



**PENGEMBANGAN E-MODUL *COMMON RAIL*
UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR PADA
KOMPETENSI PERAWATAN BAHAN BAKAR
MESIN DIESEL DI SMK NEGERI JAWA TENGAH**

Skripsi

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

**Oleh
Ahmad Murtadlo Zaka
NIM.5202415061**

**PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2019**



UNNES

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Ahmad Murtadlo Zaka
NIM : 5202415061
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Judul : Pengembangan E-Modul *Common Rail* untuk Meningkatkan Hasil Belajar pada Kompetensi Perawatan Bahan Bakar Mesin Diesel di SMK Negeri Jawa Tengah

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

Semarang, 16 April 2019

Pembimbing,



Drs. Suprpto M.Pd
NIP. 195508091982031002

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Pengembangan E-Modul *Common Rail* untuk Meningkatkan Hasil Belajar pada Kompetensi Perawatan Bahan Bakar Mesin Diesel di SMK Negeri Jawa Tengah” telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 07 bulan 10 tahun 2019.

Oleh

Nama : Ahmad Murtadlo Zaka
NIM : 5202415061
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif

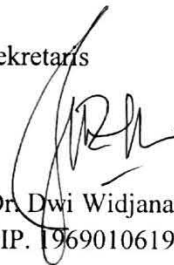
Panitia:

Ketua



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

Sekretaris



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

Penguji 1



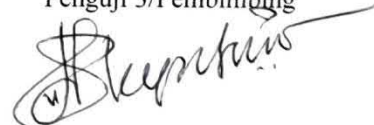
Wahyudi, S.Pd., M.Eng.
NIP. 198003192005011001

Penguji 2



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

Penguji 3/Pembimbing



Drs. Suprpto, M.Pd.
NIP. 195508091982031002

Mengetahui:



Dekan Fakultas Teknik UNNES

Dr. Nur Qudus, M.T. IPM.
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 di perguruan tinggi ini.

Semarang, 16 April 2019

Yang membuat pernyataan,



Ahmad Murtadlo Zaka

NIM. 5202415061

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- ❖ *You can't realize your dreams unless you have one to begin with* (Thomas Alva Edison)
- ❖ Bermimpilah setinggi langit. Jika engkau jatuh, engkau jatuh diantara bintang-bintang (Ir. Soekarno)
- ❖ Hiduplah seperti anda akan mati besok dan berbahagialah seperti anda akan hidup selamanya (B. J. Habibie)
- ❖ Jalani hidup sesuai yang Allah berikan. Tak perlu iri dengan sesama, karena tiap kita telah diberi jalan *terbaiknya*
- ❖ Sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan (QS. Al Insyirah : 6)

PERSEMBAHAN

- ❖ Ibu Sulastri dan Bapak Hardiyono, orang tua yang selalu menyayangi, menasehati, mendukung dan selalu mendo'akanku
- ❖ Mbak saya Sri Hartini yang selalu memberikan semangat
- ❖ Guru dan Dosenku yang selalu mendukung dan memberikan motivasi
- ❖ Sahabat-sahabat yang selalu memberi dukungan dan motivasi kepadaku
- ❖ Teman-teman PTO angkatan 2015 yang selalu kompak dalam segala sesuatu

SARI

Zaka, Ahmad Murtadlo. 2019. Pengembangan E-Modul *Common Rail* untuk Meningkatkan Hasil Belajar pada Kompetensi Perawatan Bahan Bakar Mesin Diesel di SMK Negeri Jawa Tengah. Drs. Supraptono, M.Pd. Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif.

Materi sistem *common rail* sulit diterima siswa dan kerja penginjeksian dikontrol ECU memerlukan pemahaman lebih lanjut dalam mempelajarinya. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan e-modul untuk memberikan sumbangan hasil belajar, mengetahui kelayakan, dan efektifitas siswa terhadap penggunaan e-modul sistem *common rail* yang dikembangkan.

Model pengembangan E-Modul ini menggunakan pengembangan ADDIE. Model pengembangan ADDIE terdiri dari 5 tahap yaitu (1) *Analysis*, (2) *Design*, (3) *Develop*, (4) *Implementation*, dan (5) *Evaluation*. Metode penelitian yang digunakan adalah *Pre-Experimental Designs (nondesigns)* dengan model eksperimen *one group pretest-posttest design*. Jenis data yang diperoleh berupa data kuantitatif dan kualitatif.

Hasil penelitian dan pengembangan ini berupa e-modul sistem *common rail* yang dapat membantu siswa memahami materi *common rail* dengan baik. E-modul memiliki fitur tambahan berupa gambar, *link*, audio, video, dan animasi. Berdasarkan hasil uji kelayakan produk, diperoleh persentase data akhir sebesar 80,00% untuk ahli media dan 85,63% untuk ahli materi, sehingga produk e-modul sistem *common rail* yang dikembangkan tersebut memenuhi kategori layak dan sangat layak. E-modul dapat memberikan sumbangan hasil belajar siswa dilihat dari selisih nilai rata-rata *pretest-posttest* sebesar 16,06. Uji-t menunjukkan nilai $t_{hitung} = 8,91 > t_{tabel} = 2,080$. Sumbangan hasil belajar siswa diperoleh rata-rata uji N-Gain sebesar 0,5622 dengan kriteria sumbangan belajar siswa sedang. Analisis efektifitas siswa terhadap e-modul diperoleh persentase sebesar 91,86% termasuk dalam kategori sangat baik, sehingga dapat disimpulkan e-modul membantu siswa dalam memahami materi sistem *common rail* pada mesin diesel.

Kata kunci: E-modul, Common Rail, ADDIE, Sumbangan

PRAKATA

Puji syukur alhamdulillah kehadiran Allah SWT berkat rahmat dan hidayah-Nya, sehingga dapat terselesaikan skripsi dengan judul “Pengembangan E-Modul *Common Rail* untuk Meningkatkan Hasil Belajar pada Kompetensi Perawatan Bahan Bakar Mesin Diesel di SMK Negeri Jawa Tengah” dalam rangka menyelesaikan studi Strata Satu untuk mencapai gelar Sarjana Pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Skripsi ini dapat diselesaikan berkat bimbingan, motivasi dan bantuan semua pihak. Oleh karena itu dengan rendah hati disampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini, antara lain :

1. Dr. Nur Qudus, M.T., Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Rusiyanto S.Pd.,M.T., Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd.,S.T.,M.T. Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
4. Drs. Suprpto, M.Pd selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi, saran, dan masukan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Wahyudi S.Pd.,M.Eng., Dosen penguji I yang berkenan membantu memberikan arahan dan bimbingan.
6. Angga Septiyanto, S.Pd.,M.T., Dosen penguji II yang berkenan membantu memberikan arahan dan bimbingan.
7. Bapak Dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah banyak memberikan bimbingan serta ilmunya yang sangat bermanfaat selama menempuh studi.
8. Bapak, ibu, kakak tercinta, serta keluarga yang selalu menyayangi, memberi nasihat, semangat, doa, dan mendukung penulis sampai saat ini.
9. Sahabat dan teman-teman satu angkatan PTO 2015 yang selalu membantu dalam penyusunan skripsi.

10. Semua pihak yang telah memberikan motivasi, saran dan masukan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.

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

Semarang, 16 April 2019



Ahmad Murtadlo Zaka
NIM. 5202415061

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN BERLOGO	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN KELULUSAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	v
MOTTO	vi
SARI	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR SINGKATAN TEKNIS DAN LAMBANG	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah	7
1.3 Pembatasan Masalah	8
1.4 Rumusan Masalah	8
1.5 Tujuan Pengembangan	9
1.6 Manfaat Pengembangan	9
1.7 Spesifikasi Produk yang Dikembangkan	10
1.8 Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan	10
BAB II. LANDASAN TEORI	12
2.1 Deskripsi Teoritik	12
2.1.1 Pendidikan	12
2.1.2 Belajar	13
2.1.3 Pembelajaran	14

2.1.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Belajar	15
2.1.5 Hasil belajar	17
2.1.6 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Hasil Belajar	18
2.1.7 Modul Pembelajaran	20
2.1.8 Modul Elektronik	29
2.1.9 Mesin Diesel	30
2.1.10 Mesin <i>Common Rail</i>	31
2.1.11 Prinsip Kerja <i>Common Rail</i>	31
2.1.12 Komponen-Komponen <i>Common Rail</i>	32
2.1.13 <i>Control</i> Utama Sistem <i>Common Rail</i>	44
2.1.14 Cara Kerja <i>Common Rail</i>	46
2.1.15 <i>Troubleshooting</i>	47
2.1.16 Perawatan Mesin Diesel <i>Common Rail</i>	53
2.1.17 <i>3D Page Flip Professional</i>	55
2.2 Penelitian yang Relevan	58
2.3 Kerangka Pikir	61
2.4 Hipotesis Penelitian	62
BAB III. METODE PENELITIAN	64
3.2 Model Pengembangan	64
3.2 Prosedur Pengembangan	65
3.3 Uji Coba Produk	71
3.3.1 Desain Uji Coba	72
3.3.2 Subjek Uji Coba	73
3.3.3 Jenis Data	73
3.3.4 Instrumen Pengumpulan Data	73
3.3.5 Teknik Analisis Data	81
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	86
4.1 Hasil Penelitian	86
4.1.1 Analisis Data Potensi dan Masalah	86
4.1.2 Data Uji Sumbangan Hasil Belajar	86

1. Validitas	87
2. Reliabilitas	89
3. Nilai <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	90
4.1.3 Data Efektifitas Siswa	90
1. Analisis Data Sumbangan Hasil Belajar	92
1) Uji Normalitas	92
2) Uji Homogenitas	93
3) Uji-t	93
4) Uji <i>N-Gain</i>	94
2. Analisis Data Efektifitas Siswa	94
4.2 Hasil Pengembangan	95
4.2.1 Hasil Data Uji Kelayakan Produk	95
1. Ahli Media	95
2. Ahli Materi	97
4.2.2 Analisis Hasil Data Uji Kelayakan Produk	99
4.2.3 Revisi Produk	100
1. Ahli Media	101
2. Ahli Materi	110
4.3 Pembahasan Produk Akhir	111
BAB V. SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN SARAN	117
5.1 Simpulan Tentang Produk	117
5.2 Keterbatasan Hasil Penelitian	118
5.3 Implikasi Hasil Penelitian	118
5.4 Saran	118
DAFTAR PUSTAKA	120
LAMPIRAN	127

DAFTAR SINGKATAN TEKNIS DAN LAMBANG

Simbol	Arti
Σ	Jumlah
O_1	Tes Awal (<i>Pretest</i>)
O_2	Tes Akhir (<i>Posttest</i>)
X	Perlakuan
r_{bis}	Koefisien korelasi biserial
r_{11}	Reliabilitas Instrumen
X^2	<i>Chi</i> -kuadrat
t	Hasil Uji-t
d.b	Derajat bebas (dk= derajat kebebasan)
S^2	Standar deviasi
<i>g</i>	<i>Gain</i>
Singkatan	Arti
3D	3 dimension (3 dimensi)
APK	Angka partisipasi kasar
DEPDIKNAS	Departemen pendidikan nasional
DST	<i>Diagnostic service tool</i>
DTC	<i>Diagnostic trouble codes</i>
ECU	<i>Engine control unit</i>
EDU	<i>Elektronik drive unit</i>
EXE	<i>Executable</i> (format dokumen berbentuk aplikasi)
HTML	<i>Hypertext mark up language</i> (konsep <i>hypertext</i> dalam suatu dokumen)
JPG	<i>Joint photographic experts group</i> (format dokumen berbentuk gambar)
MIL	<i>Malfunction Indicator Lamp</i>
PDF	<i>Portable doc format</i> (format dokumen berbentuk naskah)
PPT	<i>Power point presentation</i> (format dokumen presentasi)

R&D	<i>Research and Development</i> (penelitian dan pengembangan)
SCV	<i>Suction Control Valve</i>
SK/KD	Standar kompetensi/kompetensi dasar
ZIP	<i>Zoning improvement</i> (pengkompresi data)

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kisi-Kisi Soal Sistem <i>Common Rail</i>	67
Tabel 3.2 Kisi-Kisi Instrumen untuk Ahli Media	74
Tabel 3.3 Kisi-Kisi Instrumen untuk Ahli Materi	75
Tabel 3.4 Kisi-Kisi Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	77
Tabel 3.5 Kisi-Kisi Kuesioner untuk Responden	81
Tabel 3.6 Kriteria Faktor Gain <g> Hasil Belajar	84
Tabel 3.7 Tabel Skala Persentase Penilaian	85
Tabel 3.8 Tabel Skala Persentase Penilaian	85
Tabel 4.1 Data Uji Validitas Instrumen Tes	87
Tabel 4.2 Data Uji Reliabilitas Instrumen Tes	89
Tabel 4.3 Data Efektifitas Siswa	91
Tabel 4.4 Hasil Uji Normalitas <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	92
Tabel 4.5 Hasil Uji Homogenitas <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	93
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Uji-t	93
Tabel 4.7 Hasil Uji <i>N-Gain Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	94
Tabel 4.8 Kriteria Faktor Gain <g> Hasil Belajar	94
Tabel 4.9 Hasil Persentase Efektifitas Siswa	94
Tabel 4.10 Hasil Data Validasi Ahli Media	96
Tabel 4.11 Hasil Data Validasi Ahli Materi	98
Tabel 4.12 Hasil Penilaian Ahli Media	99
Tabel 4.13 Hasil Penilaian Ahli Materi	100
Tabel 4.14 Saran oleh Ahli Media	101
Tabel 4.15 Saran oleh Ahli Materi	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip Kerja <i>Common Rail</i>	32
Gambar 2.2 Komponen <i>Supply Pump</i>	33
Gambar 2.3 Diagram Konstruksi <i>Supply Pump</i>	33
Gambar 2.4 Aliran <i>Fuel</i> dalam <i>Supply Pump</i>	34
Gambar 2.5 Komponen <i>Suction Control Valve (SCV)</i>	35
Gambar 2.6 Komponen <i>Rail</i>	35
Gambar 2.7 Komponen <i>Pressure Limiter</i>	36
Gambar 2.8 Komponen <i>Injector</i>	36
Gambar 2.9 Komponen <i>Electronic Drive Unit (EDU)</i>	37
Gambar 2.10 <i>Air Flow Sensor (AFS)</i>	38
Gambar 2.11 <i>Crank Angle Sensor (CAS)</i>	38
Gambar 2.12 <i>Camshaft Position Sensor (CPS)</i>	39
Gambar 2.13 <i>Engine Coolant Temperature Sensor (CTS)</i>	39
Gambar 2.14 <i>Intake Air Temperature Sensor (IATS)</i>	40
Gambar 2.15 <i>Manifold Absolute Pressure Sensor (MAP)</i>	40
Gambar 2.16 <i>Fuel Temperature Sensor (FTS)</i>	40
Gambar 2.17 <i>Throttle Position Sensor (TPS)</i>	41
Gambar 2.18 <i>Accelerator Pedal Sensor (APS)</i>	41
Gambar 2.19 <i>Barometric Pressure Sensor (BPS)</i>	42
Gambar 2.20 <i>EGR Position Sensor</i>	42
Gambar 2.21 <i>Rail Pressure Sensor (RPS)</i>	42
Gambar 2.22 <i>First Rail Switch & Back Up Lamp Switch (M/T)</i>	43
Gambar 2.23 <i>Fuel Filter Pressure Switch</i>	43
Gambar 2.24 <i>Komponen Electronic Control Unit (ECU)</i>	44
Gambar 2.25 Blok Diagram <i>Engine ECU</i>	44
Gambar 2.26 Kontrol Tekanan Injeksi	45
Gambar 2.27 Kontrol <i>Timing</i> Injeksi	45
Gambar 2.28 Kontrol Jumlah Injeksi	46
Gambar 2.29. Logo 3D <i>PageFlip Professional</i>	56

Gambar 2.30 Tampilan Awal 3D <i>PageFlip Professional</i>	57
Gambar 2.31 Tampilan untuk Memilih <i>Background</i>	57
Gambar 2.32 Tampilan <i>Insert File Document</i> atau <i>Magazine</i>	58
Gambar 2.33 Contoh Sampul Produk	58
Gambar 2.37. Kerangka Pikir Penelitian	62
Gambar 3.1 Model ADDIE	64
Gambar 3.2 Diagram Alir Prosedur Pengembangan	66
Gambar 3.3 Peta Konsep E-Modul	69
Gambar 3.4. Desain <i>Cover</i> E-Modul	70
Gambar 3.5. Desain Halaman E-Modul	70
Grafik 4.1 Grafik Rata-rata Nilai <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	90
Gambar 4.1 Tampilan Sampul Halaman Depan E-Modul Sebelum Direvisi	102
Gambar 4.2 Tampilan Sampul Halaman Depan E-Modul Setelah Direvisi	102
Gambar 4.3 Tampilan <i>Font</i> Huruf Sebelum Direvisi	103
Gambar 4.4 Tampilan <i>Font</i> Huruf Setelah Direvisi	103
Gambar 4.5 Tampilan Halaman Tentang Penulis Sebelum Direvisi	104
Gambar 4.6 Tampilan Halaman Tentang Penulis Sebelum Direvisi	104
Gambar 4.7 Tampilan Peta Konsep Sebelum Direvisi	105
Gambar 4.8 Tampilan Peta Konsep Setelah Direvisi	105
Gambar 4.9 Tampilan sebelum penambahan petunjuk teknis	106
Gambar 4.10 Tampilan sesudah penambahan petunjuk teknis	106
Gambar 4.11 Tampilan Halaman Kunci Jawaban Sebelum Direvisi	107
Gambar 4.12 Tampilan Halaman Kunci Jawaban Sesudah Direvisi	107
Gambar 4.13 Tampilan Pengaturan Suara Halaman 28 Sebelum Direvisi	108
Gambar 4.14 Tampilan Pengaturan Suara Halaman 28 Setelah Direvisi	108
Gambar 4.15 Tampilan halaman <i>Layout</i> Sebelum Direvisi	109
Gambar 4.16 Tampilan halaman <i>Layout</i> Setelah Direvisi	109
Gambar 4.17 Tampilan pada Animasi Sebelum Direvisi	110
Gambar 4.18 Tampilan pada Animasi Setelah Direvisi	110
Gambar 4.19 Tampilan pada halaman Animasi Setelah Direvisi	111

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Usulan Pembimbing Skripsi	128
Lampiran 2. Surat Tugas Pembimbing	129
Lampiran 3. Surat Tugas Dosen Penguji	130
Lampiran 4. Surat Izin Uji Coba Soal	131
Lampiran 5. Surat Izin Penelitian	132
Lampiran 6. Surat Desposisi Penelitian Skripsi	133
Lampiran 7. Surat Keterangan Selesai Penelitian	134
Lampiran 8. Sampel Surat Permohonan Menjadi Validator	135
Lampiran 9. Silabus Mata Pembelajaran	136
Lampiran 10. Sampel Jawaban Observasi Sistem <i>Common Rail</i>	139
Lampiran 11. Perhitungan Nilai Hasil Observasi Sistem <i>Common Rail</i>	140
Lampiran 12. Daftar Hadir Uji Validitas dan Reliabilitas	141
Lampiran 13. Sampel Jawaban Uji Coba Validitas dan Reliabilitas	143
Lampiran 14. Tabel Analisis Butir Soal	144
Lampiran 15. Perhitungan Validitas Instrumen Tes	146
Lampiran 16. Perhitungan Reliabilitas Instrumen Tes	148
Lampiran 17. Instrumen Validasi Ahli Media	149
Lampiran 18. Hasil Penilaian Ahli Media	152
Lampiran 19. Rekapitulasi dan Analisis Penilaian Ahli Media	158
Lampiran 20. Instrumen Penilaian Ahli Materi	161
Lampiran 21. Hasil Penilaian Ahli Materi	164
Lampiran 22. Rekapitulasi dan Analisis Penilaian Ahli Materi	170
Lampiran 23. Hasil Nilai <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	173
Lampiran 24. Uji Normalitas <i>Pretest</i>	174
Lampiran 25. Uji Normalitas <i>Posttest</i>	176
Lampiran 26. Perhitungan Uji Homogenitas	178
Lampiran 27. Perhitungan Uji-t	179
Lampiran 28. Uji <i>N-Gain</i>	181
Lampiran 29. Sampel Angket Efektifitas Siswa dan Analisis Data	

Efektifitas Siswa	183
Lampiran 30. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran	186
Lampiran 31. Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	190
Lampiran 32. Kunci Jawaban Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	206
Lampiran 33. Sampel Jawaban Soal <i>Pretest</i>	207
Lampiran 34. Sampel Jawaban Soal <i>Posttest</i>	208
Lampiran 35. Daftar Hadir <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	209
Lampiran 36. Peta Konsep E-Modul Sistem <i>Common Rail</i> pada Mesin Diesel	211
Lampiran 37. <i>Story Board</i>	212
Lampiran 38. Detail Produk Akhir E-Modul Sistem <i>Common Rail</i>	259
Lampiran 39. Dokumentasi Kegiatan Penelitian	262

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pendidikan sebagai usaha sadar dan terencana dalam mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya dan masyarakat. Pendidikan adalah bagian penting dari kehidupan manusia, melalui pendidikan seseorang dapat mengembangkan potensi yang ada dalam dirinya, dalam bentuk kegiatan bimbingan, pengajaran, dan latihan (Anwar, *et al.*, 2018:790). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pendidikan baik sengaja maupun tidak, akan membentuk kepribadian manusia yang matang dan wibawa secara lahir dan batin, menyangkut keimanan, ketakwaan, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan bertanggungjawab.

