



**REDESAIN MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM PENGAPIAN
*INTEGRATED IGNITION ASSEMBLY (IIA)***

PROYEK AKHIR

**Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh
Gelar Ahli Madya Teknik**



Oleh:

Nur Adin Rahsanjani

(14509134017)

**PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2017**

PERSETUJUAN

Proyek akhir yang berjudul "**Redesain Media Pembelajaran Sistem Pengapian *Integrated Ignition Assembly* (IIA)**" ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.

Yogyakarta, 18 Juli 2017

Dosen Pembimbing,



Dr. Tawardjono Us., M.Pd.

NIP. 19530312 197803 1 001

HALAMAN PENGESAHAN


Proyek akhir yang berjudul “Redesain Media Pembelajaran Sistem Pengapian *Integrated Ignition Assembly (IIA)*” ini telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 27 Juli 2017 dan dinyatakan lulus.

DEWAN PENGUJI

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Dr. Tawardjono Us., M.Pd.	Ketua Penguji		14-08-2017
Sudiyanto, M.Pd.	Sekretaris Penguji		14-08-2017
Joko Sriyanto, M.T.	Penguji		11-08-2017

Yogyakarta, Agustus 2017
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,


Dr. Widarto, M.Pd.

NIP. 19631230 198812 1 0014

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam proyek akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi. Sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 24 Juli 2017

Yang menyatakan,



Nur Adin Rahsanjani
NIM. 14509134017

REDESAIN MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM PENGAPIAN
INTEGRATED IGNITION ASSEMBLY (IIA)

Oleh :

Nur Adin Rahsanjani
14509134017

ABSTRAK

Proyek akhir ini bertujuan untuk: 1) meredesain media pembelajaran sistem pengapian IIA, 2) membuat media pembelajaran sistem pengapian IIA, dan 3) menguji media pembelajaran sistem pengapian IIA setelah dilakukan redesain.

Proses meredesain dan pembuatan media pembelajaran sistem pengapian IIA adalah sebagai berikut: 1) Mengidentifikasi kekurangan dan kelemahan media yang lama untuk dijadikan dasar dalam mendesain media yang baru, 2) mendesain dan membuat rangka serta papan media yang baru, dalam mendesain rangka dan papan media dilakukan dengan aplikasi *corel draw*. Rangka media terbuat dari besi kotak berlubang dan papan media terbuat dari akrilik bening. Proses selanjutnya adalah merakit papan media, rangka media, dan komponen sistem pengapian IIA menjadi kesatuan media pembelajaran. Pengujian media yang baru terdiri dari pengujian komponen, pengujian fungsional sistem, dan pengujian kinerja media dengan menggunakan instrumen angket.

Pengujian pada media pembelajaran sistem pengapian IIA diperoleh hasil sebagai berikut: 1) Pengujian komponen didapatkan hasil bahwa semua komponen berfungsi dengan baik, hal ini ditunjukkan dengan hasil pengukuran dan percikan bunga api yang berubah seiring dengan berubahnya putaran motor listrik. 2) Pengujian kinerja yang dilakukan dengan angket mendapatkan hasil nilai rata-rata 3,26. Dari hasil tingkat kriteria kinerja yang digunakan dalam redesain media pembelajaran sistem pengapian IIA diperoleh hasil kriteria kinerja “Sangat baik”.

Kata Kunci : Media pembelajaran dan sistem pengapian IIA.

MOTTO

*“Barang siapa bertawakal kepada Allah, niscaya Allah akan mencukupkan
(keperluan)nya. Sesungguhnya Allah melaksanakan urusan-Nya”*

(QS. At-Talaq :3)

*“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-
orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”*

(Qs. Al-Mujadilah : 11)

“Carilah ilmu sejak dari buaian hingga ke liang lahat”

(Al Hadits)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, taufiq, hidayah, dan inayah-Nya kepada kita semua sehingga dapat diselesaikan proyek akhir dengan judul “Redesain Media Pembelajaran Sistem Pengapian *Integrated ignition assembly* (IIA)”.

