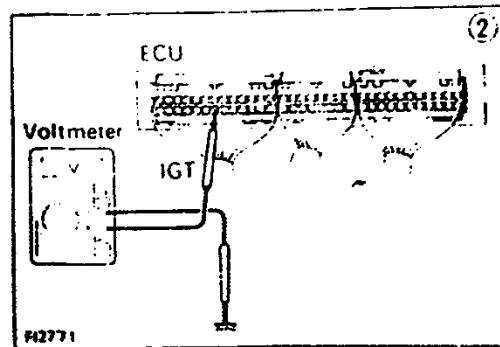
Gambar 2.10 *Wiring Diagram* Sistem Pengapian ESA dengan distributor
Sumber: (Toyota, 1992:206)

- Posisikan multimeter pada skala pengukuran DCV dengan range 50 Volt.
- Pengukuran tegangan dilakukan pada saat mesin dalam kondisi hidup (*idling*) hal ini bertujuan untuk mengukur tegangan IGT dari ECU.
- Hubungkan *probe* (+) pada terminal IGT dan *probe* (-) pada terminal E1



Gambar 2.11 Pengukuran tegangan pada terminal IGT dan E1
Sumber: (Toyota, 1992:206)

- Jika tegangan tidak terbaca maka, pindahkan *probe* (-) pada masa bodi



Gambar 2.12 Pengukuran tegangan pada terminal IGT dan masa bodi
Sumber: (Toyota, 1992:106)

- Catat hasil pengukuran (tegangan standar IGT-E1 adalah berupa pulsa pembangkit)

b) Lampu Indikator / *Malfunction Indicator Lamp* (MIL)

Fungsi utama dari lampu indikator adalah untuk memberikan informasi kepada pengemudi tentang keadaan sistem pada kendaraan, pada keadaan normal saat mesin menyala maka lampu indikator akan padam, dan bila lampu menyala saat mesin menyala maka menandakan terdapat kesalahan atau gangguan sistem pada kendaraan (Husni, 2016:28).



Gambar 2.13 Lampu Indikator
Sumber: (Husni, 2016:28).

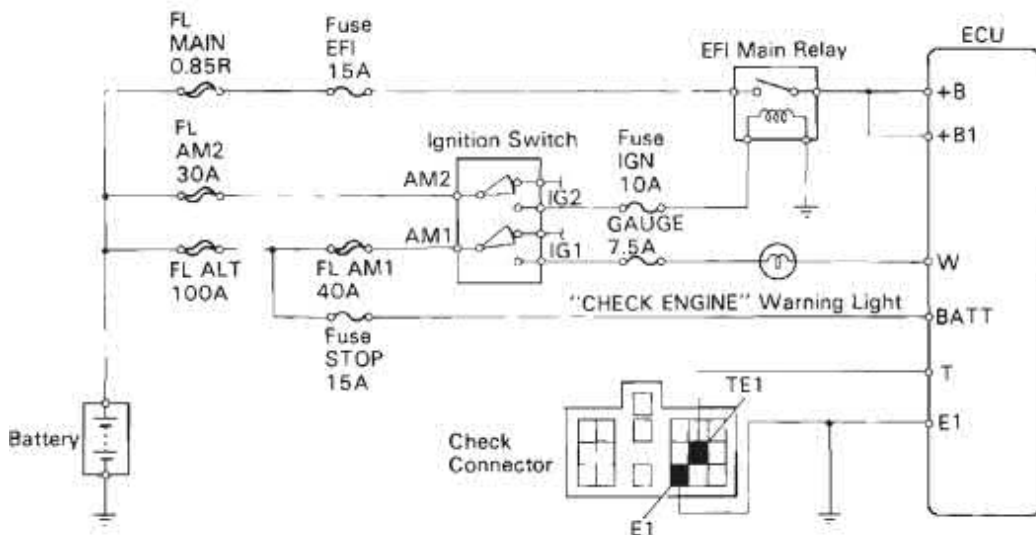
Prinsip kerja lampu indikator yang disampaikan oleh Husni (2016:29) adalah sebagai berikut:

Pada diagram diatas ditunjukkan sebuah posisi MIL: hubungannya dengan ECU. Apabila sistem kendaraan tidak terdapat masalah, maka saat mesin hidup MIL akan mati, sebaliknya bila da masalah MIL akan menyala. Tidak semua masalah akan menyalakan MIL.

Langkah Kerja Pengukuran Tegangan

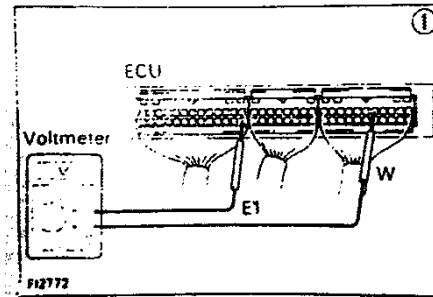
Pengukuran tegangan yang dikirim dari ECU ke lampu indikator dengan langkah-langkah sebagai berikut (Toyota, 1992:208):

- Sebelum memulai pekerjaan pahami terlebih dahulu *wiring diagram* lampu indikator / MIL pada kendaraan



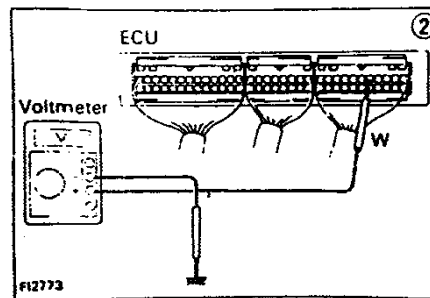
Gambar 2.14 Rangkaian lampu indikator / MIL pada Kendaraan
Sumber: (Toyota Motor, 1989: FI-32)

- Posisikan multimeter pada skala pengukuran DCV dengan range 50 Volt (multimeter analog).
- Ukurlah tegangan dengan cara, menempatkan *probe* multimeter (+) pada terminal W dan *probe* (-) pada terminal E1 ECU.



Gambar 2.15 Pengukuran tegangan pada terminal W dengan E1
Sumber: (Toyota, 1992:208)

- Ukurlah tegangan dengan cara, menempatkan *probe* multimeter (+) pada terminal W dan *probe* (-) pada terminal masa bodi.



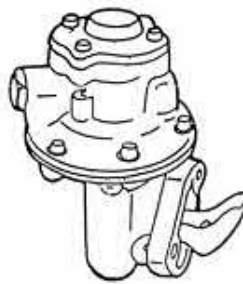
Gambar 2.16 Pengukuran tegangan pada terminal W dengan masa bodi
Sumber: (Toyota, 1992:208)

- Catat hasil pengukuran, kemudian simpulkan hasil pengukuran yang telah dilakukan. Besar tegangan standar 9-14 V.

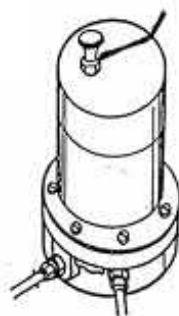
c) Pompa Bahan Bakar

Menurut Buntarto (2015:29) menjelaskan bahwa pompa bahan bakar “Berfungsi untuk memompa bahan bakar menuju karburator”. Husni (2016:31) menjelaskan bahwa “Pompa bensin berfungsi mengalirkan bahan bakar dengan tekanan tinggi sehingga bisa diinjeksikan ke saluran masuk. Mampu mengalirkan bahan bakar sekitar 60 sampai 200 liter/jam, dan memberi tekanan bahan bakar 3 sampai 4,5 bar”.

Umumnya pompa bahan bakar dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu pompa bahan bakar mekanik dan pompa bahan bakar elektrik. Pompa bahan bakar mekanik adalah pompa bahan bakar yang memanfaatkan kerja mesin untuk dapat bekerja, sehingga pompa bahan bakar ini biasanya ditempatkan pada bagian mesin. Pompa bahan bakar elektrik, adalah pompa bahan bakar yang ditempatkan jauh dari mesin untuk menghindari panas dari mesin, karena didalamnya terdapat komponen kelistrikan. Pompa bahan bakar yang digunakan pada sistem EFI adalah pompa listrik tekanan tinggi tipe motor (gerak putar), berbeda dengan pompa listrik pada sistem karburator merupakan pompa listrik gerak bolak balik.