Belajar adalah perubahan yang relatif *permanent* dalam perilaku atau potensi perilaku sebagai hasil dari pengalaman atau latihan yang diperkuat. Belajar merupakan akibat adanya interaksi antara stimulus dan respon. Seseorang dianggap telah belajar sesuatu jika dia dapat menunjukkan perubahan perilakunya. Dalam belajar yang penting adalah *input* yang berupa *stimulus* dan *output* yang berupa *respons*. Pengertian belajar bisa diartikan sebagai semua aktivitas mental atau psikis yang dilakukan oleh seseorang sehingga menimbulkan perubahan tingkah laku yang berbeda antara sesudah belajar dan sebelum belajar. Siswa memperoleh kepandaian atau ilmu, berlatih, berubah tingkah laku atau tanggapan

yang disebabkan oleh pengalaman. Belajar dapat didefinisikan sebagai proses perubahan di dalam kepribadian manusia dan perubahan tersebut ditampakan dalam bentuk peningkatan kualitas dan kuantitas tingkah laku seperti peningkatan kecakapan, pengetahuan, sikap, kebiasaan, pemahaman, keterampilan, daya pikir dan kemampuan-kemampuan yang lain. Belajar yaitu suatu proses didalam kepribadian manusia, perubahan tersebut ditempatkan dalam bentuk peningkatan kualitas dan kuantitas.

Pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Pembelajaran merupakan bantuan yang diberikan pendidik agar terjadi proses pemerolehan ilmu dan pengetahuan, penguasaan kemahiran dan tabiat, serta pembentukan sikap dan kepercayaan pada peserta didik. Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional No. 20 Tahun 2003 menyatakan bahwa, pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Pembelajaran sebagai proses belajar yang dibangun oleh guru untuk mengembangkan kreatifitas berpikir yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir siswa, serta dapat meningkatkan pengetahuan baru sebagai upaya memperoleh penguasaan yang baik terhadap materi pelajaran yang telah disampaikan. Proses pembelajaran pada awalnya mengharuskan guru untuk mengetahui kemampuan dasar yang dimiliki siswa meliputi kemampuan dasarnya, motivasinya, latar belakang akademisnya, latar belakang ekonominya, dan lain sebagainya. Kesiapan guru untuk mengenal karakteristik siswa dalam pembelajaran merupakan modal utama yang sangat penting dalam penyampaian bahan belajar dan menjadi indikator suksesnya

pelaksanaan pembelajaran. Proses pembelajaran dialami sepanjang hayat seorang manusia serta dapat berlaku di manapun dan kapanpun.

Salah satu tempat berlangsungnya proses pembelajaran adalah sekolah menengah kejuruan (SMK). SMK merupakan jenjang pendidikan setelah pendidikan menengah pertama (SMP) untuk memperoleh pendidikan ditingkat selanjutnya. Proses pembelajaran di SMK dilakukan oleh guru sebagai pendidik dan siswa sebagai peserta didik. Sebagai sumber utama proses pembelajaran, guru memiliki peran penting dalam men-*transfer* ilmu kepada siswanya. SMK Negeri Jawa Tengah merupakan sekolah vokasi yang pertama kali didirikan di Indonesia di bawah naungan langsung pemerintah Provinsi Jawa Tengah. Pendirian sekolah ini adalah atas prakarsa dan dukungan dari Gubernur Jawa Tengah Bapak Ganjar Pranowo. SMK Negeri Jawa Tengah didirikan dengan tujuan akhir untuk meningkatkan angka partisipasi kasar (APK) pendidikan menengah kejuruan serta menurunkan angka kemiskinan melalui upaya peningkatan angka keterserapan tenaga kerja dari lulusan kompeten yang nantinya dihasilkan dari SMK Negeri Jawa Tengah. SMK Negeri Jawa Tengah didirikan dengan dasar payung hukum sebagai berikut:

1. Peraturan Gubernur Jawa Tengah nomor 39 tahun 2008 yang diperbaiki dengan Peraturan Gubernur Jawa Tengah nomor 21 tahun 2014 tentang perubahan atas tentang organisasi dan Tata Kerja Unit Pelaksana Teknis pada Dinas Pendidikan Provinsi Jawa Tengah.
2. Keputusan Kepala Dinas Pendidikan Kota Semarang nomor 421.4/2531/2014 tentang penetapan persetujuan operasional Sekolah Menengah Kejuruan

Negeri Jawa Tengah.

Proses pembelajaran di SMK Negeri Jawa Tengah salah satu bahan ajar yang digunakan adalah modul. Sani dan Joko (2015:261) menyatakan bahwa, modul adalah bahan ajar yang disusun secara sistematis dan menarik berdasarkan kurikulum tertentu dalam bentuk satuan pembelajaran terkecil yang dapat digunakan secara mandiri untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Dalam hal penggunaan, modul dapat digunakan secara *fleksibel*. Modul dapat memfasilitasi peserta didik dalam belajar mandiri ataupun konvensional. Dengan menggunakan modul, peserta didik dapat mengontrol kemampuan dan intensitas belajarnya sendiri. Akan tetapi masih banyak modul yang dikembangkan tanpa memperhatikan prosedur pengembangan bahan belajar mandiri, sehingga kualitasnya masih jauh dari standar penulisan yang ditetapkan oleh DEPDIKNAS. Secara fisik modul yang kebanyakan berbentuk cetak dengan jumlah halaman yang cukup tebal sehingga berat untuk dibawa dan malas untuk membacanya dikarenakan tampilan kurang menarik, mudah rusak, serta biaya percetakan yang tidak sedikit membuat harga modul menjadi mahal.

Kemajuan teknologi informasi telah memungkinkan perubahan dalam penyajian bahan ajar, dalam hal ini modul cetak, menjadi modul yang dikemas dalam format digital atau dikenal dengan istilah modul elektronik (e-modul).

KEMENDIKBUD (2017:3) menyatakan pengertian e-modul sebagai berikut:

Modul elektronik merupakan bahan ajar elektronik yang disusun secara sistematis, interaktif, dan dinamis. Modul elektronik digunakan dalam pembelajaran yang memudahkan siswa menerima materi yang disampaikan oleh guru, dimana disetiap kegiatan pembelajaran terdapat adanya suatu *link* sebagai navigasi yang membuat peserta didik menjadi lebih interaktif dengan

program. Modul elektronik selain terdapat adanya suatu *link*, dilengkapi dengan penyajian video, animasi dan *audio*, sehingga siswa lebih mudah mempelajari materi secara mandiri. E-modul berupa *file* yang dapat dibuka dengan bantuan media seperti *tablet*, *smartphone*, komputer PC dan media elektronik lain berbasis sistem operasi terutama android, sehingga menarik minat belajar dan memudahkan peserta didik dalam mempelajari suatu materi pembelajaran.

E-modul yang merupakan bahan ajar yang dapat membantu siswa dalam mempelajari materi pelajaran secara mandiri yang dalam penggunaannya menggunakan media elektronik (Wulansari, *et al.*, 2018:2). Dengan modul elektronik: 1) Tampilan lebih menarik dengan adanya fasilitas multimedia (gambar, animasi, audio dan video). 2) *Paperless*, dengan demikian penggunaan kertas dapat dikurangi. 3) Dapat digunakan secara *off-line* maupun *on-line* tergantung pada kesiapan instansi pendidikan maupun peserta didik sebagai pengguna secara langsung. 4) Peserta didik dapat menelusuri materi yang terdapat dalam modul melalui *link* yang berupa navigasi untuk mengarahkan peserta didik menuju informasi tertentu. 5) *Multiplatform*, e-modul dapat digunakan pada berbagai peralatan (*device*) baik komputer dekstop, laptop maupun *smartphone*. Kelebihan lain dari bentuk penyajian modul elektronik ini adalah ukuran *file* yang relatif kecil, mudah dibawa hanya dengan menggunakan USB *flashdrive*, *memory card*, dsb. *File* dapat dibuka dengan bantuan media seperti *tablet*, *smartphone*, komputer PC dan media elektronik lain.

Berdasarkan uraian di atas dapat dikatakan bahwa penggunaan e-modul bermanfaat pada proses pembelajaran bagi guru maupun siswa. Mata pelajaran pemeliharaan mesin kendaraan ringan, di dalam kompetensi dasar (KD) *point* 3.9

terdapat adanya perawatan sistem bahan bakar diesel *common rail*. *Common rail* adalah teknologi sistem injeksi baru pada mesin diesel, teknologi *common rail* ini memungkinkan tekanan pada ruang bakar menjadi *fleksibel* (dapat berubah) menyesuaikan dengan *output* yang dikehendaki, teknologi *common rail* ini juga menyempurnakan akurasi volume bahan bakar/solar yang masuk ke ruang bakar.

Kelebihan mesin diesel *common rail* dibandingkan dengan mesin diesel konvensional pada dasarnya mampu memberikan injeksi bahan bakar yang lebih akurat dan tekanan pada ruang bakar yang sesuai dengan kebutuhan (*output*), dua kelebihan mendasar *common rail* itu ternyata berdampak sangat besar pada hasil dari proses pembakaran ini, antara lain: 1) Performa/tenaga mesin yang lebih baik 2) Efektif dalam penggunaan bahan bakar (lebih hemat bahan bakar) 3) Getaran mesin lebih kecil 4) Suara lebih halus 5) Asap/gas buang lebih bersih. Komponen-komponen *common rail* terdiri dari *actuator* (*supply pump, suction control valve* (SCV), *rail, pressure limiter, injector, electronic driver unit*), sensor dan *eletronic control unit* (ECU). *Common rail* merupakan teknologi baru dalam perkembangan mesin diesel sehingga beberapa komponen masih asing.

Terdapat adanya perawatan mesin disel *common rail* untuk menjaga performa serta kesehatan mesin. Muchta (2017) menyatakan bahwa, perawatan mesin diesel *common rail* terdiri dari: 1) Menjaga kebersihan *filter* udara 2) Memperhatikan kualitas bahan bakar 3) Melakukan penggantian *fuel filter* secara rutin 4) Menghindari penggunaan *fuel manipulator* 5) Jangan melakukan pembongkaran sistem *common rail* bila belum ahli.

Pengetahuan yang kurang terhadap mesin diesel *common rail* serta perawatannya. Kelemahan modul lama yaitu materi *common rail* yang disajikan kurang lengkap, *troubleshooting* pada mesin diesel *common rail* dijelaskan dalam bentuk narasi tidak dalam bentuk tabel sehingga sulit dipahami siswa dan materi perawatan sistem *common rail* yang dibahas hanya beberapa bagian dari kerusakannya. Kemudian didukung dengan pengambilan data menggunakan suatu tes diperoleh nilai rata-rata dari 22 siswa adalah 70,23, sedangkan nilai kriteria ketuntasan minimal (KKM) di SMK Negeri Jawa Tengah 75. Disimpulkan bahwa materi mesin diesel *common rail* sulit diterima siswa dan kerja penginjeksian dikontrol oleh ECU memerlukan pemahaman lebih lanjut dalam mempelajarinya. Berdasarkan latar belakang diatas, maka akan dilakukan penelitian tentang “Pengembangan E-Modul *Common Rail* untuk Meningkatkan Hasil Belajar pada Kompetensi Perawatan Bahan Bakar Mesin Diesel di SMK Negeri Jawa Tengah”.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diketahui bahwa proses pembelajaran masih mengalami permasalahan. Permasalahan tersebut disebabkan diantaranya yaitu:

1. Siswa merasa materi pelajaran mesin diesel semakin banyak, kompleks dan semakin berkembang sesuai dengan kemajuan teknologi.
2. Penggunaan sumber belajar konvensional seperti modul cetak, buku ajar, dan buku *teks* yang kurang menarik, monoton, dan banyak hafalan.

3. Modul cetak (*hardcopy*) merupakan sumber belajar yang kurang efisien dikarenakan memakan tempat dan mudah rusak, sehingga diperlukan sumber belajar yang praktis, efektif dan efisien salah satunya adalah e-modul.
4. Kurangnya memanfaatkan teknologi dalam proses pembelajaran di kelas.
5. Materi pembelajaran yang disampaikan oleh guru sulit dipahami.

1.3 Pembatasan Masalah

Permasalahan pada penelitian dengan judul “Pengembangan E-Modul *Common Rail* untuk Meningkatkan Hasil Belajar pada Kompetensi Perawatan Bahan Bakar Mesin Diesel di SMK Negeri Jawa Tengah” mengenai modul elektronik semua tidak dapat dibahas dalam penelitian ini, maka masalah dalam penelitian ini dibatasi pada:

1. E-modul yang dikembangkan adalah sistem *common rail* pada mesin diesel.
2. E-modul sistem *common rail* pada mesin diesel yang dibuat hanya mencakup materi dasar meliputi pengertian *common rail*, prinsip kerja *common rail*, komponen *common rail*, kontrol utama *common rail*, cara kerja *common rail*, *troubleshooting* dan perawatan *common rail*.
3. Produk e-modul yang dikembangkan berbentuk *flipbook*.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dan pembatasan masalah, maka dapat diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kelayakan e-modul sistem *common rail* pada mesin diesel yang dikembangkan dalam proses pembelajaran?

2. Seberapa besar sumbangan hasil belajar setelah menggunakan e-modul sistem *common rail* pada mesin diesel?
3. Bagaimana efektifitas siswa terhadap e-modul yang dikembangkan dalam proses pembelajaran?

1.5 Tujuan Pengembangan

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian e-modul sistem *common rail* pada mesin diesel adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kelayakan e-modul sistem *common rail* pada mesin diesel yang telah dikembangkan terhadap proses pembelajaran.
2. Mengetahui sumbangan hasil belajar e-modul sistem *common rail* pada mesin diesel setelah digunakan dalam proses pembelajaran.
3. Mengetahui efektifitas siswa setelah e-modul sistem *common rail* pada mesin diesel digunakan dalam proses pembelajaran.

1.6 Manfaat Pengembangan

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian e-modul sistem *common rail* pada mesin diesel adalah sebagai berikut:

1. Bagi siswa, memberikan sumbangan hasil belajar mandiri mengenai sistem *common rail* pada mesin diesel sehingga memberikan sumbangan hasil belajar siswa.
2. Bagi Pendidik (guru), memudahkan pendidik dalam menerangkan materi sistem *common rail* pada mesin diesel kepada siswa sehingga materi lebih mudah untuk dipahami dan dimengerti.

3. Bagi Jurusan Teknik Kendaraan Ringan Otomotif (TKRO), digunakan untuk referensi jurusan dan sebagai media yang digunakan dalam proses pembelajaran sistem *common rail* pada mesin diesel.

1.7 Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Berikut ini penjelasan mengenai spesifikasi produk yang dikembangkan, diantaranya:

1. E-modul sistem *common rail* yang dikembangkan berupa modul dalam bentuk elektronik dengan memanfaatkan *software 3D Pageflip professional (flipbook)*.
2. Bagian-bagian e-modul berisi pendahuluan, kegiatan pembelajaran, dan evaluasi.
3. Format *file* e-modul adalah *executable (exe)* yang dapat dibuka tanpa menggunakan aplikasi.
4. Ukuran tampilan e-modul sesuai dengan tampilan *default software 3D Pageflip professional (flipbook)* yaitu 640x480 *pixel*.
5. Tampilan modul berbentuk 3D dan *file* dapat dikonversi ke dalam format *.3DP*, *.zip*, *.exe.*, *.swf*, dan *.html* untuk dipublikasikan.

1.8 Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

Asumsi dalam pengembangan e-modul sistem *common rail* sebagai berikut:

1. Pembelajaran di sekolah masih menggunakan modul cetak (*hardcopy*) yang kurang memenuhi perkembangan zaman.

2. Adanya modul elektronik diharapkan mempermudah siswa untuk memahami materi yang disampaikan.
3. Setiap siswa memiliki sumber daya/peralatan untuk menggunakan e-modul.

Keterbatasan dalam pengembangan e-modul sistem *common rail* sebagai berikut:

1. Modul yang dikembangkan hanya memuat materi sistem *common rail*.
2. *File* yang dapat di *import* ke *3D Pageflip professional* adalah *file* berformat pdf.
3. *3D Pageflip professional* hanya mendukung format swf dalam memasukkan animasi kedalam modul.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Deskripsi teoritik

2.1.1 Pendidikan

Pendidikan adalah suatu proses merubah manusia menjadi lebih baik, lebih mahir dan terampil (Komariah, 2018:107). Pendidikan merupakan upaya belajar mengajar dalam meningkatkan kemampuan siswa baik secara kecerdasan, tingkah laku atau sikap, dan keterampilan yang berguna bagi diri sendiri, masyarakat bangsa dan negara (Widyastuti dan Widodo, 2018:873). Pendidikan adalah usaha yang sengaja diadakan baik secara langsung maupun tidak langsung untuk membantu anak yang dalam perkembangannya mencapai kedewasaan, proses pendidikan bersifat formal, informal dan *non* formal (Sudarsana, 2017:137). UU No. 20 Tahun 2003 menyatakan bahwa, pendidikan adalah sebuah usaha yang dilakukan secara sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, membangun kepribadian, pengendalian diri, kecerdasan, akhlak mulia serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara.

Berdasarkan beberapa definisi, dapat disimpulkan pendidikan merupakan proses merubah manusia menjadi lebih baik, mahir dan trampil. Pendidikan bersifat formal adalah pendidikan yang diselenggarakan di sekolah-sekolah pada umumnya dan non formal merupakan jalur pendidikan di luar pendidikan formal yang dapat dilaksanakan secara terstruktur dan berjenjang. Secara tidak langsung

pendidikan formal maupun *non* formal membantu seseorang dalam perkembangan mencapai kedewasaan. Melalui pendidikan memperoleh suatu ilmu yang mampu membentuk karakter dan kepribadian peserta didik baik sengaja maupun tidak, akan membentuk kepribadian manusia yang matang dan wibawa secara lahir dan batin, menyangkut keimanan, ketakwaan, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan bertanggungjawab.

2.1.2 Belajar

Belajar merupakan suatu kegiatan seseorang melatih suatu secara *continue* dalam rangka merubah sikap, keterampilan dan pengetahuan dalam diri orang itu menjadi suatu proses kegiatan yang mengakibatkan suatu perubahan tingkah laku (Sumarsono, 2018:37). Nazir, *et al.*, (2012: 820) menyatakan bahwa, *learning is all about acquiring new knowledge, sharpening skills, enhance performances, and better understanding*. Berdasarkan penjelasan Nazir, *et al.*, (2012:820), dapat disimpulkan belajar adalah tentang mendapatkan pengetahuan baru, mengasah keterampilan, meningkatkan kinerja, dan pemahaman yang lebih baik. Belajar adalah untuk merubah tingkah laku manusia berdasarkan pengalamannya setelah terjadinya interaksi dengan lingkungan sekitar. Belajar merupakan kegiatan yang berproses dalam penyelenggaraan berbagai jenis dan jenjang pendidikan (Kurniawan, *et al.*, 2017:156). Belajar merupakan proses perubahan dari tidak tahu menjadi tahu dan dari tahu menjadi lebih tahu lagi baik itu dari segi kognitif, afektif dan psikomotorik seseorang (Timoasi, *et al.*, 2016:72).

Berdasarkan beberapa definisi, dapat disimpulkan belajar merupakan proses mencari ilmu dari suatu lembaga pendidikan, melalui interaksi antara

seseorang dengan lingkungan sekitar. Belajar dapat mengubah seseorang dari tidak tahu menjadi tahu dan dari tahu menjadi lebih tahu lagi baik itu dari segi kognitif, afektif dan psikomotorik seseorang, serta dapat mengubah kepribadian manusia, dan perubahan tersebut ditampakkan dalam bentuk peningkatan kualitas dan kuantitas tingkah laku seperti peningkatan kecakapan, pengetahuan, sikap, kebiasaan, pemahaman, keterampilan, daya pikir, dan lain-lain kemampuan.