Dalam proses pembuatan proyek akhir ini tidak lepas dari bimbingan, dukungan dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini diucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Widarto, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Zainal Arifin, M.T. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Bapak Moch. Solikin, M.Kes. selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Bapak Dr. Tawardjono Us., M.Pd. selaku pembimbing proyek akhir atas segala bantuan dan bimbingannya yang telah diberikan demi tercapainya penyelesaian proyek akhir ini.
5. Bapak Drs. Agus Partawibawa, M.Pd. selaku penasehat akademik kelas B teknik otomotif 2014.
6. Segenap dosen dan karyawan Progrm Studi Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

7. Bapak dan Ibu yang selalu memberi dukungan dan doa yang tiada hentinya sehingga penyusun dapat menyelesaikan proyek akhir ini dengan baik.
8. Teman-teman kelas B Teknik Otomotif D3 2014 yang banyak membantu dalam berbagai hal dan terima kasih atas dukungannya.
9. Serta semua pihak yang turut membantu dalam penulisan laporan proyek akhir ini.

Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, kemajuan teknologi khususnya pada dunia otomotif, dan semua pihak yang membutuhkannya. Kritik dan saran dari semua pihak sangat diharapkan untuk kemajuan penyusunan proyek akhir ini .

Yogyakarta, Juli 2017



Nur Adin Rahsanjani

DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvi

BAB 1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah.....	4
E. Tujuan	4
F. Manfaat	5
G. Keaslian Gagasan.....	5

BAB II. PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Redesain.....	7
B. Pembelajaran.....	8
1. Pengertian Pembelajaran.....	8
2. Tujuan Pembelajaran	8
3. Pola Pembelajaran.....	10
4. Proses Pembelajaran	12
C. Media Pembelajaran.....	13
1. Pengertian Media Pembelajaran	13

2.	Ciri-ciri Media Pembelajaran.....	14
3.	Manfaat Media Pembelajaran	15
4.	Syarat Media Pembelajaran	16
5.	Jenis- jenis Media Pembelajaran.....	17
6.	Media pembelajaran jenis <i>working model</i>	21
D.	Sistem Pengapian	24
1.	Syarat-syarat Sistem Pengapian.....	25
2.	Jenis-jenis Sistem Pengapian	26
3.	Komponen Sistem Pengapian	34
E.	Sistem Pengapian IIA	44
1.	Pengertian Sistem Pengapian IIA	44
2.	Cara Kerja Sistem Pengapian IIA	45

BAB III. KONSEP RANCANGAN

A.	Analisis Kebutuhan	48
B.	Rancangan Redesain	49
1.	Mengidentifikasi Kekurangan Media Lama	49
2.	Merancang Desain Media Pembelajaran yang Baru.....	58
C.	Rancangan Proses Pembuatan.....	63
1.	Rancangan Pembuatan Rangka.....	63
2.	Rancangan Pembuatan Papan Media	67
3.	Rancangan Perakitan (<i>Assembly</i>).....	67
4.	Rancangan Pengerjaan Akhir (<i>Finishing</i>).....	69
D.	Rancangan Pengujian	69
1.	Uji Komponen.....	69
2.	Uji Fungsional.....	71
3.	Uji Kinerja Media	72
E.	Rancangan Kebutuhan Alat dan Bahan	73
1.	Rancangan Kebutuhan Alat	73
2.	Rancangan Kebutuhan Bahan	74
F.	Rancangan Waktu Pengerjaan	75
G.	Rancangan Pembiayaan	76

BAB IV. PROSES, HASIL, DAN PEMBAHASAN

A. Proses Mendesain Ulang Media Pembelajaran.....	78
1. Proses Mengidentifikasi Media Sebelumnya.....	78
2. Proses Pembuatan Desain Media	88
3. Proses Pembuatan Rangka Media.....	93
4. Proses Pembuatan Papan Media	99
5. Proses Perakitan Media Pembelajaran	101
6. Proses <i>Finishing</i>	104
B. Hasil Pembuatan Media Pembelajaran	104
C. Proses Pengujian Media Pembelajaran	106
1. Pengujian Komponen Sistem Pengapian IIA.....	106
2. Pengujian Fungsional Sistem.....	110
3. Pengujian Kinerja Sistem Pengapian IIA	112
D. Pembahasan.....	115
1. Proses Mendesain Ulang Media.....	116
2. Proses Membuat Media Pembelajaran.....	111
3. Proses Pengujian Media.....	120

BAB V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan	123
B. Keterbatasan Alat.....	124
C. Saran	125

DAFTAR PUSTAKA

127

LAMPIRAN.....