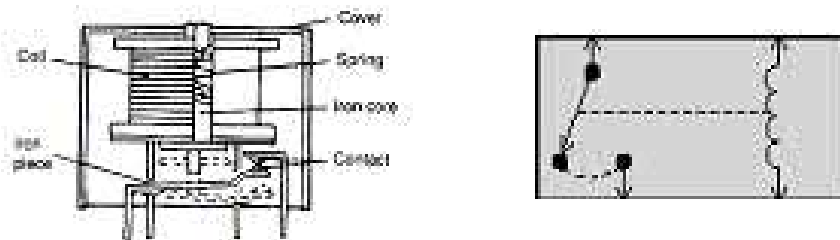
Gambar 2.17 Pompa Bensin Mekanik
Sumber: (Husni, 2013:174)



Gambar 2.18 Pompa Bahan Bakar Elektrik
Sumber: (Husni, 2013: 175)

Prinsip kerja pompa bahan bakar tidak secara langsung dikontrol dan terhubung dengan ECU, tetapi melalui sebuah komponen lain yaitu Relay. Relay adalah suatu alat yang dipakai untuk mengontrol aliran yang besar pada suatu arus

melalui tegangan kecil. Relay merupakan saklar magnetik. Perkembangan sistem pada pompa bahan bakar ada beberapa macam salah satunya adalah pada model yang diterapkan pada sistem EFI tipe L. Menurut Husni (2016:24) menjelaskan bahwa “Untuk model yang lama relai pompa bensin diaktifkan oleh sebuah saklar yang terletak pada *air flow meter*. Tipe dari model tersebut dipakai oleh EFI tipe L yang memakai flap sebagai sensor udara masuknya”

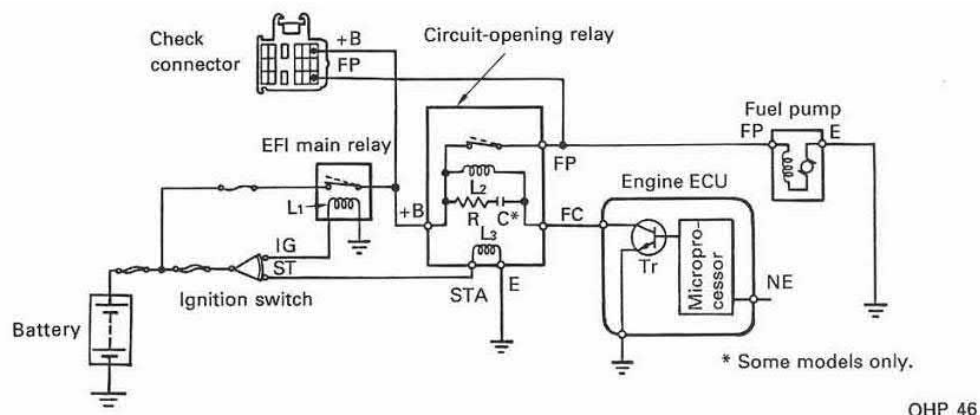


Gambar 2.19 Relay dan Simbol Relay
Sumber: *Training Material and Development* (62)

Model yang berkembang dan banyak digunakan adalah pompa bensin yang diaktifkan oleh kontrol unit dengan input informasi yang diterima dari sensor-sensor, hal ini sesuai dengan penjelasan Husni (2016:25) yang menjelaskan bahwa “Model yang sekarang (baru) relay pompa bensin diaktifkan oleh kontrol unit dengan informasi dari sensor *starter* dan sensor putaran, ada pula yang *input starter* langsung masuk ke relay pompa bensin”. Pada sistem ini pompa bensin bekerja berdasarkan 2 jenis *input* dari sensor yaitu: sinyal dari sensor *starter* dan sinyal putaran dari distributor, sehingga ketika mesin di-*start* maka pompa bensin akan bekerja sesuai sinyal dari sensor *starter* dan setelah menerima sinyal putaran dari distributor maka pompa bensin akan terus bekerja (Husni, 2016:25).

Langkah Kerja Pengukuran Tegangan:

- Sebelum memulai pekerjaan pahami terlebih dahulu wiring diagram *fuel pump control*



Gambar 2.20 Rangkaian *Fuel Pump*
Sumber: (Toyota Service Training: 55)

- Posisikan multimeter pada skala pengukuran DCV dengan range 50 Volt (multimeter analog).
- Putar kunci kontak pada posisi IG/ON
- Ukurlah tegangan dengan cara menempatkan probe (+) pada terminal FP dan probe (-) pada masa bodi.
- Catat hasil pengukuran, kemudian simpulkan hasil pengukuran yang telah dilakukan.
- Besar tegangan standar 9-14 V.

d) *Injector*

Menurut Buntarto (2015:44) menjelaskan bahwa “*Injector* berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar ke arah katup hisap, bahan bakar keluar dari *injector* dalam bentuk kabut”. *Injector* merupakan salah satu *actuator* pada kendaraan yang

berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar kedalam saluran masuk (*intake manifold*) (Husni, (2016:26). *Injector* bekerja berdasarkan elektromagnet, dimana *nozzle* menginjeksikan bahan bakar sesuai dengan signal yang diberikan oleh ECU, hal ini sesuai dengan pernyataan Buntarto (2015:44) yang menyatakan bahwa:

“Pembukaan injektor dilakukan secara elektromagnetik, yaitu dengan mengalirkan listrik pada lilitan injektor. Saat listrik mengalir ke lilitan injektor maka lilitan menjadi magnet, dan magnet menarik katup jarum pada injektor, lubang injektor terbuka dan injektor menginjeksikan bahan bakar”.

Injektor dipasang pada *intake manifold* atau *head cylinder* dengan menggunakan insulator dan berdekatan dengan saluran masuk untuk setiap silinder dan ditahan menggunakan pipa *delivery*. Jumlah bahan bakar yang diinjeksikan tergantung dari tekanan bahan bakar, besar lubang injektor, dan lama injektor membuka.

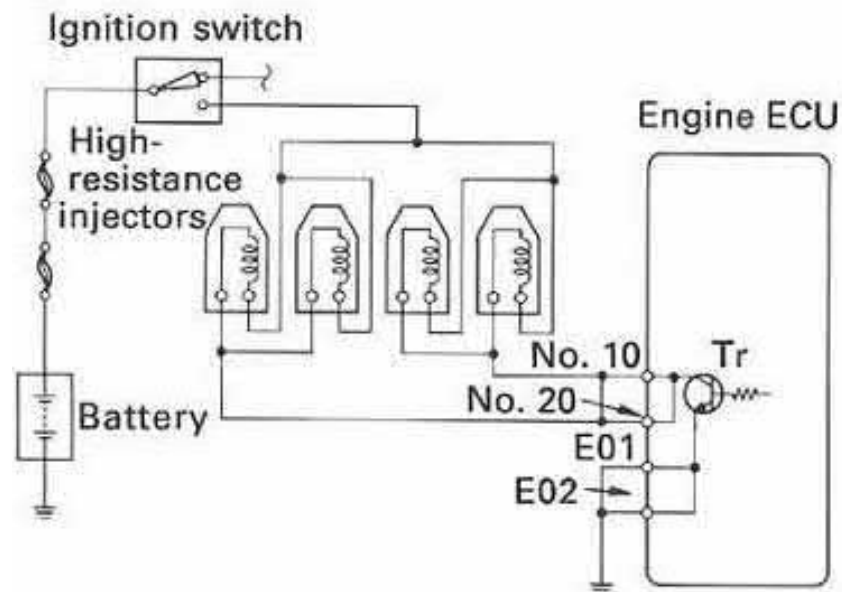


Gambar. 2.21 *Injector*
Sumber: (Husni, 2016:26)

Langkah Kerja Pengukuran Tegangan:

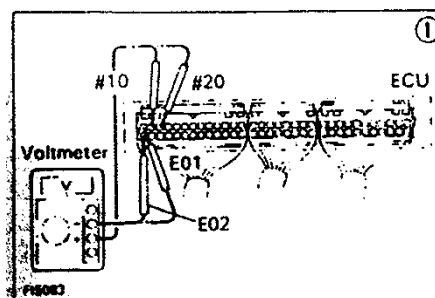
Rangkaian yang digunakan adalah rangkaian sistem injeksi group (kelompok). Berikut merupakan langkah-langkah dalam pengukuran tegangan injektor (Toyota, 1992:202):

- Sebelum memulai pekerjaan pahami terlebih dahulu *wiring diagram injector* dengan ECU.



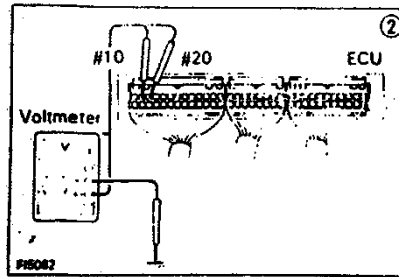
Gambar 2.22 Rangkaian kelistrikan pada *injector*
 Sumber: (Toyota Service Training: 60)

- Posisikan multimeter pada skala pengukuran DCV dengan range 50 Volt (multimeter analog).
- Putar kunci kontak pada posisi IG / ON
- Ukurlah tegangan dengan cara menempatkan probe (+) pada terminal #10 / #20 dan probe (-) pada terminal E02/E02 ECU.



