



**PENGEMBANGAN MULTIMEDIA PEMBELAJARAN
UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR
KOMPETENSI MEMAHAMI SISTEM SUSPENSI
SISWA KELAS XII TEKNIK KENDARAAN RINGAN
SMK NEGERI 7 SEMARANG**

SKRIPSI

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

Oleh

Fauzi Ari Rakhmanto

NIM. 5202414085

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

2019



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Fauzi Ari Rakhmanto

NIM : 5202414085

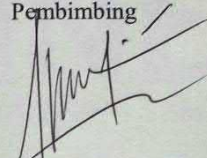
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif

Judul : Pengembangan Multimedia Pembelajaran untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kompetensi Memahami Sistem Suspensi Siswa Kelas XII Teknik Kendaraan Ringan SMK Negeri 7 Semarang

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

Semarang, 22 April 2019

Pembimbing


Drs. Suwahyo, M. Pd.

NIP. 195905111984031002

PENGESAHAN

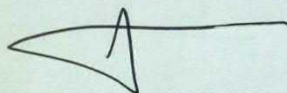
Skripsi dengan judul “Pengembangan Multimedia Pembelajaran untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kompetensi Memahami Sistem Suspensi Siswa Kelas XII Teknik Kendaraan Ringan SMK Negeri 7 Semarang” telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 20 Juni 2019.

Oleh

Nama : Fauzi Ari Rakhmanto
NIM : 5202414085
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif, S1

Panitia Ujian:

Ketua



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

Sekretaris



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

Penguji 1



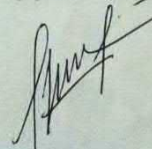
Ahmad Rozikin, S. Pd., M. Pd.
NIP. 198704192014041002

Penguji 2



Ahmad Mustamil Khoiron, S.Pd., M.Pd.
NIP. 1988080820140511154

Penguji 3/ Pembimbing



Drs. Suwahyo., M. Pd.
NIP. 1195905111984031002

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang



Nur Qudus, M. T., IPM.
196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

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

Semarang, 22 April 2019

Yang membuat pernyataan



Fauzi Ari Rakhmanto

NIM. 5202414085

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. Jangan pernah menunggu. Waktunya tidak akan pernah tepat. (Napoleon Hill)
2. Lakukan yang terbaik, sehingga aku tak akan menyalahkan diriku sendiri atas segalanya.
3. Lakukan pekerjaan dengan ikhlas agar pekerjaan dapat selesai dan menuai hasil maksimal.

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk orang tua saya (Bapak Kasiyanto, Ibu Isyati dan adik saya Wahyu Isyanto Ajie).

RINGKASAN

Rakhmanto, F. A, 2019. Pengembangan Multimedia Pembelajaran untuk Meningkatkan Kompetensi Memahami Sistem Suspensi Siswa Kelas XII Teknik Kendaraan Ringan SMK Negeri 7 Semarang. Skripsi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Pembimbing: Drs. Suwahyo. M. Pd.

Kata kunci : multimedia, hasil belajar, sistem suspensi

Proses belajar dapat menggunakan media pembelajaran yang dapat membantu proses pembelajaran dan dapat digunakan sebagai bahan belajar supaya proses pembelajaran berjalan dengan baik dan efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan multimedia mata pelajaran *Chassis* dan Pemindah Tenaga, Kompetensi Dasar memahami sistem suspensi, peningkatan hasil belajar dan perbedaan hasil belajar pada saat diterapkan dalam kegiatan belajar.

Penelitian ini dikategorikan dalam penelitian pengembangan dengan model ADDIE yang terdiri dari 5 tahap yaitu: *Analysis, Design, Development, implementation* dan *Evaluation*. Desain uji coba penelitian ini menggunakan *Quasy Experimental Design* dengan model *one group pretest-posttest*. Produk pengembangan multimedia pembelajaran memerlukan validasi dalam rangka evaluasi formatif. Validasi tersebut diperoleh dari para subjek yang terdiri dari 3 ahli media dan 3 ahli materi serta siswa kelas XII Teknik Kendaraan Ringan SMK Negeri 7 Semarang dengan jumlah responden 30 peserta didik. Instrumen yang digunakan yaitu kuesioner (angket) dan soal uji coba.

Berdasarkan data hasil dari validasi ahli media diperoleh rata-rata persentase hasil penilaian sebesar 88,66% dengan kriteria “sangat layak” dan untuk rata-rata persentase penilaian ahli materi sebesar 87,24% dengan kriteria “sangat layak”. Peningkatan hasil belajar sesudah menggunakan multimedia pembelajaran ditunjukkan dari hasil uji gain sebesar 0,584 atau jika dalam skala persentase sebesar 25,22% dengan interpretasi peningkatan sedang. Perbedaan hasil belajar antara sebelum dan sesudah menggunakan multimedia pembelajaran ditunjukkan dari hasil uji t dengan rata-rata nilai *pretest* 56,78 dan rata-rata nilai *posttest* 82,00. Berdasarkan uji t dapat ditarik hasil dari t_{hitung} sebesar 14,41 dan t_{tabel} sebesar 2,05. Karena $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang signifikan sebelum dan sesudah menggunakan multimedia.

Saran untuk pengajar dapat menggunakan multimedia pembelajaran yang telah dikembangkan sebagai media belajar pada mata pelajaran *Chassis* dan Pemindah Tenaga pada Kompetensi Dasar memahami sistem suspensi, karena berdasarkan kajian yang relevan menunjukkan bahwa penggunaan multimedia pembelajaran lebih efektif dalam kegiatan belajar mengajar.

PRAKATA

Puji syukur peneliti ucapkan ke hadirat Allah atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “PENGEMBANGAN MULTIMEDIA PEMBELAJARAN UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR KOMPETENSI MEMAHAMI SISTEM SUSPENSI SISWA KELAS XII TEKNIK KENDARAAN RINGAN SMK NEGERI 7 SEMARANG” dengan baik. terselesaikannya skripsi ini tidak lepas dari pihak-pihak yang ikut membantu dan memberikan kontribusinya bagi peneliti. Peneliti menyadari bahwa skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan, fasilitas, semangat, dan bimbingan dari berbagai pihak.

Sepatutnya peneliti menyampaikan terima kasih kepada banyak pihak yang telah membantu penyusunan skripsi ini. Ucapan terima kasih peneliti sampaikan kepada Drs. Suwahyo, M. Pd., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, nasihat, dan banyak ilmu kepada peneliti. Tidak lupa peneliti sampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Nur Qudus, M.T., IPM. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kesempatan untuk menyelesaikan skripsi ini
2. Rusiyanto, S. Pd., M. T., Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang
3. Dr. Dwi Widjanarko, S. Pd., S. T., M. T., Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Negeri Semarang.

4. Drs. Suwahyo, M. Pd., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan waktu, bimbingan, dan petunjuk dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Kepala SMK Negeri 7 Semarang yang telah memberikan izin penelitian.
6. Ahmad Rozikin, S. Pd., M. Pd. Dosen Penguji I yang telah memberikan waktu, bimbingan, dan petunjuk dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Ahmad Mustamil Khoiron, S. Pd., M. Pd. Dosen penguji II yang telah memberikan waktu, bimbingan, dan petunjuk dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Segenap rekan-rekan Pendidikan Teknik Otomotif angkatan 2014 dengan seluruh kebersamaan dan semangatnya.
9. Iqlima Ailisa Nur Karomah yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada peneliti.
10. Segenap pihak yang telah membantu peneliti sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Peneliti menyadari skripsi ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan untuk perbaikan.

Semarang, 22 April 2019



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN.....	i
HALAMAN LOGO	ii
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	iii
PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
RINGKASAN.....	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Rumusan Masalah	6
1.5 Tujuan Penelitian	6
1.6 Manfaat Penelitian	7

1.7 Spesifikasi Produk yang Dikembangkan.....	8
1.8 Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan.....	9
BAB II KAJIAN PUSTAKA	11
2.1 Kajian Teori.....	11
2.1.1 Hasil Belajar	11
2.1.2 Kajian Silabus	14
2.1.3 Multimedia Pembelajaran.....	17
2.1.3.1 Pengertian Multimedia	17
2.1.3.2 Klasifikasi Multimedia	19
2.1.3.3 Komponen Multimedia.....	21
2.1.4 <i>Adobe Flash CS6</i>	25
2.1.4.1 <i>Interface</i> dan Komponen Kerja <i>Adobe Flash CS6</i>	27
2.1.4.2 Istilah-Istilah dalam <i>Adobe Flassh CS6</i>	30
2.1.5 Sistem Suspensi.....	31
2.1.5.1 Prinsip Kerja Suspensi.....	32
2.1.5.2 Komponen Utama Sistem.....	32
2.1.6 Oskilasi dan Kenikmatan Berkendara	43
2.1.6.1 Sprung Weight dan Unsprung Weight	43
2.1.6.2 Oskilasi Sprung Weight.....	44
2.6.1.2 Oskilasi Unsprung Weight	47
2.1.7 Tipe dan Karakteristik Suspensi.....	49
2.1.7.1 Suspensi Rigid.....	49

2.1.7.1.1	Konstruksi Suspensi Aksel Rigid Depan.....	55
2.1.7.1.2	Konstruksi Suspensi Aksel Rigid Belakang	56
2.1.7.2	Suspensi Independen	58
2.1.7.3	Suspensi Model Hidrostatic dan Hidrogas.....	65
2.1.7.4	Suspensi Udara (<i>Air Suspension</i>)	66
2.2	Kajian Penelitian yang Relevan	69
2.3	Kerangka Berpikir.....	78
2.4	Pertanyaan Penelitian	80
BAB III	METODE PENELITIAN	81
3.1	Model Pengembangan	81
3.2	Prosedur Pengembangan	83
3.3	Uji Coba Produk	92
3.3.1	Desain Uji Coba	92
3.3.2	Subjek Uji Coba	93
3.3.3	Jenis Data.....	93
3.3.4	Instrumen Pengumpulan Data.....	94
3.3.4.1	Lembar Uji Kelayakan Produk.....	95
3.3.4.2	Lembar Uji Kelayakan Ahli Media	96
3.3.4.3	Lembar Uji Kelayakan Ahli Materi.....	97
3.3.4.4	Instrumen Tes.....	98
3.3.4.5	Instrumen Kuesioner (Angket) Peserta Didik terhadap Multimedia.....	102
3.3.5	Teknik Analisis Data.....	103

3.3.5.1 Uji Kelayakan Ahli.....	103
3.3.5.2 Uji Keefektifan Produk.....	104
3.3.5.3 Uji Tanggapan Siswa.....	107
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	108
1.1 Hasil Penelitian	108
1.1.1 Tahap Pengembangan.....	108
1.1.1.1 Data Uji Kelayakan Produk	108
1.1.2 Data Uji Validitas dan reliabilitas Instrumen Tes	112
1.2 Analisis Data.....	121
4.2.1 Analisis Data Uji Kelayakan Produk.....	121
4.2.2 Analisis Data Tanggapan Peserta Didik	123
4.2.3 Analisis Data Peningkatan Hasil Belajar	124
4.3 Pembahasan	127
4.3.1 Kelayakan Multimedia Mata Pelajaran Chassis dan Pemindah Tenaga.....	127
43.1.1 Keunggulan Multimedia Kompetensi Dasar Memahami Sistem Suspensi pada Mata Pelajaran Chassis dan Pemindah Tenaga.....	129
43.1.2 Kekurangan Multimedia Kompetensi Dasar Memahami Sistem Suspensi pada Mata Pelajaran Chassis dan Pemindah Tenaga.....	129
4.3.2 Peningkatan Kompetensis Dasar Memahami Sistem Suspensi dengan Adanya Pengembangan Multimedia Mata Pelajaran Chassis dan Pemindah Tenaga Kompetensi Dasar Memahami Sistem Suspensi	130

4.3.3 Perbedaan Hasil Belajar Sebelum dan Sesudah Menggunakan Multimedia Mata Pelajaran Chassis dan Pemindah Tenaga Kompetensi Dasar Memahami Sistem Suspensi.....	130
4.4 Revisi Produk.....	132
4.4.1 Hasil Penilaian dan Perbaikan Pengembangan Multimedia Berbasis Adobe Flash CS6 pada Pembelajaran Sistem Suspensi oleh Validator Ahli	132
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	146
5.1 Simpulan.....	146
5.2 Saran.....	147
DAFTAR PUSTAKA	149
LAMPIRAN	154

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

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

Singkatan	Arti
EXE	<i>Execcutable</i> (format dokumen berbentuk aplikasi)
MIL	<i>Malfunction Indicator Lamp</i>
R&D	<i>Research and Development</i>
SLTA	Sekolah Lanjut Tingkat Atas
SMK	Sekolah Menengah Kejuruan

RPP	Rencana Pelaksanaan Pembelajaran
PCPTKR	Pemeliharaan Chassis dan Pemindah Tenaga Kendaraan Ringan
SOP	Standar Operasional Prosedur
CTR	computer technology research

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Silabus Kompetensi Dasar Memahami dan Memelihara Sistem Suspensi.....	15
Tabel 2.2. Perbedaan Multimedia Stand Alone dan Multimedia Berbasis Network.....	20
Tabel 2.3. Istilah-Istilah dalam Adobe Flash CS6	30
Tabel 3.1. Kisi-Kisi Instrumen untuk Ahli Media	96
Table 3.2. Kisi-Kisi Instrumen untuk Ahli Materi	97
Tabel 3.3. Kisi – Kisi Instrumen Tes	99
Tabel 3.4. Kisi-Kisi Angket untuk Tanggapan Peserta Didik	102
Tabel 3.5. Skala Persentase Penilaian Uji Kelayakan Ahli.....	104
Tabel 3.6. Kategori Indeks Gain.....	106
Tabel 3.7 Skala Persentase Penilaian.....	107
Tabel 4.1 Data Hasil Penelitian Ahli Media.....	109
Tabel 4.3 Data Hasil Penelitian Ahli Materi	111
Tabel 4.4 Hasil Uji Tingkat Kesukaran Soal.....	113
Tabel 4.5 Hasil Uji Daya Beda	115
Tabel 4.6 Data Uji Hasil Koefisien Korelasi Biserial.....	116
Tabel 4.7 Data Uji Reliabilitas Instrumen Tes	118
Tabel 4.8 Data Nilai <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	119

Tabel 4.9. Data tanggapan siswa terhadap multimedia sistem suspensi	121
Tabel 4.10 Presentase Penilaian Ahli Media	122
Tabel 4.11 Presentase Penilaian Ahli Materi	122
Tabel 4.12. Hasil Tanggapan Siswa.....	123
Tabel 4.13 Hasil Data Uji Normalitas <i>pre-test</i>	124
Tabel 4.14 Data Uji Normalitas <i>Post-test</i>	124
Tabel 4.15 Data Uji Homogenitas	125
Tabel 4.16 Hasil Uji t-test	125
Tabel 4.17 Hasil Uji N-gain pretest dan posttest	126
Tabel 4.18 Saran Perbaikan oleh Ahli Media.....	132
Tabel 4.19 Saran Perbaikan oleh Ahli Materi	139

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tampilan Awal Program <i>Adobe Flash CS6</i>	28
Gambar 2.2 Lembar Kerja <i>Adobe Flash CS6</i>	28
Gambar 2.3 Pegas Coil.....	33
Gambar 2.4 Pegas Daun.....	33
Gambar 2.5 Pegas Batang Torsi	34
Gambar 2.6 Ke Epektifan dari Shock Absorber	34
Gambar 2.7 <i>Shock Absorber</i>	35
Gambar 2.8 Prinsip Kerja <i>Shock Absorber</i> saat Kompresi	35
Gambar 2.9 Prinsip Kerja <i>Shock Absorber</i> saat Ekspansi	36
Gambar 2.10 Tipe Shock Absorber Kerja Tunggal (<i>Single Action</i>)	36
Gambar 2.11 Tipe Shock Absorber Kerja Ganda (<i>Double Action</i>).....	37
Gambar 2.12 Shock Absorber Tipe Monotube	38
Gambar 2.13 Shock Absorber Tipe Twin Tube	38
Gambar 2.14 Shock Absorber yang diisi dengan gas bertekanan rendah dan tinggi ..	39
Gambar 2.15 Ball Joint	40
Gambar 2.16 Penampang Ball Joint	40
Gambar 2.17 Stabilizer bar	41
Gambar 2.18 Strut Bar	41
Gambar 2.19 Bump Stop.....	42

Gambar 2.20 Bushing Karet.....	43
Gambar 2.21. Sprung Weight dan Unsprung Weight.....	44
Gambar 2.22. Oskilasi Sprung Weight	44
Gambar 2.23. Keadaan Kendaraan Bouncing	45
Gambar 2.24. Keadaan Kendaraan Pitching	45
Gambar 2.25. Keadaan Kendaraan Rolling.....	46
Gambar 2.26. Keadaan Kendaraan Yawing	46
Gambar 2.27. Oskilasi Unsprung Weight	47
Gambar 2.28. Keadaan Kendaraan Hopping.....	47
Gambar 2.29. Keadaan Kendaraan Tramping	48
Gambar 2.30. Keadaan Kendaraan Wind Up	48
Gambar 2.31. Suspensi Rigid	49
Gambar 2.32 Suspensi Rigid Axle.....	50
Gambar 2.33 Suspensi Rigid Tipe Trailing Arm dengan Twist Beam.....	51
Gambar 2.34 Suspensi Rigid Tipe 4-Link Aksel Belakang	52
Gambar 2.35 Trunnion Type	52
Gambar 2.36 Trunnion Shaft Type.....	53
Gambar 2.37 Trunnion Shaft Type	53
Gambar 2.38 Suspensi Balance Arm Type	54
Gambar 2.39 Suspensi Rigid dengan Aksel Canggih	56
Gambar 2.40 Suspensi Rigid dengan Aksel Kepalan Tinju	56
Gambar 2.41 Suspensi Rigid dengan Berpegas Daun	57

Gambar 2.42 Suspensi Rigid dengan Aksel Rigid Belakang Berpegas Coil	57
Gambar 2.43 Suspensi Independen.....	59
Gambar 2.44 Macpherson Strut Depan.....	60
Gambar 2.45 Suspensi Strut Dual Link	61
Gambar 2.46 Suspensi Macpherson Strut dengan lower arm bentuk L.....	62
Gambar 2.47 Suspensi Wishbone dengan Pegas Coil	62
Gambar 2.48 Suspensi Double Wishbone.....	63
Gambar 2.49 Suspensi Multi-link dengan Lima-Link Lateral	64
Gambar 2.50 Suspensi Trailing Arm	65
Gambar 2.51 Suspensi Model Hidrogas dan Hidrolastik.....	65
Gambar 2.52 Suspensi Udara (<i>Air Suspension</i>)	66
Gambar 2.53 <i>Air Suspension</i> MB OH1626.....	67
Gambar 2.54 <i>Air Suspension Hino RG-1</i>	68
Gambar 2.55 Komponen <i>Air Suspension</i>	68
Gambar 3.1 Prosedur Penelitian dan Pengembangan	83
Gambar 3.2. Peta Konsep Multimedia.....	88
Gambar 4.1 Grafik rata-rata nilai <i>pretest</i> dan <i>posttest</i>	120
Gambar 4.2 Sebelum ditambahkan sumber gambar	133
Gambar 4.3 Sesudah ditambahkan sumber gambar.....	134
Gambar 4.4 Sebelum perbaikan profil	134
Gambar 4.5 Sesudah perbaikan profil.....	135
Gambar 4.6 Sebelum diperbaiki (pemilihan font)	135

Gambar 4.7 Sesudah diperbaiki (pemilihan font).....	136
Gambar 4.8 Sesudah ditambahkan peta konsep (bagan).....	136
Gambar 4.9 Sebelum ditambahkan penomoran materi.....	137
Gambar 4.10 Sesudah ditambahkan penomoran materi	137
Gambar 4.11 Sebelum diperbaiki (kerapian gambar)	138
Gambar 4.12 Sesudah diperbaiki (kerapian gambar).....	138
Gambar 4.13 Sebelum ditambahkan materi dan nama komponen	139
Gambar 4.14 Sesudah dilengkapi nama komponen.....	140
Gambar 4.15 Sebelum diberikan animasi gerak pada jalan	140
Gambar 4.16 Sesudah diberikan animasi gerak pada jalan.....	141
Gambar 4.17 Sebelum diberikan video untuk memperjelas pemahaman siswa.....	141
Gambar 4.18 Sesudah diaplikasikan dengan video untuk memperjelas materi	142
Gambar 4.19 Sebelum diberikan soal yang dapat merangsang siswa untuk memperhatikan materi selanjutnya.....	142
Gambar 4.20 Sesudah diberikan soal yang dapat merangsang siswa untuk memperhatikan materi selanjutnya.....	143
Gambar 4.21 Sebelum menambahkan animasi cara kerja shock absorber pada suspensi.....	143
Gambar 4.22 Sesudah menambahkan animasi cara kerja shock absorber pada suspensi.....	144

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Tugas Pembimbing	155
Lampiran 2. Surat Tugas Dosen	156
Lampiran 3. Surat Ijin Penelitian.....	157
Lampiran 4. Surat Pengantar Izin Penelitian Ke Dinas PMPTSP	158
Lampiran 5. Surat Rekomendasi Penelitian dari Dinas PMPTS	159
Lampiran 6. Surat Balasan Izin Penelitian dari Disdikbud	160
Lampiran 7. Surat keterangan Selesai Penelitian	161
Lampiran 8. Surat Permohonan Validator Media 1	162
Lampiran 9. Surat Permohonan Validator Media 2.....	163
Lampiran 10. Surat Permohonan Validator Media 3.....	164
Lampiran 11. Surat Permohonan Validator Materi 1.....	165
Lampiran 12. Surat Permohonan Validator Materi 2.....	166
Lampiran 13. Surat Permohonan Validator Materi 3.....	167
Lampiran 14. Analisis Koefisien Korelasi dan tingkat Kesukaran Soal.....	168
Lampiran 15. Perhitungan Validitas Instrumen Tes	169
Lampiran 16. Perhitungan Reliabilitas Instrumen Tes	172
Lampiran 17. Analisis Indeks Daya Beda Soal	173
Lampiran 18. Daftar Nama Peserta <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i>	176
Lampiran 19. Contoh Lembar Jawab Siswa.....	178