128

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kode warna sekring	36
Tabel 2. Rancangan kebutuhan bahan rangka.....	64
Tabel 3. Uji komponen.....	70
Tabel 4. Uji fungsional sistem	72
Tabel 5. Kisi-kisi instrument angket	72
Tabel 6. Rancangan kebutuhan alat	73
Tabel 7. Rancangan kebutuhan bahan.....	74
Tabel 8. Perencanaan waktu pengerjaan proyek akhir.....	75
Tabel 9. Rencana pembiayaan.....	77
Tabel 10. Kebutuhan pemotongan besi.....	94
Tabel 11. Hasil pengujian komponen.....	110
Tabel 12. Hasil pengujian fungsional sistem	112
Tabel 13. Kriteria kinerja media pembelajaran.....	114
Tabel 14. Hasil penilaian angket.....	115

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Skema sistem pengapian konvensional	27
Gambar 2. Pengapian CDI dengan kontak point.....	28
Gambar 3. Diagram pengapian <i>transistor</i> tipe induktif	30
Gambar 4. Prinsip <i>hall effect</i>	30
Gambar 5. Pembangkit pulsa dengan sensor cahaya	32
Gambar 6. Bagian-bagian baterai.....	35
Gambar 7. Sekring tipe <i>blade</i> dan <i>cartridge</i>	36
Gambar 8. Kunci kontak	37
Gambar 9. Konstruksi koil pengapian	38
Gambar 10. Distributor	39
Gambar 11. Busi	40
Gambar 12. Kabel tegangan tinggi.....	43
Gambar 13. Sistem pengapian iia	44
Gambar 14. <i>Wiring diagram</i> iia pada toyota 1e, 2e	45
Gambar 15. Pengapian <i>transistor</i> saat mesin mati.....	46
Gambar 16. Pengapian <i>transistor</i> saat mesin hidup.....	46
Gambar 17. Pengapian <i>transistor</i> saat mesin berputar.....	47
Gambar 18. Media pembelajaran sistem pengapian iia	50
Gambar 19. Simbol komponen yang tidak sesuai	51
Gambar 20. Desain baru simbol komponen.....	51
Gambar 21. Desain <i>wiring</i> lama.....	52
Gambar 22. Desain <i>wiring</i> yang baru	53
Gambar 23. Jaringan kabel yang lama	54
Gambar 24. Penggunaan <i>banana jack</i>	54
Gambar 25. Kerusakan komponen sistem pengapian IIA	55
Gambar 26. Komponen yang berkarat	56
Gambar 27. Komponen pendukung	56
Gambar 28. Dudukan pedal.....	57

Gambar 29. Dudukan motor listrik	57
Gambar 30. Dudukan distributor dan <i>ignition timing</i>	58
Gambar 31. Rancangan desain rangka tampak depan	60
Gambar 32. Rancangan desain rangka tampak samping.....	61
Gambar 33. Rancangan desain papan media yang baru.....	62
Gambar 34. <i>Wiring</i> diagram pada media yang sebelumnya	79
Gambar 35. <i>Wiring</i> diagram media yang baru	80
Gambar 36. Identifikasi simbol <i>fuse</i>	81
Gambar 37. Identifikasi simbol kunci kontak	82
Gambar 38. Identifikasi simbol lampu indikator	82
Gambar 39. Identifikasi simbol busi	83
Gambar 40. Identifikasi jaringan kabel	84
Gambar 41. Kerusakan pada kabel busi	85
Gambar 42. Kerusakan pada <i>fuse</i>	85
Gambar 43. Kondisi lampu indikator yang lama	86
Gambar 44. Kondisi gigi dan rantai <i>timing</i> yang berkarat	86
Gambar 45. Peletakan motor dan pedal	87
Gambar 46. Peletakan distributor dan <i>timing</i> pengapian	88
Gambar 47. Desain papan media yang baru.....	90
Gambar 48. Desain rangka media tampak depan.....	92
Gambar 49. Desain rangka media tampak samping.....	92
Gambar 50. Proses pengukuran besi	93
Gambar 51. Proses pemotongan besi	94
Gambar 52. Pembuatan rangka samping dengan <i>jig</i>	95
Gambar 53. Proses penyambungan rangka samping.....	96
Gambar 54. Merapikan rangka.....	97
Gambar 55. Proses pendempulan	98
Gambar 56. Proses pengecatan rangka.....	99
Gambar 57. Pemotongan akhir akrilik	100
Gambar 58. Melubangai papan akrilik.....	101
Gambar 59. Pemasangan papan media ke rangka.....	102