Gambar 2.23 Pengukuran tegangan pada terminal #10/#20 dengan E01/E02
 Sumber: (Toyota, 1992:202)

- Ukurlah tegangan dengan cara menempatkan probe (+) pada terminal #10/#20 dan probe (-) pada masa bodi.



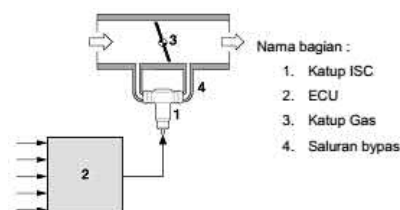
Gambar 2.24 Pengukuran tegangan pada terminal #10/#20 dengan masa bodi

Sumber: (Toyota, 1992:202)

- Catat hasil pengukuran, kemudian simpulkan hasil pengukuran yang telah dilakukan. Tegangan standar 9-14 V.

e) *Idle Speed Control (ISC)*

Buntarto (2015:71) menjelaskan bahwa “*Idle Speed Control (ISC)* berfungsi untuk mengatur volume udara yang masuk ke dalam *intake manifold* melalui saluran *by-pass* yang di kontrol oleh ECM”. ISC berfungsi untuk kebutuhan penambahan udara yang masuk ke mesin dan mengatur putaran mesin saat keadaan *idle* (Husni, 2016:26). Perbedaan antara ISC dan *air valve* adalah terletak pada sistem pengontrolannya, *air valve* tidak dikontrol oleh ECM sedangkan ISC dikontrol sepenuhnya oleh ECM, selain itu *air valve* hanya berperan sebagai *choke* elektrik dan ISC merupakan komponen yang berfungsi untuk meningkatkan dan menurunkan putaran *idle* ketika mesin mendapat beban.



Gambar 2.25 Sistem ISC

Sumber: (Husni, 2016:26)

Macam-macam ISC

Husni (2016:27) menjelaskan bahwa “Aktuator ISC terdiri dari beberapa macam, diantaranya: model katup solenoid, model motor *rotary*, model motor step, model pembukaan katup dll”. Sedangkan Buntarto (2015:71) menjelaskan bahwa “ECM dalam mengontrol dan menggerakkan *ISC valve* terbagi menjadi empat jenis yaitu: *stepper motor*, *rotary solenoid*, *duty control*, dan *vacuum switching valve (VSV)*”. Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing jenis ISC:

a) *Stepper motor*

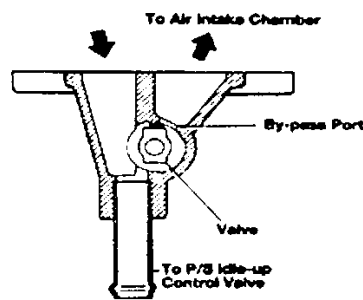
ISC valve tipe *stepper motor* memanfaatkan motor *stepper* yang dikontrol oleh ECM untuk mengatur jumlah udara yang masuk ke saluran *intake* dengan melalui saluran *by-pass*. Hal ini bertujuan untuk menaikkan putaran *idle* mesin saat mesin mendapatkan beban tambahan. Saat mesin mendapatkan beban tambahan, maka ECM akan mengirimkan sinyal-sinyal ke *stepper motor* ISC untuk membuka *by-pass* dengan cara memutar rotor pada motor, sehingga batang katup tertarik dan membuka saluran udara semakin lebar (Buntarto, 2015:71). Sedangkan menurut Husni (2016:27) “ISC jenis motor step prinsip kerjanya motor dengan beberapa pasangan kumparan yang bekerja secara berurutan akan bergerak maju atau mundur secara bertahap”.



Gambar 2.26 ISC tipe *stepper motor*
Sumber: (Husni, 2016:27)

b) *Rotary solenoid control*

ISC tipe *rotary solenoid control* memiliki prinsip kerja yang sama dengan ISC tipe *stepper motor*, perbedaannya hanya pada komponen yang digunakan dalam mengatur besar kecilnya saluran *by-pass*. Pengaturan besar kecilnya saluran *by-pass* diatur oleh rotari dan solenoid. Solenoid berfungsi untuk membangkitkan medan magnet sehingga rotari dapat berputar, dengan berputarnya rotari maka akan mengatur saluran *by-pass*, sistem ini dibantu dengan adanya plat bimetal yang berfungsi sebagai penyeimbang dan pegas pengembali (Buntarto, 2015:72).

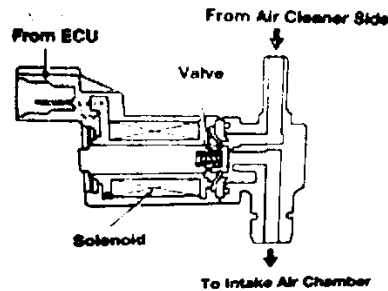


Gambar 2.27 ISC tipe *rotary solenoid*
Sumber: Buntarto (2015:73)

c) *Duty Control*

Buntarto (2015:73) menjelaskan bahwa “ISC tipe *duty control* menggunakan solenoid sebagai pembangkit kemagnetan dan katup saluran *by-pass* dan pegas pengembali”. ISC jenis ini memiliki karakter *normaly close*, yaitu menutup saat keadaan normal dan akan membuka saat mendapat sinyal dari ECM. ISC tipe *Duty control* dapat digunakan sebagai *choke* elektrik untuk membantu pemanasan mesin saat mesin belum mencapai temperatur kerja dan bekerja saat mesin mendapat beban tambahan. Saat mesin mendapatkan beban, ECM akan mengirimkan sinyal ke solenoid, sinyal yang diterima solenoid akan diubah menjadi

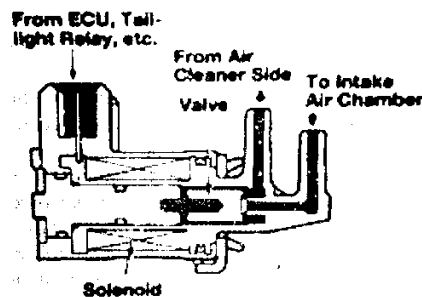
kemagnetan sehingga solenoid dapat menarik katup penutup saluran *by-pass* dan saat mesin sudah tidak menerima beban tambahan, maka ECM akan menghentikan sinyal ke solenoid, dan kemagnetan pada solenoid akan hilang membuat katup kembali pada posisi semula.



Gambar 2.28 ISC tipe *Duty control*
Sumber: Buntarto (2015:74)

d) *VSV control*

VSV control merupakan jenis ISC yang memiliki cara kerja yang sama dengan tipe *duty control*, hanya memiliki perbedaan pada sinyal *input* ECM dalam mengatur ISC. Jenis ISC *VSV control* mendapatkan sinyal input dari kevakuman di *intake manifold* (Buntarto, 2015:74). Artinya ISC *VSV control* akan bekerja saat terjadi kevakuman tertentu pada *intake manifold*. ISC tipe *VSV control* tidak dapat digunakan sebagai *choke* elektrik

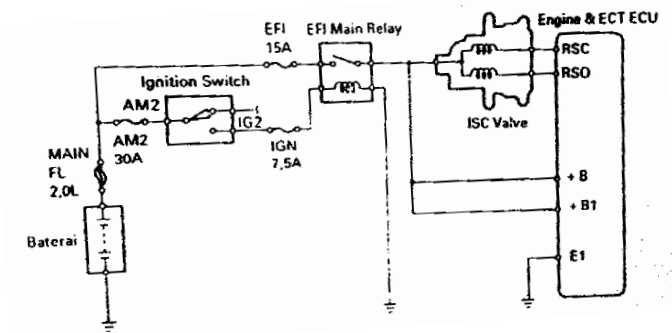


Gambar 2.29 ISC *VSV control*
Sumber: Buntarto (2015:74)

Langkah Kerja Pengukuran Tegangan:

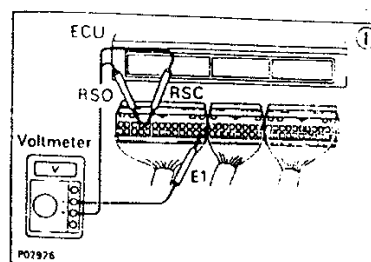
Berikut merupakan langkah pengukuran tegangan (Toyota, 1992:207):

- Sebelum memulai pekerjaan pahami terlebih dahulu *wiring diagram* ISC.