Lampiran 20. Angket Ahli Media.....	180
Lampiran 21. Rekapitulasi dan Analisis Penilaian Ahli Media	189
Lampiran 22. Angket Ahli Materi.....	191
Lampiran 23. Rekapitulasi dan Analisis Penilaian Ahli Materi.....	200
Lampiran 24. Instrumen Analisis Kebutuhan untuk Siswa.....	203
Lampiran 25. Hasil Analisis Data Angket Observasi Mata Pelajaran Pemeliharaan Chassis dan Pemindah Tenaga Kendaraan Ringan	206
Lampiran 26. Sampel Angket Tanggapan Siswa.....	207
Lampiran 27. Analisis Data Tanggapan Siswa.....	209
Lampiran 28. Analisis Data Uji Normalitas.....	210
Lampiran 29. Analisis Data Uji Homogenitas	212
Lampiran 30. Perhitungan Uji-T Berpasangan.....	216
Lampiran 31. Uji <i>N-Gain</i>	219
Lampiran 32. Daftar Hadir <i>Pre-Test</i>	221
Lampiran 33. Daftar Hadir <i>Post-Test</i>	223
Lampiran 34. Presesnsi Uji Coba Instrumen Soal	225
Lampiran 35. Silabus Sistem Suspensi	227
Lampiran 36. Rencana Perangkat Pembelajaran	239
Lampiran 37. Instrumen Soal Test.....	247
Lampiran 38. Kunci Jawaban Instrumen Tes	256
Lampiran 39. Story Board Multimedia	257
Lampiran 40. Detail Produk Akhir	264

Lampiran 41. Dokumentasi Penelitian	266
---	-----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan Undang-undang nomor 20 tahun 2003, kurikulum pendidikan dasar dan menengah dikembangkan sesuai dengan relevansinya oleh setiap kelompok atau satuan pendidikan dan komite sekolah/madrasah di bawah koordinasi dan supervisi dinas pendidikan atau kantor Departemen Agama Kabupaten/Kota untuk pendidikan dasar, dan provinsi untuk pendidikan menengah. sehingga pada kurikulum 2013 dijelaskan terkait struktur kompetensi dasar yang harus ditempuh untuk semua mata pelajaran yang diajarkan pada SMK. Kurikulum 2013 memiliki cakupan penilaian meliputi Kompetensi Inti Sikap Spiritual (KI-1), Kompetensi Inti Sikap Sosial (KI-2), Kompetensi Inti Pengetahuan (KI-3), Kompetensi Inti Keterampilan (KI-4). Keempat KI tersebut digolongkan menurut Bloom dalam Utari dibagi menjadi 3 ranah, yaitu ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik. Maka KI-1 dan KI-2 masuk ranah afektif, KI-3 masuk dalam ranah kognitif, dan KI-4 masuk dalam ranah psikomotorik. Pada kompetensi dasar mata pelajaran pemeliharaan sasis dan pemindah tenaga kendaraan ringan terdapat dua aspek yang dikembangkan yaitu KI-3 (Pengembangan Sikap Pengetahuan) dan KI-4 (Pengembangan Sikap Keterampilan). Salah satu kompetensi dasar pada mata pelajaran pemeliharaan Chassis dan Pemindah Tenaga kendaraan ringan adalah memahami sistem suspensi.

Berdasarkan hasil pengamatan peneliti saat melaksanakan Praktik Pengalaman Lapangan (PPL) pada tanggal 28 Juli 2017, siswa kelas XII TKR 1 SMKN 7 Semarang mengalami kesulitan dalam memahami materi sistem suspensi. Hal tersebut dikarenakan penyampaian materi oleh guru masih terbatas pada penjelasan teori dan tidak didukung dengan media pembelajaran yang kreatif dan inovatif. Proses belajar mengajar tersebut membuat siswa kurang tertarik dan berakibat siswa kurang memahami materi yang disampaikan oleh guru. Masalah yang seringkali muncul adalah guru masih merasa kesulitan dalam menerapkan metode pembelajaran dengan menggunakan media yang ada pada era modern ini. Guru seringkali mencari ide bagaimana cara meningkatkan perhatian siswa saat pembelajaran berlangsung agar siswa tersebut tertatik dan cepat serta tepat menyerap materi yang disampaikan dalam arti mengukur mengingat kembali dan memahaminya secara luas.

Hal ini dibuktikan dengan masih banyaknya siswa yang kurang paham tentang fungsi komponen utama sistem suspensi dan memahami tipe/karakteristik suspensi. Data menunjukkan bahwa 33,47 % siswa kurang mampu memahami sistem suspensi. Terbukti nilai yang diperoleh oleh para siswa kurang dari Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yaitu 75. Berdasarkan angket analisis kebutuhan siswa yang dilakukan pada tanggal 1 Maret 2018 terhadap 30 responden siswa kelas XII TKR 1 SMKN 7 Semarang yang mengikuti teori sebelum praktik pada mata pelajaran Pemeliharaan Chassis dan Pemindah Tenaga Kendaraan Ringan (PCPTKR), didapat hasil bahwa 40,62% siswa “cukup setuju”, 28,12% siswa “setuju”, dan 9,37 “sangat setuju” bahwa materi sistem suspensi sulit dipahami. Selanjutnya, diperoleh hasil 46,87% siswa

“kurang setuju”, 12,50% siswa “sangat kurang setuju”, 21,45 siswa “setuju”, dan 19,18 siswa “sangat setuju” jika media pembelajaran yang tersedia sudah cukup untuk mendukung proses pembelajaran. Adapun persentase tentang pentingnya multimedia dalam proses pembelajaran sistem suspensi, diperoleh: 18,75% siswa “menggagap penting”, 81,25% siswa “sangat penting”. Selain itu, 83,75% siswa “sangat setuju” dan 16,25% “setuju” apabila diadakan multimedia sistem suspensi untuk mendukung pembelajaran sistem suspensi pada mata pelajaran Pemeliharaan Chassis dan Pemindah Tenaga Kendaraan Ringan (PCPTKR).

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru pengampu mata pelajaran sasis dan Pemindah Tenaga, kompetensi siswa dalam memahami teori sistem suspensi masih perlu ditingkatkan. Siswa merasa kesulitan menjelaskan fungsi komponen utama sistem suspensi dan membedakan tipe dan karakteristik suspensi, materi ini seharusnya perlu dipahami terlebih dahulu sebelum praktik. Hal tersebut mengakibatkan siswa kurang siap saat melakukan praktik. Media yang biasa digunakan untuk menyampaikan materi pembelajaran adalah modul, *powerpoint* dan media-media terpisah yang didapat dari beberapa sumber. Selain itu, media tersebut tidak membahas tipe dan karakteristik suspensi sehingga kebutuhan media pembelajaran berupa multimedia interaktif diperlukan untuk membantu siswa memahami materi sistem suspensi. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk mengembangkan media sistem suspensi berbasis *flash* untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Media pembelajaran berbasis *flash* dipilih peneliti karena lebih efektif digunakan tanpa perlu menggunakan aplikasi tambahan untuk dapat mengaksesnya.

Selain itu, media berbasis *flash* dapat memuat banyak jenis konten dari penggunaan media berupa animasi, video, gambar, audio, dan desain media yang lebih fleksibel serta dapat divariasikan dengan latihan soal-soal yang tidak hanya berurutan tetapi dapat dibuat secara acak sehingga lebih variatif dibandingkan media-media yang digunakan saat ini. Oleh karena itu, Salah satu sumber belajar yang dapat dikembangkan adalah media pembelajaran berbentuk multimedia. Menurut Rusman, dkk (2011:71) Menyatakan bahwa multimedia merupakan gabungan dari beberapa media yang disatukan dan berfungsi untuk menyampaikan informasi pada beberapa bidang antara lain:

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

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa kebutuhan media pembelajaran yang mengulas materi sistem suspensi di mata pelajaran pemeliharaan chassis dan pemindah tenaga di SMK Negeri 7 Semarang/STM Pembangunan Semarang sangat diperlukan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas maka identifikasi permasalahan yang ditemukan pada kompetensi pemeliharaan sasis dan pemindah tenaga khususnya materi pembelajaran sistem suspensi yaitu:

1. Hasil belajar teori yang masih rendah pada mata pelajaran pemeliharaan Chassis dan Pemindah Tenaga khususnya kompetensi dasar memahami sistem suspensi.
2. Tingkat pemahaman siswa terhadap mata pelajaran Chassis dan Pemindah Tenaga khususnya kompetensi dasar memahami sistem suspensi masih rendah.
3. Media pembelajaran yang digunakan masih kurang menarik dan kurang interaktif bagi siswa.
4. Menurut siswa proses pembelajaran yang dilaksanakan kurang bervariasi, karena terbatasnya media pembelajaran sehingga berdampak pada minat belajar siswa, maka perlu adanya media pembelajaran yang lebih menarik dan lengkap yaitu media pembelajaran berbentuk multimedia.
5. Guru membutuhkan pengembangan multimedia sistem suspensi yang lebih efektif dari media sebelumnya.
6. Siswa tidak memiliki pegangan bahan ajar untuk belajar dirumah.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah diperlukan untuk memperjelas permasalahan yang telah diuraikan pada latar belakang agar tidak terjadi penyimpangan dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan, peneliti perlu membatasi permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini, antara lain:

1. Media dikembangkan menggunakan *software Adobe Flash CS6*
2. Pengembangan multimedia pembelajaran berfokus pada materi sistem suspensi mobil.

3. Pengembangan multimedia pembelajaran berfokus pada materi komponen utama sistem suspensi dan tipe atau karakteristik suspensi.
4. Penelitian dilakukan di SMK Negeri 7 Semarang/STM Pembangunan Semarang.
5. Penelitian dilakukan di SMK Negeri 7 Semarang/STM Pembangunan kelas XII TKR 1 yang berjumlah 30 siswa.

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini antara lain:

1. Seberapa besar peningkatan hasil belajar siswa kelas XII TKR I dari penggunaan multimedia pembelajaran sistem suspensi berbasis *Adobe flash CS6*?
2. Seberapa layak multimedia pembelajaran sistem suspensi berbasis *Adobe flash CS6* kompetensi memahami sistem suspensi layak digunakan?
3. Seberapa baik tanggapan siswa setelah menggunakan multimedia sistem suspensi mobil berbasis *Adobe Flash CS6* yang dikembangkan?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui peningkatan hasil belajar siswa kelas XII TKR I dari penggunaan multimedia pembelajaran sistem suspensi berbasis *Adobe flash CS6*?
2. Mengetahui tingkat kelayakan multimedia pembelajaran berbasis *Adobe Flash CS6* pada kompetensi memahami sistem suspensi.

3. Mengetahui tanggapan siswa setelah menggunakan multimedia sistem suspensi mobil berbasis *Adobe Flash CS6* yang dikembangkan.

1.6 Manfaat Penelitian

Pengembangan media dilakukan guna memberikan manfaat secara teoritis maupun praktis kepada pihak-pihak yang membutuhkannya, manfaat penelitian ini di antaranya:

1. Manfaat Teoritis

Pengembangan media ini diharapkan dapat menjadi bahan kajian dan referensi literatur yang dapat digunakan untuk penelitian pengembangan berikutnya.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi instansi/sekolah

Sebagai alternatif dan pelengkap media pembelajaran bagi guru untuk mempermudah menyampaikan materi pembelajaran kepada siswa.

- b. Bagi guru, sebagai tambahan media pembelajaran yang dapat digunakan pada mata diklat pemeliharaan sasis dan pemindah tenaga kendaraan ringan mata pelajaran sistem suspensi.

- c. Bagi peneliti,

- 1). Menambah wawasan bagi calon guru tentang pemilihan media yang efektif dan inovatif.

- 2). Mewujudkan kreativitas dalam membuat media pembelajaran guna meningkatkan pembelajaran yang berkualitas.

d. Bagi siswa

- 1). Sebagai media belajar pada mata pelajaran sasis dan pemindah tenaga kompetensi dasar memahami sistem suspensi
- 2). Menambah rasa ingin tahu tentang komponen utama dan karakteristik suspensi pada mobil.
- 3). Mengetahui cara kerja *shock absorber* dan karakteristik suspensi rigid dan independent.
- 4). Sebagai media belajar secara mandiri menggunakan multimedia interaktif.
- 5). Sebagai alat evaluasi secara mandiri untuk mengukur sejauh mana pemahaman tentang materi sistem suspensi.

1.7 Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Produk yang diharapkan dalam penelitian ini adalah berupa media pembelajaran interaktif sistem suspense dengan pesifikasi sebagai berikut:

1. Multimedia pembelajaran dikembangkan dengan menggunakan *software Adobe flash CS6*.
2. Multimedia yang dibuat interaktif dengan adanya tombol navigasi multimedia dan game puzzle serta soal-soal evaluasi.
3. Multimedia dilengkapi gambar, animasi, dan video untuk memperjelas materi, khususnya bagian konsep dasar, komponen utama, cara kerja, dan karakteristik suspensi.

4. Multimedia yang dikembangkan dapat dikemas sesuai kebutuhan dalam bentuk CD (*Compact Disc*) ataupun dapat juga disimpan dalam *flashdisc*. Oleh karena itu, siswa bisa belajar baik di sekolah maupun di rumah menggunakan bantuan komputer atau laptop yang sudah terpasang aplikasi *flash player*. Seperti dikutip dari laman resmi *adobe flash player*, spesifikasi minimal komputer/laptop yang dibutuhkan menjalankan *flash player*, sebagai berikut:

- a) Prosesor : Intel Pentium 4 atau intel Centrino, intel xeon, intel core duo.
- b) *Operation System* (OS) : Microsoft windows 7 (64 bit), windows 8 (64 bit), windows 8.1 (64 bit).
- c) Memori : Memori minimum RAM (*Random access memory*) 2 GB dan rekomendasi RAM 4 GB.
- d) *Hard Disk* : Ruang kosong yang harus disediakan untuk instalasi sebesar 4 GB (*Gigabyte*)
- e) Resolusi Layar : 1024 x 900 (rekomendasi 1280 x 1024)

5. Hasil keluaran file multimedia pembelajaran berupa flash (.fla) bukan *Application Package File* (Apk) karena multimedia ini diterapkan dilaptop/komputer bukan di *handphone* android ataupun IOS.

1.8 Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

Asumsi dalam pengembangan multimedia interaktif sistem suspensi mobil sebagai berikut:

1. Pembelajaran disekolah SMK N 7 Semarang masih menggunakan *powerpoint* dengan desain sederhana dan tidak adanya tombol interaktif untuk media pembelajaran sehingga siswa kurang tertarik.
2. Adanya multimedia berbasis *flash* diharapkan mempermudah siswa untuk memahami materi yang disampaikan.
3. Setiap siswa memiliki peralatan untuk menggunakan multimedia.

Batasan dalam pengembangan multimedia sistem suspensi mobil sebagai berikut:

1. Media pembelajaran yang dikembangkan pada materi pembelajaran sistem suspensi tidak semuanya berupa animasi gerak.
2. Soal evaluasi yang dimasukkan ke multimedia berupa soal pilihan ganda.
3. Multimedia hanya membahas materi komponen, cara kerja, dan karakteristik suspensi.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teori

2.1.1 Hasil Belajar

Menurut Suprihatiningsih (2016:63), hasil belajar dapat pula disebut pelatihan atau *out come* adalah kemampuan yang diterima oleh siswa melalui pendidikan atau pelatihan yang dilakukan atau ditransfer oleh seorang guru kepada siswa yang akan menghasilkan kemampuan, pengetahuan, dan nilai – nilai yang dapat diimplementasikan siswa dalam kehidupannya, baik diaplikasikan di masyarakat, dalam keluarga maupun dunia kerja. Benyamin S Bloom, dkk dalam Arifin (2016:21) menyatakan bahwa “Hasil belajar dapat dikelompokkan ke dalam tiga domain, yaitu kognitif, afektif dan psikomotor”. Selain itu, Arifin (2016:26) mendefinisikan bahwa “hasil belajar merupakan gambaran tentang apa yang harus digali, dipahami, dan dikerjakan peserta didik. Hasil belajar ini merefleksikan keluasan, kedalaman, kerumitan dan harus digambarkan secara jelas serta dapat diukur dengan teknik-teknik penilaian tertentu”.

Berdasarkan penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa hasil belajar adalah suatu hasil nyata yaitu kemampuan dan perubahan perilaku yang didapat siswa setelah menerima belajar yang wujudnya berupa kemampuan kognitif, afektif, dan psikomotorik. Setiap guru harus menyamakan persepsi yang berpedoman pada kurikulum yang berlaku agar proses belajar dapat dikatakan berhasil. Proses belajar mengajar tentang suatu bahan pembelajaran dinyatakan berhasil apabila tujuan

pembelajaran tercapai. Tercapainya tujuan pembelajaran dapat diketahui dengan guru mengadakan tes formatif pada setiap menyajikan suatu bahasan kepada siswa. Penilaian formatif ini untuk mengetahui sejauh mana siswa telah menguasai tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.

Benyamin S. Bloom dalam (Rifa'i dan Anni, 2012:70) menyampaikan tiga taksonomi yang disebut dengan ranah belajar, yaitu: ranah kognitif (*cognitive domain*), ranah afektif (*affective domain*), dan ranah psikomotorik (*psychomotoric domain*). Adapun hasil belajar yang dicapai pada penelitian ini pada ranah kognitif, berikut cakupan aspek ranah kognitif terdiri dari 6 aspek, yaitu:

a. Pengetahuan (*knowledge*)/C-1

Pengetahuan didefinisikan sebagai perilaku mengingat atau mengenali informasi (materi peserta didikan) yang telah dipelajari sebelumnya (Rifa'i dan Anni, 2012: 70). Pada kadar C-1 atau pengetahuan materi suspensi pada mobil, indikatornya siswa dapat menyebutkan dan mengidentifikasi komponen, sebagai contoh komponen sistem suspensi ada *shock absorber*, *pegas*, *bumper*, *balljoint*, *strut bar*, *stabilizer bar*.

b. Pemahaman (*comprehension*)/C-2

Pemahaman didefinisikan sebagai kemampuan memperoleh makna dan materi peserta didikan (Rifa'i dan Anni, 2012: 70). Pada kadar C-2 atau pemahaman materi suspensi pada mobil, indikatornya siswa dapat memahami fungsi komponen sistem suspensi, contohnya fungsi dari ball joint adalah untuk menerima beban vertical dan lateral. *Ball joint* juga berfungsi sebagai sumbu putaran roda saat mobil membelok.

c. Penerapan (*application*)/C-3

Penerapan mengacu pada kemampuan menggunakan materi peserta didikan yang telah dipelajari di dalam situasi baru dan konkret (Rifa'i dan Anni, 2012: 70). Pada kadar C-3 atau penerapan materi suspensi pada mobil, indikatornya siswa dapat Menerapkan abstraksi kedalam situasi baru disebut aplikasi. Sebagai contoh dalam hal ini peserta didik dapat menggambarkan pengoperasian atau cara kerja sistem suspensi dengan grafik atau gambar.

d. Analisis (*analysis*)/C-4

Analisis mengacu pada kemampuan memecahkan material ke bagian-bagian sehingga dapat dipahami struktur organisasinya (Rifa'i dan Anni, 2012:71). Pada kadar C-4 atau menganalisis sistem suspensi cenderung kepada *troubleshooting* sistem suspensi, contohnya ada salah satu komponen yang tidak berfungsi sehingga sistem suspensi tidak bekerja dengan baik.

e. Sintesis (*synthesis*)/C-5

Sintesis mengacu pada kemampuan menggabungkan bagian-bagian dalam rangka membentuk struktur yang baru (Rifa'i dan Anni, 2012:71). Pada kadar C-5 atau sintesis materi suspensi pada mobil, indikatornya siswa dapat membuat kesimpulan dari analisis yang dilakukan terhadap sistem suspensi. Contoh dalam ranah sintesis tentang sistem suspensi yaitu siswa dapat menjelaskan mengapa sistem suspensi memiliki peran yang sangat penting pada kendaraan.

f. Penilaian (*evaluation*)/C-6

Penilaian mengacu pada kemampuan membuat keputusan tentang nilai materi peserta didikan untuk tujuan tertentu (Rifa'i dan Anni, 2012:71). Pada kadar C-6 atau penilaian materi suspensi pada mobil, indikatornya siswa dapat menentukan penggantian komponen utama pada suspensi berdasarkan pada pemeriksaan yang dilakukan. Sebagai contoh siswa dapat menyebutkan hal-hal yang dapat dilakukan untuk mengantisipasi adanya kerusakan pada sistem suspensi.

Dalam penelitian ini, objek penilaian hasil belajar yang diukur adalah ranah kognitif. Ranah kognitif ini nantinya akan disajikan dalam bentuk teks atau gambar pada soal pilihan ganda tentang penjelasan materi komponen, fungsi, cara kerja sistem suspensi sesuai tujuan pembelajaran.