2.1.3 Pembelajaran

Pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar yang meliputi guru dan siswa yang saling bertukar informasi (Bahri, 2017:23). Pembelajaran adalah kegiatan yang di dalamnya terdapat proses mengajar, membimbing, melatih, memberi contoh, dan mengatur serta memfasilitasi berbagai hal kepada peserta didik agar biasa belajar sehingga tercapai tujuan pendidikan (Yamin, 2017:83). Pembelajaran adalah suatu proses atau kegiatan yang sistematis, yang bersifat interaktif dan komunikatif antara pendidik dengan peserta didik, sumber belajar dan lingkungan untuk menciptakan kondisi yang memungkinkan terjadinya tindakan belajar peserta didik, baik di kelas maupun di luar kelas, dihadiri pendidik baik secara fisik atau tidak, untuk menguasai kompetensi yang telah ditentukan (Widoyoko dalam Zuhri, *et al.*, 2017: 190).

Berdasarkan beberapa definisi, dapat disimpulkan pembelajaran merupakan interaksi antara pendidik dan peserta didik pada suatu lingkungan, belajar meliputi guru dan siswa yang saling bertukar informasi. Kegiatan yang terdapat di dalam pembelajaran meliputi mengajar, membimbing, melatih,

memberi contoh, dan mengatur serta memfasilitasi berbagai hal kepada peserta didik agar biasa belajar sehingga tercapai tujuan pendidikan. Melalui pembelajaran dapat terjadi proses perolehan ilmu dan pengetahuan, penguasaan kemahiran dan tabiat, serta pembentukan sikap, kepercayaan pada peserta didik dan proses untuk membantu peserta didik agar dapat belajar dengan baik.

2.1.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Belajar

Belajar merupakan proses perubahan dari tidak tahu menjadi tahu dan dari tahu menjadi lebih tahu lagi baik itu dari segi kognitif, afektif dan psikomotorik seseorang (Timoasi, *et al.*, 2016:72). Perubahan proses belajar tersebut tentunya memiliki faktor-faktor yang mempengaruhi dalam belajar. Faktor-faktor yang mempengaruhi belajar dapat digolongkan menjadi dua, yaitu faktor *intern* dan faktor *ekstern* (Slameto, 2003:54-72). Berikut ini penjelasan mengenai kedua faktor tersebut:

1. Faktor-Faktor *Intern*

- 1) Faktor Jasmaniah, meliputi faktor kesehatan, dan faktor cacat tubuh. Faktor kesehatan dapat mempengaruhi seseorang dalam kegiatan belajar karena proses belajar dapat terganggu apabila kesehatannya tidak baik, begitu pula dengan faktor cacat tubuh, seseorang yang memiliki kekurangan pada anggota tubuhnya hendaknya belajar pada lembaga pendidikan khusus dan menggunakan alat bantu khusus (Slameto, 2003:54-55).
- 2) Faktor Psikologis, meliputi faktor inteligensi, perhatian, minat, bakat, motif, kematangan, dan kesiapan. Faktor inteligensi adalah kecakapan dalam menghadapi dan menyesuaikan situasi yang baru dengan cepat dan efektif.

Faktor perhatian adalah keaktifan yang tinggi pada suatu objek atau sekumpulan objek. Faktor minat adalah kecenderungan yang tetap memperhatikan dan mengenang beberapa kegiatan. Faktor bakat adalah kemampuan belajar yang terealisasi menjadi nyata sesudah belajar dan berlatih. Faktor motif adalah dorongan untuk melakukan dan menentukan tujuan. Faktor kematangan suatu tingkat dalam pertumbuhan seseorang, dimana alat-alat tubuhnya sudah siap untuk melaksanakan kecakapan baru. Faktor kesiapan adalah kesediaan untuk memberi respon atau reaksi (Slameto, 2003:55-59).

- 3) Faktor Kelelahan, meliputi kelelahan jasmani dan kelelahan rohani. Kelelahan jasmani terlihat pada kesehatan tubuh yang cenderung lemah. Kelelahan rohani dilihat dengan adanya kelesuan dan kebosanan sehingga minat dan dorongan untuk menghasilkan sesuatu hilang (Slameto, 2003:59).

2. Faktor-Faktor *Ekstern*

- 1) Faktor Keluarga, meliputi cara orang tua mendidik, relasi antara anggota keluarga, suasana rumah, keadaan ekonomi keluarga, pengertian orang tua, dan latar belakang kebudayaan. Faktor keluarga menjadi faktor utama terbentuknya perilaku seseorang karena sebagian besar waktu seseorang dihabiskan bersama keluarganya. Bagaimana cara orang tua mendidik, perhatian orang tua kepada anaknya, hubungan antara anggota keluarga bisa menentukan keberhasilan seseorang. Semakin seseorang dipercaya dan mendapat dorongan dari keluarganya seseorang tersebut dapat mencapai keberhasilannya (Slameto, 2003:60-64).

2) Faktor Sekolah, meliputi metode mengajar, kurikulum, relasi guru dengan siswa, relasi siswa dengan siswa, disiplin sekolah, alat pelajaran, waktu sekolah, standar pelajaran, keadaan gedung, metode belajar, dan tugas rumah. Faktor tersebut berpengaruh karena sekolah adalah tempat belajar dan berkaitan dengan fasilitas, pendidik, metode mengajar yang dapat mempengaruhi seseorang rajin dan tekun. Apabila pembelajaran berlangsung menyenangkan memungkinkan peserta didik termotivasi untuk belajar. Selain itu, teman dan masyarakat yang berinteraksi dengan seseorang dapat mempengaruhi karena perilaku seseorang dapat ditiru dari pergaulan dengan teman dekatnya. Jika seseorang bergaul dengan orang yang baik, kebaikan tersebut dapat ditularkan (Slameto, 2003:64-69).

Modul elektronik dalam faktor-faktor yang mempengaruhi belajar terdapat pada bagian faktor psikologi. Karena didalam modul terdapat adanya kegiatan belajar yang menarik perhatian siswa sehingga modul mempengaruhi psikologi siswa untuk belajar mandiri dan sedikit bantuan dari guru. Tampilan modul dalam bentuk buku 3D dengan kombinasi gambar, animasi, video, maupun suara dan digunakan melalui perangkat elektronik. Menjadikan e-modul semakin menarik psikologis dan menimbulkan rasa penasaran siswa untuk mempelajari materi yang ada didalamnya.

2.1.5 Hasil belajar

Hasil belajar siswa adalah pencapaian dari kegiatan belajar yang telah dilakukan dan merupakan bentuk perumusan akhir yang diberikan oleh guru untuk melihat sampai dimana kemampuan siswa yang dinyatakan dalam bentuk simbol,

angka, huruf maupun kalimat yang dapat mencerminkan hasil yang telah dicapai (Khotimah, 2018:33). Hasil belajar merupakan ukuran yang menentukan tingkat keberhasilan pembelajar dari hasil proses belajarnya (Pramesti dan Effendi, 2018:4). Hasil belajar adalah seseorang telah belajar akan terjadi perubahan tingkah laku pada orang tersebut misalnya dari tidak tahu menjadi tahu, dari tidak mengerti menjadi mengerti dibandingkan pada saat sebelum belajar (Nur, *et al.*, 2016:103).

Hasil belajar adalah sesuatu yang didapatkan oleh para peserta didik setelah menempuh proses belajar dalam suatu organisasi yang disebut sekolah. Jadi secara garis besar, hasil belajar dapat diartikan sebagai kemampuan tertentu yang diperoleh setelah melakukan upaya belajar (Bukhari dan Hamid, 2017:23). Oleh karena itu, berdasarkan definisi hasil belajar dapat disimpulkan bahwa hasil belajar merupakan suatu hasil yang didapatkan oleh peserta didik setelah menempuh proses belajar di lingkungan sekolah maupun masyarakat. Belajar mengakibatkan perubahan tingkah laku pada seseorang, misalnya dari tidak tahu menjadi tahu dan tidak mengerti menjadi mengerti dibandingkan pada saat sebelum belajar.

2.1.6 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Hasil Belajar

Hasil belajar yang dicapai siswa dipengaruhi dua faktor utama yakni faktor dari dalam diri siswa dan faktor yang datang dari luar diri siswa atau faktor lingkungan. Faktor yang datang dari diri siswa yaitu kemampuan yang dimilikinya. Faktor kemampuan siswa berpengaruh terhadap hasil belajar yang dicapai. Di samping faktor kemampuan yang dimiliki siswa, juga ada faktor lain,

seperti motivasi belajar, minat dan perhatian, sikap dan kebiasaan belajar, ketekunan, sosial ekonomi, faktor fisik dan psikis (Bukhari dan Hamid, 2017:23).

Slameto (dalam Irwanti dan Widodo, 2018:928) menyatakan bahwa, minat adalah suatu rasa lebih suka dan rasa ketertarikan pada suatu hal atau aktivitas, tanpa ada yang menyuruh. Minat merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi hasil belajar siswa. Siswa yang memiliki minat cenderung mengemukakan segala kemampuannya untuk menghasilkan hasil belajar yang maksimal. Tinggi rendahnya minat setiap siswa berbeda-beda. Ada yang memiliki minat belajar tinggi ada juga yang mempunyai minat belajar sedang dan rendah. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh faktor kondisi siswa, cita-cita, lingkungan belajar dan upaya guru dalam penyampaian materi pembelajaran (Irwanti dan Widodo, 2018:928).

Adapun keberhasilan proses pembelajaran ditentukan oleh beberapa faktor. Baharudin (dalam Sitinjak dan Sembiring, 2018:113-114) menyatakan bahwa, faktor-faktor yang mempengaruhi hasil belajar dibedakan atas 2 (dua), yaitu:

1. Faktor internal, yaitu faktor-faktor yang berasal dari dalam diri siswa, yang meliputi:

- 1) Faktor fisiologis, yaitu faktor-faktor yang berhubungan dengan kondisi fisik individu seperti keadaan tonus jasmani dan keadaan fungsi jasmani.

- 2) Faktor psikologis, yaitu keadaan psikologis seseorang seperti kecerdasan atau intelegensi siswa, motivasi, minat, sikap, dan bakat (Baharudin (dalam Sitinjak dan Sembiring, 2018:113).
2. Faktor eksternal, yaitu faktor-faktor yang berasal dari luar diri siswa, yang meliputi:
 - 1) Lingkungan sosial, yang terdiri atas:
 - a. Lingkungan sosial sekolah seperti guru, administrasi, dan teman-teman sekelas.
 - b. Lingkungan sosial masyarakat seperti kondisi lingkungan masyarakat tempat tinggal siswa.
 - c. Lingkungan sosial keluarga seperti ketegangan keluarga, sifat-sifat orang tua, demografi keluarga (letak rumah), dan pengelolaan keluarga (Baharudin (dalam Sitinjak dan Sembiring, 2018:113).
 - 2) Lingkungan non sosial, yang terdiri atas:
 - a. Lingkungan alamiah seperti kondisi udara yang segar, tidak panas dan tidak dingin, sinar yang tidak terlalu silau atau kuat, atau tidak terlalu lemah atau gelap, dan suasana yang sejuk dan tenang.
 - b. Faktor instrumental, yaitu perangkat belajar yang dapat digolongkan atas 2 (dua) bentuk. Pertama, *hardware* seperti gedung sekolah, alat-alat belajar, fasilitas belajar, dan lapangan olahraga. Kedua, *software* seperti kurikulum sekolah, peraturan-peraturan sekolah, buku panduan, dan silabus.
 - c. Faktor materi pelajaran. Faktor ini hendaknya disesuaikan dengan usia perkembangan siswa. Begitu juga dengan metode mengajar guru harus

disesuaikan dengan kondisi perkembangan siswa bakat (Baharudin (dalam Sitinjak dan Sembiring, 2018:114).

2.1.7 Modul Pembelajaran

1. Pengertian Modul

Modul adalah salah satu bentuk bahan ajar cetak yang dirancang secara terstruktur dan sistematis untuk membantu proses pembelajaran, dapat digunakan secara mandiri oleh peserta didik karena modul dilengkapi dengan petunjuk untuk belajar sendiri (Tang, *et al.*, 2018:449). Modul adalah suatu proses pembelajaran mengenai suatu satuan bahasan tertentu yang disusun secara sistematis, operasional, dan terarah untuk digunakan oleh peserta didik, disertai dengan pedoman penggunaannya untuk para guru. Modul juga merupakan alat atau sarana pembelajaran yang berisi materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya (Kartika, *et al.*, 2017:147). Modul adalah salah satu bahan ajar cetak yang disusun secara sistematis dan menarik yang berisi seluruh materi atau informasi sehingga memudahkan peserta didik untuk belajar secara mandiri dengan bantuan seminimal mungkin dari guru (Anggraeni dan Rosy, 2017:3). Modul merupakan media yang paling mudah karena dapat dipelajari di mana saja dan kapan saja tanpa harus menggunakan alat khusus, menyampaikan pesan pembelajaran yang mampu memaparkan kata-kata, gambar dan angka-angka, meningkatkan motivasi siswa, beban belajar terbagi lebih merata, serta guru dapat mengetahui mana siswa yang berhasil dengan baik ataupun yang kurang berhasil (Setyandaru, *et al.*, 2017:219).

Pengertian modul berdasarkan definisi dapat disimpulkan bahwa modul merupakan suatu bahan ajar yang disusun secara sistematis sesuai dengan kebutuhan pelaku pembelajaran yang bertujuan untuk memudahkan peserta didik dalam belajar mandiri dengan bantuan seminimal mungkin bantuan dari guru/orang lain. Modul merupakan bahan ajar yang disusun secara sistematis dan menarik yang mencakup isi materi, metode, dan evaluasi yang dapat digunakan secara mandiri (Agustin, *et al.*, 2018: 63).

2. Tujuan dan Fungsi Modul

Depdiknas 2008 menyatakan bahwa, penulisan modul memiliki tujuan sebagai berikut:

- 1) Memperjelas dan mempermudah penyajian pesan agar tidak terlalu bersifat verbal.
- 2) Mengatasi keterbatasan waktu, ruang, dan daya indera, baik peserta belajar maupun guru/ instruktur.
- 3) Digunakan secara tepat dan bervariasi, seperti untuk meningkatkan motivasi dan gairah belajar; mengembangkan kemampuan dalam berinteraksi langsung dengan lingkungan dan sumber belajar lainnya yang memungkinkan siswa atau pebelajar belajar mandiri sesuai kemampuan dan minatnya.
- 4) Memungkinkan siswa atau pebelajar dapat mengukur atau mengevaluasi sendiri hasil belajarnya (Depdiknas, 2008:5-6).

Prastowo (dalam Susanti 2017:162) menyatakan bahwa, fungsi modul dalam kegiatan pembelajaran adalah sebagai bahan ajar mandiri, pengganti fungsi

pendidik. Modul sebagai alat evaluasi, dan sebagai bahan rujukan bagi siswa. Modul berfungsi sebagai sarana belajar yang bersifat mandiri, sehingga peserta didik dapat belajar sesuai dengan kecepatan belajar masing-masing (Dewi, *et al.*, 2017:11).

Tujuan dan fungsi modul yang telah dibahas menyatakan bahwa modul mempermudah dalam penyampaian materi kepada peserta didik tanpa terbatas waktu dan ruang dalam mempelajari materi yang terdapat di dalam modul serta dapat memberikan sumbangan motivasi dan gairah dalam belajar. Modul selain memudahkan peserta didik dalam memahami materi pembelajaran, berfungsi untuk menggantikan fungsi pendidik dalam menyampaikan suatu materi. Melalui modul peserta didik dapat belajar secara mandiri dan sebagai bahan evaluasi serta bahan rujukan bagi siswa.

3. Karakteristik Modul

Depdiknas (2008:3) menyatakan bahwa, modul merupakan bahan ajar cetak yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta pembelajaran. Sebuah modul bisa dikatakan baik dan menarik apabila terdapat karakteristik sebagai berikut.

- 1) *Self Instructional*; yaitu melalui modul tersebut seseorang atau peserta belajar mampu membelajarkan diri sendiri, tidak tergantung pada pihak lain. Untuk memenuhi karakter *self instructional*, maka dalam modul harus;
 - a. Berisi tujuan yang dirumuskan dengan jelas;
 - b. Berisi materi pembelajaran yang dikemas ke dalam unit-unit kecil/spesifik sehingga memudahkan belajar secara tuntas;

- c. Menyediakan contoh dan ilustrasi yang mendukung kejelasan pemaparan materi pembelajaran;
 - d. Menampilkan soal-soal latihan, tugas dan sejenisnya yang memungkinkan pengguna memberikan respon dan mengukur tingkat penguasaannya;
 - e. Kontekstual yaitu materi-materi yang disajikan terkait dengan suasana atau konteks tugas dan lingkungan penggunaannya;
 - f. Menggunakan bahasa yang sederhana dan komunikatif;
 - g. Terdapat rangkuman materi pembelajaran;
 - h. Terdapat instrumen penilaian/*assessment*, yang memungkinkan penggunaan diklat melakukan “*self assessment*”;
 - i. Terdapat instrumen yang dapat digunakan penggunaannya mengukur atau mengevaluasi tingkat penguasaan materi;
 - j. Terdapat umpan balik atas penilaian, sehingga penggunaannya mengetahui tingkat penguasaan materi;
 - k. Tersedia informasi tentang rujukan/pengayaan/referensi yang mendukung materi pembelajaran dimaksud (Depdiknas, 2008:3-4).
- 2) *Self Contained*; yaitu seluruh materi pembelajaran dari satu unit kompetensi atau sub kompetensi yang dipelajari terdapat di dalam satu modul secara utuh. Tujuan dari konsep ini adalah memberikan kesempatan pembelajar mempelajari materi pembelajaran yang tuntas, karena materi dikemas ke dalam satu kesatuan yang utuh. Jika harus dilakukan pembagian atau pemisahan materi dari satu unit kompetensi harus dilakukan dengan hati-hati dan memperhatikan keluasan kompetensi yang harus dikuasai (Depdiknas, 2008:4).

- 3) *Stand Alone* (berdiri sendiri); yaitu modul yang dikembangkan tidak tergantung pada media lain atau tidak harus digunakan bersama-sama dengan media pembelajaran lain. Dengan menggunakan modul, pembelajar tidak tergantung dan harus menggunakan media yang lain untuk mempelajari dan atau mengerjakan tugas pada modul tersebut. Jika masih menggunakan dan bergantung pada media lain selain modul yang digunakan, maka media tersebut tidak dikategorikan sebagai media yang berdiri sendiri (Depdiknas, 2008:4).
- 4) *Adaptive*; modul hendaknya memiliki daya adaptif yang tinggi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi. Dikatakan adaptif jika modul dapat menyesuaikan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta fleksibel digunakan. Dengan memperhatikan percepatan perkembangan ilmu dan teknologi pengembangan modul multimedia hendaknya tetap “*up to date*”. Modul yang adaptif adalah jika isi materi pembelajaran dapat digunakan sampai dengan kurun waktu tertentu (Depdiknas, 2008:4-5).
- 5) *User Friendly*; modul hendaknya bersahabat dengan pemakainya. Setiap instruksi dan paparan informasi yang tampil bersifat membantu dan bersahabat dengan pemakainya, termasuk kemudahan pemakai dalam merespon, mengakses sesuai dengan keinginan. Penggunaan bahasa yang sederhana, mudah dimengerti serta menggunakan istilah yang umum digunakan merupakan salah satu bentuk *user friendly* (Depdiknas, 2008:5).

4. Prosedur Penulisan Modul

Penulisan modul merupakan proses penyusunan materi pembelajaran yang dikemas secara sistematis sehingga siap dipelajari oleh pebelajar untuk mencapai

kompetensi atau sub kompetensi (Depdiknas, 2008:12). Berikut ini penjelasan penulisan modul oleh Depdiknas (2008:12-16) diantaranya:

1) Analisis Kebutuhan Modul

Kegiatan ini merupakan kegiatan menganalisis kompetensi/tujuan untuk menentukan jumlah dan judul modul yang dibutuhkan untuk mencapai suatu kompetensi (Depdiknas, 2008:12). Analisis kebutuhan modul dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

- a. Tetapkan kompetensi yang terdapat di dalam garis-garis besar program pembelajaran yang akan disusun modulnya;
- b. Identifikasi dan tentukan ruang lingkup unit kompetensi tersebut;
- c. Identifikasi dan tentukan pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang dipersyaratkan;
- d. Tentukan judul modul yang akan ditulis
- e. Kegiatan analisis kebutuhan modul dilaksanakan pada periode awal pengembangan modul (Depdiknas, 2008:12).