Gambar 2.30 Rangkaian ISC
Sumber: (Toyota, 1992:207)

- Posisikan multimeter pada skala pengukuran DCV dengan *range* 50 Volt (multimeter analog).
- Lepaskan konektor *engine & ECT ECU* dilepas
- Putar kunci kontak pada posisi IG / ON
- Ukurlah tegangan dengan cara menempatkan *probe* (+) pada terminal RSC/RSO dan *probe* (-) pada terminal E1 ECU.



Gambar 2.31 Pengukuran tegangan pada terminal RSC/RSO dengan terminal E1
Sumber: (Toyota, 1992:207)

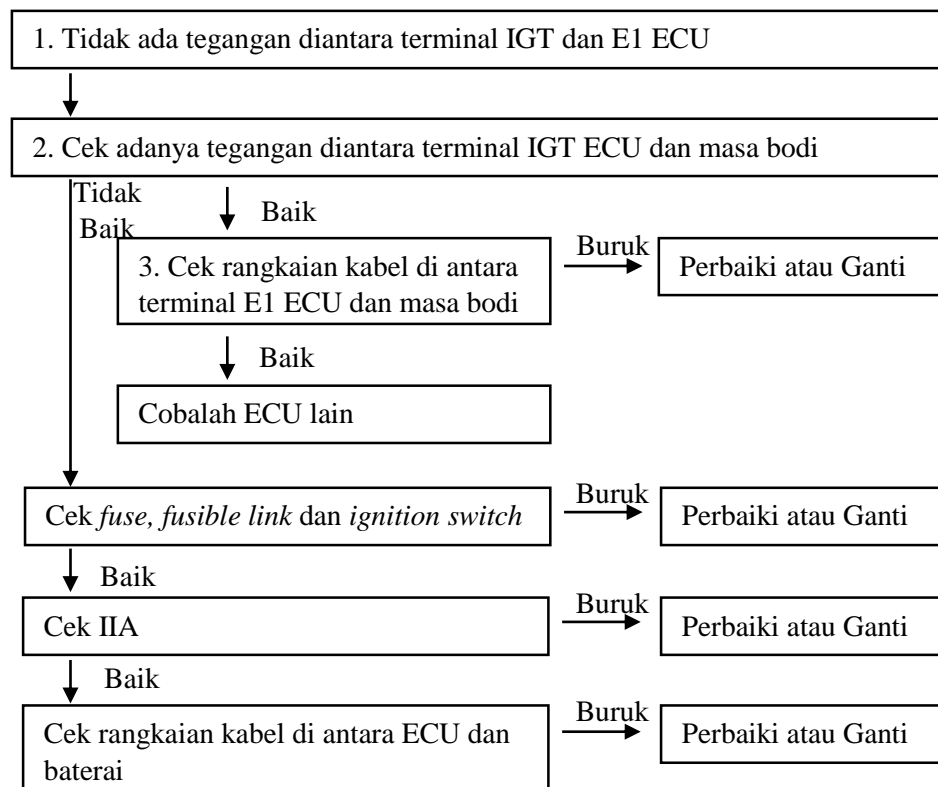
- Catat hasil pengukuran. Tegangan standar 9-14 V.

d. Analisis dan *Troubleshooting*

1) *Ignition Coil* (Toyota, 1992:206)

Gangguan : Tidak ada tegangan

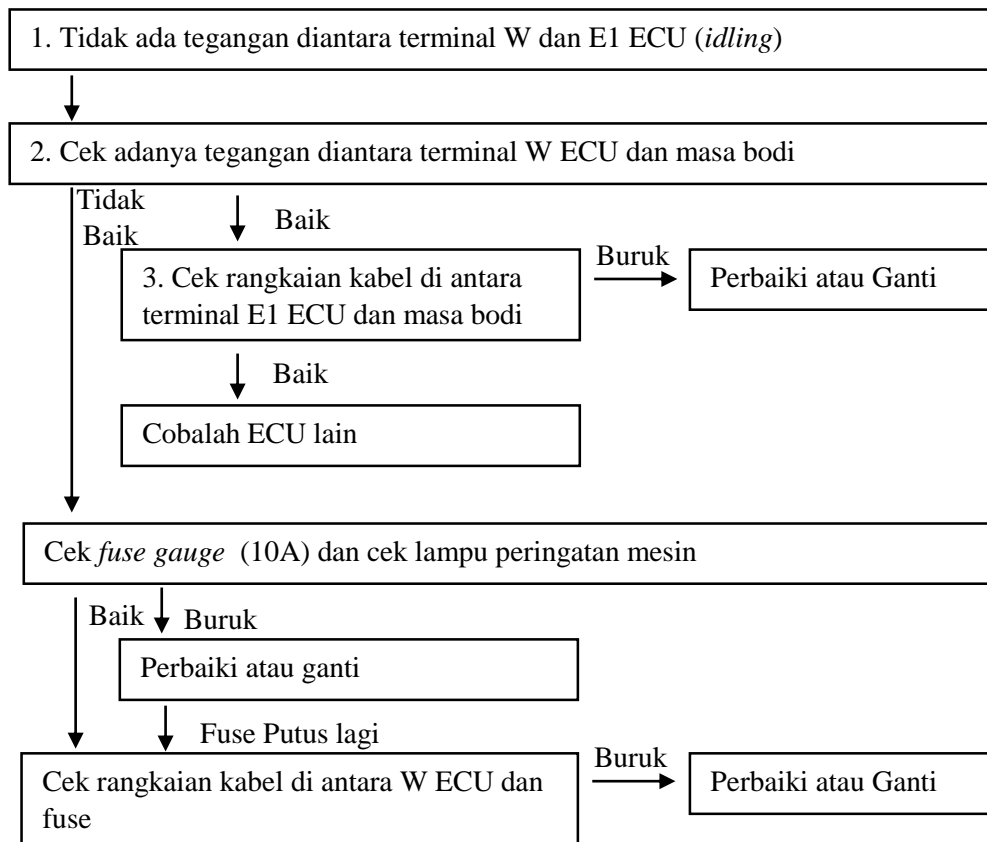
Kondisi : *Idling*



2) Lampu Indikator (Toyota, 1992:208)

Gangguan : Tidak ada tegangan

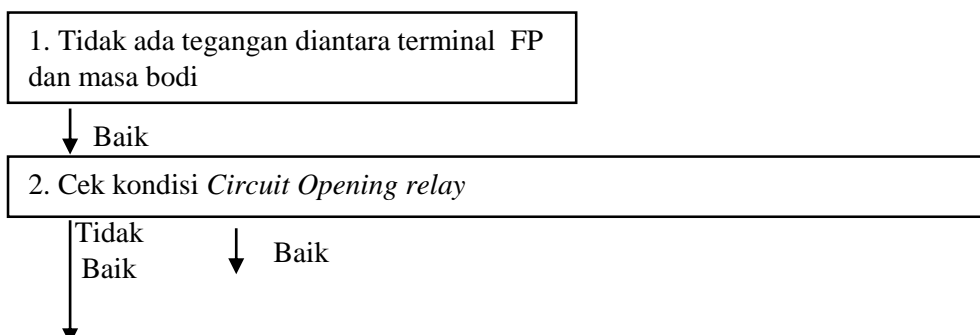
Kondisi : Tidak ada gangguan (lampu peringatan "*check*" engine padam) dan mesin hidup