Gambar 60. Pemasangan komponen sistem pengapian IIA.....	103
Gambar 61. Hasil media tampak depan	104
Gambar 62. Hasil media tampak samping	105
Gambar 63. Hasil media tampak belakang	106
Gambar 64. Pengujian <i>power transistor</i>	107
Gambar 65. Pemeriksaan tahanan koil sekunder	107
Gambar 66. Pemeriksaan tahanan koil primer	107
Gambar 67. Pengujian celah udara.....	108
Gambar 68. Pengujian celah busi.....	109
Gambar 69. Pengujian tahanan kabel busi	109
Gambar 70. Pengujian fungsional sistem.....	111
Gambar 71. Hasil percikan bunga api busi	111

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Instrument Pengujian Kinerja Media.....	129
Lampiran 2. Kartu Bimbingan	132
Lampiran 3. Bukti Selesai Revisi.....	135

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Semakin berkembangnya teknologi, maka semakin besar juga tuntutan dalam pendidikan untuk mengetahui dan memperdalam teknologi tersebut. Oleh karena itu diperlukan suatu sarana yang dapat dijadikan dasar untuk mempelajari teknologi yang sedang berkembang tersebut. Sebelum lebih jauh mengenai teknologi yang sedang berkembang, maka harus didasari dengan teknologi yang sebelumnya ada.

Penyampaian materi dari pendidik ke peserta didik yang tidak terlaksana dengan baik diakibatkan oleh keterbatasan media pembelajaran pada proses pembelajaran. Keberhasilan proses pembelajaran dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain pendidik, peserta didik, metode pembelajaran yang digunakan, sarana dan prasarana pendidikan. Sarana pendidikan adalah suatu alat atau benda yang dapat mendukung proses pembelajaran, diantaranya adalah media pembelajaran.

Media pembelajaran digunakan sebagai penarik perhatian siswa agar siswa tidak bosan dan dapat menyerap materi yang disampaikan oleh pendidik dengan benar. Media pembelajaran dapat dijumpai di berbagai lembaga pendidikan yang di dalamnya terdapat aktifitas praktik untuk proses kegiatan belajar mengajar. Media pembelajaran berfungsi untuk memperkenalkan mahasiswa untuk mengetahui tentang teknologi yang sedang dihadapinya. Hal tersebut bertujuan agar mahasiswa mudah untuk

mempelajari suatu teknologi secara nyata, selain itu juga berfungsi sebagai dasar atau konsep dalam pembelajaran praktik. Media merupakan sarana yang berfungsi sebagai penyampaian dasar atau konsep dalam pembelajaran praktik. Oleh karena itu media harus dibuat sesederhana mungkin, serta mudah untuk dipahami dan dijelaskan oleh instruktur.

Media pembelajaran di bengkel otomotif UNY banyak yang sudah rusak dan tidak dapat digunakan sehingga hanya memenuhi ruangan. Dengan rusaknya beberapa media pembelajaran di bengkel otomotif membuat mahasiswa hanya memperoleh materi, tetapi tidak bisa mempraktikkan dan mengamati sistem yang sedang dipelajari secara langsung. Hal ini membuat mahasiswa tidak paham dengan materi yang diajarkan. Terdapat komponen media pembelajaran di bengkel kelistrikan otomotif UNY yang simbolnya tidak sesuai dengan benda nyata, serta minimnya keterangan rangkaian pada media pembelajaran membuat mahasiswa susah untuk memahami tentang sistem tersebut.