2) Penyusunan *Draft*

Penyusunan draft modul merupakan proses penyusunan dan pengorganisasian materi pembelajaran dari suatu kompetensi atau sub kompetensi menjadi satu kesatuan yang sistematis (Depdiknas, 2008:13). Penulisan *draft* modul dapat dilaksanakan dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Tetapkan judul modul
- b. Tetapkan tujuan akhir yaitu kemampuan yang harus dicapai oleh peserta didik setelah selesai mempelajari satu modul

- c. Tetapkan tujuan antara yaitu kemampuan spesifik yang menunjang tujuan akhir
- d. Tetapkan garis-garis besar atau *outline* modul
- e. Kembangkan materi pada garis-garis besar
- f. Periksa ulang *draft* yang telah dihasilkan (Depdiknas, 2008:13).

Penyusunan modul ini hendaknya menghasilkan *draft* sekurang-kurangnya mencakup:

- a. Judul modul; menggambarkan materi yang akan dituangkan di dalam modul;
 - b. Kompetensi atau sub kompetensi yang akan dicapai setelah menyelesaikan modul;
 - c. Tujuan akhir dan tujuan yang akan dicapai peserta didik setelah mempelajari modul;
 - d. Materi pelatihan berisi pengetahuan, keterampilan, sikap peserta didik yang harus dipelajari dan dikuasai;
 - e. Prosedur atau kegiatan pelatihan yang harus diikuti oleh peserta didik untuk mempelajari modul;
 - f. Soal-soal, latihan, dan atau tugas yang harus dikerjakan atau diselesaikan oleh peserta didik;
 - g. Evaluasi atau penilaian yang berfungsi mengukur kemampuan peserta didik dalam menguasai modul;
 - h. Kunci jawaban dari soal, latihan dan atau pengujian (Depdiknas, 2008:13).
- 3) Uji coba

Uji coba *draft* modul adalah kegiatan penggunaan modul pada peserta terbatas, untuk mengetahui keterlaksanaan dan manfaat modul dalam pembelajaran sebelum modul tersebut digunakan secara umum (Depdiknas, 2008:14). Uji coba ini yang nantinya sebagai bahan penyempurnaan modul. Berikut ini langkah-langkah melakukan uji coba:

- a. Siapkan dan gandakan *draft* modul yang akan diujicobakan sebanyak peserta yang akan diikutkan dalam uji coba.
- b. Susun instrumen pendukung uji coba.
- c. Distribusikan *draft* modul dan instrumen pendukung uji coba kepada peserta uji coba.
- d. Informasikan kepada peserta uji coba tentang tujuan uji coba dan kegiatan yang harus dilakukan oleh peserta uji coba.
- e. Kumpulkan kembali draft modul dan instrumen uji coba.
- g. Proses dan simpulkan hasil pengumpulan masukan yang dijarah melalui instrumen uji coba (Depdiknas, 2008:14).

4) Validasi

Validasi modul bertujuan untuk memperoleh pengakuan atau pengesahan kesesuaian modul dengan kebutuhan sehingga modul tersebut layak dan cocok digunakan dalam pembelajaran (Depdiknas, 2008:14-15). Untuk melakukan validasi *draft* modul dapat diikuti langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Siapkan dan gandakan *draft* modul yang akan divalidasi sesuai dengan banyaknya validator yang terlibat.
- b. Susun instrumen pendukung validasi.

- c. Distribusikan *draft* modul dan instrumen validasi kepada peserta validator.
- d. Informasikan kepada validator tentang tujuan validasi dan kegiatan yang harus dilakukan oleh validator.
- e. Kumpulkan kembali *draft* modul dan instrumen validasi.
- f. Proses dan simpulkan hasil pengumpulan masukan yang dijangin melalui instrumen validasi (Depdiknas, 2008:15).

Dari kegiatan validasi *draft* modul akan dihasilkan *draft* modul yang mendapat masukan dan persetujuan dari para validator, sesuai dengan bidangnya. Masukan tersebut digunakan sebagai bahan penyempurnaan modul (Depdiknas, 2008:15).

5) Revisi

Kegiatan ini merupakan proses penyempurnaan modul setelah memperoleh masukan dari kegiatan uji coba dan validasi (Depdiknas, 2008:15). Perbaikan modul harus mencakup aspek-aspek penting penyusunan modul di antaranya yaitu:

- a. pengorganisasian materi pembelajaran;
- b. penggunaan metode instruksional;
- c. penggunaan bahasa;
- d. pengorganisasian tata tulis dan perwajahan (Depdiknas, 2008:16).

Kegiatan revisi mengacu pada prinsip peningkatan mutu berkesinambungan, secara terus menerus modul dapat ditinjau ulang dan diperbaiki (Depdiknas, 2008:16).

2.1.8 Modul Elektronik

Modul elektronik ialah perangkat pembelajaran sistematis dengan bahasa yang mudah dipahami sehingga peserta didik dapat belajar secara mandiri, yang mana modul dalam bentuk *teks* buku dengan kombinasi gambar, video, maupun suara dan digunakan melalui perangkat elektronik (Mulyar, *et al.*, 2018:130). E-modul adalah sebuah bentuk penyajian bahan belajar mandiri yang disusun secara sistematis ke dalam unit pembelajaran terkecil untuk mencapai tujuan pembelajaran tertentu yang disajikan ke dalam format elektronik yang di dalamnya terdapat animasi, audio, navigasi yang membuat pengguna lebih interaktif dengan program (Masruroh dan Prasetyo, 2018:167). Secara harfiah, e-modul dapat dimaknai sebagai modul elektronik, non cetak dan hanya berupa *file* yang dapat dibuka dengan bantuan media elektronik seperti tablet, *smartphone*, komputer PC dan media elektronik lain berbasis sistem operasi terutama android (Riyadi dan Qomar, 2017:32). Modul elektronik merupakan sebuah bentuk penyajian bahan belajar mandiri yang disusun secara sistematis didalam unit pembelajaran terkecil untuk mencapai suatu tujuan pembelajaran tertentu, yang disajikan dalam format elektronik (Adiputra, *et al.*, (dalam Nikita, *et al.*, 2018:175).

Pengertian e-modul berdasarkan definisi dapat disimpulkan bahwa e-modul merupakan suatu perangkat pembelajaran yang bersifat sistematis dengan bahasa mudah dipahami sehingga peserta didik dapat belajar mandiri, yang mana di dalam e-modul terdapat adanya fitur gambar, video, animasi, suara yang dapat dipelajari melalui perangkat elektronik. E-modul berupa *file* yang dapat dibuka dengan bantuan media seperti *tablet*, *smartphone*, komputer PC dan media

elektronik lain berbasis sistem operasi terutama android, sehingga menarik minat belajar dan memudahkan peserta didik dalam mempelajari suatu materi pembelajaran.

2.1.9 Mesin Diesel

Mesin diesel/motor diesel adalah jenis motor bakar torak yang biasanya disebut motor pembakaran kompresi (*compression ignition engine*). Pembakaran yang terjadi dalam ruang bakar dilakukan dengan cara menyemprotkan bahan bakar ke dalam silinder motor yang terisi dengan udara yang bertekanan dan bertemperatur tinggi, sebagai akibat dari proses kompresi (Muksin, 2014:2030). Perbedaan utama antara motor bensin dan motor diesel adalah pembakaran pada motor bensin tidak dapat berlangsung bila campuran udara dan bahan bakar tidak dinyalakan oleh bunga api dari busi. Piancastelli, *et al.*, (2014:2496) menyatakan bahwa, pembakaran bahan bakar diesel tergantung pada tekanan suhu, sifat bahan bakar dan karakteristik injeksi bahan bakar. Pada motor diesel yang dikompresikan hanya udara saja, tekanan dan suhunya dapat tinggi sekali karena perbandingan kompresinya tinggi. Tekanan dapat mencapai 35 atmosfer dan suhu mencapai 500 °C, bila perbandingan kompresi 20:1. Pada kondisi seperti ini, suatu campuran udara bahan bakar dapat menyala dengan mudah dan akan terbakar (Muksin, 2014:2032). Terdapat 2 jenis mesin diesel yaitu mesin diesel konvensional dan mesin diesel *common rail*, tetapi yang akan dibahas lebih mendalam dalam proposal ini adalah mesin diesel *common rail*.

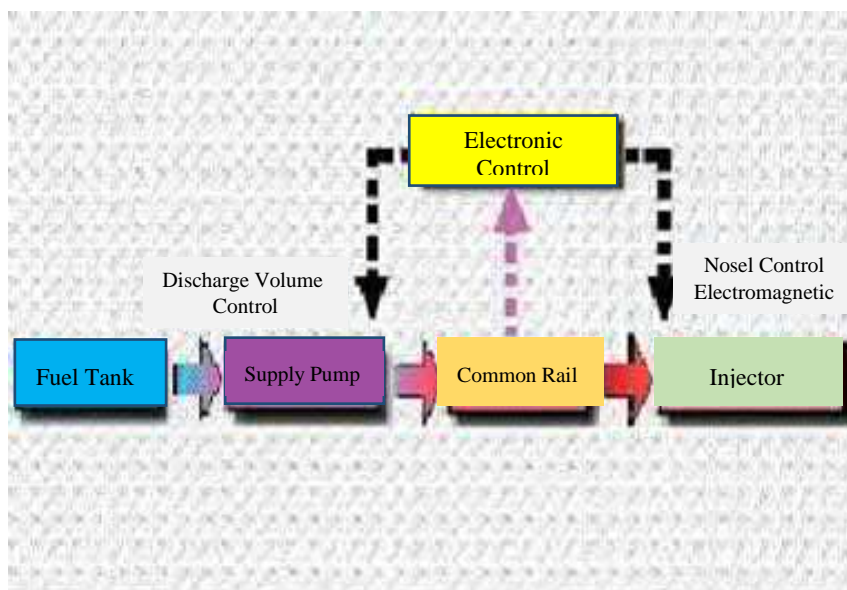
2.1.10 Mesin Common Rail

Mesin *common rail* adalah mesin yang bekerja dikontrol secara elektronik dengan tekanan bahan bakar sekitar 30 Mpa sampai 180 Mpa pada *supply pump*, kemudian tekanan bahan bakar akan diinjeksikan oleh *injector* yang dikontrol sebuah *engine control modul* dengan memperhatikan nilai kalkulasi dari berbagai sensor yang ada pada mesin (Denur, *et al.*, 2016:32). Sistem *common rail* digunakan bahan bakar bertekanan tinggi untuk memperbaiki penggunaan bahan bakar yang ekonomis dan menambah kekuatan *power* mesin, juga menindas vibrasi dan *noise* mesin (Toyota Astra Motor, 2004:05-168).

2.1.11 Prinsip Kerja Common Rail

Bahan bakar yang sudah dihisap oleh pompa minyak dari tangki solar dan melalui saringan akan diteruskan atau dihisap oleh *supply pump* dan dinaikkan tekanan hingga 30 Mpa sampai 180 Mpa, bahan bakar akan ditekan ke *common rail tube* melalui pipa tekanan tinggi, di *rail tube* bahan bakar akan tertahan atau di simpan hingga tekanan 220 Mpa, bahan bakar yang sudah bertekanan tinggi juga disalurkan ke *injector* dari *rail tube* melalui pipa tekan tinggi (Denur, *et al.*, 2016:32).

Bahan bakar akan diinjeksikan ke ruang bakar *cylinder* tergantung lamanya selenoid *injector* mendapat perintah bekerja dari ECM (Denur, *et al.*, 2016:32).



Gambar 2.1 Prinsip Kerja *Common Rail*
(Denur, 2016:32)

2.1.12 Komponen-Komponen *Common Rail*

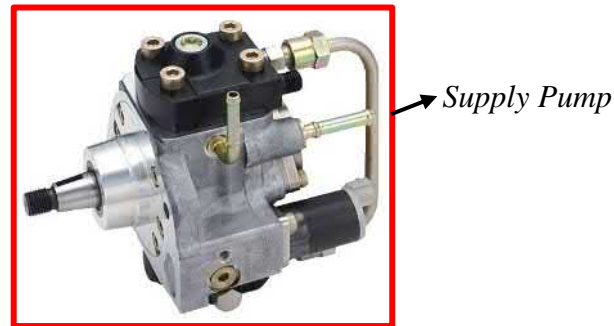
Mitsubishi Motors (2018:24-68) menyatakan bahwa, *common rail* terdiri dari *actuator*, sensor dan *engine control unit* (ECU), penjelasannya sebagai berikut:

1. *Actuator*

Aktuator (*actuator*) adalah sebuah peralatan mekanis yang dapat bergerak atau mengontrol suatu mekanisme (Yudhana, *et al.*, 2018:134). Mitsubishi Motors (2018:26) menyatakan bahwa, *actuator* dari *common rail* terdiri dari:

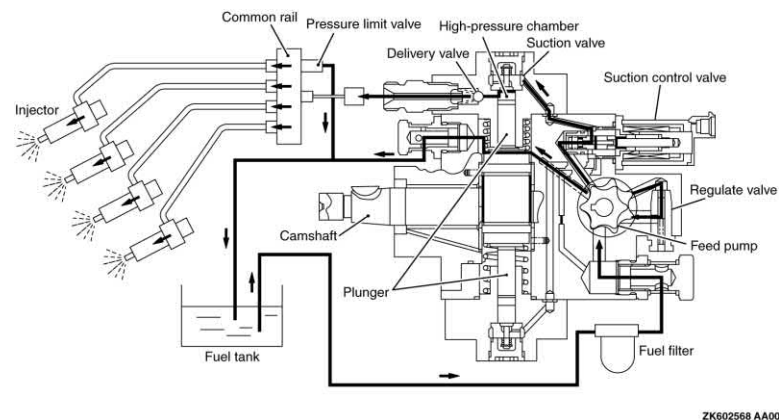
1) *Supply Pump*

Supply pump merupakan jantung dari tipe penginjeksian bahan bakar elektronik sistem *common rail*, *injection pump* tidak dipakai lagi dan *supply pump type plunger* dibuat untuk men-*supply* bahan bakar bertekanan tinggi ke *fuel rail* (Isuzu Service Training, 2010:38).



Gambar 2.2 Komponen *Supply Pump*
(Mitsubishi Motors, 2018:24)

Diagram konstruksi *supply pump* sebagai berikut:



Gambar 2.3 Diagram Konstruksi *Supply Pump*
(Mitsubishi Motors, 2018:25)

a. *Feed pump*

Feed pump berfungsi untuk menghisap bahan bakar dari *fuel tank*, lalu dikirimkan ke *supply pump*.

b. *Regulator valve*

Regulator valve berfungsi untuk mengembalikan bahan bakar ke *inlet port feed pump* ketika tekanan bahan bakar antara *feed pump* dan *suction control valve* menjadi lebih tinggi dari nilai penetapan awal.

c. *Suction control valve*

Suction control valve berfungsi untuk mengatur jumlah bahan bakar yang dikirimkan ke *common rail*.

d. *Plunger*

Plunger bergerak pada langkah penuh secara tetap untuk menekan bahan bakar ke dalam *high pressure chamber*.

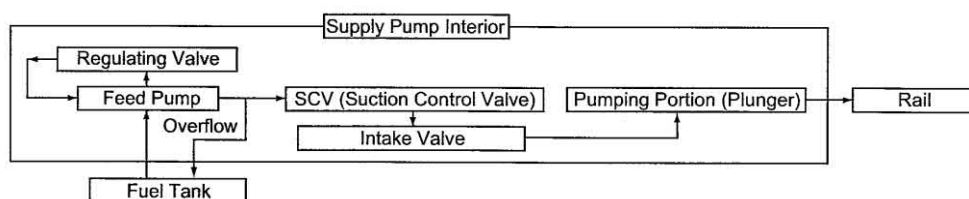
e. *Delivery valve*

Delivery valve berfungsi men-*stop* bahan bakar mengalir kembali ke sisi pengiriman ketika bahan bakar ditekan ke *high-pressure chamber*.

f. *Suction valve*

Suction valve berfungsi untuk mencegah bahan bakar, yang telah ditekan di dalam *high-pressure chamber*, agar tidak mengalir kembali ke sisi *suction control valve* (Mitsubishi Motors, 2018:26).

Aliran *fuel* dalam *supply pump* dalam sistem *common rail* sebagai berikut:

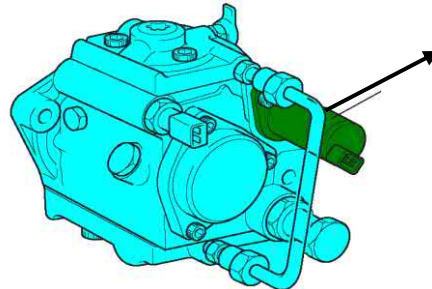


Gambar 2.4 Aliran *Fuel* dalam *Supply Pump*
(Mitsubishi Motors, 2018:27)

2) *Suction Control Valve* (SCV)

Suction control valve berfungsi untuk mengontrol kuantitas buangan dengan kuantitas hisapan, operasi pemompaan berlebih dihilangkan, mengurangi beban aktuasi dan menekan kenaikan suhu bahan bakar (Denso Service Manual, 2008:22). *Suction control valve* untuk mengontrol *supply* bahan bakar bertekanan

tinggi ke *fuel rail* dan sebuah *fuel temperature* (FT) sensor untuk mendeteksi temperatur bahan bakar (Isuzu Service Training, 2010:38).



Gambar 2.5 Komponen *Suction Control Valve* (SCV)
(Mitsubishi Motors, 2018:33)

3) *Rail*

Rail berfungsi menyimpan *fuel* bertekanan tinggi yang dikirim dari *supply pump* (HP3) dan didistribusikan ke setiap *injector* (Mitsubishi Motors, 2018:37). Tekanan bahan bakar yang ada di dalam *rail* dipasang sebuah sensor yang bernama *fuel pressure sensor*, maka ECU dapat dengan mudah membaca tekanan yang terjadi di dalam *rail*.

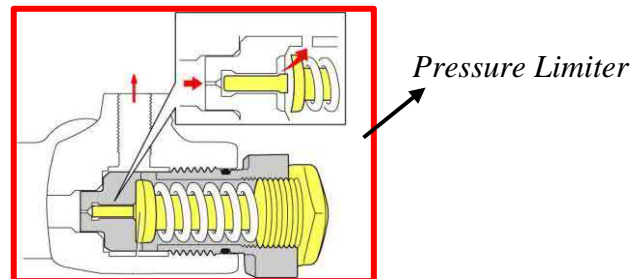


Gambar 2.6 Komponen *Rail*
(Mitsubishi Motors, 2018:37)

4) *Pressure Limiter*

Pressure limiter berfungsi untuk menghilangkan tekanan tinggi yang ABNORMAL yang terjadi didalam *rail* (Mitsubishi Motors, 2018:38). Tekanan *rail* mencapai sekitar 221 MPa, maka *valve pressure limiter* akan terbuka. Selama waktu ini *pressure* akan turun ke 50 MPa. Saat telah tercapai tekanan normal

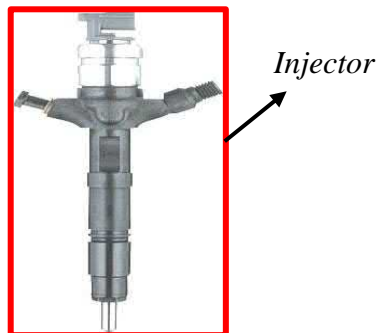
valve akan tertutup untuk menjaga kebutuhan tekanan bahan bakar yang dibutuhkan.



Gambar 2.7 Komponen *Pressure Limiter*
(Mitsubishi Motors, 2018:38)

5) *Injector*

Injector berfungsi untuk menginjeksikan *fuel* bertekanan tinggi yang teratomisasi (Mitsubishi Motors, 2018:43). Injeksi bahan bakar memainkan peran penting dalam pengembangan pembakaran di silinder mesin (Krogerus, *et al.*, 2018:1).

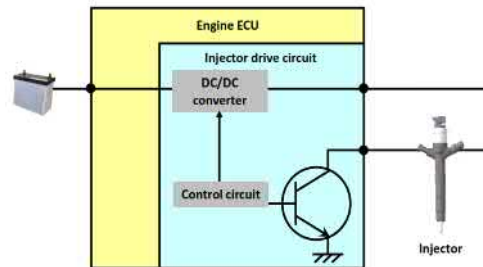


Gambar 2.8 Komponen *Injector*
(Mitsubishi Motors, 2018:39)

6) EDU (*Electronic Driver Unit*)

EDU berfungsi untuk mengalirkan tegangan tinggi max 85 V ke *injector* dan EDU terletak di dalam *engine* ECU (Mitsubishi Motors, 2018:46). *Electronic*

Driver Unit terletak di dalam *engine ECU* yang dirangkai dengan *injector* dan transistor untuk mengaktifkan *injector*.