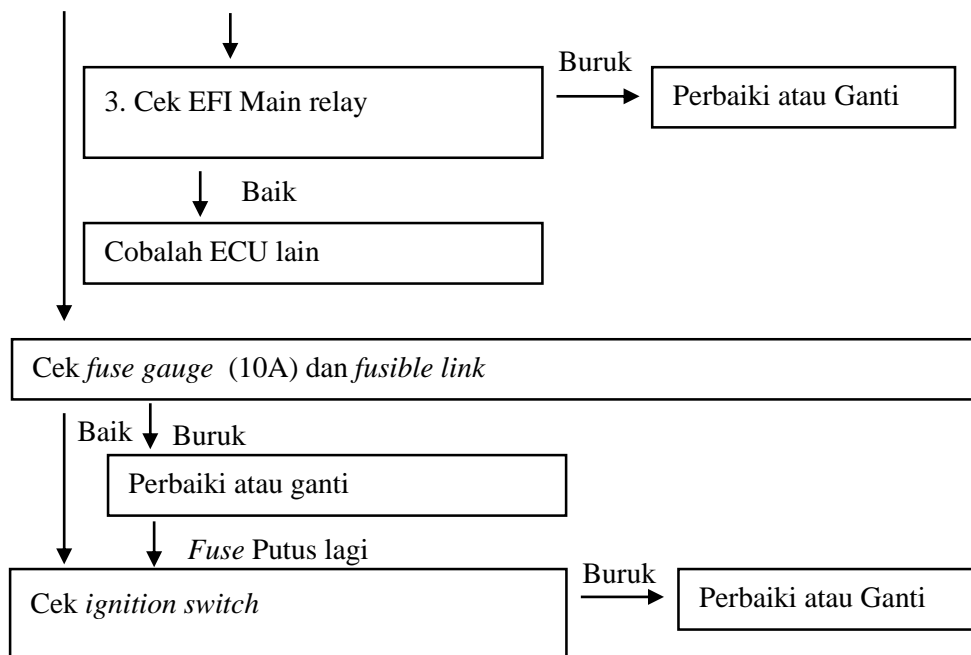


3) Pompa Bahan Bakar

Gangguan : Tidak ada tegangan

Kondisi : *Ignition switch* pada posisi ON

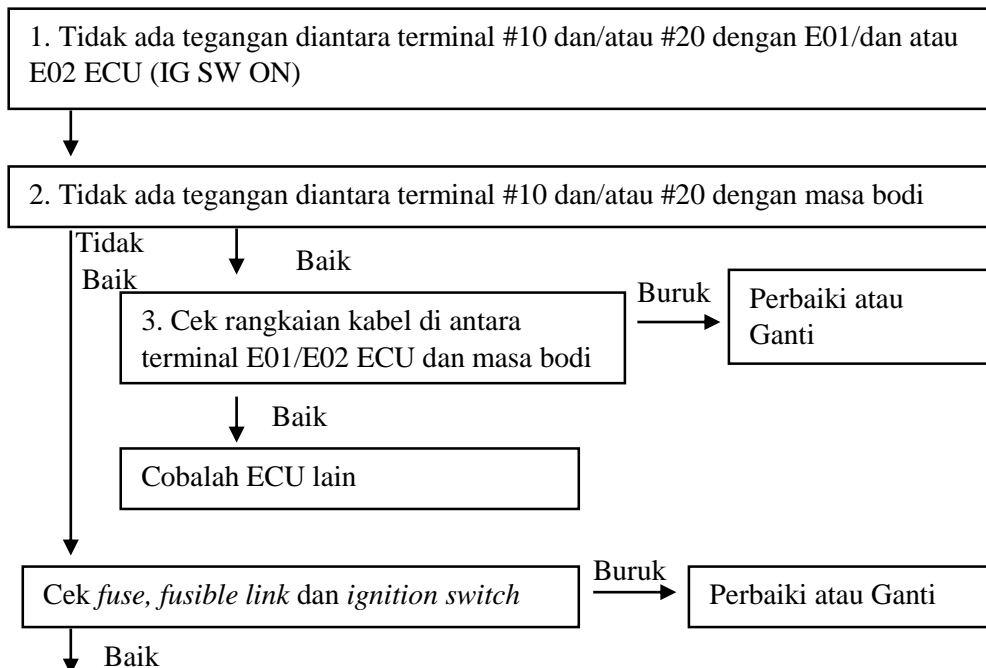


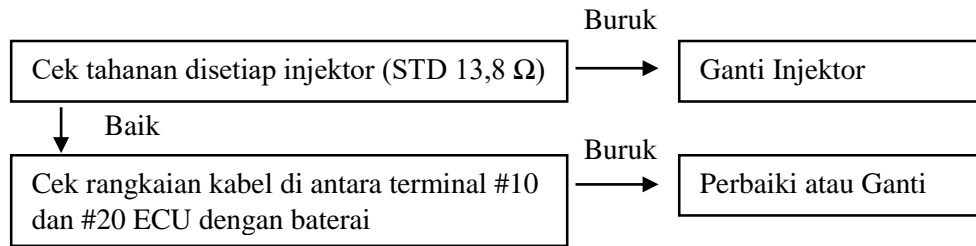


4) *Injector* (Toyota, 1992:202)

Gangguan : Tidak ada gangguan

Kondisi : *Ignition Switch ON*

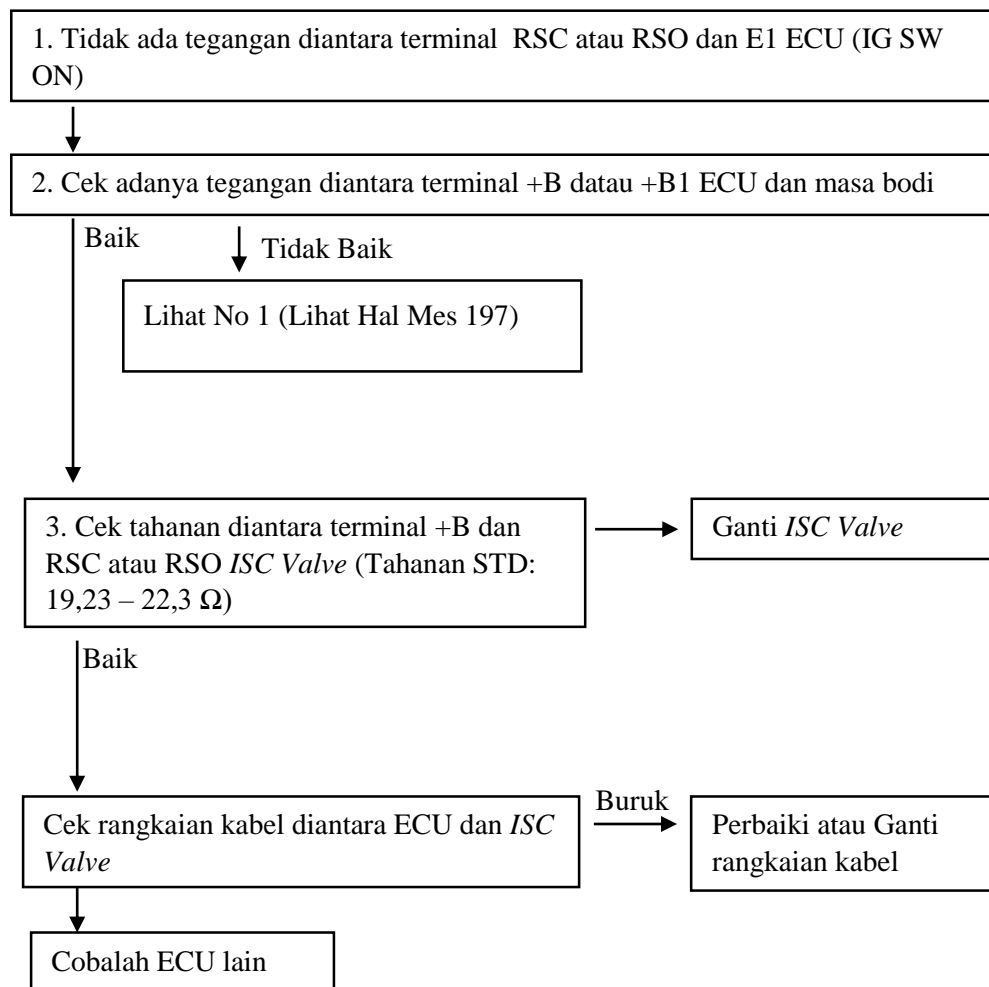




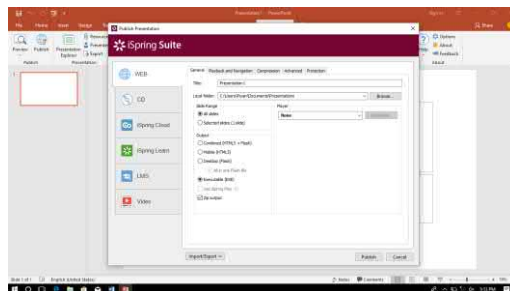
5) *Idle Speed Control (ISC)* (Toyota, 1992:202)

Gangguan : Tidak ada tegangan

Kondisi : Konektor *Engine* & ECT ECU dilepas



easily within your familiar Powerpoint environment". Jika diterjemahkan Ini adalah alat yang ideal untuk *e-learning* yang memungkinkan Anda mengubah *slide Powerpoint* biasa menjadi konten *e-learning* yang interaktif dengan mudah dalam lingkungan *Powerpoint* yang Anda kenal. Proses pembuatan multimedia selain menggunakan Microsoft office powerpoint 2016, aplikasi ispring suite 8 juga digunakan untuk membuat multimedia untuk membuat multimedia lebih interaktif dengan cara menambahkan fitur *ispring suite 8* ke dalam aplikasi *Microsoft office powerpoint 2016* atau biasa disebut dengan *Adds on*.