2.1.2 Kajian Silabus

Silabus yang diterapkan pada pembelajaran chassis dan pemindah tenaga kelas XII TKR SMK Negeri 7 Semarang mengacu pada pembelajaran kurikulum 2013 tahun 2014 sebelum dilakukan revisi. Adapun dalam hal ini silabus untuk jenis tersebut ditetapkan oleh kementerian pendidikan dan langsung diterapkan secara praktis oleh pihak sekolah. Berikut adalah silabus pembelajaran sistem suspensi pada peserta didik kelas XII TKR SMK Negeri 7 Semarang.

Tabel 2.1. Silabus kompetensi dasar memahami dan memelihara sistem suspensi.

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
3.2 Memahami Sistem Suspensi 4.2 Memelihara sistem suspensi	<ul style="list-style-type: none"> Identifikasi suspensi dan komponen-komponennya Pemeriksaan sistem suspensi dan komponen-komponennya sesuai SOP Perawatan sistem suspensi dan komponen-komponennya. Perbaiki sistem suspensi dan komponen-komponennya 	<p>Mengamati</p> <ul style="list-style-type: none"> Tayangan atau simulasi macam-macam suspensi kendaraan ringan <p>Menanya</p> <p>Mengajukan pertanyaan terkait tayangan atau simulasi atau hal-hal yang berhubungan dengan suspensi kendaraan ringan.</p> <p>Mengeksplorasi</p> <ul style="list-style-type: none"> Menuliskan atau menyebutkan macam-macam konstruksi, jenis-jenis suspensi kendaraan ringan. Membuat perbandingan kelebihan jenis-jenis suspensi kendaraan ringan. <p>Mengasosiasi</p> <p>Membuat kesimpulan tentang kelebihan dan kekurangan jenis-jenis suspensi kendaraan ringan.</p> <p>Mengkomunikasikan</p> <p>Menerapkan prosedur yang benar cara penanganan suspensi kendaraan ringan.</p>	<p>Tugas</p> <ol style="list-style-type: none"> Membuat rangkuman tentang suspensi kendaraan ringan (macam, jenis, konstruksi) Membuat laporan praktek suspensi kendaraan ringan. <p>Observasi</p> <p>Mengamati keaktifan peserta didik dalam melakukan praktik</p> <p>Portofolio</p> <p>Laporan praktek dinilai berdasarkan kelengkapan ulasan sesuai dengan praktek yang dilakukan.</p> <p>Tes</p> <p>Pilihan Ganda/ Essay</p>	44 JP	Buku bacaan yang relevan, media internet, model suspensi sistem

*Sumber: SMK N 7 Semarang

Materi pembelajaran sistem suspensi yang digunakan pada mata pelajaran Pemeliharaan Chassis dan Pemindah Tenaga Kendaraan Ringan (PCPTKR) SMKN 7 Semarang dikembangkan dengan memperhatikan silabus yang sudah ada sebagai pedoman dalam proses pembelajaran. Pembelajaran sistem suspensi mengacu pada kompetensi dasar memahami dan memelihara sistem suspensi dengan materi pokok:

- 1) Mengidentifikasi sistem suspensi sesuai Standar Operasional Prosedur (SOP), /C-1 Benyamin S. Bloom dalam Utari, dkk (2001).

Peserta didik mengidentifikasi tentang sistem suspensi yang dijelaskan oleh guru di materi yang sedang atau sudah diterangkan baik di dalam media ataupun benda kerja. Setelah mengidentifikasi, peserta didik merangkum dan menyimpulkan dari hasil identifikasi tersebut. Guru melakukan evaluasi diakhir pertemuan pembelajaran untuk mengetahui tingkat pemahaman peserta didik.

- 2) Memeriksa fungsi sistem suspensi sesuai Standar Operasional Prosedur, /C-2 Benyamin S. Bloom dalam Utari, dkk (2001).

Peserta didik memeriksa fungsi sistem suspensi sesuai *jobsheet* dan arahan guru yang diberikan di materi sebelum praktik. Setelah memeriksa, peserta didik menyimpulkan dari hasil pemeriksaan tersebut apakah sistem suspensi masih berfungsi dengan baik atau sudah tidak berfungsi dengan baik. Guru melakukan evaluasi diakhir pertemuan pembelajaran untuk mengetahui tingkat pemahaman dan keterampilan peserta didik.

- 3) Mendiagnosa, memperbaiki, dan menguji sistem suspensi sesuai Standar Operasional Prosedur (SOP)/ C-4 Benyamin S. Bloom dalam Utari, dkk (2001).

Peserta didik mendiagnosa, memperbaiki dan menguji sistem suspensi sesuai *jobsheet* dan arahan guru sebelum praktik ataupun saat praktik. Peserta didik menyimpulkan dari hasil diagnosa tersebut komponen apa yang mengalami kerusakan. Setelah mendiagnosa sistem suspensi, peserta didik diberi tugas untuk memperbaiki kerusakan dari sistem suspensi tersebut. Hal ini dilakukan supaya peserta didik memiliki keterampilan dan kemampuan berfikir yang baik. Setelah itu, peserta didik menguji benda kerja/praktik. Guru memeriksa hasil praktik peserta didik, dan melakukan evaluasi diakhir pertemuan pembelajaran.

- 4) Memelihara/ servis sistem suspensi dan komponen-komponennya sesuai dengan Standar Operasional Prosedur (SOP)/C-5 Benyamin S. Bloom dalam Utari, dkk (2001).

Peserta didik memelihara/servis sistem suspensi sesuai *jobsheet* dan prosedur yang benar. Komponen utama yang yang diperiksa meliputi: pegas, shock absorber, ball joint, stabilizer bar, bump stop, bushing karet, strut bar, bumper dan sebagainya. Diharapkan melalui penggunaan multimedia sistem suspensi yang baik akan mendukung proses pembelajaran sesuai dengan kompetensi dasar pada silabus untuk menghasilkan pembelajaran yang optimal.

2.1.3 Multimedia Pembelajaran

2.1.3.1 Pengertian Multimedia

Menurut Rusman, dkk (2011:71) multimedia merupakan sebuah media yang digunakan untuk menyampaikan pesan atau informasi dalam bentuk berbagai media yang disajikan menjadi satu perangkat yang terdiri dari media suara, media gambar,

media animasi, teks, dan video. Pendapat lain menyatakan bahwa, multimedia merupakan presentasi materi yang berupa teks dan gambar yang berarti materi yang disajikan dalam bentuk verbal dan gambar yang dimaksud merupakan materi-materi yang disajikan dalam bentuk gambar (Mayer, 2002:28).

Menurut Nasser dan Hasemadi (2013:1-2) multimedia dapat diartikan sebagai kombinasi dari teks, gambar atau foto, animasi video, maupun audio yang disampaikan melalui komputer atau peralatan manipulasi elektronik dan digital lainnya. Selain itu, istilah multimedia juga dapat diartikan kumpulan teknologi yang beragam yang mengkombinasikan media visual (penglihatan) dan audio (pendengaran dengan cara-cara yang baru atau modern untuk tujuan komunikasi). Pendapat serupa juga dikemukakan oleh Mayer dalam (Amadiou dkk, 2015:2) bahwa “*Multimedia can be defined as the presentation of material using both verbal (printed or spoken text) and pictorial forms (e.g., graphs, pictures, maps, animations, videos, etc.)*” artinya yaitu multimedia sebagai suatu presentasi materi menggunakan verbal (dicetak maupun diucapkan) dan menggunakan simbol-simbol piktorial (seperti grafik, gambar, map, animasi, video, dsb).

Berdasarkan definisi yang dikemukakan di atas dapat disimpulkan bahwa multimedia adalah gabungan antara berbagai media yang berisi teks, gambar, audio, animasi, dan video yang digunakan untuk menyampaikan informasi atau pesan. Multimedia dapat membantu mempertajam pesan tersebut karena multimedia memiliki kelebihan menarik indera dan menarik minat. Dua kelebihan tersebut merupakan gabungan antar pandangan, suara, dan gerakan. Lembaga riset dan penerbitan

computer, yaitu computer technology research (CTR) menyatakan bahwa orang hanya mampu mengingat 20% dari yang dilihat dan 30% dari yang didengar. Tetapi orang dapat mengingat 50% dari yang dilihat dan didengar dan 80% dari yang dilihat, didengar dan dilakukan sekaligus. Berdasarkan hal tersebut, multimedia memiliki peran yang cukup penting untuk membantu memudahkan siswa dalam mengingat materi yang disampaikan. Multimedia dapat disampaikan melalui komputer atau alat digital lainnya. Pembelajaran juga menjadi menarik bagi peserta didik dibandingkan dengan media belajar seperti buku, diktat, *jobsheet*, dan papan tulis maupun metode ceramah yang hanya berbasis satu media saja atau sering disebut monomedia.

2.1.3.2 Klasifikasi Multimedia

Menurut Munir (2013:3) secara garis besar multimedia dapat dibedakan menjadi beberapa klasifikasi antara lain:

1. Multimedia stand alone / offline dan multimedia berbasis network

Multimedia *stand alone* merupakan jenis media *offline* di mana untuk mengaksesnya tidak memerlukan jaringan internet, sementara pada multimedia berbasis *network* sangat bergantung pada jaringan saat mengaksesnya. Terdapat kelebihan dan kekurangan pada masing-masing jenis multimedia tersebut yang dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Perbedaan Multimedia *Stand Alone* dan Multimedia Berbasis *Network*.

No	Multimedia stand alone	Multimedia berbasis network
1.	Tidak memerlukan akses internet sehingga performa multimedia lebih baik.	Memerlukan jaringan untuk mengakses sehingga sering terjadi delay apabila koneksi buruk.
2.	Pembaruan sulit/lebih lambat dilakukan	Kemampuan untuk mengakses informasi dan memperbarui data lebih up to date.
3.	Tidak memerlukan infrastruktur jaringan namun membutuhkan perangkat yang dapat menjalankan program multimedia dengan baik.	Memerlukan infrastruktur dan sistem jaringan yang memadai agar multimedia dapat berjalan dengan baik.

2. Multimedia linear dan multimedia interaktif

Munir (2013:4) Multimedia linear merupakan multimedia yang tidak dilengkapi alat pengontrol sehingga jalannya multimedia mengikuti interaktif dilengkapi dengan alat pengontrol sehingga pengguna dapat memilih apa yang dikehendaki.

3. Multimedia temporal dan multimedia non-temporal

Munir (2013:3) Multimedia temporal merupakan multimedia yang tergantung pada waktu, contoh dari media ini antara lain video, suara/ audio, dan animasi. Media non-temporal merupakan media yang tidak bergantung pada waktu, contohnya media gambar, teks, dan grafik.

Berdasarkan definisi yang dikemukakan di atas dapat disimpulkan bahwa Multimedia lebih efektif dibandingkan buku atau media tulis maupun gambar karena multimedia bukan hanya menuangkan teks dan gambar melainkan menghidupkannya dengan menggunakan audio, animasi, video, dan sebagainya sehingga tampak lebih menarik dan dapat membangkitkan semangat belajar peserta didik. Melalui multimedia pembelajaran peserta didik diharapkan lebih tertarik dengan materi yang diajarkan sehingga dapat meningkatkan pemahaman mereka terhadap materi yang diajarkan. Multimedia sangat bermanfaat dalam proses pembelajaran karena dapat mempermudah pembelajaran (Kotevski dan Tasevska 2017:33).

2.1.3.3 Komponen Multimedia

Menurut Rahayu (2013: 8) komponen multimedia terdiri dari:

1. Teks

Rahayu (2013: 8) Tampilan dalam bentuk teks atau yang lebih dikenal dengan istilah tipografi merupakan elemen yang cukup penting dalam pembuatan multimedia. Sebagian besar multimedia menggunakan teks karena sangat efektif untuk menyampaikan ide dan panduan kepada pengguna. Teks merupakan bentuk data multimedia yang paling mudah disimpan dan dikenali, serta file teks mempunyai struktur yang sederhana. Teks biasanya mengacu pada kata, kalimat, alinea, segala sesuatu yang tertulis atau ditayangkan.

2. Grafik (Gambar)

Rahayu (2013: 8) Grafik atau gambar merupakan sarana pembentukan informasi yang lebih mudah untuk dipahami. Gambar juga merupakan salah satu

komponen penting dalam multimedia karena dapat meringkas dan menyajikan data kompleks serta mampu menyampaikan banyak kata. Gambar dalam publikasi multimedia lebih menarik perhatian dan dapat mengurangi kebosanan dibandingkan dengan teks, sebab manusia selalu berorientasi terhadap visual.

3. Audio

Rahayu (2013: 9) Teknologi audio juga berperan penting dalam penyampaian informasi, tanpa adanya audio dalam sebuah multimedia maka hasilnya tidak lengkap. Suara atau audio di dalam multimedia biasanya berupa suara music, suara dari voice record dan efek-efek suara lain.

4. Video

Rahayu (2013: 9) Video adalah gambar-gambar yang saling berurutan sehingga menimbulkan efek gerak. Pembuatan video dalam tampilan multimedia bertujuan untuk membuat tampilan yang dihasilkan lebih menarik.

5. Animasi

Rahayu (2013: 9) Animasi merupakan kumpulan gambar yang ditampilkan secara bergantian dan berurutan sehingga terlihat bergerak hidup. Pergerakan animasi akan lebih mudah dimengerti daripada objek atau gambar diam. Selain itu, animasi lebih menarik dan mudah dimengerti daripada hanya sekedar gambar karena lebih komunikatif dalam menyampaikan suatu tujuan.

Menurut Munir (2012:8) beberapa keuntungan multimedia pembelajaran antara lain:

1) Lebih komunikatif

Munir (2012:8) Informasi yang menggunakan gambar dan animasi lebih mudah dipahami oleh pengguna dibandingkan informasi yang dibuat dengan cara lain. Informasi yang diperoleh dengan membaca kadang-kadang sulit dimengerti sehingga harus membacanya berulang-ulang.

2) Mudah dilakukan perubahan

Munir (2012:8) Perkembangan organisasi, lingkungan, ilmu pengetahuan teknologi, dan lain-lain berpengaruh terhadap informasi. Informasi menjadi tidak relevan lagi dengan keadaan yang ada, sehingga perlu diperbaharui sesuai dengan kebutuhan yang ada. Dalam multimedia, semua informasi disimpan dalam komputer. Informasi itu bisa diubah ditambahkan, dikembangkan, atau digunakan sesuai dengan kebutuhan.

3) Interaktif

Munir (2012:8) Penggunaan aplikasi interaktif diantaranya untuk presentasi, perkonomian, Pendidikan dalam lain-lain. Pengguna dapat interaktif sehingga keinginannya langsung bisa terpenuhi. Hal ini tidak bisa dilakukan pada informasi yang disajikan dengan cara lain seperti media cetak.

4) Lebih leluasa menuangkan kreativitas

Munir (2012:8) Pengembangan aplikasi interaktif atau multimedia *designer* atau *author* dapat menuangkan kreatifitasnya supaya informasi dapat lebih komunikatif, estetis, dan ekonomis sesuai kebutuhan. Hal ini bisa dilakukan karena perangkat

lunak multimedia menyediakan *tools* serta *programming language* sehingga memungkinkan pembuatan aplikasi yang kreatif.

Menurut Daryanto (2016) beberapa keunggulan dari multimedia interaktif yang lebih khusus, yaitu:

- a. Memperbesar benda yang sangat kecil dan tidak tampak oleh mata. Seperti: kuman, bakteri, dan elektron.
- b. Memperkecil benda yang sangat besar yang tidak mungkin dihadirkan ke sekolah seperti: gajah, rumah, gunung.
- c. Menyajikan benda atau peristiwa yang jauh, seperti bulan, bintang, dan salju.
- d. Menyajikan benda atau peristiwa yang kompleks, rumit dan berlangsung cepat atau lambat, seperti sistem tubuh manusia, bekerjanya suatu mesin, beredarnya planet mars, dan berkembangnya bunga.
- e. Menyajikan benda atau peristiwa yang berbahaya, seperti letusan gunung berapi, harimau, dan racun.
- f. Meningkatkan daya tarik dan perhatian siswa.

Berdasarkan pendapat ahli di atas dapat disimpulkan bahwa dalam hal ini multimedia interaktif memiliki kelebihan dapat memperbesar atau memperkecil benda yang akan diperlihatkan kepada siswa, menyajikan benda atau peristiwa yang kompleks, rumit dan berlangsung cepat atau lambat, lebih interaktif dengan tombol navigasi yang tidak terdapat pada media pembelajaran cetak, mudah dilakukan perubahan, dan lebih menarik perhatian siswa. Mengacu pada simpulan tersebut, multimedia yang dikembangkan oleh peneliti menggunakan software adobe flash CS6

yang dapat mencakup cara kerja *shock absorber* (kompresi dan ekspansi) pada komponen utama sistem suspensi yang tidak dapat dilihat secara langsung dan juga cara kerja pada stabilizer bar. Hal tersebut bertujuan untuk memudahkan siswa dalam memahami materi yang dibelajarkan dan menarik minat siswa pada saat proses belajar mengajar.

(Alsadhan dkk, 2014:27-28) menambahkan bahwa multimedia yang buruk antara lain: tidak adanya perencanaan yang baik, tidak mudah digunakan, tidak adanya evaluasi, dan tidak terstandarisasi dengan baik. Oleh karena itu, sebelum diuji coba atau disebarluaskan multimedia pembelajaran harus terlebih dulu diuji dari sisi kelayakan materi dan desain media.

2.1.4 Adobe Flash CS6

Flash adalah salah satu software animasi yang dikeluarkan macromedia yang kini telah diadopsi oleh Adobe, Inc. *Adobe flash professional CS6* merupakan versi *Adobe flash* yang telah diperbaharui dari versi sebelumnya yaitu *Adobe Flash CS3 Professional*, *Adobe Flash CS4 Professional*, dan *Adobe Flash Professional CS5*. *Adobe Flash Professional CS6* adalah *software* grafis animasi yang dapat membuat objek grafis dan menganimasikannya sehingga kita dapat langsung membuat objek desain tanpa harus menggunakan software grafis pendukung seperti *illustrator* atau *photoshop* (Script 2008:1).

Adobe flash merupakan perangkat lunak pembuat animasi yang cukup populer, dimana dalam *adobe flash* memberikan kemudahan dalam penggunaannya, tampilan interface, fungsi dan pilihan palet yang beragam, serta kumpulan tools lengkap yang

dapat membantu membuat karya animasi (Nugraha dan Muhtadi 2015:19). *Adobe flash CS6* merupakan salah satu aplikasi pembuatan media pembelajaran interaktif yang mudah dan dapat digunakan oleh semua orang. Kelebihan dari adobe flash CS6 yaitu memiliki fitur yang banyak sehingga mampu menghubungkan gambar, suara dan animasi secara bersamaan serta adobe flash CS6 juga memiliki fitur yang berektensi tinggi, sehingga media bisa tersimpan dalam handphone (Rezeki, 2018:856-857).

Kelebihan program *adobe flash* yang lain menurut (Rizal dkk, 2016:169) yaitu *adobe flash* merupakan teknologi animasi web yang populer. Ukuran file yang kecil dengan kualitas yang baik, kebutuhan hardware tidak tinggi, dapat membuat website, cd-interaktif, animasi web, animasi kartun, kartu elektronik, iklan TV, banner di web, presentasi menarik, membuat permainan (game), aplikasi web dan hadphone. Hasil akhir flash memiliki ukuran yang lebih kecil (setelah di publish), animasi dapat dibentuk, dijalankan dan dikontrol. *Adobe Flash* dapat mengimport hampir semua gambar dan file-file audio sehingga dapat lebih hidup. Gambar tidak akan pecah meskipun di zoom beberapa kali karena gambar flash bersifat gambar vector. Hasil akhir dapat disimpan dalam berbagai macam bentuk seperti *.avi, *.gif, *.mov, maupun exe.



Berdasarkan pendapat ahli di atas dapat disimpulkan bahwa dalam hal ini *Adobe flash* digunakan sebagai media presentasi karena memiliki kelebihan, antara lain hasil akhir file flash memiliki ukuran yang lebih kecil (setelah di publish) *Adobe flash* mampu mengimpor hampir semua *file* gambar dan file-file audio sehingga presentasi khususnya dalam media belajar di sekolah dengan *Adobe flash* dapat lebih hidup,

animasi dapat dibentuk, dijalankan, dan dikontrol. Selain itu, *Adobe flash* dapat membentuk file executable (*.exe) sehingga dapat dijalankan pada PC (*Personal Computer*) manapun tanpa harus menginstal terlebih dahulu program *Adobe flash*. (Rahmaibu dkk, 2016:2-3).

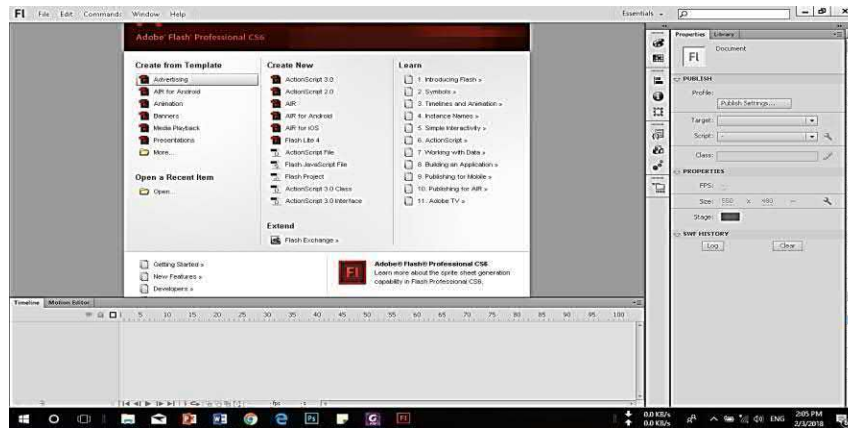
2.1.4.1 Interface dan Komponen Kerja Adobe Flash CS6

1. Menjalankan program *Adobe Flash CS6* (Madcoms 2013:3).

Setelah program *Adobe Flash CS6* terinstal maka untuk membuka atau menjalankannya dapat menggunakan cara-cara berikut ini:

1. Klik start menu → program → *Adobe Flash CS6*
2. Klik ikon  pada *desktop* atau *taskbar*.
3. Tekan tombol  + R secara bersamaan dan ketikkan “*flash*” kemudian tekan tombol *enter*.