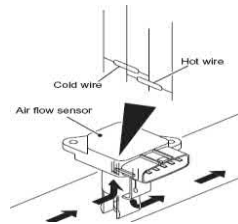
Gambar 2.9 Komponen EDU (*Electronic Drive Unit*)
(Mitsubishi Motors, 2018:36)

2. Sensor

Sensor adalah suatu piranti konverter yang mengukur suatu besaran fisik dan mengubahnya kedalam suatu sinyal yang dapat dibaca oleh suatu pengamatan (Suwitno dan Ali, 2016:1). Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk mengubah besaran fisik menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian tertentu, hampir seluruh rangkaian elektronika mempunyai sensor didalamnya terutama pada aplikasi alat pemantau kedatangan kereta (Febriyanto dan Desmulyati, 2018:3). Sensor dari *common rail* terdiri dari:

1. *Air Flow Sensor* (AFS)

Air flow sensor berfungsi untuk mengukur udara yang masuk dengan menggunakan *Heat Sensing Resistor* (Mitsubishi Motors, 2018:50). *Air flow sensor* akan memberikan data berupa pulsa signal listrik kepada ECU. Kemudian *engine control unit* akan mengkalkulasi jumlah perbandingan udara dan memutuskan jumlah bahan bakar yang harus di semprotkan oleh *injector* ke dalam ruang bakar.



Gambar 2.10 *Air Flow Sensor (AFS)*
(Mitsubishi Motors, 2018:50)

2. *Crank Angle Sensor (CAS)*

Crank angle sensor berfungsi untuk mendeteksi kecepatan putaran *engine* & posisi sudut *crankshaft* (Mitsubishi Motors, 2018:51). Informasi ini digunakan oleh sistem manajemen mesin untuk mengontrol waktu sistem pengapian dan parameter mesin lainnya.



Gambar 2.11 *Crank Angle Sensor (CAS)*
(Mitsubishi Motors, 2018:51)

3. *Camshaft Position Sensor (CPS)*

Camshaft position sensor berfungsi untuk mendeteksi *top dead center* pada *compression stroke cylinder* No. 1 dan menginput *pulse signal* ke *engine-ECU* (Mitsubishi Motors, 2018:53). *Camshaft Position Sensor* terdiri atas komponen elektronik yang terdapat di dalam sensor case dan tidak dapat distel maupun diperbaiki.



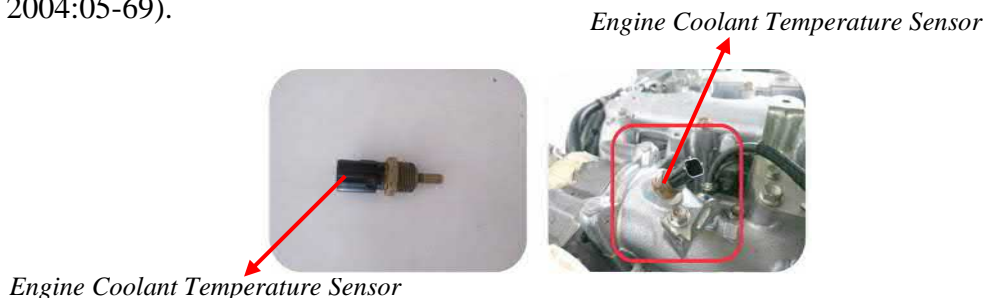
Camshaft Position Sensor

Camshaft Position Sensor

Gambar 2.12 *Camshaft Position Sensor (CPS)*
(Mitsubishi Motors, 2018:53)

4. *Engine Coolant Temperature Sensor (CTS)*

CTS berfungsi untuk mengkonversi perubahan panas dari *engine coolant* ke signal tegangan dan mengimput signal tersebut ke *engine ECU*. Sebagai respon dari *signal* tersebut, *engine-ECU* memperbaiki jumlah *fuel injection* dan *fast idle speed* pada saat *engine* masih dingin (Mitsubishi Motors, 2018:54). ECT sensor digunakan untuk memonitor temperatur pendingin mesin (Toyota Astra Motor, 2004:05-69).



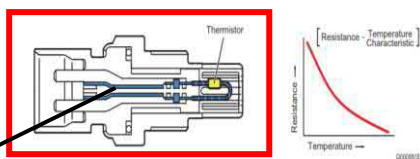
Engine Coolant Temperature Sensor

Engine Coolant Temperature Sensor

Gambar 2.13 *Engine Coolant Temperature Sensor (CTS)*
(Mitsubishi Motors, 2018:54)

5. *Intake Air Temperature Sensor (IAT)*

Intake Air Temperature berfungsi untuk mendeteksi suhu udara masuk setelah melewati *turbocharger* (Denso Service Manual, 2008:72). *Intake air temperature* (IAT) sensor berada didalam *mass air flow* (MAF) meter, dan memonitor temperatur udara masuk (Toyota Astra Motor, 2004:05-63).



Intake Air Temperature Sensor

Gambar 2.14 *Intake Air Temperature Sensor*
(Denso Service Manual, 2008:72)

6. *Manifold Absolute Pressure Sensor (MAP)*

Sensor MAP adalah alat yang mengukur tekanan absolut di dalam *intake manifold* dan kemudian mengukur kuantitas udara yang masuk ke silinder mesin (Ismail, *et al.*,2016:5079). Cara kerja dari sensor MAP ini adalah mengukur tekanan di dalam *intake manifold chamber* melalui selang vakum yang terhubung di antara sensor MAP dengan *intake manifold chamber*.



Manifold Absolute Pressure Sensor

Gambar 2.15 *Manifold Absolute Pressure Sensor (MAP)*
(Mitsubishi Motors, 2018:57)

7. *Fuel Temperature Sensor*

Fuel temperature sensor mengkonversi temperatur *fuel* menjadi tegangan dan menginput *signal* tegangan tersebut ke *engine-ECU* (Mitsubishi Motors, 2018:58). Nilai pembacaan sensor ini digunakan sebagai koreksi penentuan volume injeksi bahan bakar ke dalam ruang silinder.



Fuel Temperature Sensor

Gambar 2.16 *Fuel Temperature Sensor*
(Mitsubishi Motors, 2018:58)

8. *Throttle Position Sensor (TPS)*

TPS berfungsi untuk mengkonversi *throttle valve position* menjadi tegangan dan menginput tegangan tersebut ke *engine-ECU* (Mitsubishi Motors, 2018:59). Sensor ini biasanya terletak pada poros kupu-kupu sehingga dapat langsung memantau posisi *throttle*. *Engine control unit* dapat mengontrol posisi *throttle*



Gambar 2.17 *Throttle Position Sensor (TPS)*
(Mitsubishi Motors, 2018:59)

9. *Accelerator Pedal Sensor (APS)*

APS berfungsi untuk menghasilkan tegangan tergantung dari penekanan *accelerator* pedal (Mitsubishi Motors, 2018:60). *Engine ECU* melakukan perhitungan untuk menentukan dasar jumlah injeksi bahan bakar sesuai dengan tegangan *output* dari sensor dan kecepatan mesin.

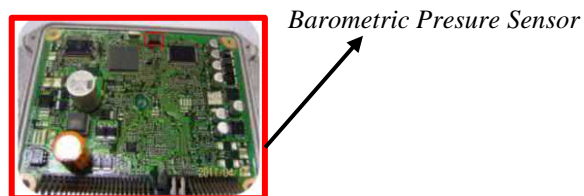


Gambar 2.18 *Accelerator Pedal Sensor (APS)*
(Mitsubishi Motors, 2018:60)

10. *Barometric Pressure Sensor (BPS)*

Barometric pressure sensor berfungsi untuk merubah tekanan *barometric* menjadi *signal* tegangan dan memasukan *signal* tersebut ke *engine-ECU*

(Mitsubishi Motors, 2018:62). Sebagai respon dari *signal* tersebut, *engine-ECU* memperbaiki jumlah *fuel* yang diinjeksi, dll.



Gambar 2.19 *Barometric Pressure Sensor* (BPS)
(Mitsubishi Motors, 2018:62)

11. *EGR Position Sensor*

EGR valve assembly mendeteksi posisi *EGR valve* dan mengirimkan *signal* ke *engine-ECU* (Mitsubishi Motors, 2018:63). Berdasarkan *signal* tersebut, *engine-ECU* melakukan *feedback control* dari *EGR valve*. *EGR Valve Assembly* terdapat dua komponen ,yaitu *EGR Position Sensor* dan *EGR DC Motor* (*actuator*).



Gambar 2.20 *EGR Position Sensor*
(Mitsubishi Motors, 2018:63)

12. *Rail Pressure Sensor* (RPS)

RPS berfungsi untuk mendeteksi tekanan bahan bakar dalam *common rail* dan mengirimkan sinyalnya ke ECU (Mitsubishi Motors, 2018:64). *Engine-ECU* menggunakan *voltage* yang dikeluarkan dari sensor ini untuk mengatur tekanan bahan bakar dalam mesin *common rail*.

Rail Pressure Sensor



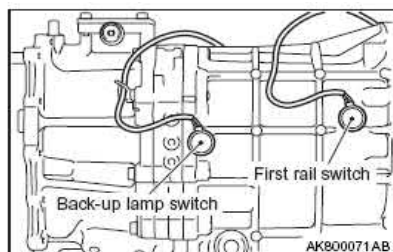


Rail Pressure Sensor

Gambar 2.21 *Rail Pressure Sensor (RPS)*
(Mitsubishi Motors, 2018:64)

13. *First Rail Switch & Back Up Lamp Switch (M/T)*

Engine-ECU memberikan sejumlah injeksi bahan bakar yang sesuai dengan posisi *lever* menggunakan sinyal ON/OFF ini (Mitsubishi Motors, 2018:65). *First Rail Switch & Back Up Lamp Switch (M/T)* akan membaca posisi *lever* kemudian *signal* akan dikirimkan ke ECU untuk mengaktifkan *injector* dalam menyemprotkan banyak atau sedikitnya bahan bakar ke dalam ruang silinder.



Gambar 2.22 *First Rail Switch & Back Up Lamp Switch (M/T)*
(Mitsubishi Motors, 2018:65)

14. *Fuel Filter Pressure Switch*

Fuel filter menggunakan kontak *switch*, *fuel filter switch* mendeteksi tekanan bahan bakar antara *fuel filter* dan *supply pump* (Mitsubishi Motors, 2018:66). *Fuel filter* pada mesin diesel *common rail* bersifat lebih halus, karena sistem ini lebih sensitif terhadap kotoran yang terbawa pada aliran solar. Kotoran ini berpotensi menggagalkan proses pembakaran karena merusak *injector*.



Fuel Filter Pressure Switch

Gambar 2.23 *Fuel Filter Pressure Switch*

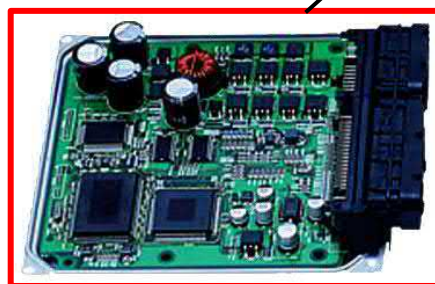
(Mitsubishi Motors, 2018:66)

3. *Electronic Control Unit (ECU)*

Electronic control unit merupakan perangkat yang bertugas menerima masukan dari sensor yang kemudian dikalkulasi mencari kondisi optimum dan memberi perintah ke aktuator untuk melakukan fungsinya (Asar, *et al.*, 2016:32).

Electronic control unit yaitu komponen elektronika di dalam kendaraan yang berfungsi untuk mengatur frekuensi dan lebar pulsa pada *fuel injector* serta waktu pengapian untuk mengatur jumlah bahan bakar dan semprotan pada injeksi ke ruang bahan bakar (Mintoro, 2017:458).

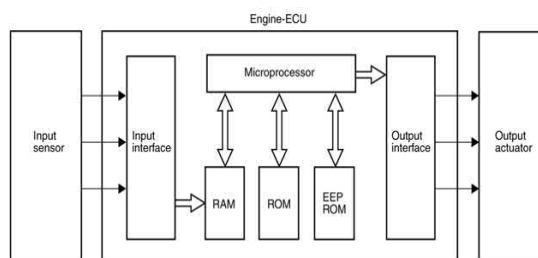
Electronic Control Unit (ECU)



Gambar 2.24 *Komponen Electronic Control Unit (ECU)*

(Mitsubishi Motors, 2018:67)

Blok diagram *engine ECU* sebagai berikut:

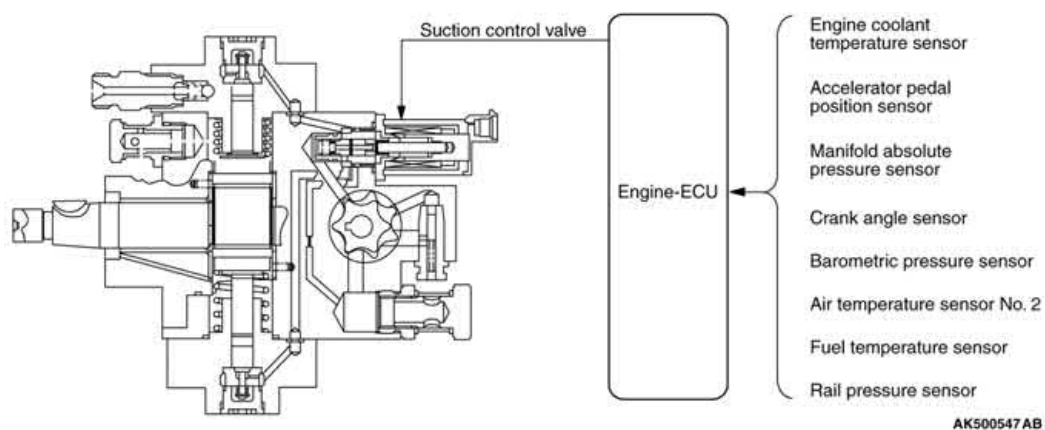


Gambar 2.25 Blok Diagram *Engine ECU*
(Mitsubishi Motors, 2018:68)

2.1.13 Control Utama Sistem *Common Rail*

Mitsubishi Motors (2018:8-12) menyatakan bahwa, terdapat 3 *control* utama sistem *common rail* sebagai berikut:

1. Kontrol Tekanan Injeksi

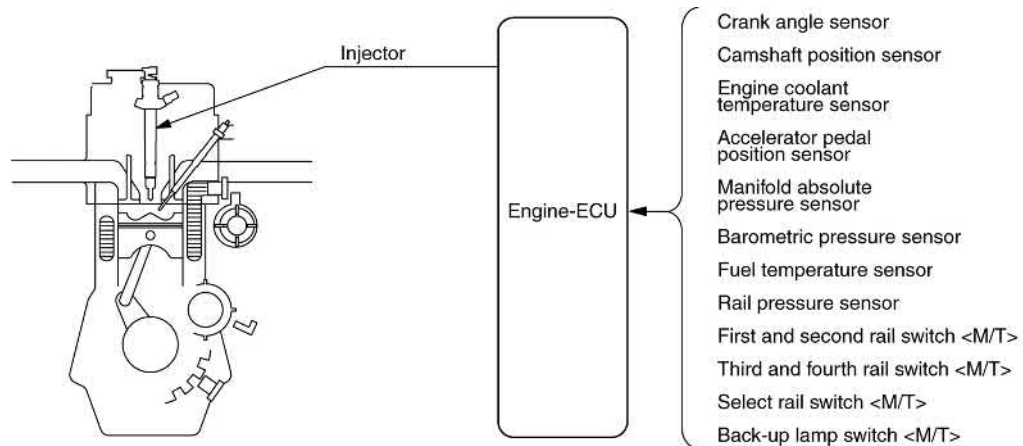


Gambar 2.26 Kontrol Tekanan Injeksi
(Mitsubishi Motors, 2018:10)

Tujuan:

Berdasarkan *signal* masuk dari *crank angle sensor* dan jumlah injeksi bahan bakar, *engine ECU* menghitung tekanan penginjeksian bahan bakar yang optimal di setiap kondisi kendaraan.

2. Kontrol *Timing* Injeksi

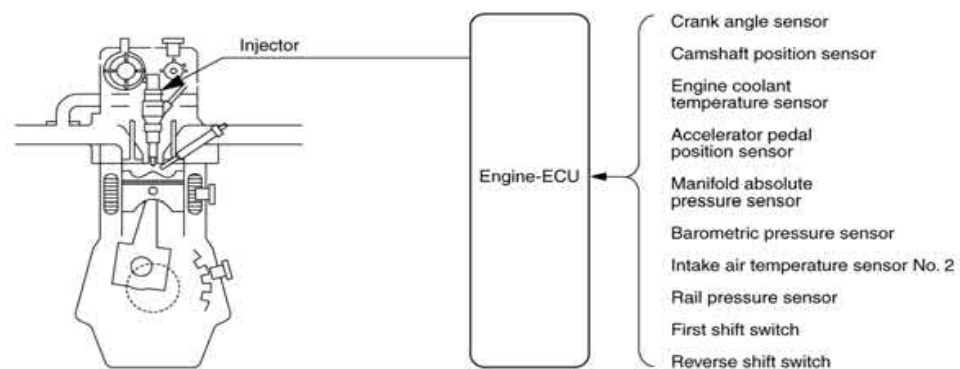


ZK6025590000

Gambar 2.27 Kontrol *Timing* Injeksi
(Mitsubishi Motors, 2018:11)

Tujuan:

- 1) Berdasarkan sinyal masuk dari berbagai *sensors*, *engine-ECU* menghitung waktu/*timing* penginjeksian bahan bakar yang tepat di setiap kondisi kendaraan.
- 2) Melakukan pengaturan awal penginjeksian (*pre injection*) bahan bakar utama, untuk tujuan mengurangi suara pembakaran yang ditimbulkan dan emisi gas NOx (Mitsubishi Motors, 2018:11).
3. Kontrol Jumlah Injeksi.



AK500546AE

Gambar 2.28 Kontrol Jumlah Injeksi
(Mitsubishi Motors, 2018:12)

Tujuan:

Engine ECU menghitung jumlah *injeksi fuel* yang sesuai di setiap kondisi kendaraan (Mitsubishi Motors, 2018:12).

2.1.14 Cara Kerja *Common Rail*

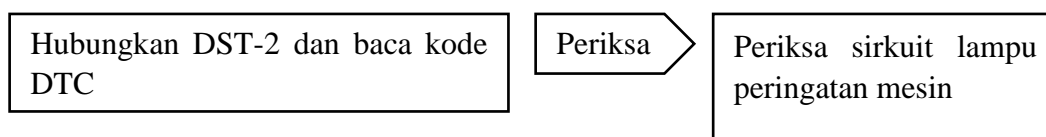
Cara kerja sistem *common rail* adalah bahan bakar dalam tangki dihisap oleh *feed pump* yang ada di *supply pump*, melewati *water separator* untuk memisah kadar air yang ada di kandungan solar. Bahan bakar di naikan tekanannya oleh *plunger supply pump* terus dikirim ke *common rail tube*, pipa tekanan tinggi dan *injector* mengabutkan bahan bakar di dalam silinder mesin. Volume bahan bakar yang dikirim ke *common rail tube* akan dikontrol oleh kerja dari *suction control valve* (SCV), FRP sensor dan momen *limiter* (Denur, *et al.*, 2016:32).