Gambar 2.33 Tampilan *Ispring Suite 8*
Sumber: (Dokumentasi Pribadi)

2.2. Kajian Penelitian yang Relevan

Kajian penelitian yang relevan dimaksudkan untuk menguatkan penelitian yang sedang dilakukan dengan hasil penelitian yang sudah ada. Adapun kajian penelitian yang relevan sebagai berikut:

Tabel 2.6 Penelitian Relevan

No	Peneliti	Hasil Penelitian
1	Nopriyanti dan Sudira (2015:234)	Produk multimedia pembelajaran interaktif kompetensi dasar pemasangan sistem penerangan dan <i>wiring</i> kelistrikan sangat efektif untuk meningkatkan hasil belajar siswa. Rata-rata penilaian hasil belajar siswa yang didapat ketika <i>pretest</i> adalah 63,75 dengan nilai terendah yang didapat siswa sebesar 50 dan nilai tertinggi sebesar 75. Sedangkan rata-rata nilai <i>posttest</i> sebesar 78,75 dengan nilai terendah 65 dan nilai tertinggi 90.

2	Mustholiq, dkk (2007:12)	Diperoleh skor rata-rata 3,18 atau 79,71 %, hal demikian berarti media pembelajarn yang telah dibuat tersebut mempunyai unjuk kerja yang baik. Sedangkan jika dirinci lebih lanjut penilaian terhadap untuk kerja pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis multimedia mata kuliah dasar listrik diperoleh antara lain penilaian oleh ahli materi memberikan skor 3,04 atau 76,04 %, ahli media memberikan skor 3,26 atau 81,5 % dan mahasiswa memberikan skor 3,26 atau 81,5 %.
3	Radityan, dkk (2014:245)	Pembelajaran menggunakan multimedia interaktif memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil belajar siswa pada kompetensi perbaikan <i>differential</i> . Hasil belajar siswa pada kelas eksperimen yang menggunakan multimedia interaktif lebih besar dibandingkan peningkatan hasil belajar siswa yang menggunakan media visual.
4	Ariwibowo dan Suharmanto (2014:28)	Peningkatan hasil belajar kelompok eksperimen yang menggunakan metode ceramah dengan bantuan media pembelajaran perangkat lunak berbasis multimedia untuk memahami sistem kemudi dan <i>power steering</i> sebesar 65% dengan kriteria signifikan dan lebih tinggi jika dibandingkan dengan kelas kontrol yang hanya menggunakan metode ceramah yaitu sebesar 53% juga dengan kriteria yang signifikan.
5	Austin (2009:1352)	<i>The current research indicated that display design and multimedia combination contribution significantly to learner performance, beyond the effects of cognitive individual differences</i>
6	Stern, dkk (2001:763)	<i>In addition to the standard curriulum of ward and conference taching, portable multimedia tools may help improve quality of physical examination skill</i>
7	Leow dan Neo (2014:110)	<i>Based on the research design and analysed results from this study, the research results were consistent with the literature review, where development of the Gagne-based ILM fulfilled the needs of supporting active learning and providing flexibility to enhance the quality for student learning in University classroom. In addition, a multimedia-mediated student-centred learning environment (MMSLE) framework was developed as a guideline for educators in higher institutions to employ. The framework proposed the incorporation of a sound instructional model, creative media content, embedded in a student-centred learning environment, in order to engage and motivate students in their learning process.</i>

-
- 8 Islahudin, dan Abdurrahman (2015:102) Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka penulis dapat menyimpulkan sebagai berikut: 1) Hasil belajar siswa pada kompetensi dasar materi sistem EFI yang menerapkan media animasi diperoleh sebesar 85,29% dari keseluruhan jumlah siswa yang sudah mencapai KKM yaitu ≥ 75 . 2) Hasil belajar siswa pada kompetensi dasar materi system EFI untuk siswa yang menggunakan pembelajaran ceramah biasa diperoleh sebesar 47,06% dari keseluruhan jumlah siswa yang sudah mencapai KKM yaitu ≥ 75 . 3) Ada peningkatan hasil belajar siswa pada kompetensi dasar materi sistem EFI dengan penerapan media animasi dibandingkan dengan yang menggunakan pembelajaran ceramah biasa. 4) Peningkatan hasil belajar siswa pada kompetensi dasar materi sistem EFI sebesar 38,23%
- 9 Hanim, dkk (2016:757) Multimedia pembelajaran interaktif penginderaan jarak jauh “wahyudi” berpengaruh terhadap hasil belajar. Hal ini dibuktikan melalui uji hipotesis dengan uji t dan gain ternormalisasi, dimana hasil yang diperoleh pada kelas eksperimen diperoleh mean 74,24 dengan standar deviasi 7,267 lebih besar dari kelas kontrol yang memiliki mean 60,21 dengan standar deviasi 9,955. Hasil *gain score* menunjukkan selisih antara nilai *pretest* dan *posttest* didapatkan pada kelas eksperimen dengan hasil rata-rata *gain score* yaitu= 0,7 yang masuk dalam kategori tinggi. Sementara itu, hasil perhitungan uji t didapatkan $t=6,539$; $F=1,345$ dan signifikansi 2-tail 0,000 lebih kecil dari signifikansi 0,05, maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Artinya, ada pengaruh yang signifikan pada penggunaan multimedia pembelajaran interaktif penginderaan jauh “wahyudi” terhadap hasil belajar siswa MAN 1 Malang.
- 10 Kassim, dkk (2014:18) *The use of multimedia learning materials as shown in this study has the potential to improve student creative performance. However, the learning materials should be designed and developed appropriately so that the cognitive loads can be effectively managed.*
- 11 Astuti, dkk (2018:1) Data penelitian ini diperoleh dari hasil validasi dari ahli media dan ahli instruksional, respon siswa pada tes skala kecil, hasil *posttest* dan respon siswa pada tes skala besar. Skor hasil validasi untuk ahli media 96 dikategorikan sebagai sangat layak dan untuk ahli instruksional adalah 62 dikategorikan layak. Hasil tes skala kecil menunjukkan bahwa siswa memberikan

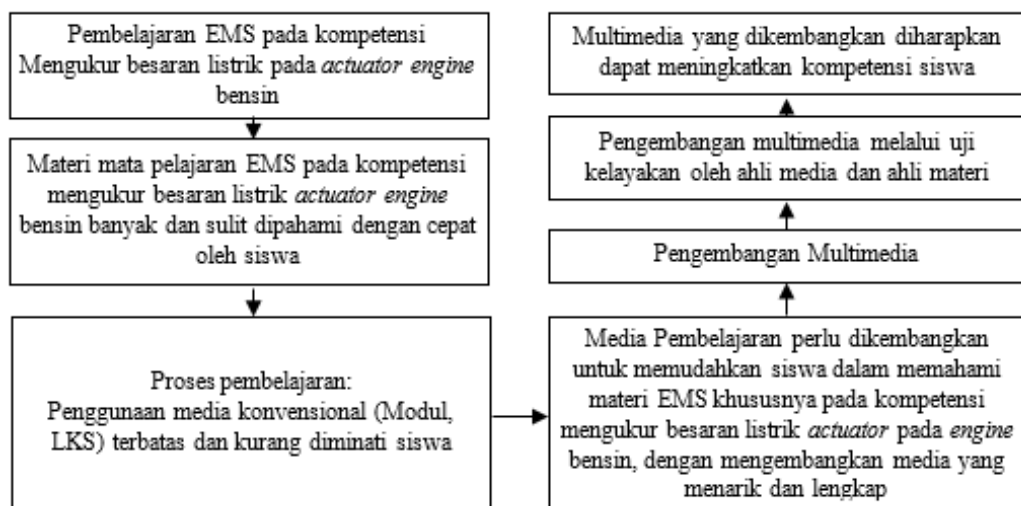
- respon sangat baik dengan skor 69,97. Tes pos siswa memberikan hasil yang efektif dengan kelengkapan klasik 61,76% dan respon yang sangat baik dengan skor 68,5.
- 12 Ardyanto, dkk (2014:12) Keefektifan multimedia pembelajaran interaktif IPA Terpadu Kelas VIII semester 1 Pertumbuhan dan Perkembangan, ditunjukkan dengan hasil nilai rata-rata *posttest* kelompok kontrol sebesar 7,67 dan nilai rata-rata kelompok eksperimen sebesar 8,26. Selain itu hasil uji t atau t-test untuk nilai *posttest* sebesar 5,35, dengan t tabel 2,045, hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai *posttest* yang signifikan antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen
-

Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dibahas, penggunaan multimedia dinilai berkontribusi, efektif dan layak digunakan sebagai sumber belajar. Diharapkan, pengembangan multimedia pada kompetensi mengukur besaran listrik *actuator* pada *engine* bensin dapat dinyatakan berkontribusi, efektif dan layak digunakan dalam proses pembelajaran untuk meningkatkan kompetensi siswa.