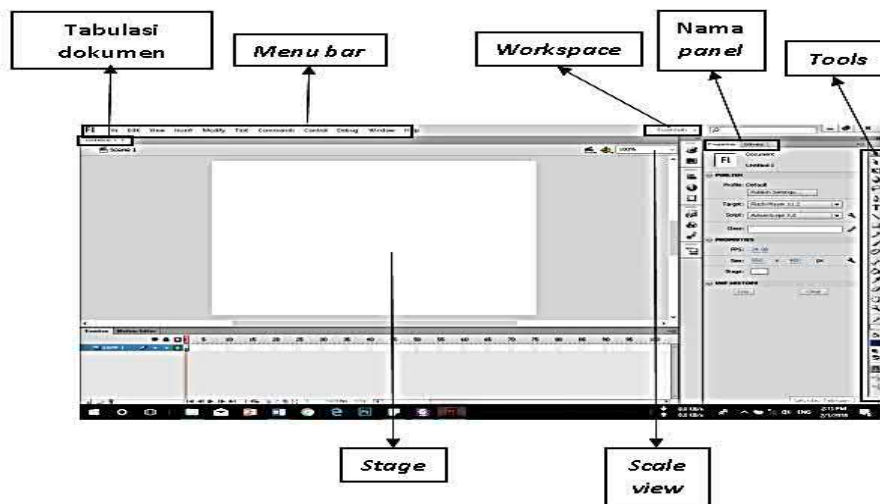
Setelah perintah di atas dieksekusi maka segera akan muncul jendela awal program *Adobe Flash CS6* seperti terlihat pada gambar 2.1. Setelah itu, untuk membuat lembar kerja baru pilih salah satu menu di kolom “*Create new*”. (Madcoms 2013:3).



Gambar 2.1 Tampilan awal program *Adobe Flash CS6*.
Sumber: (Madcoms 2013:4).

a. Lembar kerja program *Adobe Flash CS6*

Setelah membuat lembar kerja baru pada jendela awal *Adobe Flash CS6* maka akan tampil lembar kerja *adobe flash* yang memiliki bagian-bagian seperti terlihat pada gambar 2.2. (Madcoms 2013:5).



Gambar 2.2 Lembar kerja *Adobe Flash CS6*.
Sumber: (Madcoms 2013:5).

b. Komponen kerja *Adobe Flash CS6*

(Madcoms 2013:6). Program Adobe Flash CS6 memiliki komponen kerja yang masing-masing memiliki fungsi:

1. Panel tools: merupakan panel yang menampung tombol-tombol yang berguna untuk membuat desain animasi. (Madcoms 2013:6).
2. Timeline: digunakan untuk mengatur durasi animasi, layer, jumlah frame, script dan beberapa keperluan animasi lainnya. (Madcoms 2013:9).
3. Stage: merupakan lembar kerja yang digunakan untuk membuat dan mendesain objek yang akan dibuat animasi. (Madcoms 2013:12).
4. Panel properties: berfungsi untuk menampilkan perintah dari sebuah tombol yang terpilih sehingga dapat memaksimalkan fungsi. (Madcoms 2013:13).
5. Motion editor: digunakan untuk mengontrol kontrol animasi yang telah dibuat. (Madcoms 2013:13).
6. Efek filters: bagian dari panel properties yang menampilkan berbagai jenis efek filter untuk mempercantik tampilan objek. (Madcoms 2013:14).
7. Panel actions: menuliskan perintah action script saat membuat animasi interaktif. (Madcoms 2013:15).
8. Panel color: memodifikasi warna pada objek yang dipilih. (Madcoms 2013:15).

2.1.4.2 Istilah-istilah dalam *Adobe Flash CS6*

Beberapa istilah yang digunakan dalam proses pembuatan animasi menggunakan *software Adobe Flash CS6* antara lain dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Istilah-istilah dalam *Adobe Flash CS6* (Madcoms 2013:2)

No	Istilah	Keterangan
1	Animasi	Suatu gerakan objek gambar atau teks yang diatur sedemikian rupa sehingga kelihatan bergerak.
2	<i>Action script</i>	Suatu perintah yang diletakkan pada suatu <i>keyframe</i> atau objek sehingga <i>frame</i> atau objek tersebut akan menjadi interaktif.
3	<i>Scene</i>	<i>Layer</i> yang digunakan untuk menyusun objek-objek baik berupa teks maupun gambar.
4	<i>Properties</i>	Panel yang menampilkan perintah dari suatu perintah yang lain.
5	<i>Movie clip</i>	Suatu animasi yang dapat digabungkan dengan animasi atau objek yang lain.
6	<i>Frame</i>	Bagian dari <i>layer</i> yang digunakan untuk mengatur pembuatan animasi.
7	<i>Keyframe</i>	Suatu simbol berbentuk lingkaran kecil yang digunakan untuk membatasi suatu gerakan animasi.
8	<i>Timeline</i>	Bagian lembar kerja yang menampilkan <i>layer</i> dan <i>frame</i> .
9	<i>Masking</i>	Perintah yang digunakan untuk menghilangkan isi dari suatu <i>layer</i> dan nisi <i>layer</i> tersebut akan tampak saat animasi dijalankan.

10	<i>Layer</i>	Sebuah nama tempat yang digunakan untuk menampung satu gerakan objek, sehingga jika ingin membuat gerakan lebih dari satu objek sebaiknya diletakan pada <i>layer</i> yang berbeda.
----	--------------	---

2.1.5 Sistem suspensi

Sistem suspensi pada mobil merupakan salah satu komponen mekanik penting dalam keseluruhan perangkat mobil (Rohmad dkk, 2015:50). Sistem suspensi berfungsi untuk meredam getaran dan menopang beban bodi kendaraan (Wahjudi 2018:25). Sistem suspensi terletak antara body mobil dan roda-roda, dirancang untuk menyerap kejutan dari permukaan jalan yang tidak rata sehingga menambah kenyamanan berkendara. Oleh karena itu, suspensi menjadi salah satu komponen yang penting pada kendaraan. Suspensi terdiri atas pegas, shock absorber, peredam kejut, stabilizer, dan sebagainya (Buntarto 2015:2).

Adapun fungsi suspensi (Sudaryono 2013:201) sebagai berikut:

1. Suspensi bersama-sama dengan ban menyerap dan meredam bermacam getaran, kejutan, dan turun-naik dari permukaan jalan untuk melindungi penumpang dan barang bawaan serta untuk meningkatkan kestabilan mengemudi.
2. Menyalurkan gaya maju (percepatan), pengerem (perlambatan) dan gaya kesamping (sentrifugal saat maneuver) yang dihasilkan karena gesekan antara permukaan jalan dengan roda ke body.

3. Menopang bodi pada axle dan menjaga hubungan antara body dan roda-roda secara geometris.

Suspensi dapat dikatakan berfungsi dengan baik (Novriza, 2012) apabila:

1. Dapat mengurangi vibrasi dan tumbukan.
2. Dapat melindungi bodi, penumpang dan muatan.
3. Dapat menyalurkan tenaga dorong dan tenaga pengereman.
4. Dapat menjaga roda agar posisinya benar selaras dengan bodinya seperti ditentukan sebelumnya.
5. Dapat menjaga kemampuan untuk bergerak.

2.1.5.1 Prinsip Kerja Suspensi

Saat roda-roda menerima kejutan dari permukaan jalan, maka akan diteruskan ke *lower* maupun *upper arm*, lalu gaya tersebut ditahan oleh pegas dan mengakibatkan terjadinya pemendekan dan pemanjangan pegas, kemudian gaya pemegasan diperhalus oleh peredam getaran (*shock absorber*) agar tidak terjadi oskilasi/pantulan berlebihan. Hal ini memungkinkan roda tetap menapak pada jalan (Buntarto 2015: 2).

2.1.5.2 Komponen Utama Sistem Suspensi

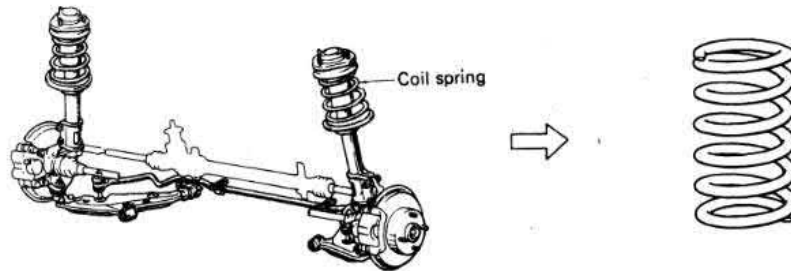
Komponen utama sistem suspensi terdiri atas pegas dan *shock absorber*. Pegas dan *shock absorber* digunakan pada semua sistem suspensi, sedangkan komponen lainnya digunakan pada model tertentu saja. Berikut ini penjelasan mengenai komponen utama sistem suspensi (Isuzu 2007).

1. Pegas

Pada sistem suspensi pegas berperan penting sekali dalam hubungannya antara poros-poros dan rangka dengan jalan menahan kejutan-kejutan dari jalan (Daryanto 2002:47). Pada umumnya suspensi terdiri atas tiga macam pegas yaitu:

a. Pegas coil

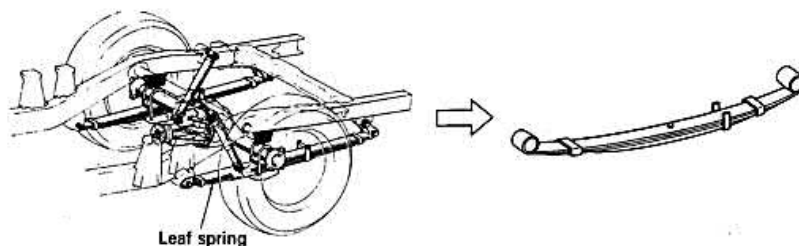
Pegas koil (*coil spring*) dibuat dari batan baja khusus dan berbentuk spiral. Pada saat pemegasan batang pegas coil menerima beban punter dan lengkung. (Isuzu 2007).



Gambar 2.3 Pegas coil
Sumber: (Toyota 1995)

b. Pegas daun

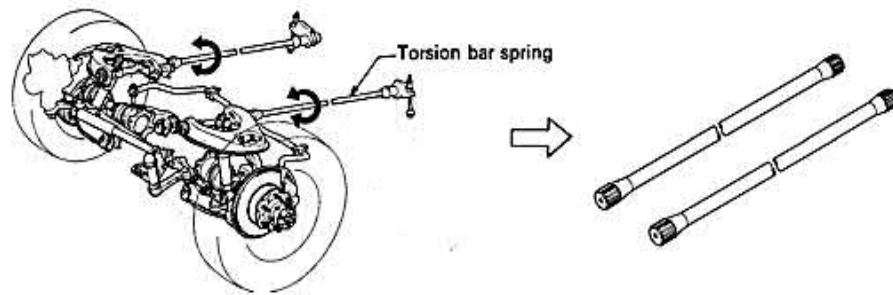
Pegas daun (*leaf spring*) dibuat dari bilah baja yang bengkok dan lentur. (Toyota 1995).



Gambar 2.4 Pegas daun
Sumber: (Toyota 1995)

c. Pegas batang torsi

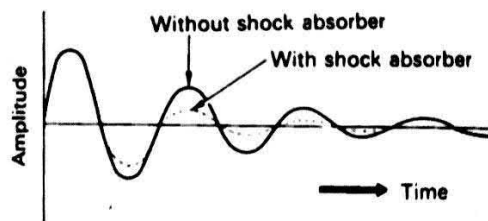
Pegas batang torsi (*torsion bar spring*) dibuat dari batang baja yang elastis terhadap puntiran (Toyota 1995). Pada saat pemegasan, pegas menerima beban puntir/momen puntir.



Gambar 2.5 Pegas batang torsi
Sumber: (Toyota 1995)

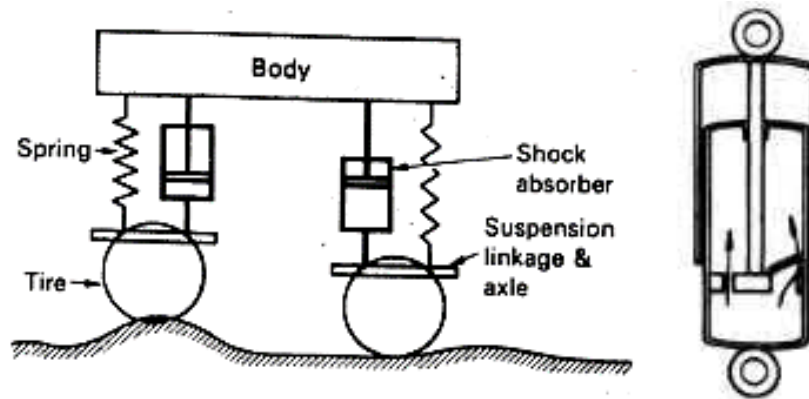
2. *Shock absorber*

Apabila pada suspensi hanya terdapat pegas, kendaraan akan cenderung beroskilasi naik turun pada waktu menerima kejutan dari jalan. Akibatnya berkendara menjadi tidak nyaman. (Toyota 1995).



Gambar 2.6 Ke evektifan dari *Shock Absorber*
Sumber: (Toyota 1995)

Oleh karena itu *shock absorber* dipasang untuk meredam oskilasi dengan cepat agar memperoleh kenikmatan berkendara dan kemampuan cengkeram ban terhadap jalan (Isuzu 2007).

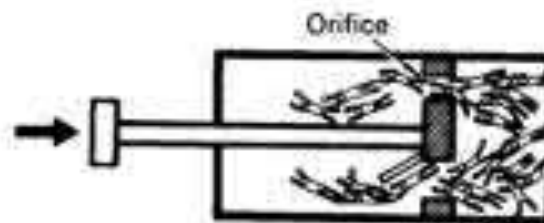


Gambar 2.7 Shock absorber
Sumber: (Toyota 1995)

Di dalam *shock absorber* telescopic terdapat cairan khusus yang disebut minyak *shock absorber*.

Adapun cara kerjanya *shock absorber* (Isuzu 2007). sebagai berikut:

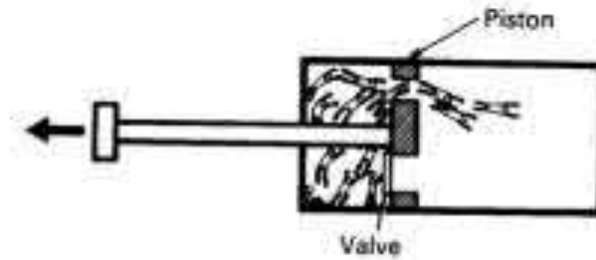
a. Saat Kompresi



Gambar 2.8 Prinsip kerja *shock absorber* saat kompresi
Sumber: (Isuzu training manual 2007)

Saat kompresi katup terbuka, minyak dapat mengalir dengan mudah sehingga tidak terjadi peredaman.

b. Saat ekspansi



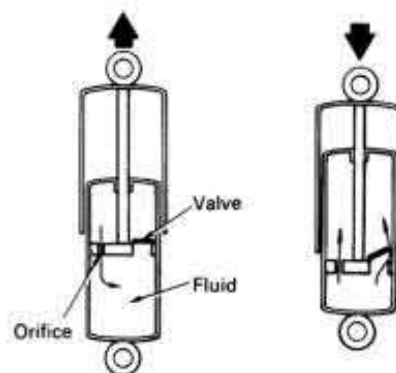
Gambar 2.9. Prinsip kerja *shock absorber* saat ekspansi
Sumber: (Isuzu training manual 2007)

Saat katup tertutup/ekspansi, minyak mengalir melalui *orifice* (lubang kecil) sehingga terjadi peredaman.

Adapun tipe *Shock Absorber* sebagai berikut (Isuzu training manual 2007):

Penggolongan menurut cara kerja:

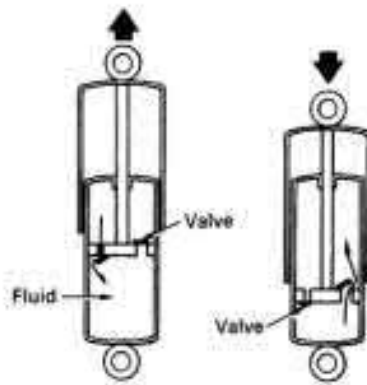
1. Shock absorber kerja tunggal (*single action*)



Gambar 2.10 Tipe shock absorber kerja tunggal (*single action*)
Sumber: (Isuzu training manual 2007)

Tipe shock absorber kerja tunggal (single action) ini prinsip kerjanya adalah efek meredam hanya terjadi saat ekspansi, sebaliknya saat kompresi tidak terjadi peredaman (Isuzu training manual 2007).

2. Shock absorber kerja ganda (double action)

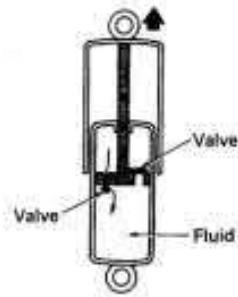


Gambar 2.11 Tipe shock absorber kerja ganda (*double action*)
Sumber: (Isuzu training manual 2007)

Tipe shock absorber kerja ganda (double action) ini prinsip kerjanya adalah efek meredam hanya terjadi saat ekspansi, sebaliknya saat kompresi tidak terjadi peredaman (Isuzu training manual 2007).

Penggolongan menurut konstruksi:

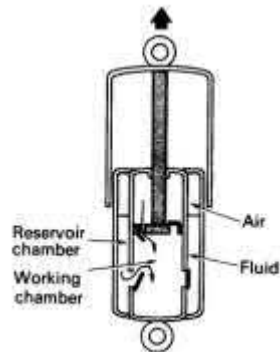
1. Shock absorber tipe monotube



Gambar 2.12 Shock absorber tipe monotube
 Sumber: (Isuzu training manual 2007)

Tipe shock absorber mono tube didalamnya terdapat satu silinder tanpa reservoir.

2. Shock absorber tipe monotube

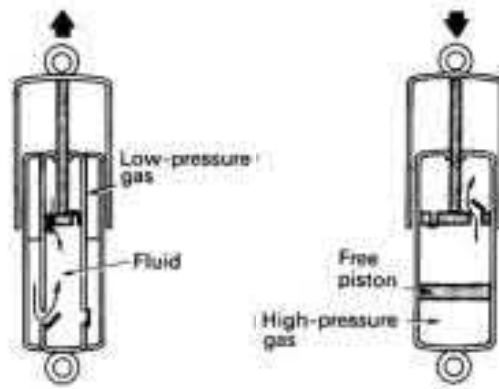


Gambar 2.13 Shock absorber tipe twin tube
 Sumber: (Isuzu training manual 2007)

Tipe shock absorber twin tube didalamnya terdapat pressure dan outer chamber yang membatasi working chamber dan reservoir chamber (Isuzu training manual 2007).

Penggolongan menurut medium kerja:

1. Shock absorber tipe gas



Gambar 2.14 Shock absorber yang diisi dengan gas bertekanan rendah dan tinggi
Sumber: (Isuzu training manual 2007)

Shock absorber tipe gas adalah shock absorber hidraulis yang diisi dengan gas. Gas yang biasa digunakan adalah nitrogen, yang dijaga pada tekanan rendah 10-15 kg/cm² atau tekanan tinggi 20-30 kg/cm² (Isuzu training manual 2007).

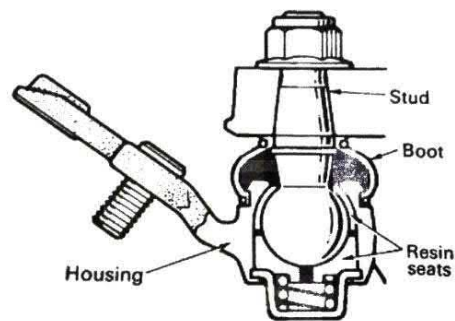
3. *Ball joint*

Ball joint menerima beban vertikal maupun lateral. Disamping itu juga berfungsi sebagai sumbu putaran roda pada saat kendaraan membelok. (Isuzu 2007).



Gambar 2.15 *Ball joint*
Sumber: (Buntarto 2015: 56)

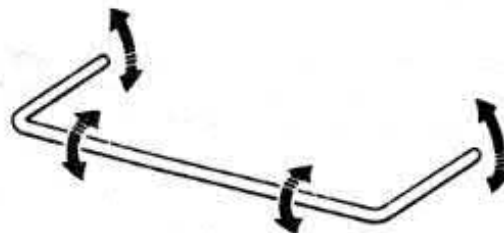
Pada bagian dalam *ball joint* terdapat gemuk untuk melumasi bagian yang bergesekan yang harus diganti secara berkala dengan tipe *molybdenum disulfide lithium base*. Pada tipe *ball joint* yang menggunakanudukan resin, tidak diperlukan penggantian gemuk (Buntarto 2015: 56).