2.1.15 Troubleshooting

Keuntungan mesin diesel menggunakan sistem *common rail* yaitu penyemprotan bahan bakar yang tepat sesuai *timing* pengapian oleh injektor, sehingga bahan bakar dapat terbakar dengan sempurna di dalam ruang bakar. Tetapi tidak menutup kemungkinan terjadi kerusakan di dalam sistem *common rail*. Denso Service Manual (2008:145-173) menyatakan bahwa, berikut ini gejala kerusakan pada *common rail* yang sering terjadi, diantaranya:

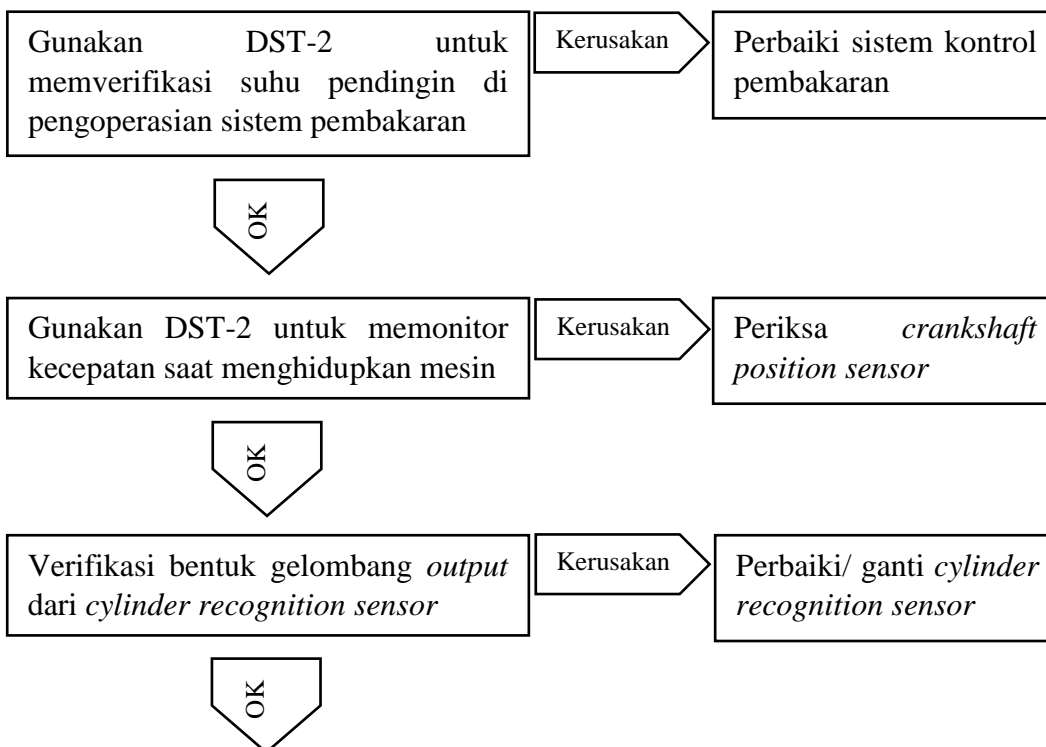
1. *Malfunction Indicator Lamp* (MIL) menyala

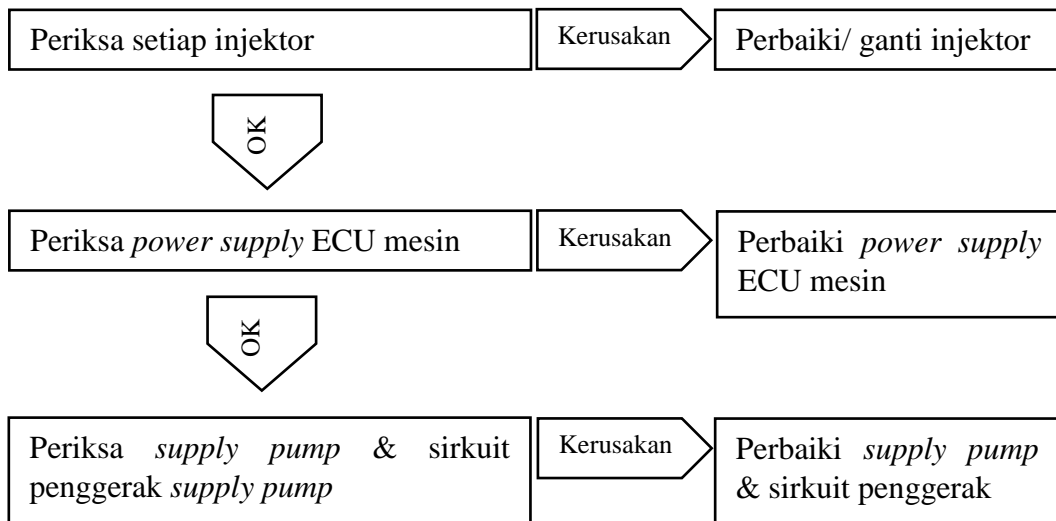
Lampu peringatan mesin menyala ketika mesin berjalan, atau sebelum mesin dihidupkan. Kemungkinan penyebabnya DTC (*diagnostic trouble codes*) terekam dalam ECU mesin. Tindakan perbaikannya:



2. Mesinnya sulit dihidupkan

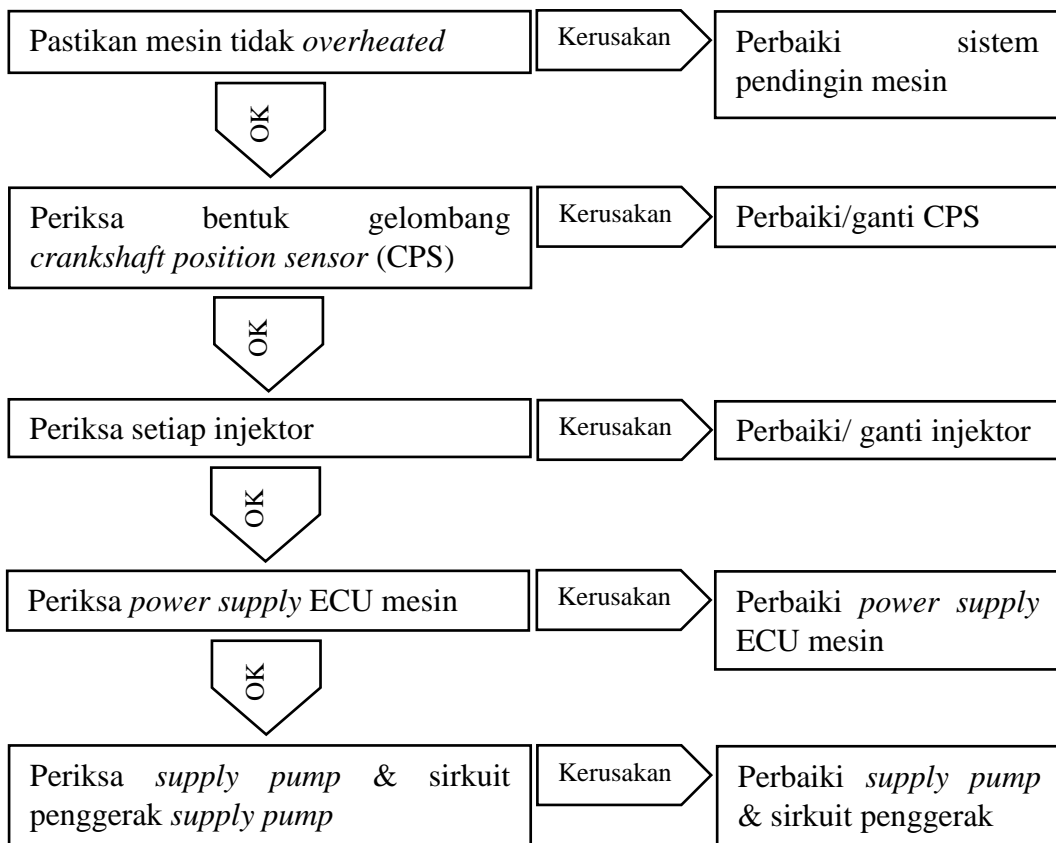
Start mesin OK, tetapi tidak hidup dalam waktu yang lama. Mesin akhirnya hidup, atau hidup kemudian langsung mati (Isuzu Service Training, 2010:112). *Starter* menyala dengan kecepatan normal, tetapi mesin terlalu lama untuk memulai. Kemungkinan penyebabnya *start signal circuit*, *crankshaft position sensor*, rangkaian *power supply* ECU mesin, Injektor, *supply pump*, *cylinder recognition sensor* (Denso Service Manual, 2008:146). Tindakan perbaikannya:





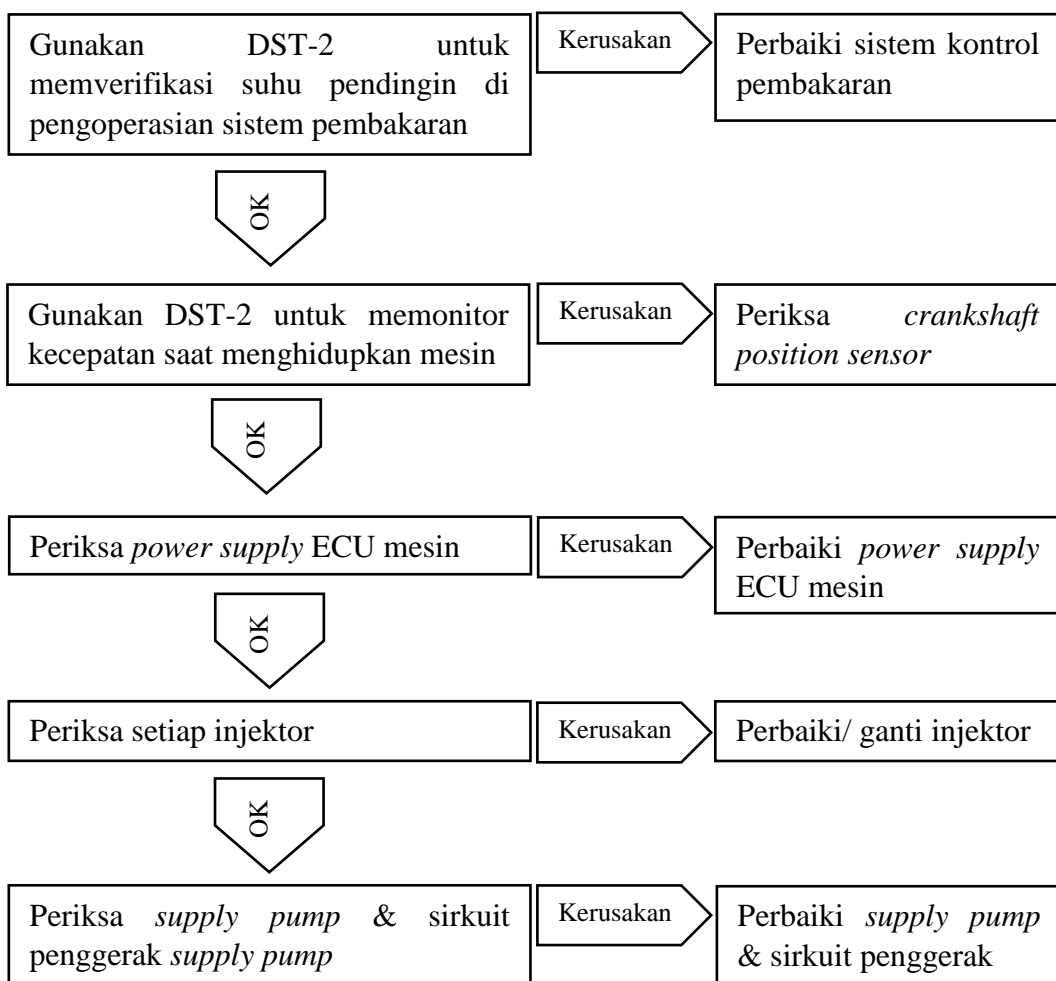
3. Mesin berhenti ketika putaran *idling*

Mesin berhenti setelah *starter* atau ketika *idling*. Kemungkinan penyebabnya *crankshaft position sensor*, rangkaian *power supply* ECU mesin, injektor, *supply pump*, sistem pendingin mesin, *start signal circuit*. Tindakan perbaikannya:



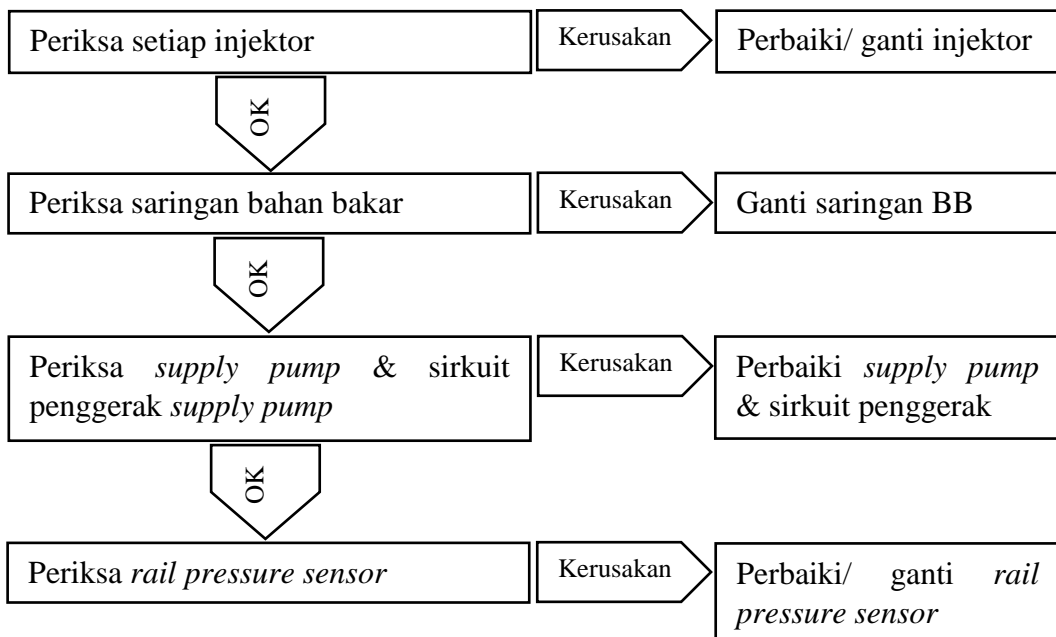
4. Putaran engkol mesin normal, tetapi tidak dapat di *starter*

Mesin tidak dapat dihidupkan. Kemungkinan penyebabnya *crankshaft position sensor*, rangkaian *power supply* ECU mesin, injektor, *supply pump*, *start signal circuit*. Tindakan perbaikannya:



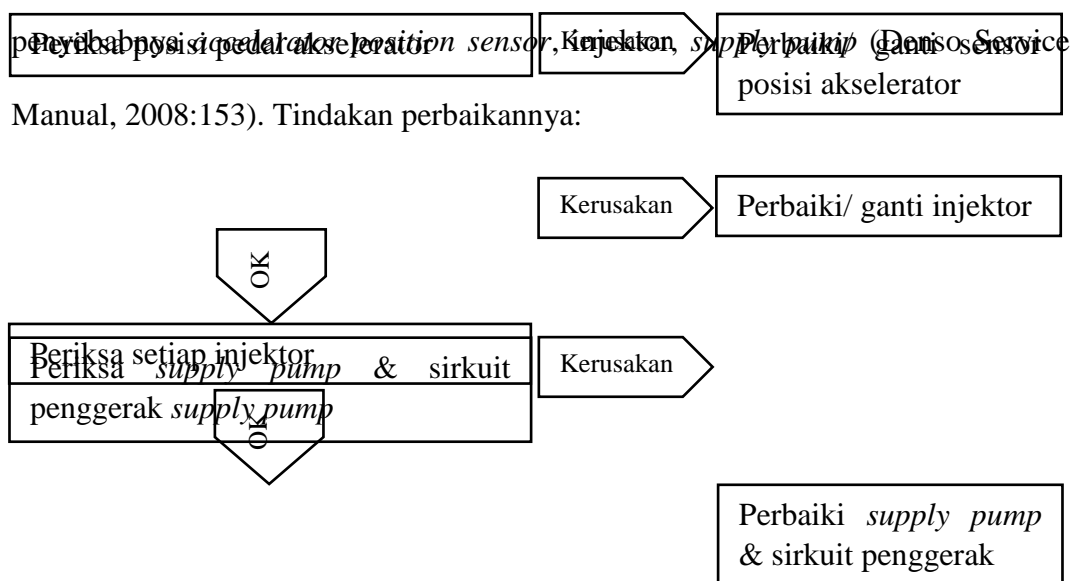
5. Instabilitas yang tidak stabil setelah mesin hidup

Putaran *idle* tidak normal setelah mesin hidup. Kemungkinan penyebabnya injektor, *supply pump*, saringan bahan bakar, *rail pressure sensor*. Tindakan perbaikannya:



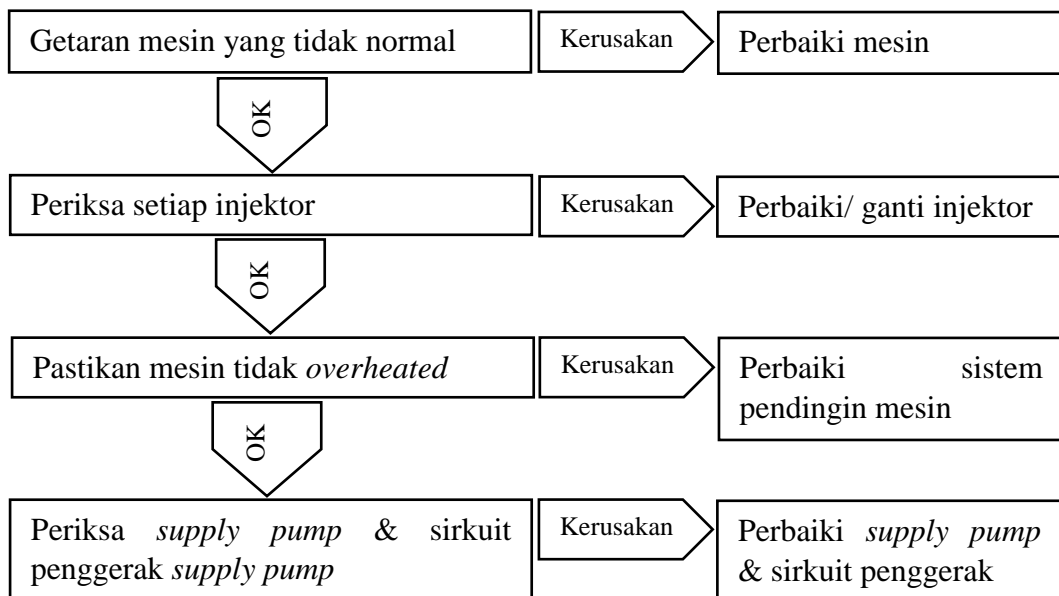
6. Mesin kembali ke kecepatan *idle* terlalu lambat, atau tidak kembali sama sekali

Waktu yang diperlukan agar mesin kembali ke kecepatan *idle* lebih lama dari biasanya, atau mesin tidak kembali ke kecepatan *idle*. Kemungkinan penyebabnya adalah *acceleration sensor*, *injektor*, *supply pump* (Dan Service Manual, 2008:153). Tindakan perbaikannya:



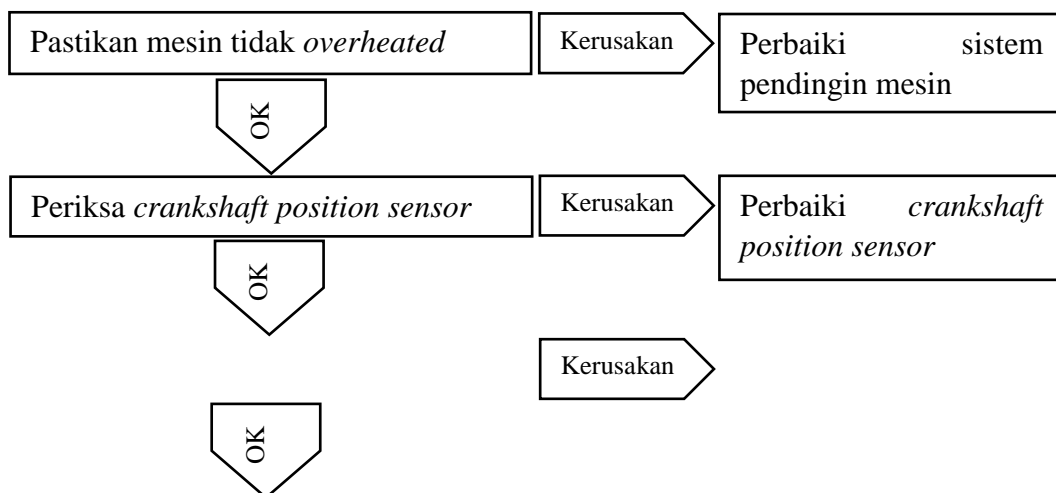
7. Idle kasar

Mesin pincang saat *idle*, jika parah mesin atau kendaraan akan bergetar. Putaran *idle* mesin bervariasi dalam RPM (Isuzu Service Training, 2010:114). Kondisi lain dapat sampai mematikan mesin. Putaran *idle* pada mesin naik turun, menyebabkan mesin bergetar. Kemungkinan penyebabnya pada mesin, injektor, sistem pendingin mesin, dan *supply pump* (Denso Service Manual, 2008:154). Tindakan perbaikannya:

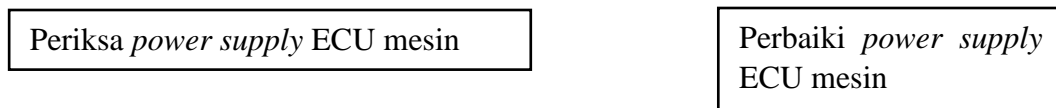


8. Mesin mogok ketika melambat

Mesin tiba-tiba mati saat putaran melambat/rendah. Kemungkinan penyebabnya sistem pendingin mesin, *crankshaft position sensor*, rangkaian *power supply* ECU mesin, *supply pump*. Tindakan perbaikannya:

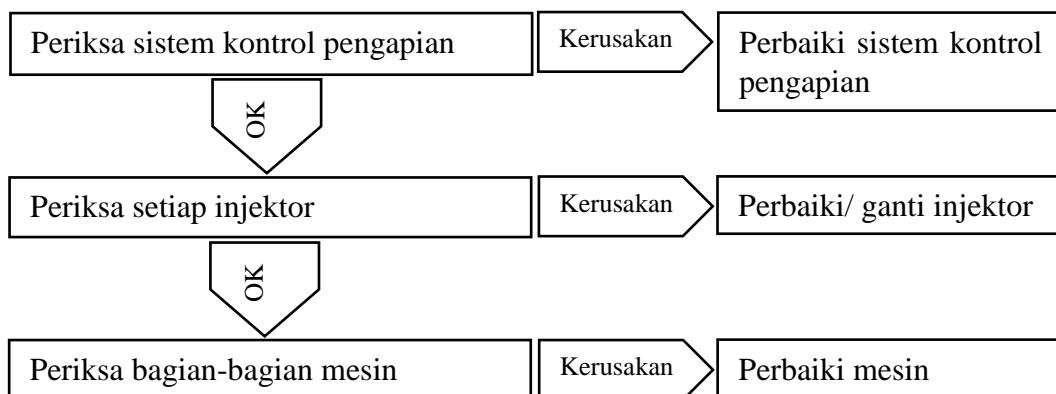


Periksa *supply pump* & sirkuit Kerusakan Perbaiki *supply pump*



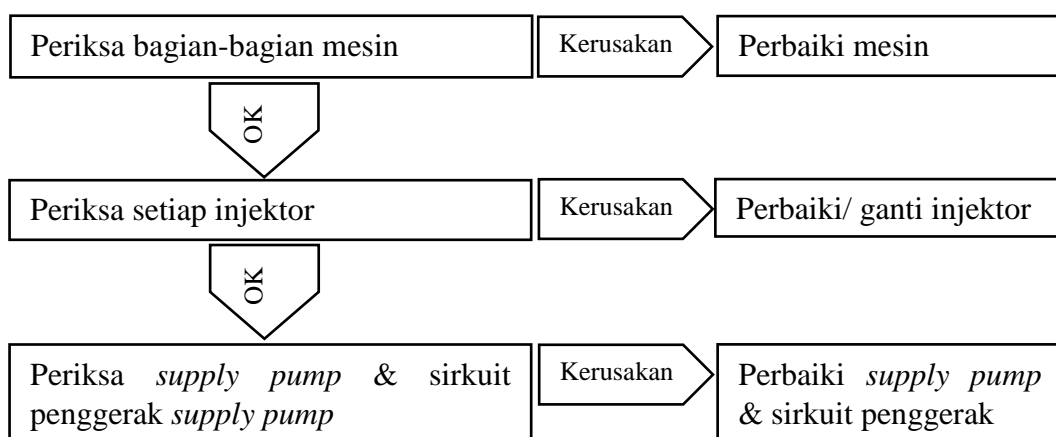
9. *Knocking*, suara tidak normal

Terjadi pembakaran tidak sempurna, dan menghasilkan suara ketukan (*knocking*). Kemungkinan penyebabnya *glow control system*, injektor, mesin (Denso Service Manual, 2008:169). Tindakan perbaikannya:



10. Campuran bahan bakar miskin

Temperatur mesin mudah panas. Kemungkinan penyebabnya dari dalam mesin, injektor dan *supply pump*. Tindakan perbaikannya



2.1.16 Perawatan Mesin Diesel *Common Rail*

Muchta (2017) menyatakan bahwa, perawatan mesin diesel berfungsi untuk menjaga performa serta kesehatan mesin tersebut. Perlu diketahui, mesin diesel memiliki tekanan kompresi hingga 30-45 kg/cm² dengan suhu mencapai 550 °C. Sementara tekanan *common rail* bisa mencapai 1600 bar. Artinya mesin diesel *common rail* bekerja pada kondisi yang ekstrim, sehingga merawat mesin ini wajib dilakukan agar kesehatan dan performa tetap terjaga. Berikut ini perawatan mesin diesel *common rail* oleh (Muchta, 2017) sebagai berikut:

1. Menjaga Kebersihan *Filter* Udara

Air filter adalah sebuah komponen yang berfungsi menyaring debu dan kotoran yang terbawa oleh udara pada air *induction system*. Baik mesin bensin atau diesel, filter udara harus dijaga kebersihannya. Khusus untuk mesin diesel *common rail*, debu yang masuk ke dalam mesin bisa mengakibatkan kerusakan komponen *injector*. Teknisnya, ketika debu atau kotoran tersebut ikut terkompresi pada mesin, maka debu itu bisa menyumbat lubang *injector* yang super mini, sehingga menghambat pasokan bahan bakar ke mesin. Pastikan cek kebersihan *filter* udara mobil anda paling tidak dalam rentang 5.000 KM pemakaian atau lebih cepat bila medan yang anda lalui merupakan daerah berdebu.

2. Perhatikan Kualitas Bahan Bakar

Kualitas bahan bakar juga menjadi faktor penting dalam sistem bahan bakar *common rail*. Sistem *common rail* berbeda dengan diesel konvensional yang bekerja secara mekanis. Sistem ini sudah dikendalikan secara elektronik dengan tingkat akurasi yang tinggi, sehingga masalah kualitas bahan bakar juga berimbas

pada masalah *common rail*. Tiap jenis bahan bakar khususnya solar memiliki kriteria dan sifat yang berbeda - beda. Pada diesel konvensional, tidak terlalu sensitif terhadap perbedaan nilai *cetane*.

Sistem *common rail* tekanan bahan bakar sudah diatur. Nilai *cetane* yang tidak sesuai dapat menyebabkan *miss fire*. Selain *cetane number*, kandungan sulfur juga menjadi faktor penting pada sistem ini. Pastikan pahami spesifikasi bahan bakar sebelum melakukan pengisian bahan bakar. Hal itu dikarenakan setiap mobil memiliki spesifikasi tekanan bahan bakar dan kompresi berbeda, sehingga jenis bahan bakar juga berbeda. Bahan bakar seperti Pertamina Dex atau Shell Diesel menjadi jenis yang tepat untuk mesin diesel *common rail*.

3. Lakukan Penggantian *Fuel Filter* Secara Rutin

Kebersihan *fuel filter* harus dijaga karena kandungan air dan kotoran yang terbawa oleh aliran bahan bakar akan menyumbat komponen-komponen sistem *common rail*. *Injector* adalah komponen paling rawan terkena imbas dari masalah ini. Banyak kejadian *stuck injector* yang disebabkan penyaringan bahan bakar yang tidak maksimal. Meminimalkan hal di atas, maka perlu melakukan penggantian *fuel filter* secara rutin sesuai jadwal *service*. *Filter* ini harus diganti karena bersifat sekali pakai yang tidak bisa dibersihkan. Penggantian *fuel filter* umumnya berada dalam rentangan 30.000 - 40.000 KM.

4. Hindari Penggunaan *Fuel Manipulator*

Fuel manipulator adalah sebuah *stand alone* ECU atau *piggyback* yang dirangkai bersama sistem kontrol *common rail* yang bertujuan untuk mendongkrak tenaga dan torsi mesin. Cara kerja sistem ini dengan memaksakan

bahan bakar agar terinjeksi lebih banyak dari jumlah standar agar pembakaran berlangsung lebih kuat. Karena bersifat memaksakan, tentu akan menimbulkan efek samping pada komponen *common rail*. Jika untuk keperluan *racing* atau hobi, bukanlah masalah. Tapi sangat tidak dianjurkan digunakan dalam pemakaian sehari-hari.

5. Jangan Melakukan Pembongkaran Sistem *Common Rail* Bila Belum Ahli

Pada mesin diesel *common rail* anda tidak bisa melakukan pembongkaran walau hanya sebatas pencabutan *socket conector* saja. *Sokcet* akan menghubungkan komunikasi data antara sensor, aktuator dan ECU. Saat komunikasi itu terputus, maka *check engine* akan menyala walau *socket* sudah terpasang kembali. Hal ini dikarenakan data *error* sebelumnya tidak akan terhapus apabila belum ada tindak lanjut, maka untuk menghilangkannya perlu menggunakan *scanner* khusus.

2.1.17 3D Page Flip Professional

3D Page Flip Professional adalah sebuah *software* yang dapat digunakan untuk mempermudah membuat buku elektronik. *Software* ini dapat mengubah *file* dalam format PDF menjadi bentuk *flipbook*, sehingga seolah-olah membaca pada buku sungguhan. Efek *flipbook* ini dapat membolak-balikkan halaman pada buku dengan efek 3D dan menarik karena dapat disisipkan video, audio, animasi, dan gambar (3D Pageflip, 2015).



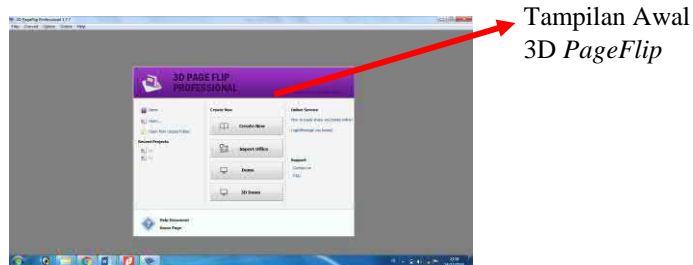
Gambar 2.29. Logo 3D *PageFlip Professional*
(3D *Pageflip*, 2015)

Software ini dapat mengenali file berbentuk PDF, JPG, office, dan PPT. Dilengkapi dengan menu *edit pages* yang dapat digunakan untuk menambahkan *link- link* berupa video, gambar, musik, animasi, alamat *website*, dan mengatur tulisan-tulisan yang diperlukan. Dalam pengolahannya *file* tersebut dapat dikonversi ke dalam format .3DP, .zip, .exe., .swf, dan .html untuk dipublikasikan. Selain itu *file* yang telah diolah dapat pula di unggah *online* untuk disebarakan ke internet (3D *Pageflip*, 2015).

Adapun langkah awal dalam pembuatan e-modul untuk mempermudah *user*, berikut langkah awal mengoperasikan *software* 3D *PageFlip Professional* diantaranya:

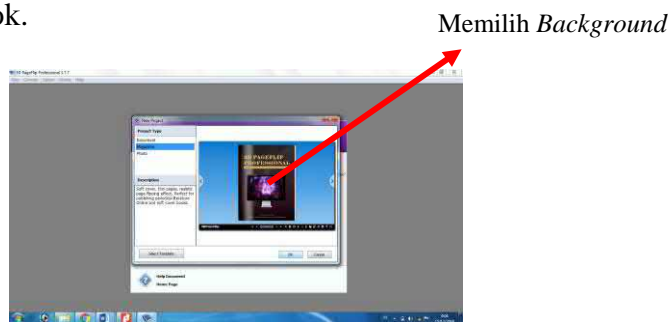
1. Sebelumnya pastikan komputer sudah terinstal *software* 3D *PageFlip Professional*.

2. Buka *software 3D PageFlip Professional* pada desktop komputer sehingga terbuka tampilan awal. Kemudian klik menu *create new*.



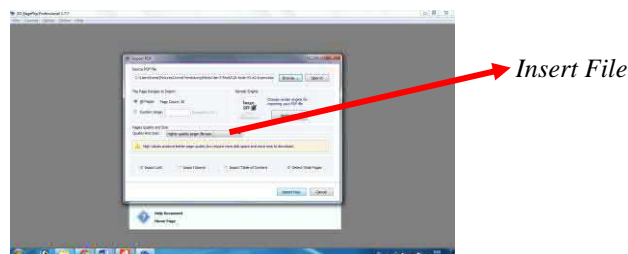
Gambar 2.30 Tampilan Awal 3D *PageFlip Professional* (Dokumentasi Pribadi)

3. Tampilan akan berubah untuk memilih *background*, kemudian pilih menu *document* dan klik ok.



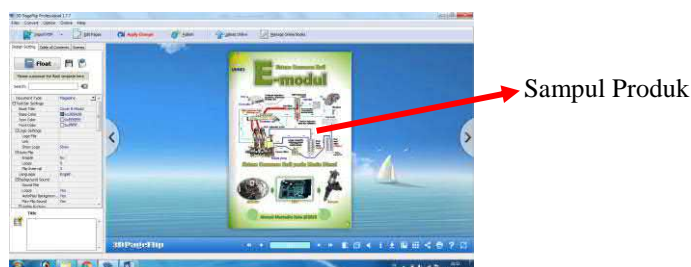
Gambar 2.31 Tampilan untuk Memilih *Background* (Dokumentasi Pribadi)

4. Pilih menu *browse* dan *insert file document* atau *magazine* dengan format pdf supaya dapat diolah menjadi e-modul. Pada tampilan ini pengguna juga dapat memilih jenis *template*. Setelah itu klik *import now*.



Gambar 2.32 Tampilan *Insert File Document* atau *Magazine* (Dokumentasi Pribadi)

5. Langkah ini merupakan langkah utama dalam melakukan pengolahan e-modul. *User* dapat melakukan pengaturan, penambahan *file* dan mengkonversi menggunakan menu-menu yang telah tersedia.



Gambar 2.33 Contoh Sampul Produk
(Dokumentasi Pribadi)

Berdasarkan uraian yang telah membahas prosedur pembuatan *software* 3D *PageFlip Professional*, diharapkan dapat menjadi acuan dalam mengembangkan e-modul. E-modul yang akan dikembangkan akan dikonversikan ke dalam format *.exe* karena mudah digunakan dalam pembelajaran.

2.2 Penelitian Yang Relevan

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan e-modul pembelajaran, hanya saja dalam pokok bahasan yang berbeda. Pengembangan Modul Elektronik Model *Discovery Learning* Materi Hukum Newton Tentang Gerak dengan Video *Stop Motion*, diketahui penilaian e-modul oleh ahli materi dan

ahli media memperoleh hasil dalam kategori sangat layak (Mulyar, *et al.*, 2018:129). Hasil uji validasi oleh Ahli Materi didapatkan hasil 87.69% dengan kategori sangat layak. Hasil uji validasi oleh Ahli Pembelajaran didapatkan hasil 79.71% dengan kategori layak. Serta hasil uji validasi oleh Ahli Media didapatkan hasil 83.49% dengan kategori sangat layak.

Penelitian yang dilakukan Mayanty, *et al.*, (2018:1) yang berjudul “Pengembangan E-modul Fisika Berbasis *Problem Based Learning* (PBL) untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMA”. Setelah dilakukan validasi pada media pembelajaran didapatkan hasil skor rata-rata keseluruhan aspek oleh ahli materi sebesar 81.53 %, oleh ahli media sebesar 75.78%, dan skor rata-rata keseluruhan aspek oleh ahli pembelajar sebesar 94,36 %. Berdasarkan penilaian oleh ahli materi, ahli media dan ahli pembelajar tersebut dapat menunjukkan bahwa media pembelajaran ini ditinjau dari beberapa indikator yang digunakan untuk validasi memiliki kriteria sangat baik.

Pengembangan e-modul yang ketiga berjudul “Pengembangan Media E-Modul Pembelajaran Mata Pelajaran Teknologi Informasi Dan Komunikasi Materi Fungsi Menu Dan Ikon Program Pengolah Angka Untuk Kelas VIII SMPN 1 Mojokerto” dikembangkan oleh (Iqbal dan Widodo, 2018:1), dengan jumlah 30 orang, 14 siswa laki-laki dan 16 siswa perempuan. Dari analisis data hasil test pembelajaran menggunakan media e-modul pembelajaran terdapat perbedaan yang signifikan dengan pembelajaran yang tidak menggunakan media e-modul pembelajaran. Ini dapat dibuktikan dengan perolehan nilai data hasil test nilai $t_{hitung}=12,530$. Dari hasil perhitungan $d.b = N-1 = 30-29$ (dikonsultasikan dengan table nilai t) dan diperoleh t_{tabel} sebesar 1,699. T hitung lebih besar dari pada table t_{tabel} dengan perbandingan angka $t_{hitung}=12,530 > t_{tabel} =1,699$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa media e-modul pembelajaran efektif dalam meningkatkan hasil belajar materi Fungsi Menu dan Ikon Program Pengolah Angka untuk Kelas VIII SMPN 1 Mojokerto.

Pengembangan e-modul yang keempat berjudul “Pengembangan E-Module menggunakan *Problem Based Learning* Pada Pokok Bahasan Fluida Dinamis Guna Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif Peserta Didik Sma Kelas XI” dikembangkan oleh Sari, *et al.*, (2018:36). Hasil validasi dan tanggapan uji coba lapangan menunjukkan bahwa e-module yang dikembangkan layak digunakan sebagai sumber belajar mandiri dengan skor rata-rata 86,67% menurut ahli materi fisika, 80,24% menurut ahli media pembelajaran, 84,90% menurut ahli pembelajaran, 81,16% menurut guru fisika SMA, dan 84,44% menurut peserta didik SMA kelas XI. Uji efektivitas produk menggunakan uji gain ternormalisasi didapatkan rata-rata skor sebesar 0,546 menunjukkan terjadi peningkatan hasil belajar kognitif dengan kriteria sedang. Berdasarkan hasil uji kelayakan dan uji efektivitas produk, maka e-module menggunakan *problem based learning* pada pokok bahasan fluida dinamis yang dikembangkan layak dijadikan sebagai sumber belajar mandiri peserta didik SMA kelas XI dan dapat meningkatkan hasil belajar kognitif peserta didik.

Berdasarkan keempat penelitian di atas telah dibahas penggunaan e-modul dianggap efektif, mengikuti perkembangan zaman, memotivasi dalam belajar, memberikan sumbangan hasil belajar, dan layak sebagai bahan ajar. Penelitian yang akan saya lakukan sesuai dengan penelitian yang dilakukan di atas, maka harapannya e-modul *common rail* yang akan saya teliti lebih efektif, mengikuti perkembangan zaman, memotivasi dalam belajar, memberikan sumbangan hasil belajar, dan layak digunakan dalam pembelajaran.

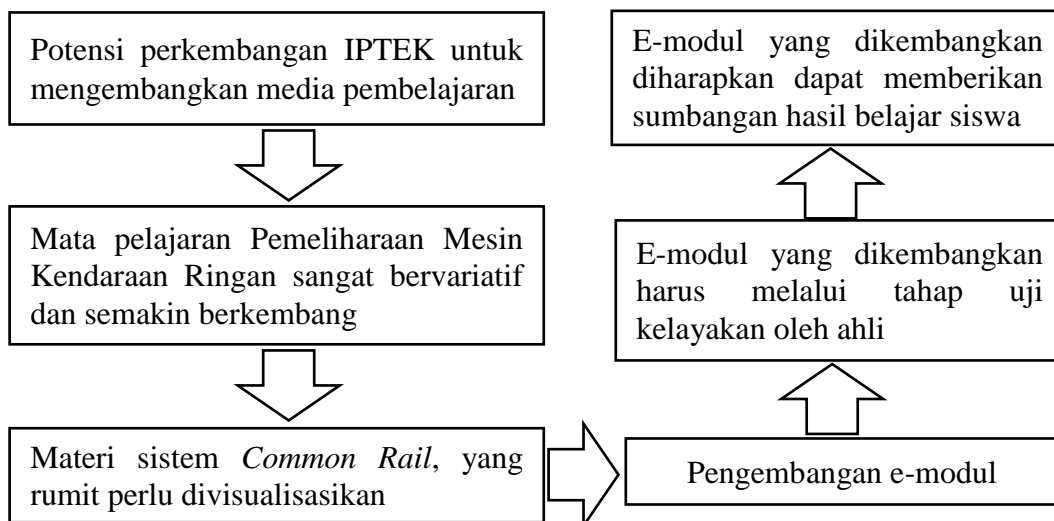
2.3 Kerangka Pikir

Sistem *common rail* sebagai teknologi canggih dalam mesin diesel. *Common rail* pada mesin diesel memiliki komponen-komponen dan sistem kontrol yang tepat dalam penginjeksian/penyemprotan, sehingga siswa membutuhkan waktu lama untuk memahaminya. Menurut siswa yang pernah mengikuti mata pelajaran Pemeliharaan Mesin Kendaraan Ringan, konsep dan materi pembelajaran bervariasi, dan semakin berkembang. Selain itu, bahan ajar yang digunakan belum cukup untuk mendukung pembelajaran.