2.3. Kerangka Pikir Penelitian

Sistem EFI adalah salah satu materi mata pelajaran EMS yang memiliki cakupan materi yang sangat banyak, dan cukup sulit untuk dipahami dengan cepat oleh siswa. Materi yang banyak dan sulit dipahami dengan cepat tersebut dikarenakan, sistem EFI merupakan sistem yang saling terintegrasi dan berhubungan dengan sistem-sistem lainnya, sehingga diperlukan waktu lama untuk memahaminya. Selain itu, Menurut siswa yang telah mengikuti mata pelajaran EMS media pembelajaran yang tersedia belum cukup dan kurang bervariasi untuk mendukung proses pembelajaran.

Penggunaan sumber belajar konvensional dinilai kurang menyenangkan, sulit dipahami, banyak hafalan dan monoton. Sehingga diperlukan media pembelajaran yang dapat meningkatkan motivasi siswa dalam proses pembelajaran, yaitu dengan menyediakan media pembelajaran yang menarik, bervariasi dan lengkap. Multimedia merupakan media pembelajaran yang lengkap, bervariasi, menarik dan dapat dijadikan sebagai sumber belajar mandiri bagi siswa selain materi yang didapatkan dari guru. Berikut merupakan kerangka pikir penelitian dari pengembangan multimedia pada kompetensi mengukur besaran listrik *actuator* pada *engine* bensin:



Gambar 2.34 Kerangka Pikir Penelitian
Sumber: (Dokumentasi Pribadi)

2.4. Hipotesis Penelitian

Hipotesis dapat diartikan sebagai suatu jawaban yang bersifat sementara terhadap permasalahan penelitian, (Sugiyono, 2015:96). Hipotesis penelitian ini adalah:

Ho : Tidak ada perbedaan hasil belajar sebelum dan sesudah menggunakan multimedia pelajaran *Engine Management System*

Ha : Ada perbedaan hasil belajar sebelum dan sesudah menggunakan multimedia pelajaran *Engine Management System*.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

6.1. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan dalam bab empat dapat disimpulkan mengenai produk yang dikembangkan sebagai berikut:

1. Multimedia mata pelajaran *engine management system* telah dikembangkan telah layak untuk digunakan. Hal ini dibuktikan melalui validasi oleh ahli media dan ahli materi. Hasil validasi dari ahli media tentang kelayakan multimedia yang telah dikembangkan sebesar 91% sehingga memenuhi kategori “sangat layak”, sedangkan hasil validasi dari ahli materi tentang kelayakan multimedia yang telah dikembangkan sebesar 84% sehingga memenuhi kategori “sangat layak”.
2. Pemanfaatan multimedia mata pelajaran *engine management system* yang telah dikembangkan teruji dapat meningkatkan kompetensi sesudah menggunakan multimedia mata pelajaran *engine management system*. Hal ini dibuktikan dengan adanya peningkatan hasil belajar antara pembelajaran sebelum menggunakan multimedia dengan pembelajaran menggunakan multimedia yang ditunjukkan dengan hasil perhitungan uji gain sebesar 0,3149 atau jika dalam skala persentase sebesar 31,49%, yang berarti jika ditransformasikan ke dalam tabel kriteria faktor gain mendapatkan kriteria peningkatan “sedang” pada hasil belajar peserta didik.

3. Berdasarkan data yang diperoleh hasil *pretest* dan *posttest* didapatkan kenaikan nilai rata-rata sebesar 14,27 dari nilai rata-rata *pretest* yang semula sebesar 54,69 menjadi nilai rata-rata *posttest* sebesar 68,96. Hal tersebut menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan yang ditunjukkan melalui hasil analisis uji-t, diperoleh t_{hitung} sebesar $7,58 > t_{tabel}$ sebesar 2,045 sehingga H_0 ditolak yang berarti menunjukkan bahwa ada perbedaan hasil belajar yang signifikan antara sebelum dan sesudah pembelajaran dengan multimedia mata pelajaran *engine management system*. Maknanya, bahwa multimedia yang telah dikembangkan dapat meningkatkan kompetensi mengukur besaran listrik *actuator* pada *engine* bensin.

6.2. Saran

Terdapat saran-saran yang dapat disampaikan berdasarkan pemanfaatan yang berkaitan dengan hasil pengembangan diantaranya yaitu:

1. Pengguna (peserta didik dan pendidik) yang terlibat dalam pembelajaran diharapkan menggunakan komputer yang sudah terpasang *software adobe flash player* agar dapat mengoperasikan multimedia dengan baik dan kendala teknis terkait dengan pengoperasian komputer dapat dihindari.
2. Pendidik diharapkan mampu menggunakan multimedia mata pelajaran *engine management system* dalam memberikan materi kompetensi mengukur besaran listrik *actuator* pada *engine* bensin pada sampel yang lebih luas sehingga didapatkan gambaran penerapan multimedia pada karakteristik peserta didik yang lebih bervariasi, karena penelitian ini hanya menguji pemakaian produk secara terbatas di satu kelas. Berdasarkan kajian yang relevan menunjukkan

bahwa penggunaan multimedia pembelajaran lebih efektif dalam kegiatan belajar mengajar dan dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik.

3. Peserta didik diharapkan mampu menggunakan secara mandiri sehingga multimedia ini dapat digunakan untuk pembelajaran secara mandiri dalam pembelajaran pada materi mata pelajaran khususnya pada kompetensi mengukur besaran listrik *actuator* pada *engine* bensin.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwariningsih, S. H. 2011. Unsur Estetika dalam Perancangan Media Pembelajaran Berbasis Karakter untuk Mata Pelajaran TIK Siswa Sekolah Dasar (SD). *Jurnal Gaung Informatika* 4(2):13-24.
- Ardyanto, Hardjono, dan Haryanto. 2014. Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif (MPI) pada Mata Pelajaran IPA Terpadu Kelas VII. *Indonesian Journal of Curriculum and Educational Technology Studies* 1(1):1-12.
- Arifin, Z. 2016. *Evaluasi Pembelajaran*. Edisi Pertama. Cetakan Kedelapan. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Arikunto, S. 2014. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Edisi Revisi Pertama. Cetakan Kelimabelas. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Ariwibowo, B dan A. Suharmanto. 2014. Perangkat Lunak Berbasis Multimedia Sebagai Media Pembelajaran Pada Kompetensi Dasar Memahami Sistem Kemudi dan Power Steering. *JPTM*. 14(2):24-28.
- Arsyad, A. 2008. *Media Pembelajaran*. Edisi Pertama. Cetakan Kesepuluh. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.
- Asril, Z. 2010. *Microteaching*. Edisi Pertama. Cetakan Pertama. Jakarta: PT Rajagrafindo Persada.
- Astuti, F. K., E. Cahyono, Suprpto, N. C. Van, dan N. T. Duong. 2008. Effectiveness of Elements Periodic Table Interactive Multimedia in Nguyen Tat Thanh High School. *IJIET*. 2(1): 1-10.
- Austin, K. A. 2009. Multimedia learning: Cognitive individual differences and display design techniques predict transfer learning with multimedia learning modules. *Computer and Education* 53:1339-1354.
- Buntarto. 2015. *Dasar-dasar Kelistrikan Otomotif*. Cetakan Pertama. Yogyakarta: Pustakabarupress.
- Buntarto. 2015. *Dasar-dasar Sistem Kontrol Pada Kendaraan*. Edisi Pertama. Cetakan Pertama. Yogyakarta: Pustakabarupress.
- Dananjaya, U. 2013. *Media Pembelajaran Aktif*. Edisi Ketiga. Cetakan Ketiga. Bandung: Penerbit Nuansa Cendekia.
- Daryanto. 2010. *Media Pembelajaran*. Edisi Pertama. Cetakan Pertama. Bandung: PT Sarana Tutrial Nurani Sejahtera.