Gambar 2.16 Penampang *ball joint*
Sumber: (Buntarto 2015: 57)

4. *Stabilizer Bar*

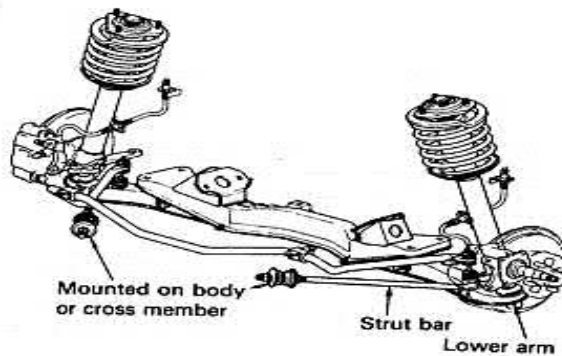
Stabilizer berfungsi untuk mengurangi kemiringan mobil pada saat mobil belok dan juga dapat menambah kemampuan cengkeram roda terhadap jalan yang dapat membuat mobil menjadi tetap stabil (Buntarto 2015:53). *Stabilizer* dipasang pada lengan suspensi bawah melalui bushing karet dan ring dan ujung-ujung lain pada bodi melalui bushing karet. Batang *stabilizer* terbuat dari baja.



Gambar 2.17 *Stabilizer*
Sumber: (New Step 1 Toyota 1995)

5. *Strut Bar*

Strut bar berfungsi untuk menahan *lower arm* agar tidak bergerak maju-mundur, saat menerima kejutan dari jalan atau dorongan akibat terjadinya pengereman. (Isuzu 2007).



Gambar 2.18 *Strut bar*

Sumber: (Isuzu training manual 2007)

6. *Bump Stop* (Tonjolan Penghenti)

(Buntarto 2015:54) *Bump Stop* dipasang untuk mencegah kerusakan pada pegas jika gaya dipaksakan pada suspensi. *Bump Stop* biasanya terbuat dari karet dan berbentuk blok sehingga rumah poros atau lengan pengontrol tidak cepat rusak jika bersentuhan dengannya. Ketika roda menerima benturan keras dari jalan yang tidak rata, gaya yang diterima akan diteruskan ke poros roda dan pegas daun membentuk satu garis lurus. Benturan antara poros roda dengan rangka dapat diantisipasi dengan dibuat *bump Stop*.



Gambar 2.19 *Bump stop*
Sumber: (Buntarto 2015:54)

7. *Bushing* Karet

(Buntarto 2015:54) *Bushing* karet termasuk komponen peredam getaran. *Bushing* karet dipasang antara poros shakle dengan mata pegas. *Bushing* karet berfungsi untuk menyerap atau meredam getaran dan mencegah supaya getaran yang terjadi tidak diteruskan ke bodi. Selain berfungsi sebagai peredam, *bushing* karet juga berfungsi untuk membuat mata pegas dapat bergerak maju mundur ketika pegas melengkung karena pembebanan atau benturan.

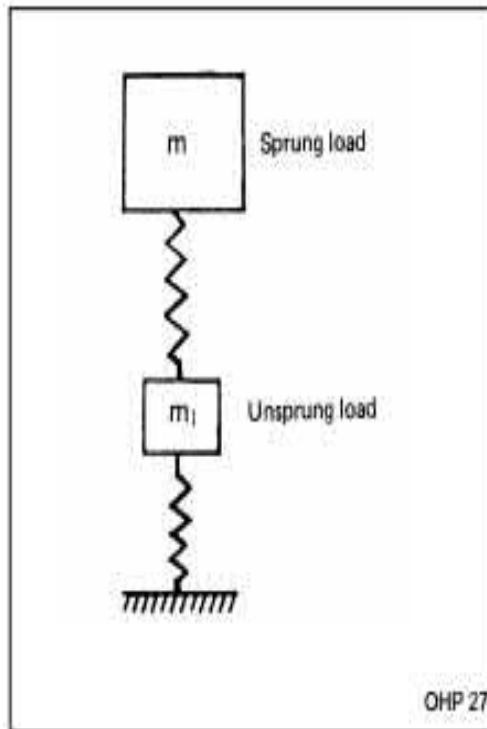


Gambar 2.20 *Bushing* karet
Sumber: (Buntarto 2015:55)

2.1.6 Oskilasi dan Kenikmatan Berkendara

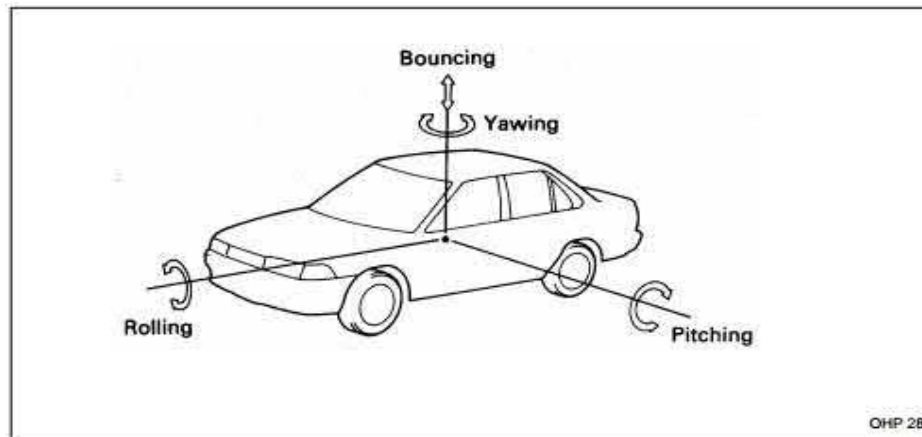
2.1.6.1 Sprung Weight dan Unsprung Wight

Saat berkendara, unsprung load (m_1) langsung terkena kejutan dari jalan, dan energi oskilasi diteruskan, melalui sprung load (m) ke body menyebabkan body kendaraan beroskilasi. Kecepatan oskilasi akan menurun dengan pengurangan unsprung load (m_1). Sehingga dapat dicatat bahwa pengaruh dari beban kejut pada sprung load (m) akan turun dengan pengurangan unsprung load (m_1). (Isuzu 2007).



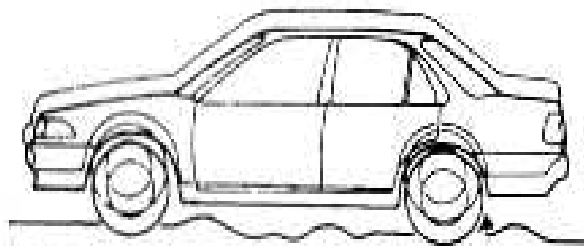
Gambar 2.21 Sprung weight dan unsprung weight
Sumber: (Isuzu 2007)

2.1.6.2 Oskilasi sprung weight



Gambar 2.22 Oskilasi sprung weight
Sumber: (Isuzu 2007)

1. Bouncing



Gambar 2.23 Keadaan kendaraan saat bouncing
Sumber: (Isuzu 2007)

Bouncing adalah gerakan naik turun body kendaraan secara keseluruhan. Gejala ini mungkin terjadi pada kecepatan kendaraan tinggi dan pada jalan bergelombang. Demikian pula bila pegas suspensi lemah. (Isuzu 2007).

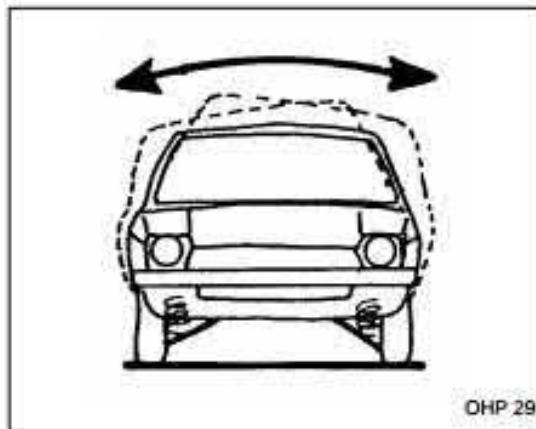
2. Pitching



Gambar 2.24 Keadaan kendaraan saat pitching
Sumber: (Isuzu 2007)

Pitching adalah gerakan atau bergoyang bagian depan dan belakang kendaraan ke atas dan ke bawah terhadap titik pusat gravitasi kendaraan. Gejala ini terjadi ketika kendaraan melalui jalan yang bertonjolan atau lubang. Selain itu, pitching mudah terjadi pada kendaraan yang pegasnya lemah. (Isuzu 2007).

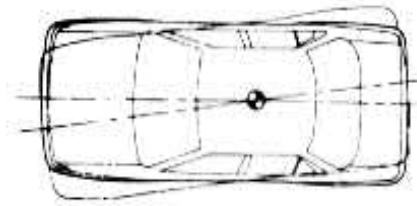
3. Rolling



Gambar 2.25 Keadaan kendaraan saat rolling
Sumber: (Isuzu 2007)

Rolling terjadi saat kendaran membelok atau melalui jalan bergelombang. Salah satu pegas mengembang dan pegas lain mengkerut. Keadaan ini mengakibatkan body rolling pada arah samping (sisi ke sisi). (Isuzu 2007).

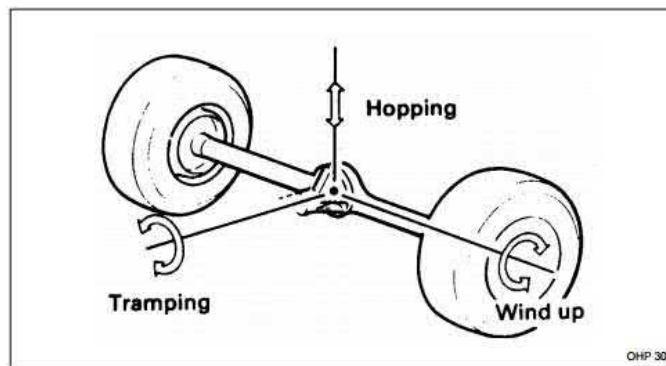
4. Yawing



Gambar 2.26 Keadaan kendaraan saat yawing
Sumber: (Isuzu 2007)

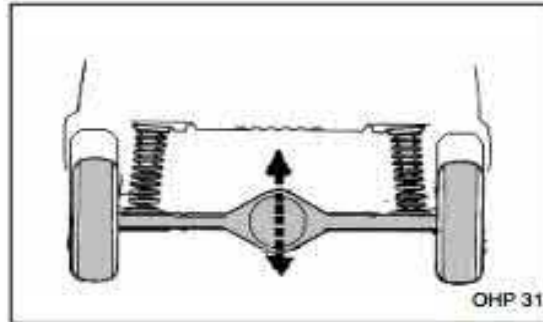
Yawing adalah gerakan kendaraan yang menyimpang ke sisi kanan dan kiri dari titik sumbu tengah kendaraan (Sudaryono 2013:203).

2.6.1.1 Oskilasi unsprung weight



Gambar 2.27 Oskilasi unsprung weight
Sumber: (Isuzu 2007)

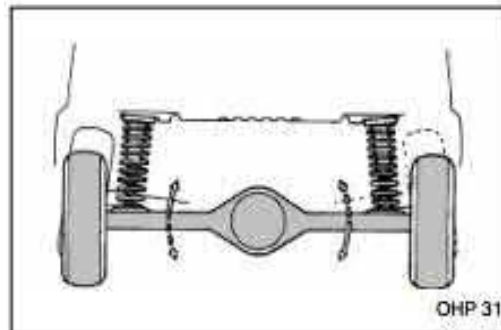
3. Hopping



Gambar 2.28 Keadaan kendaraan saat hopping
Sumber: (Isuzu 2007)

Hopping adalah gerakan ke atas ke bawah roda-roda yang biasanya terjadi pada jalan bergelombang pada kecepatan sedang dan tinggi (Isuzu 2007).

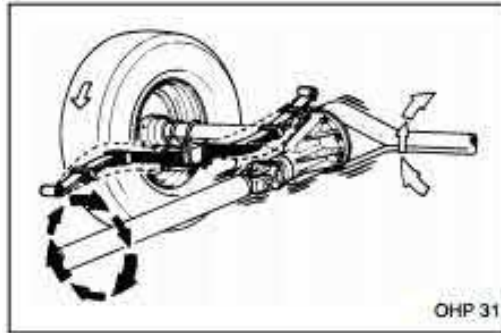
4. Tramping



Gambar 2.29 Keadaan Kendaraan saat tramping
Sumber: (Isuzu 2007)

Tramping adalah gerakan oskilasi turun-naik pada arah berlawanan pada roda kiri dan kanan. Tramping mudah terjadi pada suspensi tipe rigid (Isuzu 2007).

5. Wind Up



Gambar 2.30 Keadaan Kendaraan saat wind up
Sumber: (Isuzu 2007)

Wind up adalah gejala di mana pegas daun melintir di sekeliling poros yang disebabkan moment penggerak kendaraan (Isuzu 2007).

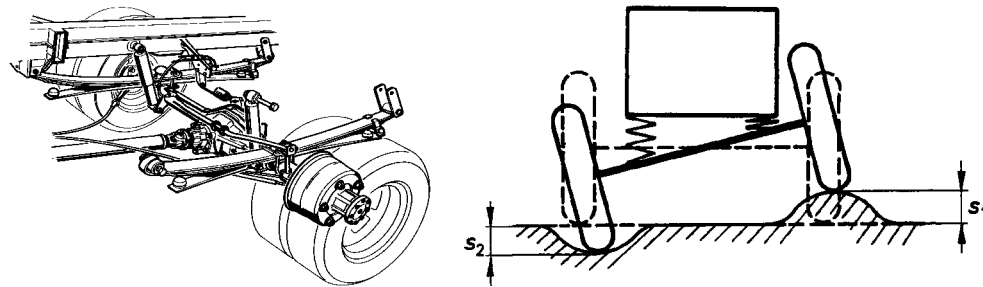
2.1.7 Tipe dan Karakteristik Suspensi

Menurut konstruksinya suspensi dapat digolongkan menjadi dua tipe (Toyota 1995) yaitu:

2.1.7.1 Suspensi Rigid

Pada suspensi rigid antara roda kanan dan kiri dihubungkan dengan satu buah poros sehingga pada suatu saat roda sebelah (kanan atau kiri) terangkat terkena permukaan jalan yang tidak rata, maka kondisi atau kedudukan mobil pun akan ikut berubah menjadi miring. Umumnya suspensi rigid dipasang pada mobil beban berat, misalnya pada kontainer, truk, bus, dan lain-lain. Dikarenakan suspensi rigid digunakan pada mobil berat, maka biasanya menggunakan pegas daun yang dianggap lebih kokoh dan kuat dibanding pegas coil. Tidak jarang terdapat suspensi rigid yang

memakai pegas coil, namun belum kokoh apabila hanya dipasang pegas coil saja. Maka untuk menambah kekuatannya, perlu ditambah dengan komponen lain, seperti lengan control batang stabilizer dan batang menyilang (Buntarto, 2015:15).



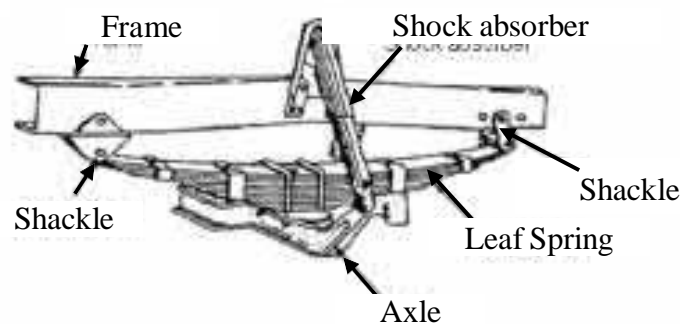
Gambar 2.31 Suspensi rigid

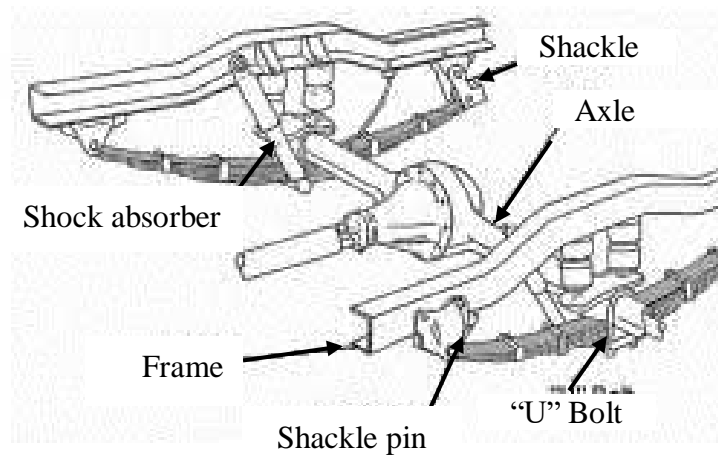
Sumber: (Butterworth dan Heinemann 2001: 29)

Adapun jenis suspensi rigid diantaranya (Buntarto 2015:18) sebagai berikut:

1. Suspensi Rigid Axle

Pada suspensi rigid axle antara roda kanan dan kiri dihubungkan oleh *axle* tunggal. *Axle* dihubungkan ke bodi dan frame melalui pegas (baik pegas daun maupun pegas coil). Biasanya suspensi rigid *axle* digunakan pada roda belakang mobil penumpang, karena konstruksinya kuat dan sederhana. (Buntarto, 2015:16).

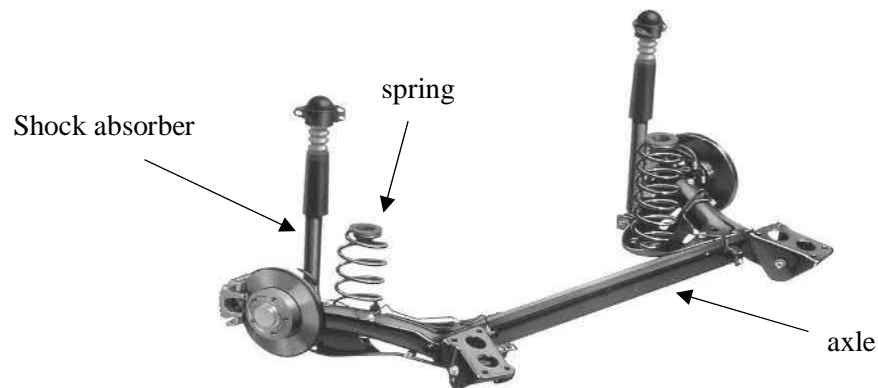




Gambar 2.32 Suspensi rigid axle
Sumber: (Isuzu 2007)

2. Tipe Trailing Arm dengan Twist Beam

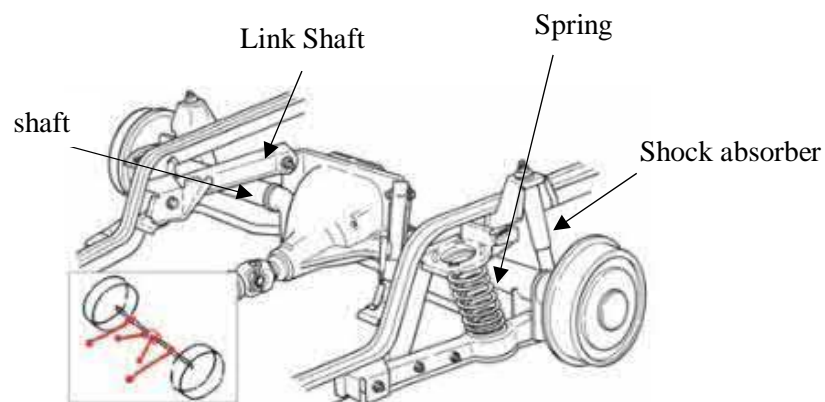
Suspensi tipe trailing Arm dengan twist beam biasanya digunakan pada roda belakang mobil kecil dengan penggerak roda depan. Pada jenis ini, bagian belakang suspensi arm dihubungkan dengan dilas pada axle beam. Saat roda-roda bergerak dengan arah yang berlawanan (satu arah ke atas dan yang satu ke bawah), gerakan puntiran dari ujung *suspension arm*, penempatan pegas coil menyempurnakan roda rigid dengan mengurangi bodi *rolling* sehingga menghasilkan mobil yang stabil. (Buntarto 2015:16).



Gambar 2.33 Suspensi rigid tipe trailing arm dengan twist beam
 Sumber: (Butterworth dan Heinemann 2001: 29)

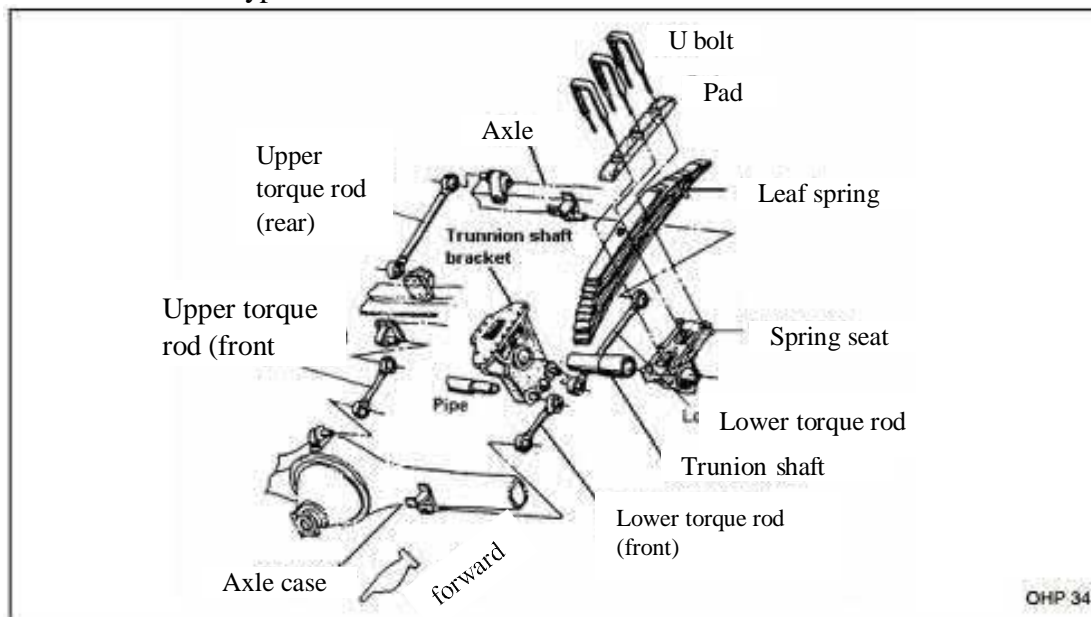
3. Tipe 4-Link

Tipe 4 Link ini menghasilkan kenyamanan mobil yang lebih baik diantara suspensi rigid lainnya, karena posisi *axle* dan beban suspensi dilakukan secara terpisah. Biasanya tipe ini menggunakan pegas coil. Tipe 4-link ini dilengkapi dengan dua buah *lower control arm*, dua buah *upper control arm* dan satu buah *lateral control road*. Pegas coil sendiri digunakan sebagai beban dan peredam kejut (Toyota 1995).