Penggunaan sumber belajar konvensional dinilai kurang menyenangkan, sulit dipahami, banyak hafalan, dan monoton. Kekurangan penggunaan sumber belajar berupa cetakan (*hardcopy*) yaitu kurang efisien, memakan tempat, dan mudah rusak. Kekurangan-kekurangan ini, menyebabkan siswa kehilangan semangat dan motivasi untuk belajar. Kemudian didukung dengan pengambilan data menggunakan suatu tes diperoleh nilai rata-rata dari 22 siswa adalah 70,23, sedangkan nilai kriteria ketuntasan minimal (KKM) di SMK N Jawa Tengah 75. Disimpulkan bahwa nilai siswa yang diperoleh dengan menggunakan tes masih dibawah KKM.

Pada era teknologi yang semakin canggih ini, siswa sudah tidak asing dengan komputer, laptop, dan *handphone*. Siswa selalu menggunakan teknologi tersebut untuk mempermudah proses perkuliahan. Perkembangan teknologi yang pesat tidak sebanding dengan penggunaan sumber belajar, karena sumber belajar yang sudah ada belum dikembangkan kearah teknologi atau elektronik dan sebaliknya masih menggunakan sumber belajar konvensional. Solusi yang dapat digunakan adalah mengembangkan modul pembelajaran berbasis elektronik.

Modul elektronik dinilai praktis, kreatif, mudah dipahami, dan bisa menjadi sumber belajar mandiri bagi siswa selain informasi dari guru.



Gambar 2.37. Kerangka Pikir Penelitian

2.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis adalah dugaan sementara yang kebenarannya masih harus dilakukan pengujiannya, hipotesis ini dimaksud untuk memberikan arah bagi analisis penelitian. Berdasarkan kerangka pikir penelitian diatas, hipotesis penelitian adalah sebagai berikut:

1. E-modul sistem *common rail* pada mesin diesel yang dikembangkan layak digunakan dalam proses pembelajaran.
2. Terdapat sumbangan hasil belajar setelah menggunakan e-modul sistem *common rail* pada mesin diesel.
3. Efektifitas siswa baik terhadap e-modul sistem *common rail* yang dikembangkan.

BAB V

SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN SARAN

5.1 Simpulan Tentang Produk

Berdasarkan hasil penelitian tentang e-modul sistem *common rail* pada mesin diesel yang dikembangkan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. E-modul sistem *common rail* pada mesin diesel yang dikembangkan teruji layak digunakan dalam proses pembelajaran. Hasil penilaian dari ahli media sebesar 80,00% sehingga memenuhi kategori “layak”, sedangkan hasil penilaian dari ahli materi sebesar 85,63% dan memenuhi kategori “sangat layak”.
2. Penggunaan e-modul sistem *common rail* pada mesin diesel yang dikembangkan dapat memberikan sumbangan hasil belajar siswa. Produk e-modul sudah diuji keefektifannya dan terbukti efektif memberikan sumbangan hasil belajar siswa secara signifikan dengan selisih rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* sebesar 16,06. Hasil uji-t diperoleh data bahwa $t_{hitung} = 8,91$ dan $t_{tabel} = 2,080$, sehingga dapat disimpulkan bahwa $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka dapat disimpulkan terdapat sumbangan hasil belajar yang signifikan antara *pretest* dengan *posttest* setelah menggunakan e-modul sistem *common rail* pada mesin diesel. Kriteria sumbangan hasil uji N-Gain didapatkan skor sebesar 0,5622 termasuk dalam kategori sedang.
3. Efektifitas siswa terhadap e-modul sistem *common rail* pada mesin diesel memperoleh persentase nilai sebesar 91,86% dan memenuhi kriteria “sangat baik”.

5.2 Keterbatasan Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang telah dilakukan terdapat keterbatasan-keterbatasan yang meliputi:

1. Hasil penelitian hanya berisi materi pengertian *common rail*, prinsip kerja *common rail*, komponen *common rail*, kontrol utama *common rail*, cara kerja *common rail*, *troubleshooting* dan perawatan *common rail*.
2. E-Modul sistem *common rail* pada mesin diesel yang dikembangkan hasil keluaran *file* berupa *executable (exe)*.
3. Tampilan e-modul didesain pada resolusi layar 640 x 480 *pixel*, sehingga jika resolusi tidak sesuai akan mengakibatkan kurang optimalnya tampilan e-modul.

5.3 Implikasi Hasil Penelitian

Pengembangan produk e-modul sistem *common rail* pada mesin diesel diharapkan dapat digunakan oleh guru untuk membantu dalam menyampaikan materi pembelajaran. Pada mata pelajaran pemeliharaan mesin kendaraan ringan kompetensi dasar perawatan sistem *common rail* serta siswa dapat lebih memahami sistem *common rail* dengan bantuan e-modul ini dalam proses pembelajaran ataupun dapat menjadi media pengantar sebelum praktek dimulai.

5.4 Saran

Berdasarkan simpulan tentang produk, saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. E-modul ini diharapkan dapat dikembangkan lagi menggunakan *software* yang memiliki fitur-fitur yang lebih canggih supaya kelemahan-kelemahan yang ada pada e-modul dapat diperbaiki dan memudahkan akses pengguna.

2. Pengguna (peserta didik maupun pengajar) yang terlibat pembelajaran dalam satu ruangan kelas diharapkan dapat menggunakan komputer/laptop masing-masing dan diharapkan pembelajaran lebih maksimal.
3. Pengajar dapat mengembangkan kembali isi materi pada e-modul dengan menambahkan video pada materi pemeriksaan komponen dan *troubleshooting* sistem *common rail* pada mesin diesel.

DAFTAR PUSTAKA

- 3D PageFlip Professional. 2015. *3D PageFlip Standard*. <http://www.3dpageflip.com/pageflip-3d-pro/>. 11 Desember 2018 (14:10).
- Agustin, P. U. W., S. Wahyuni, dan R.W. Bachtiar. 2018. Pengembangan Modul Fisika Berbasis Potensi Lokal “Batik Lumbung Dan Tahu Tamanan” Untuk Siswa SMA Di Kecamatan Tamanan Bondowoso (Materi Suhu Dan Kalor). *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 7(1): 62-69.
- Anggraeni, D. E., dan Rosy, B. 2017. Pengembangan Modul Pembelajaran Kompetensi Dasar Sistem Penyimpanan Arsip Berbasis Kurikulum 2013 Pada Kelas X APK-1 Di SMK Negeri 4 Surabaya. *Jurnal Administrasi Perkantoran (JPAP)*. 5(2): 1-7.
- Anwar, K., T. A. Sasongko, dan S. A. Widodo. 2018. Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Numbered Heads Together (NTH) Terhadap Prestasi Belajar Matematika Siswa. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika Etnomatnesia*. Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa. Yogyakarta. 790-794.
- Arikunto, S. 2005. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan (Edisi Revisi)*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Arikunto, S. 2014. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Asar, A., M. Hasbi, dan B. Sudia. 2016. Studi Gejala Kerusakan Pada Mesin Toyota Avanza Berteknologi VVT-I Tipe Mesin K3-VE 1300 CC. *Enthalpy*. 1(1): 30-34.
- Bahri, S. 2017. Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Stad Guna Meningkatkan Prestasi Belajar PKN Siswa Pada Kelas IV SD Negeri 211 Sabadok. *Jurnal Sekolah*. 1(3): 23-34.
- Bukhari, B. dan Hamid, M. 2017. Perbandingan Hasil Belajar Siswa Dengan Menggunakan Metode Simulasi Dengan Metode Demonstrasi Pada Materi Sistem Dan Alat Pembayaran Di Kelas X SMA Negeri 1 Kutablang. *Jurnal Sain Ekonomi dan Edukasi (JSEE)*. 5(1): 21-29.
- Denso. 2008. *Common Rail System (CRS) Service Manual: General Edition*. Jepang: Denso Corporation.

- Denur, D., D. Dermawan, dan Syafril. 2016. Analisa Kerja Injector Terhadap Performace Engine Pada Mesin Isuzu Cyz 51. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*. 3(2): 31-37.
- Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Direktorat Tenaga Kependidikan.
- Depdiknas. 2008. *Penulisan Modul*. Direktorat Tenaga Kependidikan.
- Dewi, D. K., H. Soekamto, dan S. Herlambang. 2017. Pengembangan Modul Pembelajaran Geografi Berbasis Pendekatan Saintifik. *Jurnal Pendidikan Geografi: Kajian, Teori, dan Praktek dalam Bidang Pendidikan dan Ilmu Geografi*. 22(1): 10-15.
- Febriyanto, F., & Desmulyati, D. 2018. Perancangan Palang Pintu Kereta Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Atmega 16. *Journal of Information System, Informatics and Computing*. 2(1): 1-14.
- Hake, R.R. 1998. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal Of Physics* 66 (1): 64-74.
- Hakim, L., F. Amiq dan D. S. Yudasmara. 2018. Upaya Meningkatkan Keaktifan Siswa Dalam Pembelajaran Pendidikan Jasmani Menggunakan Metode Bermain Untuk Siswa Kelas V Sdn 2 Pagelaran. *TEGAR: Journal of Teaching Physical Education in Elementary School*. 1(2): 65-77.
- Iqbal, M., dan Widodo, S. 2018. Pengembangan Media E-Modul Pembelajaran Mata Pelajaran Teknologi Informasi Dan Komunikasi Materi Fungsi Menu Dan Ikon Program Pengolah Angka Untuk Kelas VIII SMP N 1 Mojokerto. *Jurnal Mahasiswa Teknologi Pendidikan*. 9(2): 1-9.
- Irwanti, F. dan Widodo, S. A. 2018. Efektivitas Stad Terhadap Hasil Belajar Matematika Ditinjau Dari Minat Belajar Siswa Kelas VII. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika Etnomatnesia*. 927-935.
- Ismail, M. M., Zulkifli, H., Fawzi, M., & Osman, S. A. 2016. Conversion method of a diesel engine to a CNG-diesel dual fuel engine and its financial savings. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*. 11(8): 5078-5083.
- Isuzu Service Training. 2010. *4JJ1-TC Engine (Engine Mechanical Features and Engine Control System & Diagnosis)*.

<https://sikumannakal.files.wordpress.com/2010/11/isuzu-common-rail-indonesia.pdf>. 11 Desember 2018 (15:30).

- Kartika, Y., Sanapiah, dan E. Juliangkary. 2017. Pengembangan Modul Pembelajaran Matematika Dengan Kerangka Elpsa Untuk Meningkatkan Emampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Logika Matematika Kelas. *Jurnal Media Pendidikan Matematika*. 5(1): 147-150.
- Kemendikbud. 2017. *Panduan Praktis Penyusunan E-Modul Tahun 2017*. Direktorat Pembinaan SMA.
- Khotimah, K. 2018. Pengaruh Efektivitas Belajar Siswa Terhadap Hasil Belajar Siswa Mata Pelajaran IPS Kelas VII SMP Negeri 5 Panji Situbondo Semester Genap Tahun Pelajaran 2015/2016. *Jurnal Pendidikan Dan Kewirausahaan*. 6(02): 31-37.
- Khumaedi, M. 2012. Reliabilitas Instrumen Penelitian Pendidikan. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*. 12(1): 25-30.
- Komariah, N. 2018. Implementasi Fungsi Manajemen Pendidikan di SDIT Wirausaha Indonesia. *Perspektif*. 16 (1): 107-112.
- Krogerus, T. R., & Huhtala, K. J. 2018. Diagnostics and Identification of Injection Duration of Common Rail Diesel Injectors. *Open Engineering*. 8(1): 1-6.
- Kurniawan, B., O. Wiharna, dan T. Permana. 2017. Studi Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Hasil Belajar pada Mata Pelajaran Teknik Listrik Dasar Otomotif. *Journal of Mechanical Engineering Education*. 4(2): 156-162.
- Masruroh, A. N., dan Prasetyo, Z. K. 2018. Pengaruh E-Modul Berpendekatan Guided Inquiry Bermuatan Nature Of Science Terhadap Literasi Sains Siswa. *Pend. Ilmu Pengetahuan Alam-SI*. 7(3): 165-171.
- Mayanty, S., I. M. Astra, dan C. E. Rustana. 2018. Pengembangan E-modul Fisika Berbasis Problem Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMA. *Quantum: Seminar Nasional Fisika, dan Pendidikan Fisika*. Universitas Negeri Jakarta. Jakarta. 1-13.
- Mintoro, S. 2017. Optimasi Kinerja ECU (Electronic Control Unit) Melalui Pemrograman Remapping Pada Mesin EFI. *Prosiding Seminar Nasional Darmajaya* (Vol. 1, No. 1, pp. 458-471). STMIK DCC Kotabumi. Lampung. 458-471.

- Mitsubishi Motors. 2018. *Common Rail System*. Makalah disajikan pada Seminar SMK Negeri 1 Singosari. Malang.
- Muchta, 2017. *Cara Merawat Mesin Diesel Common rail Agar Tetap Nendang Dan Awet*. <https://www.autoexpose.org/2017/03/cara-merawat-mesin-diesel-common-rail.html>. 21 Januari 2019 (10:57).
- Muksin, S. 2014. Kajian Pemakaian Bahan Bakar Pada Motor Diesel Generator Mak Di Pltd Gunung Patti Semarang Jawa Tengah. *Jurnal Teknologi*. 11 (2): 2030 – 2038.
- Mulyar, L. D., V. Serevina, dan A.S. Budi. 2018. Pengembangan Modul Elektronik Model Discovery Learning Materi Hukum Newton Tentang Gerak Dengan Video Stop Motion. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*. (Vol. 7, pp. SNF2018-PE). Universitas Negeri Jakarta. Jakarta. 129-136.
- Nazir, M.I.J., A.H. Rizvi dan R.V. Pujeri. 2012. Skill Development in Multimedia Based Learning Environment in Higher Education: An Operational Model. *International Journal of Information and Communication Technology Research* 2(11): 820-828.
- Nikita, P. M., A. D. Leksmono, dan A. Harijanto. 2018. Pengembangan E-Modul Materi Fluida Dinamis Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Kelas XI. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 7(2): 175-180.
- Nur, M. I., M. Salam, dan Hasnawati. 2016. Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe *Numbered Heads Together* (NHT) Terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa Kelas Vii Smp Negeri 1 Tongkuno. *Jurnal Penelitian Pendidikan Matematika*. 4(1): 99-112.
- Pramesti, U. D dan Effendi. 2018. Peningkatan Hasil Belajar Menulis Paragraf Pada MKU Bahasa Indonesia Di Universitas Negeri Padang Melalui Model STAD (Student Team-Achievement Divisions) Metode Menulis Berantai. *KREDO (Jurnal Ilmiah Bahasa dan Sastra)*. 2(1): 1-16.
- Pribadi, B. A. 2016. *Desain Dan Pengembangan Program Pelatihan Berbasis Kompetensi: Implementasi Model Addie*. Cetakan Ke-2. Jakarta: Prenada Media Group.
- Piancastelli, L., Frizziero, L., & Donnici, G. 2014. The common-rail fuel injection technique in turbocharged di-diesel-engines for aircraft applictions. *ARN J. Eng. Appl. Sci*. 9(12): 2493-2499.

- Riyadi, S., dan Qamar, K. 2017. Efektivitas E-Modul Analisis Real Pada Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Kanjuruhan Malang. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*. 1(1): 31-40.
- Sani, M. dan Joko. 2015. Pengembangan Modul pembelajaran berbasis proyek pada mata kuliah pemeliharaan dan perbaikan mesin listrik di jurusan teknik elektro universitas negeri surabaya. *Jurnal pendidikan teknik elektro*. 4(1): 259-267.
- Sari, L. Q., C. E. Rustana, dan Raihanati. 2018. Pengembangan E-Module Menggunakan Problem Based Learning Pada Pokok Bahasan Fluida Dinamis Guna Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif Peserta Didik SMA Kelas XI. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*. (Vol. 7, pp. SNF2018-PE). Universitas Negeri Jakarta. Jakarta. 36-45.
- Setyandaru, T. A., S.Wahyuni, dan P. D. A. Putra. 2017. Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Multirepresentasi pada Pembelajaran Fisika di SMA/MA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 6(3): 223-230.
- Sitinjak, R. S. dan Sembiring, B. 2018. Pengaruh Lingkungan Belajar Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Pengantar Ekonomi Dan Bisnis Kelas X Akuntansi Di SMK Negeri 4 Kota Jambi. *SJEE (Scientific Journals of Economic Education)*. 2(1): 110-120.
- Slameto. 2003. *Belajar dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhinya (Edisi Revisi)*. Jakarta: Rineka Cipta.
- SMK Negeri Jawa Tengah. *Sejarah Singkat SMK Negeri Jawa Tengah*. <https://www.smknjateng.sch.id/>. 10 Desember 2018 (14:10).
- Sudjana. 2005. *Metoda Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Sudarsana, I. K. 2017. Peningkatan Mutu Pendidikan Agama Hindu Melalui Efektivitas Pola Interaksi Dalam Pembelajaran Di Sekolah. *Prosiding Semaya 2*. Institut Hindu Dharma Negeri Denpasar. Bali. 134-142.
- Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.
- Sumarsono, S. 2018. Peningkatan Hasil Belajar Matematika Bangun Ruang Sisi Datar Materi Kubus Dan Balok Melalui Pendekatan Akik Pada Siswa Kelas VIII-D SMP Negeri 6 Rembang Semester II Tahun Pelajaran 2015/2016. *Jurnal Ilmiah Didaktika PGRI*. 4(1): 35-43.

- Susanti, R. 2017. Pengembangan Modul Pembelajaran Pai Berbasis Kurikulum 2013 di Kelas V SD Negeri 21 Batubasa, Tanah Datar. *JMKSP (Jurnal Manajemen, Kepemimpinan, dan Supervisi Pendidikan)*. 2(2): 156:173.
- Suwitno, S., dan Ali, I. T. 2016. Desain Rangkaian Sensor dan Driver Motor pada Rancang Bangun Miniatur Pintu Garasi Otomatis. *JET (Journal of Electrical Technology)*. 1(1): 1-8.
- Tang, J., M. Danial, dan A. Mu'nisa. 2018. *Pengembangan Modul Biologi Berbasis Konstruktivistik Pada Materi Sistem Ekskresi Pada Sekolah Menengah Atas*. Makalah disajikan pada Seminar Nasional Biologi. Universitas Negeri Makasar. Makasar. 449-454.
- Timoasi, N. A., B. A. Rauf, dan M. Rais. 2016. Peningkatan Prestasi Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Mengendalikan Hama Tanaman Melalui Model Pembelajaran Berbasis Masalah Di Smk Negeri 6 Takalar. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. 2(1): 70-76.
- Toyota Astra Motor. 2004. *Pedoman Reparasi Kijang Innova*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003. *Sistem Pendidikan Nasional*. 8 Juli 2003. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2003 Nomor 4301. Jakarta.
- Widyastuti, E. dan Widodo, S. A. 2018. Hubungan Antara Minat Belajar Matematika Keaktifan Siswa Dan Fasilitas Belajar Disekolah Dengan Prestasi Belajar Matematika Siswa Kelas X SMK Se-Kecamatan Umbulharjo. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika Etnomatnesia*. Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa. Yogyakarta. 873-881.
- Wulansari, E.W., S. Kantun, dan P. Suharso. 2018. Pengembangan E-Modul Pembelajaran Ekonomi Materi Pasar Modal Untuk Siswa Kelas XI IPS MAN 1 Jember Tahun Ajaran 2016/2017. *Jurnal Pendidikan Ekonomi*. 12 (1):1-7.
- Yamin, M. 2017. Metode Pembelajaran Bahasa Inggris Di Tingkat Dasar. *Jurnal Pesona Dasar*. 1(5): 82-97.

- Yudhana, A., Sunardi, dan Priyatno. 2018. Perancangan Pengaman Pintu Rumah Berbasis Sidik Jari Menggunakan Metode UML. *Jurnal Teknologi*. 10(2): 131-138.
- Zuhri, M. H., I. H. Kusumah., R. A. M. Noor, dan D. Suhayat. 2017. Studi Evaluasi tentang Pembelajaran Tune Up Engine pada Siswa Sekolah Menengah Kejuruan Berdasarkan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia. *Journal of Mechanical Engineering Education*. 4(2): 190-197.