- Dhamayanti, M., A. D. Rachmawati, N. Arisanti, E. P. Setiawati, V. K. Rusmi, dan N. Sekarwana. 2017. Validitas dan Reliabilitas Kuesioner Skrining Kekerasan terhadap Anak “ICAST-C” Versi Bahasa Indonesia. *JKP* 5(3):281-289.
- Domagk, S., R. N. Schwartz and J. L. Plass. 2010. Interactivity in multimedia learning: An integrated model. *Computers in Human Behavior* 26: 1024-1033.
- Fishel, S. 2016. *Powerpoint 2016*. Edisi Pertama. Diakses pada 29 April 2018 dari www.bookboon.com.
- Hake, R. R. 1998. Interactive-engagement versus traditional method: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics* 66(1):64-74.
- Hanim, F, Sumarmi dan A. Amirudin. 2016. Pengaruh Penggunaan Multimedia Pembelajaran Interaktif Penginderaan Jauh Terhadap Hasil Belajar Geografi. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan* 1(4):752-757.
- Husni. 2013. *Engine Management System (EMS) 1*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Husni, M. 2016. *Engine Management System*. Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Bidang Otomotif dan Elektronika, Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan.
- Irwandi, S., N. Ufatin, dan Sultoni. 2016. Peran Sekolah dalam Menumbuhkembangkan Perilaku Hidup Sehat pada Siswa Sekolah Dasar (Studi Multi Situs di SD Negeri 6 Mataram dan SD Negeri 41 Mataram Kota Mataram Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Pendidikan* (1)3:492-498.
- Islahudin, M. A., dan Abdurahman. 2015. Penggunaan Multimedia Animasi Berbasis Multimedia untuk Meningkatkan Hasil Belajar pada Materi Sistem EFI (Electronic Fuel Injection). *JPTM* 15(2):98-102.
- Ispring Authorized Malaysia Partner, Training & Technical Support Provider. *iSpring Software Training Manual*. Malaysia
- Ivers, K. S. dan A. E. Barron. 2002. *Multimedia Projects in Education: Designing, Producing and Assessing*. Edisi Kedua. United State of America: Libraries Unlimited.
- Karim, S. 2013. *Sensor dan Aktuator*. Edisi Pertama. Jakarta: Direktorat Jendral Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan.

- Kassim, H., H. Nicholas, dan W. Ng. 2014. Using a multimedia learning tool to improve creative performance. *Thinking Skills and Creativity* Vol 13:9-19.
- Keputusan Direktur Jendral Pendidikan Dasar dan Menengah No. 330/D.D5/KEP/KR/2017. *Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Mata Pelajaran Muatan Nasional (A), Muatan Kewilayahan (B) Dsar Bidang Keahlian (C1), Dasar Program Keahlian (C2), dan Kompetensi Keahlian (C3)*. 9 Juni 2017. Direktur Jendral Pendidikan Dasar dan Menengah. Jakarta.
- Krathwohl, D. R. 2002. A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory Into Practice* 41(4):212-218.
- Kristanto, D. R., dan A. Ansori. 2013. Pengembangan Media Pembelajaran Praktikum Kelistrikan Body Otomotif Untuk Meningkatkan Kualitas Pembelajaran Maahasiswa D3 Teknik Mesin UNESA. *JPTM* 1(3): 40-49.
- Latuheru, J. D. 1988. *Media Pembelajaran Dalam Proses Belajar-Mengajar Masa Kini*. Jakarta.
- Leow, F dan M. Neo. 2014. Interactive Multimedia Learning: Inovating Classroom Education in A Malaysian University. *The Turkish Online Journal of Education Technology* 13(2):99-110.
- Mishra, S dan R. C. Sharma. 2004. *Interactive Multimedia in Education and Training*. Idea Group Publishing. United States of America.
- Mulyatiningsih, E. 2014. *Metode Penelitian Terapan Bidang Pendidikan*. Edisi Pertama Cetakan Ketiga. Bandung: Alfabeta.
- Munir. 2013. *Multimedia (Konsep & Aplikasi dalam Pendidikan)*. Edisi Pertama. Cetakan Kedua. Bangung: Alfabeta.
- Musfiqon, HM. 2012. *Pengembangan Media dan Sumber Pembelajaran*. Edisi Pertama. Cetakan Pertama. Jakarta: PT Prestasi Pustakarya.
- Mustholiq, I., Sukir, dan A. Chandra. 2007. Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Multimedia pada Mata Kuliah Dasar Listrik. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan* 16(1):1-18.
- Nopriyanti dan P. Sudira. 215. Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif Kompetensi Dasar Pemasangan Sistem Penerangan dan Wiring Kelistrikan di SMK. *Jurnal Pendidikan Vokasi* 5(2):222-235.
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 22 tahun 2016. *Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah*. Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.

- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 24 tahun 2016. *Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Pelajaran pada Kurikulum 2013 pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah*. 7 Juni 2016. Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. Jakarta.
- Plass, J. L., S. Heidig, E. O. Hayward, B. D. Homer, dan E. Um. 2013. Emotional Design in Multimedia Learning: Effects of Shape and color on affect and learning. *Learning and Instruction*.
- Priyono, B. 2017. *Buku Pedoman PPL 2017*. Edisi Revisi. Semarang: Pusat Pengembangan PPL dan Sekolah Laboratorium LP3 UNNES.
- Radityan, F. T., I. Kuntadi dan M. Komaro. 2014. Pengaruh Multimedia Interaktif Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Kompetensi Perbaikan Differential. *Journal of Mechanical Engineering Education* 1(2):239-245.
- Rifa'i, A dan C. T. Anni. 2012. *Psikologi Pendidikan*. Edisi Pertama. Cetakan Keempat. Semarang: UNNES PRESS.
- Rindiantika, Y. 2017. Pengembangan SMK Melalui Dunia Usaha dan Industri (DUDI): Kajian Teoritik. *Jurnal Intelegensia* (1)2:37-45.
- Rusman, D. Kurniawan dan C. Riyana. 2011. *Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi: Mengembangkan Profesionalitas Guru*. Edisi Pertama. Cetakan Pertama. Jakarta: PT Rajagrafindo Persada.
- Southwest Center for Microsystems Education (SCME). 2009. *Introduction to Transducers Sensors and Actuators*.
- Stern, D. T., R. S. Mangrulkar, L. D. Gruppen, A. L. Lang, C. M. Grum, dan R. D. Judge. 2001. Using a Multimedia Tool to Improve Cardiac Auscultation Knowledge and Skill. *JGIM* 16.
- Sudjana. 2005. *Metoda Statistika*. Edisi keenam. Cetakan ketiga. Bandung: PT Tarsito Bandung.
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D)*. Edisi Kesatu. Cetakan Kedua puluh satu. Bandung: Alfabeta.
- Susilana, R dan C. Riyana. 2009. *Media Pembelajaran Hakikat, Pengembangan, Pemanfaatan, dan Penilaian*. Cetakan Pertama. Bandung: CV Wacana Prima.
- Syarifuddin, A. 2011. Penerapan Model Pembelajaran Cooperative Belajar dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya. *TA'DIB* 16(1):113-136.
- Toyota. 1992. *Pedoman reparasi Mesin 4A-FE*.

- Toyota Motor. 1989. *Toyota 4A-FE Engine Repair Manual*. Toyota Motor Corporation.
- Toyota Service Training. nd. *Training Manual Vol 1 Toyota Computer-Controlled System Step 3*.
- Training Material and Development. nd. *Engine Electrical*. Hyundai Motor Company.
- Training Material and Development. nd. *Dasar Kelistrikan*. Hyundai Motor Company.
- Training Material and Development. nd. *Actuators and Troubleshooting*. Hyundai Motor Company.
- Triyanto, E., S. Anitah, dan N. Suryani. 2013. Peran Kepemimpinan Kepala Sekolah dalam Pemanfaatan Media Pembelajaran Sebagai Upaya Peningkatan Kualitas Proses Pembelajaran. *Jurnal Teknologi Pendidikan* 1(2): 226-238.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 tahun 2003. *Sistem Pendidikan Nasional*. 8 Juli 2003. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2003 Nomor 4301. Jakarta.
- Uno, H. B. 2014. *Perencanaan Pembelajaran*. Edisi Pertama. Cetakan Kesepuluh. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Waluyanti, S., D. Santoso, Slamet, dan U. Rochayati. 2008. *Alat Ukur dan Teknik Pengukuran Jilid 1*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Waluyo. 2015. Analisa Sistem Kerja EMS (*Engine Management System*) dengan Variasi Temperatur Air Pendingin dan Beban Kerja pada Kondisi Stasioner (ISC) Kendaraan Daihatsu Xenia. *Jurnal Teknik Mesin* 5(1).
- Widjanarko, D., H. Sofyan, dan H. D. Surjono. 2014. Kebutuhan Media Pembelajaran Kelistrikan Otomotif di Lembaga Pendidikan Pencetak Calon Guru Teknik Otomotif. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin* 14(1): 18-23.
- Wikipedia. 2017. Aktuator. Diakses pada 3 Juli 2018 dari (<https://id.wikipedia.org/wiki/Aktuator>)
- Wikipedia. 2017. Unit Kontrol Elektronik. Diakses pada 3 Juli 2018 dari (https://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Unit_kontrol_elektronik&oldid=13406494)