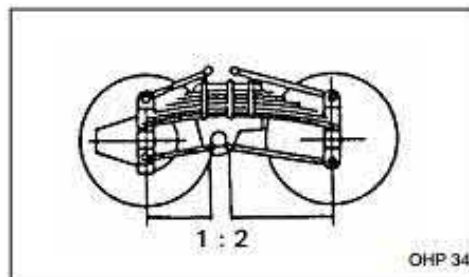
Gambar 2.34 Suspensi rigid tipe 4-Link aksel belakang
 Sumber: (Heibing dan Ersoy 2011:389)

4. Trunnion Type



Gambar 2.35 Trunnion Type

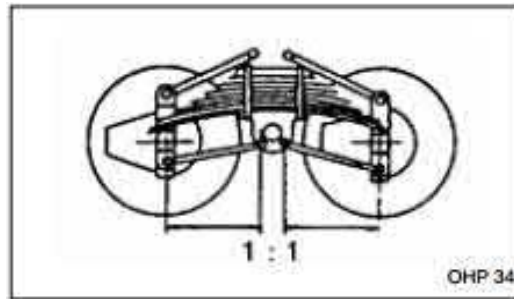
Sumber: (Isuzu 2007)



Gambar 2.36 *Trunnion Shaft Type*

Sumber: (Isuzu 2007)

Sistem suspensi tipe trunnion, trunnion shaft bracket dibaut ke frame member, dan trunnion shaft, ditopang pada satu ujung dari bracket, menopang spring seat dan spring. Spring assembly bergerak meluncur dengan gerakan dari roda seperti ditopang pada setiap ujung dari *rear axle case*. (Isuzu 2007).

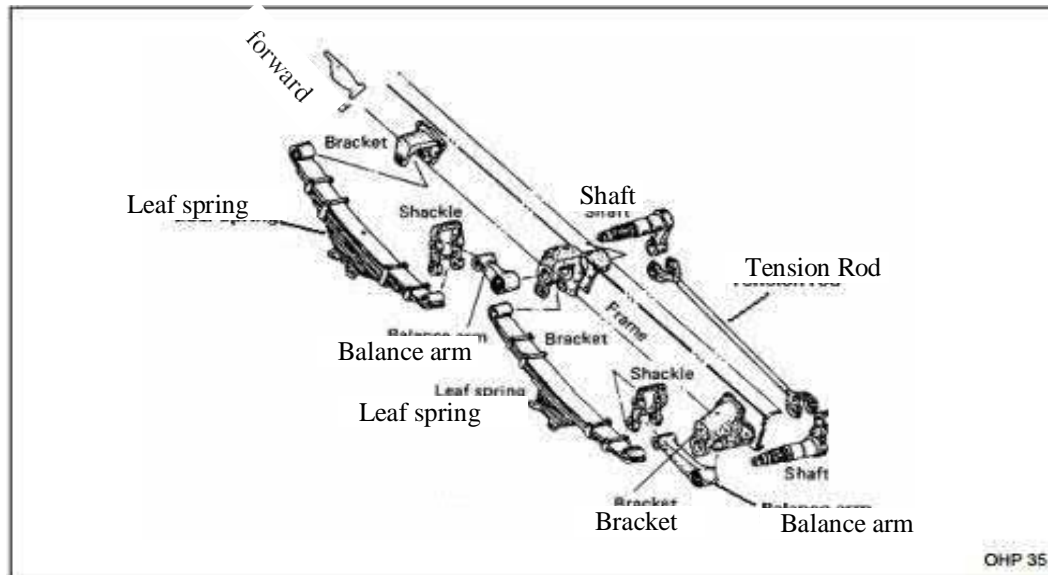


Gambar 2.37 *Trunnion Shaft Type*
Sumber: (Isuzu 2007)

Saat berkendara di atas jalan yang tidak rata, spring seat dibawa ke dalam gerakan pivotal disekitar trunnion shaft dan torque rod yang juga menggerakkan link, menaikkan kontak tie ke jalan. Keuntungan ini membuat suspensi tipe trunnion sangat cocok untuk dump truck dan kendaraan heavy-duty lainnya yang biasa beroperasi pada jalan rusak dalam kondisi yang parah (Isuzu 2007).

Sistem suspensi tipe trunnion terdiri dari dua tipe, yaitu tipe dengan trunnion shaft diposisikan antara tandem rear axle dan tipe dengan trunnion shaft offset terhadap pusat antara tandem axle. Model dengan tandem drive rear axle, pusat dari trunnion shaft bertemu dengan pusat antara rear axle dan distribusi dari beban di atas rear axle mendekati 1 banding 1. Selain itu, tandem rear axle model dengan single drive axle, pusat dari trunnion shaft offset ke depan dari pusat antara rear axle dan distribusi beban kira-kira 2 banding 1 sehingga beban yang lebih berat ditopang oleh drive axle (Isuzu 2007).

5. Balance Arm Type



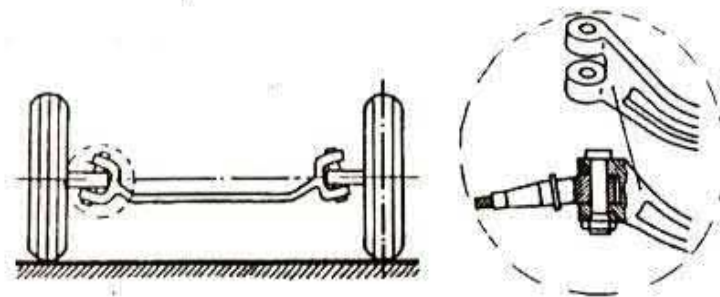
Gambar 2.38 Suspensi Balance Arm Type
Sumber: (Isuzu 2007)

Sistem suspensi tipe balance arm sangat cocok untuk truk pengangkut barang jarak jauh. Distribusi dari beban di atas rear axle yang ditentukan dengan panjang dari balance arm. Sistem suspensi tipe balance arm terdiri dari tandem rear axle yang secara independent ditopang oleh leaf spring. Setiap leaf spring assembly dihubungkan pada ujung belakang balance arm melalui shackle. Balance arm untuk rear dan front axle dihubungkan satu sama lain melalui tension rod sehingga sistem suspensi untuk axle balance arm efisien dalam bergerak maju karena beban yang lebih besar bekerja pada drive axle saat maju. Suspensi tipe ini memberikan pengemudi merasakan nyaman dan menghilangkan kebutuhan untuk konstruksi frame karena three-point support. (Isuzu 2007).

2.1.7.1.1 Kontruksi Suspensi Aksel Rigid Depan

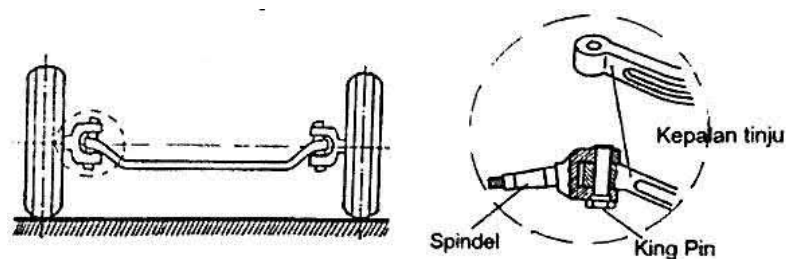
Suspensi rigid adalah suspensi yang mempunyai sikap saling mempengaruhi di mana roda kanan dan roda kiri serta badan mobil apabila salah satu roda memegas. Aksel rigid depan pada umumnya digunakan pada truk dan bus. Kontruksinya dibuat kokoh agar dapat menahan beban berat dikarenakan suspensi ini sangat penting. Ada dua kontruksi aksel rigid yang biasa digunakan (Buntarto 2015:18), diantaranya:

- a. Suspensi tipe rigid dengan aksel canggah



Gambar 2.39 Suspensi rigid dengan aksel canggah
Sumber: (Sudaryono 2015:210)

- b. Suspensi tipe rigid dengan aksel kepalan tinju.



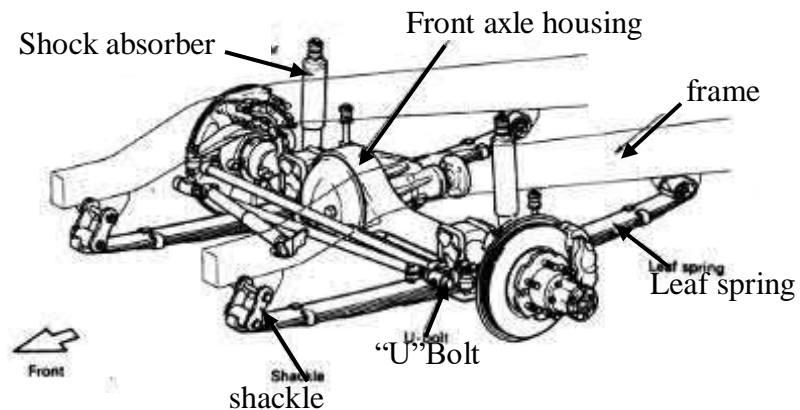
Gambar 2.40. Suspensi rigid dengan aksel kepalan tinju
Sumber: (Sudaryono 2013:210)

2.1.7.1.2 Kontruksi Suspensi Aksel Rigid Belakang

Aksel suspensi rigid belakang pada mobil umumnya menggunakan pegas daun dan pegas koil (Buntarto 2015:20).

a. Aksel rigid belakang berpegas daun

Pegas daun yang digunakan pada suspensi ini adalah pegas daun yang berlapis yang dibentuk elips berfungsi agar pemegasan terjadi bertahap sesuai berat/beban mobil dan gaya yang ditimbulkan oleh roda. Bagian tengah pegas daun di ikatkan pada *axle housing* dengan menggunakan baut “U”. Suspensi tipe ini digunakan pada roda depan truck, bus dan lain-lain (Buntarto 2015:20).

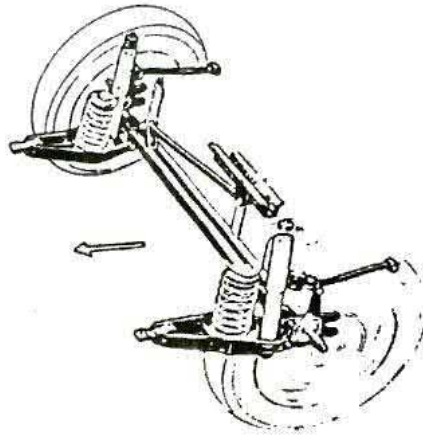


Gambar 2.41 Suspensi rigid dengan berpegas daun.

Sumber: (Toyota 1995)

b. Aksel Rigid belakang berpegas coil spring

Kontruksi aksel rigid dengan pegas koil lebih rumit karena harus dilengkapi dengan lengan melintang (batang panhard) dan lengan memanjang, tetapi pemegasan lebih nyaman dan suspensi menjadi lebih ringan (Buntarto 2015:22).



Gambar 2.42 Suspensi rigid dengan aksel rigid belakang berpegas coil
Sumber: (Buntarto 2015: 22)

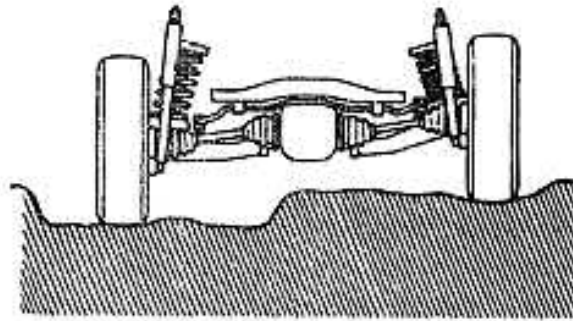
Pada suspensi tipe rigid, roda kiri dan roda kanan dihubungkan oleh *axle* tunggal.

(Buntarto 2015:15) Karakteristik suspensi rigid adalah sebagai berikut:

1. Kontruksi sederhana dan kuat dan biaya produksi rendah karena *leaf spring assembly* digunakan untuk menempatkan *axle*.
2. Mudah untuk mendapatkan karakteristik pemegasan non-linear dengan menggunakan *helper spring*, dan lain-lain.
3. Sulit untuk menggunakan pegas dengan konstanta yang lebih rendah karena *leaf spring assembly* digunakan untuk menempatkan *axle*. Pada tipe ini, getaran keras mungkin terjadi dikarenakan oleh gesekan antara *spring leave* sehingga mempengaruhi kualitas pengendalian.
4. Suara mendecit dan aksi *wind-up* dan getaran mngkin terjadi karena variasi dalam tori penggerak dan gaya pengereman. *Axle* akan terlepas jikas *leaf spring* patah.

2.1.7.2 Suspensi *Independent*

Pada suspensi *independent* antara roda kanan dengan roda kiri tidak berhubungan secara langsung pada *axle* tunggal. Suspensi model ini digunakan pada truk kecil dan mobil penumpang. Penggunaan tipe *independent* pada roda depan dikarenakan kinerja roda depan dan belakang berbeda, yakni dapat membelok. Ketika mobil melewati jalan yang bergelombang, roda-roda menerima gaya dari permukaan jalan. Gaya ini akan digunakan untuk mencegah roda-roda untuk bergoyang, bergerak secara berlebihan ataupun mengubah kemiringan roda (Buntarto 2015: 26).



Gambar 2.43 Suspensi *independent*
Sumber: (Toyota 1995)

Pada suspensi model bebas, masing-masing roda kiri dan kanan bergerak bebas (*independent*) tanpa saling mempengaruhi. Menurut (Butterworth dan Heinemann 2001:7) keuntungan utama suspensi *independent* adalah:

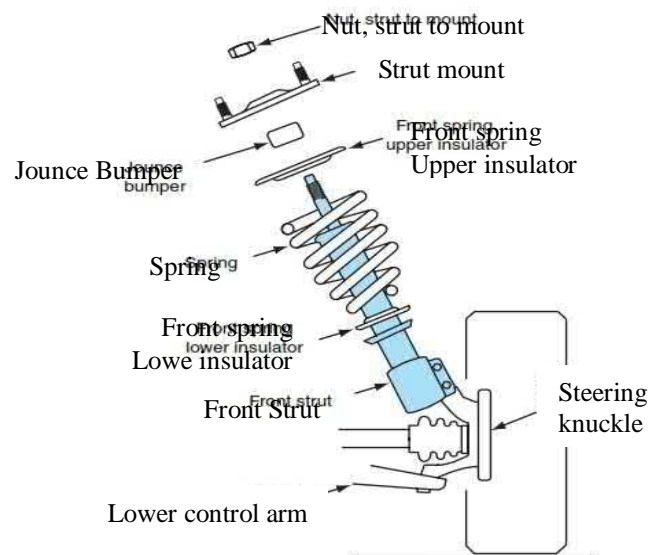
1. membutuhkan ruang sedikit
2. perubahan toe-in kinematic atau elastokinematic, cenderung menuju *understeering*.
3. Memudahkan steeringability dengan drive yang sudah ada.

4. Suspensi *independent* memiliki berat yang relatif ringan
5. Tidak ada pengaruh timbal balik

Adapun jenis suspensi *independent* diantaranya sebagai berikut:

a. Mach person strut

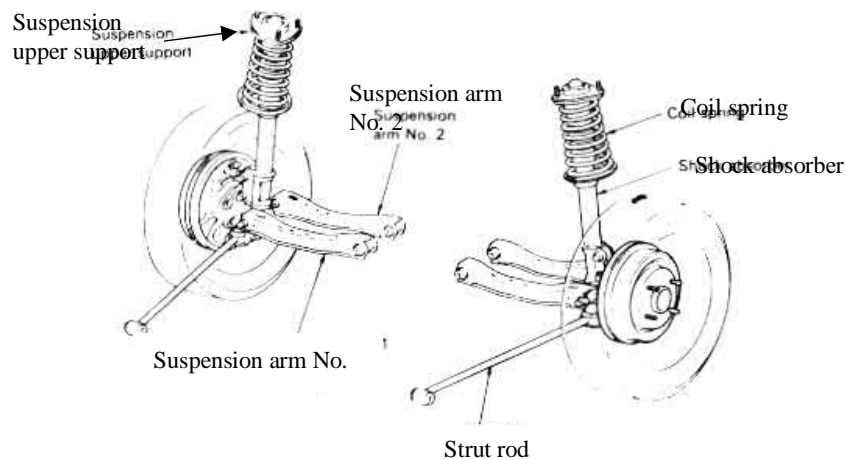
Suspensi jenis ini biasanya digunakan pada roda depan untuk mobil kecil. Komponen-komponen sistem suspensi ini antara lain: Pegas coil, cakram arm, stabilizer bar, strut bar. Menurut Knowles (2007:126) Dalam sistem suspensi ini, ujung bawah dari penyangga terkait ke bagian *steering knuckle*, dan dilekatkan pada sambungan *balljoint* di *lower control arm*, serta upper strut atas menghubungkan bagian atas *strut* ke sasis. *Upper control arm* tidak diperlukan dalam sistem suspensi jenis ini, *strut* diatas menopang *steering kuckle*. Sistem suspensi ini cocok untuk mobil kecil karena *upper control arm* tidak diperlukan.



Gambar 2.44 Machpherson strut depan
Sumber: (Knowles 2007:126)

b. Tipe Strut Dual-Link

Suspensi ini digunakan pada roda belakang mobil yang mesinnya di depan dan penggerak roda depan, suspensi ini termasuk salah satu tipe suspensi strut (Toyota 1995).



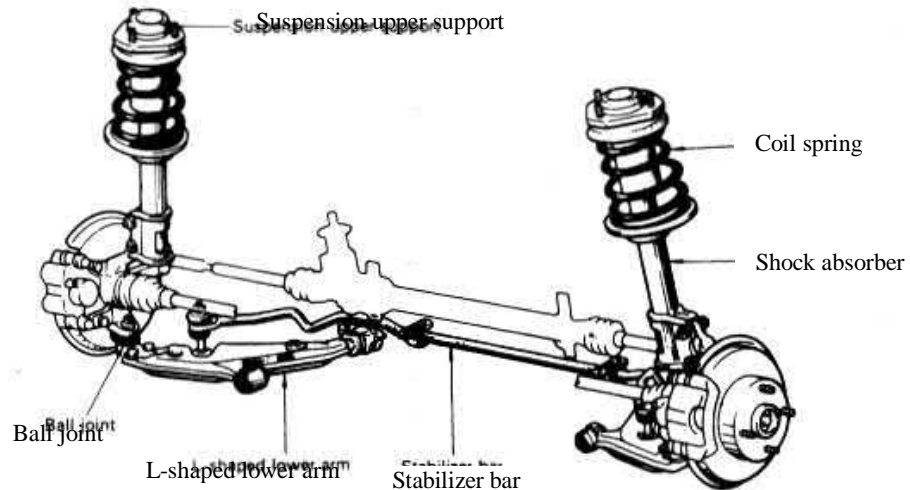
Gambar 2.45 Suspensi dual link type
Sumber: (Isuzu 2007)

Konstruksi suspensi ini yaitu roda-roda ditopang oleh dua suspension arm dan strut rod. Suspension arm terletak hamper tegak lurus dengan garis tengah kendaraan, sedangkan strut rod sejajar dengan garis teangah kendaraan. Beban dari depan-belakang, sisi dan vertical ditahan oleh komponen yang berbeda. Dengan demikian, memudahkan dalam menghasilkan kendaraan yang stabil dan nyaman (Toyota 1995).

c. Tipe Machperson Strut dengan Lower Arm berbentuk L

Ada beberapa macam bentuk lower arm yang digunakan untuk menopang roda dan bodi kendaraan, di antaranya adalah bentuk lower arm berbentuk L. Bentuk ini ada yang digunakan pada kendaraan yang mesinnya di depan dan penggeraknya roda

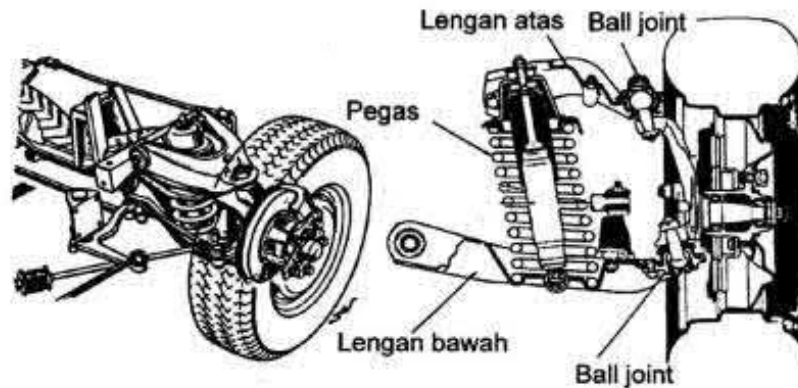
depan. Lower arm bentuk L ini diikat pada body pada dua tempat melalui bushing, dan ke steering knuckle melalui ball joint (Toyota 1995).



Gambar 2.46 Suspensi macpherson strut dengan lower arm bentuk L
Sumber: (Isuzu 2007)

d. Tipe wishbone

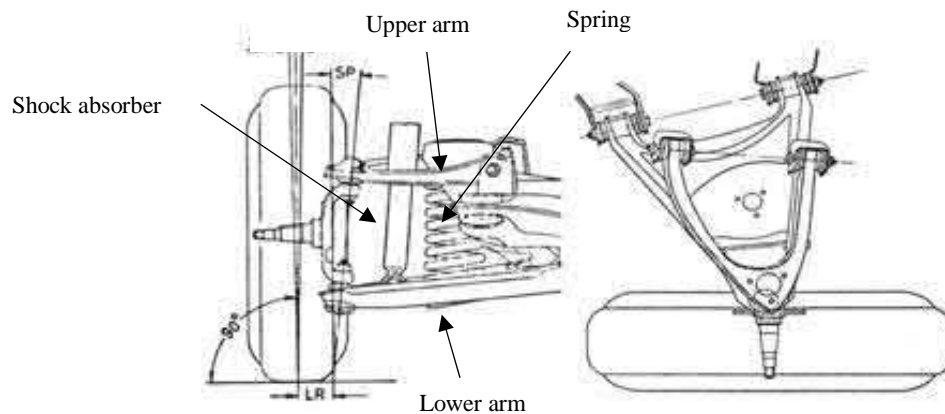
Pada suspensi tipe wishbone roda-roda tidak disambung melalui poros-poros sehingga roda kanan dan kiri bergerak sendiri-sendiri. Suspensi ini dilengkapi pegas coil (Buntarto 2015:28).



Gambar 2.47 Suspensi wishbone dengan pegas coil
 Sumber: (Sudaryono 2013:215)

1. *Upper and lower A-arm (double wishbone)*

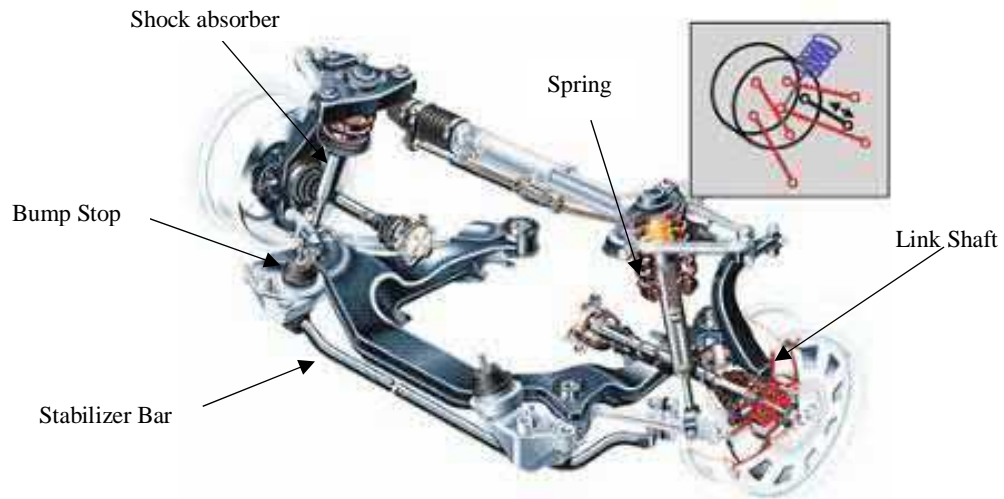
Suspensi double wishbone juga dikenal sebagai suspensi A-lengan, adalah jenis umum lain dari suspensi *independent* depan. Desain ini biasanya menggunakan dua lengan berbentuk wishbone untuk berkaitan dengan roda. Setiap wishbone yang memiliki dua posisi *mounting frame* dan satu di roda, *shock absorber*, dan *coil spring* digunakan untuk menyerap getaran. Suspensi *double wishbone* memungkinkan kontrol yang lebih besar atas sudut camber roda, suspensi ini lebih stabil, dan sedikit efek goyang sehingga kemudi lebih konsisten (*pure handling*) dengan karakteristik ini, suspensi *double-wishbone* sekarang banyak digunakan pada mobil-mobil terutama mobil yang berdimensi lebih besar (Buntarto 2015:33).



Gambar 2.48 Suspensi *double wishbone*
 Sumber: (Heibing dan Ersoy 2011: 400)

2. *Multi-Link suspension*

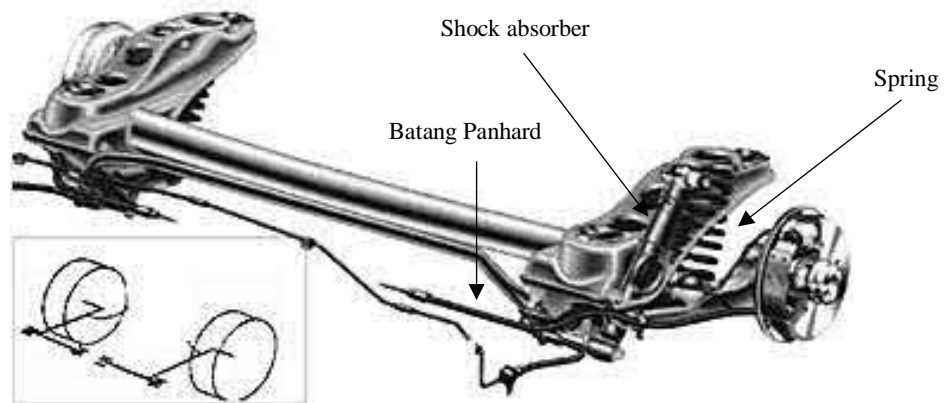
(Buntarto 2015:34) Suspensi *multi-link* adalah suspensi yang menggunakan tiga atau lebih lengan *lateral*, dan satu atau lebih lengan memanjang. Lengan ini tidak harus dengan Panjang yang sama, dan dapat berbentuk asimetris. Pada model suspensi *multi-link* setiap lengan memiliki *ball joint* atau *bushing* karet setiap ujung-ujung sendinya. Beberapa desain *multi-link* memang menggunakan lengan wishbone. Pada suspensi depan salah satu lengan lateral digantikan oleh tie-rod yang menghubungkan kemudi dengan hub roda. Jenis ini digunakan untuk suspensi belakang, hal ini memberikan kenyamanan perjalanan terbaik dari semua suspensi rigid axle (Daihatsu 2004).



Gambar 2.49 Suspensi multi-link dengan lima link lateral
 Sumber: (Heibing dan Ersoy 2011: 406)

e. Trailing arm suspensi

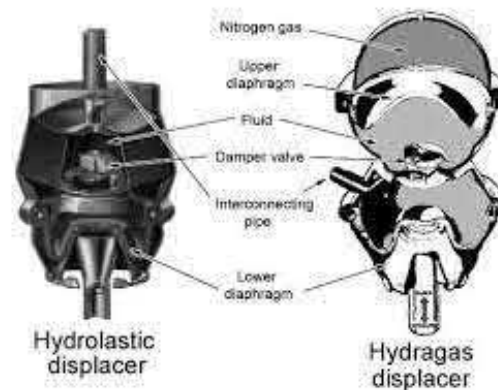
Suspensi trailing arm suspensi adalah sebuah desain suspensi dimana satu atau lebih lengan (*link*) menghubungkan as roda dan sasis. Suspensi ini biasanya digunakan pada as roda belakang. Seperti yang digunakan pada mobil citroen 2CV, memiliki lengan menghubungkan as roda dan sasis. Desain trailing arm dalam pembuatan poros bergerak sering hanya menggunakan dua atau tiga link dan batang panhard untuk roda lateral (Buntarto 2015:35).



Gambar 2.50 Suspensi Trailing Arm
Sumber: (Heibing dan Ersoy 2011: 396)

2.1.7.3 Suspensi Model Hidrostatic dan Hidrogas

Sistem suspensi hidrogas dikembangkan oleh moulton development Ltd. Pada sistem suspensi ini, tabung suspensi depan dan belakang saling berhubungan menggunakan pipa hidrolik. Jika salah satu rodanya terbentur jalan tidak rata, tenaga hidrolis yang menyerap benturan akan membagi kekuatan yang sama pada roda belakang. Sistem hidrogas cenderung terlalu lemah bila salah satu roda saja yang mengalami berbenturan, tetapi terasa kuat bila mobil melompat dan melewati permukaan bergelombang (Buntarto 2015:36).



Gambar 2.51 Suspensi Model Hidrogas dan Hidrostatic
Sumber: (Buntarto 2015:36)

Kemampuannya juga minim menahan gejala merunduk bila mobil di rem. Sistem ini diterapkan pada mobil Austin/Morris tipe 1100/1300. Suspensi ini memiliki kesamaan dengan hidrogas tetapi pada sistem hidrogas tetapi pada sistem hidrogas gerak peredamnya kurang efektif, sebab pegas karet yang berbentuk kerucut rata-rata gerakannya terlambat. Cara kerja suspensi hidrolastik adalah apabila roda depan melewati gundukan, maka dengan perantaraan sistem ini ketinggian roda depan dan belakang disesuaikan begitu sebaliknya (Buntarto 2015:36).

2.1.7.4 Suspensi Udara (*Air Suspension*)

Teknologi suspensi udara atau yang biasa dikenal air suspension telah digunakan di dunia transportasi bus baik dipulau jawa maupun diluar pulau jawa. Terutama saat kemunculan chassis kelas premium seperti Mercedes benz OH 1626, OH 1830, OH 1836 dan juga Hino RN. Suspensi udara di nilai lebih prima dibandingkan dengan suspensi sebelumnya yaitu leaf spring (Buntarto 2015:38).



Gambar 2.52 Suspensi Udara (*Air Suspension*)
Sumber: (Buntarto 2015:39)

Teknologi suspensi udara (*air suspension*) hingga saat ini telah digunakan pada berbagai mobil termasuk mobil niaga. Air suspension ada 2 jenis, yaitu jenis balon dan

air suspension jenis air silinder. Air suspension jenis balon memiliki tingkat kelembutan yang lebih baik dibandingkan dengan air silinder, suspensi ini biasa kita lihat pada chassis bus di Indonesia.



Gambar 2.53 *Air Suspension* MB OH1626
Sumber: (Buntarto 2015:39)

Air suspension memiliki kelebihan pada bagian setting ketinggian suspensi yang diperlukan, sehingga bisa menyesuaikan dengan keperluan dan kondisi jalan yang akan dilalui. Untuk itu, sering kita jumpai bus-bus yang saat di garasi menaikkan atau menurunkan ketinggian suspensinya, karena itulah kelebihan dari *air suspension* bisa menyesuaikan tingkat kerendahan dan kenyamanan bagi penumpang (Buntarto 2015:39).

Air suspension bisa digunakan pada berbagai macam mobil, tapi harus disesuaikan terlebih dahulu mobil mana yang akan diperlukan untuk melakukan pemasangan air suspensi merupakan modifikasi (bukan bawaan pabrik), karena bengkel (karoseri) harus menyesuaikan penempatan komponen-komponen yang

mendukung kinerja air suspension yang berhubungan dengan standart dari produsen chassis dan juga pembuatan bus di karoseri (Buntarto 2015:40).



Gambar 2.54 *Air Suspension Hino RG-1*
Sumber: (Buntarto 2015:40)



Gambar 2.55 *Komponen Air Suspension*
Sumber: (Buntarto 2015:40)

Cara kerja *air suspension* (suspensi udara)

Sistem suspensi ini dibuat untuk memberikan kenyamanan, pengendalian yang prima, dan aman baik bagi penumpang ataupun penumpang. Untuk suspensi udara yang biasa digunakan pada bus biasa dikenal dengan sistem pegas daun besi. Sistem suspensi ini terdiri atas lembaran besi yang disusun sedemikian rupa, untuk memperoleh kestabilan dan memberikan kenyamanan sehingga didapatkan rasa lembut dalam meredam guncangan dari permukaan yang tidak rata (Buntarto 2015:40).

Sistem kerja suspensi udara dimulai dari kompresor yang menyuplai udara ketabung, lalu dari tabung dibagi ke kaki-kaki lewat solenoid yang dihubungkan lewat selang udara. Pada air suspension terdapat tombol beserta indicator untuk mengatur naik turunnya air suspension sesuai keinginan dan mengontrol persediaan udara dalam tabung pada ke empat roda. Tombol pengatur ditaruh didepan dashboard atau disesuaikan keadaan kedudukann interior, agar tombol pengatur mudah dijangkau pengemudi (Buntarto 2015:40).

2.2 Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian yang relevan digunakan untuk menguatkan posisi penelitian yang dilakukan dengan hasil penelitian yang sudah pernah dilakukan. Penelitian yang relevan tersebut antara lain:

Penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah penelitian dari Izzudin, dkk (2013) yang berjudul *Efektivitas Penggunaan Media Pembelajaran Video Interaktif untuk Meningkatkan Hasil Belajar Praktik Service Engine dan Komponen-*

Komponennya. Hasil dari penelitian Izzudin adalah peningkatan hasil belajar yang signifikan pada kompetensi dasar *service engine* dan komponen-komponennya (*tune-up engine* EFI) dari rata-rata kelas eksperimen sebelum diberika media pembelajaran video interaktif diperoleh jumlah rata-rata 67,94 menjadi 96,55 setelah menggunakan media pembelajaran video interaktif. Selain itu, pada kelas kontrol sebelumnya sebesar 66,93 menjadi 74,01. Peneliti menggunakan media pembelajaran berupa video interaktif di SMK Negeri 4 Semarang dan hasil belajar siswa meningkat setelah diterapkan media pembelajaran video interaktif pada saat proses belajar mengajar.

Penelitian yang dilakukan oleh peneliti memiliki persamaan dengan penelitian yang dilakukan oleh Izzudin, dkk. Persamaan tersebut terdapat pada media pembelajaran. Izzudin terfokus pada media pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar praktik siswa pada kompetensi dasar *service engine* dan komponen-komponennya, sedangkan peneliti terfokus pada media pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada kompetensi dasar memahami sistem suspensi. Selain itu, persamaan antara penelitian Izzudin dkk dan peneliti terletak pada tujuan penelitian. Kedua penelitian ini memiliki tujuan untuk meningkatkan hasil belajar siswa. Namun, di sisi lain kedua penelitian tersebut juga memiliki perbedaan. Perbedaan tersebut terdapat pada metode peneltian yang digunakan oleh kedua peneliti. Izzudin menggunakan metode penelitian eksperimen semu, sedangkan pada penelitian ini peneliti menggunakan metode penelitian pengembangan. Selain itu, Izzudin

terfokus pada media pembelajaran video interaktif, sedangkan penelitian ini terfokus pada media pembelajaran *adobe flash CS6*.

Penelitian relevan yang kedua adalah penelitian dari Ariwibowo dan Suharmanto (2014) yang berjudul *Perangkat Lunak Berbasis Multimedia sebagai Media Pembelajaran pada Kompetensi Dasar Memahami Sistem Kemudi dan Power Steering*. Hasil dari penelitian tersebut adalah setelah dilakukan *pretest*, kelas kontrol dan kelas eksperimen memiliki kompetensi yang sama. Nilai rata-rata *pretest* kelas kontrol sebesar 39,53, sedangkan kelas eksperimen sebesar 40,63. Selanjutnya peneliti melakukan *posttest* terhadap kelas kontrol dan kelas eksperimen. Hasil dari *posttest* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara kedua kelas tersebut. Nilai rata-rata *posttest* pada kelas kontrol sebesar 71,56, sedangkan pada kelas eksperimen sebesar 79,53. Hal tersebut menunjukkan terdapat perbedaan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen.

Persamaan antara kedua penelitian ini terdapat pada tujuan penelitian. Kedua peneliti memiliki tujuan meningkatkan hasil belajar siswa setelah diterapkan media pembelajaran yang diimplementasikan pada proses belajar mengajar. Perbedaan antara kedua penelitian tersebut terdapat pada metode penelitian yang digunakan. Ariwibowo dan Suharmanto menggunakan metode penelitian eksperimen, sedangkan peneliti menggunakan metode penelitian pengembangan atau *research and development*. Selain itu, Ariwibowo memilih kelas XI SMK Negeri 5 Semarang sebagai subjek

penelitian, sedangkan pada penelitian ini subjek penelitian yang dipilih adalah kelas XII SMK Negeri 7 Semarang.

Penelitian relevan dengan penelitian ini adalah penelitian dari Leow & Neo (2014) yang berjudul *Interactive Multimedia Learning: Innovating Classroom Education in Malaysian University*. Hasil dari penelitian tersebut adalah hasil belajar mahasiswa mengalami peningkatan setelah diterapkan multimedia pembelajaran interaktif. Rata-rata nilai yang diperoleh pada *pretest* adalah 47,77, sedangkan rata-rata nilai *posttest* adalah 63,39. Selain itu, hasil penelitian tersebut juga berupa angket yang dapat dipaparkan sebagai berikut, (1) pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa, pada kategori tersebut sejumlah 93,5% mahasiswa berpendapat bahwa *ILM* dibutuhkan sebagai inovasi dalam pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar mahasiswa, (2) penggunaan multimedia, sejumlah 87,1% menyatakan setuju dalam pemakaian media pembelajaran interaktif, (3) memahami konten, 87,1% mahasiswa menyatakan setuju jika multimedia pembelajaran interaktif membantu mahasiswa memahami materi melalui multimedia yang digunakan, (4) motivasi, 77,4% mahasiswa menyatakan bahwa mahasiswa setuju bahwa mereka memiliki pengalaman pembelajaran yang lain jika menggunakan multimedia pembelajaran interaktif pada materi yang disampaikan oleh guru, (5) pengorganisasian konten, sejumlah 74,21% mahasiswa memiliki inisiatif dan memberikan tanggapan persetujuan untuk multimedia pembelajaran interaktif, (6) ketersediaan timbal balik dari para mahasiswa. Mahasiswa menyatakan bahwa

multimedia pembelajaran interaktif dapat membantu mahasiswa memahami materi serta meningkatkan hasil belajar mahasiswa.

Persamaan antara penelitian Leow & Neo dalam penelitian ini terletak pada tujuan penelitian yang diharapkan oleh kedua peneliti adalah untuk meningkatkan hasil belajar. Namun, kedua penelitian tersebut juga memiliki perbedaan. Perbedaan kedua penelitian ini terletak pada pengembangan multimedia. Leow mengembangkan multimedia interaktif di Universitas Malaysia, sedangkan peneliti mengembangkan multimedia *adobe flash CS6* untuk sistem suspensi di SMK Negeri 7 Semarang. Metode penelitian yang digunakan Leow menggunakan metode penelitian quasi experiment, sedangkan pada penelitian ini menggunakan metode pengembangan atau R&D (*Research and Development*).

Penelitian selanjutnya yang relevan dengan penelitian ini adalah penelitian dari Sa'dullah dan Widjanarko (2014) yang berjudul *Pengembangan Multimedia Penggunaan Injector Tester untuk Meningkatkan Hasil Belajar Pengujian Injektor pada Kendaraan EFI*. Hasil dari penelitian tersebut dapat diketahui dari nilai rata-rata yang diperoleh pada penilaian uji ahli materi dan uji ahli media. Penilaian hasil uji ahli materi diperoleh nilai sebesar 93,75% dan multimedia dikategorikan layak untuk pembelajaran, sedangkan nilai yang diperoleh pada uji ahli media sebesar 74,55% dan termasuk pada kategori layak. Data yang diperoleh dari hasil uji-t adalah H_0 ditolak dan H_a diterima. Hal tersebut berarti terdapat perbedaan saat diberikan multimedia dan sebelum diberikan multimedia kepada para mahasiswa. Hasil uji-t menghasilkan

adanya peningkatan hasil belajar dalam menggunakan *injector tester* dibandingkan sebelum menggunakan media pembelajaran.

Persamaan antara kedua penelitian ini adalah terletak pada metode penelitian yang digunakan oleh peneliti. Sa'dullah dan peneliti menggunakan metode penelitian pengembangan atau *research and development*. Kedua peneliti mengembangkan multimedia untuk meningkatkan hasil belajar. Persamaan antara kedua penelitian tersebut juga terletak pada tujuan penelitian. Tujuan penelitian yang diharapkan oleh kedua peneliti yakni meningkatkan hasil belajar. Selain itu, kedua penelitian tersebut juga memiliki perbedaan. Perbedaan tersebut terdapat pada multimedia yang dikembangkan. Sa'dullah dan Widjanarko mengembangkan multimedia *injector tester*, sedangkan peneliti mengembangkan multimedia sistem suspensi. Subjek penelitian yang dipilih oleh kedua peneliti juga berbeda. Sa'dullah memilih subjek penelitian mahasiswa, sedangkan pada penelitian ini peneliti memilih siswa SMK Negeri 7 Semarang.

Penelitian relevan selanjutnya adalah penelitian dari Sukoco, dkk (2014) yang berjudul *Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Komputer untuk Peserta Didik Mata Pelajaran Teknik Kendaraan Ringan*. Hasil dari penelitian tersebut adalah sebagian besar guru menggunakan *powerpoint* sebagai media pembelajaran. Penggunaan media pembelajaran interaktif dikembangkan untuk membantu meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi yang dibelajarkan. Peneliti menerapkan media pembelajaran interaktif kepada siswa dan memperoleh

hasil meningkatnya hasil belajar siswa setelah pengimplementasian media pembelajaran interaktif.

Persamaan antara kedua penelitian ini adalah terletak pada metode penelitian yang digunakan oleh peneliti. Sukoco, dkk dan peneliti menggunakan metode penelitian pengembangan atau *research and development*. Kedua peneliti mengembangkan multimedia untuk meningkatkan hasil belajar. Persamaan antara kedua penelitian tersebut juga terletak pada tujuan penelitian. Tujuan penelitian yang diharapkan oleh kedua peneliti yakni meningkatkan hasil belajar. Selain itu, kedua penelitian tersebut juga memiliki perbedaan. Perbedaan tersebut terdapat pada multimedia yang dikembangkan. Sukoco, dkk mengembangkan multimedia interaktif, sedangkan peneliti mengembangkan multimedia *adobe flash CS6*. Subjek penelitian yang dipilih oleh kedua peneliti juga berbeda. Sukoco, dkk memilih subjek penelitian siswa SMK Negeri dan Swasta yang terdapat di Yogyakarta, sedangkan pada penelitian ini peneliti memilih siswa SMK Negeri 7 Semarang.

Penelitian relevan yang ketiga adalah penelitian dari Suyitno (2016) yang berjudul *Pengembangan Multimedia Interaktif Pengukuran Teknik untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMK*. Hasil penelitian tersebut adalah berdasarkan hasil pengolahan data kriteria yang telah ditentukan, diketahui bahwa media pembelajaran pengukuran teknik yang dikembangkan termasuk dalam kategori valid. Berdasarkan hasil validasi ahli materi dapat dianalisis sebagai berikut, yaitu (1) kesesuaian materi untuk ditampilkan dalam bentuk animasi, ahli materi menjawab “a”

sesuai, sehingga skor yang diperoleh 4 dengan presentase 100%, (2) kesesuaian media dengan tujuan materi, ahli materi menjawab “a” sesuai, sehingga skor yang diperoleh 4 dengan presentase 100%. Berdasarkan kriteria interpretasi data 100% termasuk kategori cukup valid.

Persamaan antara penelitian Suyitno dan penelitian ini terletak pada metode penelitian yang digunakan, yaitu metode penelitian pengembangan atau *research and development*. Selain itu, tujuan penelitian yang diharapkan oleh kedua peneliti adalah untuk meningkatkan hasil belajar siswa SMK. Namun, kedua penelitian tersebut juga memiliki perbedaan. Perbedaan kedua penelitian ini terletak pada pengembangan multimedia. Suyitno mengembangkan multimedia interaktif pengukuran teknik, sedangkan peneliti mengembangkan multimedia *adobe flash CS6* untuk sistem suspensi.

Penelitian relevan selanjutnya adalah penelitian dari Widyastanta (2016) yang berjudul *Implementasi Media Pembelajaran Interaktif Sistem Bahan Bakar Sepeda Motor Berbasis Adobe Flash CS4 Professional*. Hasil dari penelitian tersebut adalah *pretest* yang dilakukan terhadap dua kelas, yaitu kelas XI TSM 1 memperoleh nilai rata-rata 71,43, sedangkan kelas XI TSM 2 memperoleh nilai rata-rata 69,66. Selanjutnya peneliti melakukan *posttest* terhadap kelas XI TSM 1 dengan perolehan nilai rata-rata sebesar 65,9, sedangkan kelas XI TSM 2 memperoleh nilai rata-rata sebesar 74,58. Kelas XI TSM 1 merupakan kelas kontrol dan kelas XI TSM 2 merupakan kelas eksperimen.

Persamaan antara penelitian Widyastanta dan penelitian ini terletak pada media pembelajaran. Kedua peneliti terfokus pada media pembelajaran sebagai faktor peningkatan hasil belajar siswa. Namun, kedua penelitian ini juga memiliki perbedaan. Perbedaan tersebut terdapat pada metode penelitian yang digunakan oleh kedua peneliti. Widyastanta menggunakan metode penelitian quasi experiment, sedangkan penelitian ini menggunakan metode penelitian pengembangan atau *research and development*. Subjek penelitian yang dipilih oleh kedua peneliti juga berbeda. Widyastanta memilih subjek penelitian kelas XI TSM 1 dan XI TSM 2. Penelitian ini memilih subjek penelitian kelas XII TKR 1 SMK Negeri 7 Semarang.

Penelitian selanjutnya yang relevan dengan penelitian ini adalah penelitian dari Rahmanto dan Yuswono (2017) yang berjudul *Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Sistem Suspensi Berbasis Komputer di SMK Negeri 1 Cangkringan*. Hasil dari penelitian tersebut adalah media pembelajaran yang telah dinilai oleh para ahli dinyatakan sangat layak untuk digunakan di sekolah. Rata-rata nilai dari ahli media yang diperoleh sebesar 78,75% yang berarti termasuk pada kategori sangat layak. Selain itu, ahli materi memperoleh nilai rata-rata sebesar 94,04% dan termasuk pada kategori sangat layak. Data penilaian hasil uji coba mendapatkan hasil sangat layak dengan peroleh hasil rata-rata uji coba skala kecil adalah 76,97%, sedangkan pada uji coba skala besar memperoleh nilai rata-rata 87,29%. Kedua data tersebut termasuk pada kategori sangat layak. Simpulan dari perolehan nilai rata-rata tersebut adalah

media pembelajaran yang dikembangkan oleh peneliti sangat layak untuk diterapkan pada proses belajar mengajar.

Persamaan antara penelitian yang dilakukan oleh Rahmanto dan Yuswono dengan peneliti terletak pada metode penelitian yang digunakan, yaitu metode penelitian pengembangan atau *research and development*. Peneliti memiliki persamaan mengembangkan media pembelajaran untuk sistem suspensi. Namun, kedua penelitian tersebut memiliki perbedaan. Media pembelajaran yang dikembangkan berbeda. Rahmanto mengembangkan media pembelajaran berbasis komputer, sedangkan peneliti lebih spesifik mengembangkan media pembelajaran *adobe flash CS6*. Selain itu, subjek penelitian Rahmanto masih terbilang umum, yakni SMK Negeri 1 Cangkringan, sedangkan peneliti memilih subjek penelitian pada siswa kelas XII SMK Negeri 7 Semarang.

2.3 Kerangka Berpikir

Pemahaman siswa dalam proses pembelajaran sistem suspensi SMK Negeri 7 Semarang program keahlian Teknik Kendaraan Ringan (TKR) dengan menggunakan metode ceramah dan dibantu media pembelajaran *powerpoint* belum sesuai dengan apa yang diharapkan. Masih banyak siswa yang mengalami kesulitan memahami pelajaran sistem suspensi karena di dalam media yang digunakan desainnya terlalu sederhana dan tidak ada animasi serta tombol interaktif yang dapat digunakan siswa. Tanpa adanya media pembelajaran yang inovatif maka siswa akan cenderung merasa bosan

dan tidak tertarik dalam proses pembelajaran. Hal ini mengakibatkan pembelajaran monoton dan siswa kurang antusias dalam mengikuti kegiatan belajar.

Media secara umum memiliki manfaat dapat meningkatkan minat belajar peserta didik karena rasa tertarik pada media tersebut. Salah satu dari bentuk media adalah multimedia interaktif yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran. Multimedia interaktif mampu menyajikan materi dengan menarik karena dalam penggunaan media lebih interaktif dengan siswa.

Perlunya penerapan multimedia interaktif dalam proses pembelajaran sistem suspensi untuk meningkatkan hasil belajar karena tingkat pemahaman siswa tentang sistem suspensi masih rendah. Proses pembelajaran dengan penyampaian materi yang kurang menarik dengan hanya ceramah yang dibantu *powerpoint* yang banyak berisi teks, dan video yang terpisah menyebabkan kurangnya perhatian dan konsentrasi siswa dalam proses pembelajaran.

Dibutuhkannya multimedia dalam pembelajaran sebelum siswa praktik sasis dan pemindah tenaga (sistem suspensi) secara langsung. Materi yang bersifat aplikatif yang menuntut siswa mengaplikasikan pada kondisi sebenarnya, maka siswa harus paham terlebih dahulu tentang prosedur dan cara penggunaannya. Materi didalamnya berupa simulasi dan materi tentang sistem suspensi sehingga pada saat mengaplikasikan dengan melakukan praktik secara langsung siswa tidak lagi takut dan ragu dalam membongkar atau memeriksa sistem suspensi.

Multimedia interaktif sistem suspensi berisi beberapa media seperti teks, gambar, animasi, video, dan audio. Multimedia yang dikembangkan nantinya akan

diuji kelayakannya dan pengaruh multimedia terhadap pemahaman peserta didik terkait sistem suspensi. Adanya hasil penelitian tersebut diharapkan dapat meyakinkan bahwa multimedia interaktif sistem suspensi dapat diterapkan dalam proses belajar mengajar sehingga dapat meningkatkan kompetensi siswa dalam pengetahuan dan praktik.

2.4 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan uraian di atas, maka kaitannya dengan pertanyaan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat multimedia pembelajaran sistem suspensi berbasis *Adobe flash CS6* memenuhi tingkat kelayakan untuk digunakan pada pembelajaran?
2. Bagaimana mengukur peningkatan hasil belajar peserta didik kelas XII SMK Negeri 7 Semarang dengan menggunakan multimedia pembelajaran sistem suspensi berbasis *Adobe flash CS6*?
3. Bagaimana mengetahui tanggapan siswa terhadap multimedia pembelajaran sistem suspensi yang dikembangkan?

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang multimedia pembelajaran sistem suspensi yang dikembangkan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penggunaan multimedia pembelajaran sistem suspensi yang dikembangkan dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Hal tersebut dibuktikan dengan adanya perbedaan hasil belajar saat *pretest* /sebelum diberikan pembelajaran menggunakan multimedia rata-rata sebesar 56,78 kemudian setelah *posttest* / diberikan pembelajaran menggunakan multimedia rata-rata sebesar 82,00. Berdasarkan data yang diperoleh, peningkatan rata-rata 25,22. Selain itu dilakukan pengujian menggunakan uji t berpasangan untuk mengetahui signifikansi peningkatan hasil belajar. Dari perhitungan uji t berpasangan yang telah dilakukan diperoleh $t_{hitung}=14,41$ dan $t_{tabel}=2,05$ pada $dk=29$ dan $\alpha=5\%$ ($t_{hitung} > t_{tabel}$), sehingga dapat disimpulkan terdapat peningkatan hasil belajar yang signifikan antara sebelum dan sesudah pembelajaran menggunakan multimedia sistem suspensi. Kenaikan hasil belajar berada pada kriteria peningkatan “sedangkan” berdasarkan perhitungan uji *n-gain* yang dilakukan dengan rata-rata nilai (*g*) sebesar 0,58.
2. Multimedia Pembelajaran sistem suspensi yang dikembangkan teruji layak digunakan dalam proses pembelajaran. Hasil penilaian dari ahli media sebesar

88,66% sehingga memenuhi kategori “sangat layak”, sedangkan hasil penilaian dari ahli materi sebesar 87,24% dan memenuhi kategori “sangat layak”. Sehingga dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan multimedia sistem suspensi dinyatakan sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran.

3. Multimedia telah teruji layak dan efektif berdasarkan hasil tanggapan/respon siswa, multimedia sistem suspensi ini memperoleh persentase rata-rata sebesar 79%. Hasil persentase tersebut dapat diketahui bahwa multimedia sistem suspensi masuk dalam kriteria “sangat baik”.

5.2 Saran

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

1. Pengguna (peserta didik dan pendidik) yang terlibat dalam pembelajaran diharapkan menggunakan komputer yang sudah terpasang *software adobe flash CS6* agar dapat mengoperasikan multimedia dengan baik dan kendala teknis terkait dengan pengoperasian komputer dapat dihindari.
2. Pendidik diharapkan mampu menggunakan multimedia mata pelajaran chassis dan pemindah tenaga dalam memberikan materi kompetensi memahami sistem suspensi pada sampel yang lebih luas sehingga didapatkan gambaran penerapan multimedia pada karakteristik peserta didik yang lebih bervariasi, karena penelitian ini hanya menguji pemakaian produk secara terbatas di satu kelas. Berdasarkan kajian yang relevan menunjukkan bahwa penggunaan multimedia

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

3. Peserta didik diharapkan mampu menggunakan secara mandiri sehingga multimedia ini dapat digunakan untuk pembelajaran secara mandiri dalam pembelajaran pada materi mata pelajaran khususnya pada kompetensi dasar memahami sistem suspensi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alsadhan, A. O., S. Alhomod., dan M. M. Shafi (2014). Multimedia based E-learning: design and integration of multimedia content in E-learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 9(3), 26-30.
- Amadiou, F., J. Lemarie, dan A. Tricot. 2015. How May Multimedia and Hypertext Documents Support Deep Processing for Learning. *Science Direct*. 1-13
- Arikunto, S. 2014. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Edisi Revisi Pertama. Cetakan Kelimabelas. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Arifin, Z. 2016. *Evaluasi Pembelajaran*. Edisi Pertama. Cetakan Kedelapan. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Ariwibowo. B dan A. Suharmanto. 2014. Perangkat Lunak Berbasis Multimedia sebagai Media Pembelajaran pada Kompetensi Dasar Memahami Sistem Kemudi dan Power Steering. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*. 14(2):24-28.
- Arkun. S. dan B. Akkoyunlu. 2008. A study on the development process of a multimedia learning environment according to the ADDIE model and students' opinions of the multimedia learning environment. *Interactive Educational Multimedia, IEM*. pp. 1-19.
- Austin, K. A. 2009. Multimedia learning: Cognitive individual differences and display design techniques predict transfer learning with multimedia learning modules. *Computer and Education* 53:1339-1354.
- Buntarto. 2015. *Perawatan dan Perbaikan Sistem Suspensi Mobil*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Butterworth dan Heinemann. 2001. *The Automotive Chassis: Engineering Principles (Second Edition)*. Oxford: Reed Elsevier and Professional Publishing.
- Daihatsu. 2004. *D-STEP Diagnosis Technician (Chassis)*. Jakarta: PT. Astra Daihatsu Motor.

- Daryanto. 2002. *Memahami dan Merawat Chasis Mobil*. Cetakan Pertama. Bandung: C.V YRAMA WIDYA.
- Daryanto. 2016. *Media Pembelajaran*. Cetakan Pertama. Edisi Kedua. Yogyakarta: GAVA MEDIA
- Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta.
- Knowles. D. 2007. *Classroom Manual Automotive Suspension & Steering Systems 4th Edition*. USA: Delmar Cengage Learning.
- Hake, R. R. 1998. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics course. *American Journal Of Physics* 66 (1):65.
- Heibing. B, dan M. Ersoy. 2011. *Chassis Handbook (Fundamentals, Driving Dynamics, Components, Mechatronics, Perspectives)*. Germany: Vieweg Teubner.
- Isuzu. 2007. *Isuzu Training Manual*. Jakarta: Isuzu Training Center.
- Izzudin. A. M., Masugino, dan A. Suharmanto. 2013. Efektivitas Penggunaan Media Pembelajaran Video Interaktif untuk Meningkatkan Hasil Belajar Praktik *Service Engine* dan Komponen-Komponennya. *Automotive Science and Educational Journal*. 2(2).
- Irawan. D, B. Eko, dan W. D. Raharjo. 2014. Pengembangan Media Pembelajaran Pompa Injeksi Tipe VE Distributor Berbasis Flash Player. *Automotive Science and Educational Journal*. 3(1)
- Kemendikbud. 2013. *Kurikulum 2013 Kompetensi Dasar untuk Sekolah Menengah Kejuruan/Madrasah Aliyah Kejuruan*. Jakarta: Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan.
- Khumaedi. M. 2012. Reliabilitas Instrumen Penelitian Pendidikan. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*. 12(1).
- Kotevski, Z., & Tasevska, I. (2017). Evaluating the Potentials of Educational Systems to Advance Implementing Multimedia Technologies. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 9(1), 26.

- Leow, F. T., & Neo, M. (2014). Interactive Multimedia Learning: Innovating Classroom Education in a Malaysian University. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 13(2), 99-110.
- Madcoms. 2013. *Adobe Flash Professional CS6 untuk Pemula*. Yogyakarta: Andi Publisher.
- Mayer. R. E 2002. Multimedia Learning. *The Annual Report of Educational Psychology in Japan*. Vol. 41. 27-29.
- Munir. 2013. *Multimedia (Konsep & Aplikasi dalam Pendidikan)*. Edisi Pertama. Cetakan Kedua. Bandung: Alfabeta.
- Munir. 2012. *Multimedia (Konsep & Aplikasi dalam Pendidikan)*. Bandung: Alfabeta.
- Naseer M dan G.Hasemedi. 2013. *Sistem Multimedia*. Yogyakarta: Andi Publisher.
- Nopriyanti dan P. Sudira. 2015. Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif Kompetensi Dasar Pemasangan Sistem Penerangan Dan Wiring Kelistrikan Di SMK. *Jurnal Pendidikan Vokasi*. 5(2).
- Novriza. 2012. Memperbaiki Sistem Suspensi. <https://www.scribd.com/doc/143859486/modul-sistem-suspensi-a4-2012rev-pdf>. 1 Mei 2019 (08:16).
- Nugraha. A. N. C. dan A. Muhtadi. 2015. Pengembangan Multimedia Pembelajaran Matematika Pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar untuk Siswa SMP Kelas VIII. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*. 2(1).
- Rahayu. N. S. 2013. *Desain Multimedia untuk SMA/MAK Kelas XI*. Malang: Kementerian Pendidikan & Kebudayaan
- Rahmanto, A dan L. C. Yuswonno. 2017. Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Sistem Suspensi Berbasis Komputer di SMK Negeri 1 Cangkringan. *Jurnal Student UNY*. 19(2).

- Rahmaibu. F. H., F. Ahmadi, D. Prasetyaningsih. 2016. Pengembangan Media Pembelajaran Menggunakan Adobe Flash untuk Meningkatkan Hasil belajar PKn. *Jurnal Kreatif September*.
- Restiyowati. I. dan G. M. Sanjaya. 2012. Pengembangan E-Book interaktif pada Materi Kimia Semester Genap Kelas XI SMA. *Unesa Journal of chemical Education*. 1(1).
- Rezeki. S. 2018. Pemanfaatan Adobe Flash CS6 Berbasis Problem Based Learning Pada Materi Fungsi Komposisi Dan Fungsi Invers. *Jurnal Pendidikan Tambusai*. Vol.2. No.4.
- Rifa'i, A dan C. T. Anni. 2012. *Psikologi Pendidikan*. Edisi Pertama. Cetakan Keempat. Semarang: UNNES PRESS.
- Rizal. A. S., M. Rahmat dan A. S. Rizal. 2016. Efektivitas Multimedia Interaktif Flash Pada Pembelajaran Pendidikan Agama Islam Di Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal Pendidikan Agama Islam-Ta'lim*. Vol. 14. No. 2.
- Rohmad, Sunarno, dan S. S. Edie. 2015. Desain Dan Analisis Kendali Sistem Suspensi Menggunakan PID Dan Logika Fuzzy Dengan Simulink Matlab. *Unnes Physic Journal-UPJ.4* (1).
- Rusman, D. Kurniawan dan C. Riyana. 2011. *Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi: Mengembangkan Profesionalitas Guru*. Edisi Pertama. Cetakan Pertama. Jakarta: PT Rajagrafindo Persada.
- Sa'dullah, M dan D. Widjanarko. 2014. Pengembangan Multimedia Penggunaan *Injector Tester* untuk Meningkatkan Hasil Belajar Pengujian Injektor pada Kendaraan *EFI*. *Jurnal ASEJ*. 3(1):40-45.
- Script. I. 2008. *Panduan Mudah Membuat Animasi Dapat di Kerjakan Kurang dari 10 Menit*. Jakarta: Media Kita.
- Sudaryono. 2013. *Chasis Management System (CMS)*. Jakarta: Kemendikbud.
- Sudjana. 2005. *Metoda Statistika*. Edisi keenam. Cetakan ketiga. Bandung: PT Tarsito Bandung.

- Sukoco, Z. Arifin, Sutiman, dan M. Wakid. 2014. Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Komputer untuk Peserta Didik Mata Pelajaran Teknik Kendaraan Ringan. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*. 22(2):215-226.
- Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian & Pengembangan (Research and Development)*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan kualitatif, kuantitatif, dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.
- Suprihatiningsih. 2016. *Perspektif Manajemen Pembelajaran Program Keterampilan*. Edisi Pertama. Cetakan Pertama. Yogyakarta: Deepublish.
- Suwahyo. 2016. Hand Out Analisis Butir Soal. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Unnes.
- Suyitno. 2016. Pengembangan Multimedia Interaktif Pengukuran Teknik untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta didik SMK. *Jurnal Student UNY*. 23(1): 101-109.
- Toyota. 1995. *New Step 1*. 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.
- Utari, R., W. Madya, dan Pusdiklat, K. N. P. K. 2001. Taksonomi Bloom. Jurnal: Pusdiklat KNPk: 1-13.
- Wahjudi. S. 2018. Desain dan Analisis Perubahan Fluks Magnet Terhadap Efek Peredam Pada Prototipe Suspensi Pintar. *Jurnal Energi dan Teknologi Manufaktur-JETM*. Vol. 01, No. 01:25.
- Widyastanta, R. 2016. Implementasi Media Pembelajaran Interaktif Sistem Bahan Bakar Sepeda Motor Berbasis Adobe Flash CS4 Professional. *Jurnal Pendidikan Teknik Otomotif*. Vol. 1: 43-51.
- Widiana. I. W. 2016. Pengembangan Asesmen Proyek Dalam Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Indonesia*. Vol.5, No.2:150.