Pada silabus mata kuliah Listrik dan Elektronika Otomotif (LEO) didalamnya terdapat kompetensi mengenai sistem pengapian elektronik. Pada kompetensi tersebut mengkaji beberapa jenis pengapian elektronik yaitu: pengapian *full transistor*, pengapian *Integrated Ignition Assembly* (IIA), dan pengapian semi *transistor*. Di bengkel kelistrikan otomotif UNY hanya memiliki satu media tentang sistem pengapian IIA dan kondisinya terbengkalai serta jarang digunakan sehingga perlu dilakukan redesain. Tujuan dari redesain ini untuk menyesuaikan komponen media dengan judul

media, serta mengembalikan keefektifan media sebagai alat pembantu dalam proses pembelajaran LEO sehingga proses pembelajaran dapat berlangsung dengan baik.

Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan Redesain Media Pembelajaran Sistem Pengapian *Integrated Ignition Assembly* (IIA). Hal ini dilakukan untuk menunjang sistem belajar mengajar di bengkel kelistrikan otomotif UNY.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan diatas, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut.

1. Banyak media pembelajaran di bengkel kelistrikan otomotif UNY dalam kondisi terbengkalai karena jarang digunakan dan dibersihkan.
2. Media pembelajaran di bengkel kelistrikan otomotif UNY terdapat beberapa komponen dalam kondisi rusak dan hilang.
3. Media pembelajaran di bengkel kelistrikan otomotif UNY terdapat *wiring* yang kurang jelas dan sulit untuk dipahami mahasiswa.
4. Media pembelajaran di bengkel kelistrikan otomotif UNY terdapat beberapa media yang penempatan komponennya kurang rapi.
5. Fasilitas media pembelajaran sistem pengapian IIA di bengkel otomotif UNY sudah ada. Akan tetapi karena media tersebut jarang digunakan dan sudah lama dibiarkan, sehingga ada beberapa komponen yang rusak dan perlu dilakukan redesain pada media pembelajaran sistem pengapian IIA.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah dibahas, penyusunan proyek akhir ini dibatasi pada redesain media pembelajaran sistem pengapian IIA. Pembatasan masalah dikarenakan media pembelajaran sistem pengapian IIA mendesak untuk digunakan sebagai media praktik mata kuliah listrik elektronika otomotif (LEO) pada semester genap.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah yang telah dipaparkan diatas, maka dapat dihasilkan rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana meredesain media pembelajaran sistem pengapian IIA?
2. Bagaimana membuat media pembelajaran sistem pengapian IIA?
3. Bagaimana menguji media pembelajaran sistem pengapian IIA setelah dilakukan redesain ?

E. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka dapat diambil tujuan sebagai berikut.

1. Meredesain media pembelajaran sistem pengapian IIA.
2. Membuat media pembelajaran sistem pengapian IIA.

3. Menguji media pembelajaran sistem pengapian IIA setelah dilakukan redesain.

F. Manfaat

Manfaat dari dilakukannya redesain media pembelajaran sistem pengapian IIA adalah sebagai berikut.

1. Media pembelajaran sistem pengapian IIA dapat digunakan kembali oleh mahasiswa untuk melakukan praktikum kelistrikan *engine* dengan kondisi yang lebih baik.
2. Media pembelajaran sistem pengapian IIA setelah diredesain memiliki rangkaian atau *Wiring* diagram yang sesuai dengan komponennya, sehingga lebih mudah untuk dipahami.
3. Memudahkan dosen pengajar untuk menjelaskan tentang sistem pengapian IIA.

G. Keaslian Gagasan

Gagasan dari proyek akhir ini merupakan hasil dari diskusi dengan dosen listrik di bengkel otomotif UNY. Pemikiran ini muncul dikarenakan banyak media pembelajaran yang tidak terpakai di bengkel listrik otomotif UNY khususnya media pembelajaran sistem pengapian IIA yang kondisinya kurang layak untuk mendukung proses belajar mengajar. Dengan dilakukannya redesain pada media pembelajaran sistem pengapian IIA, maka diharapkan media tersebut dapat digunakan kembali oleh mahasiswa otomotif

FT UNY dalam proses pembelajaran di kampus untuk meningkatkan pemahaman dalam bidang kelistrikan mesin.

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

Berdasarkan masalah yang telah diidentifikasi pada bab I, maka dapat dilakukan pendekatan pemecahan masalah. Pendekatan pemecahan masalah difokuskan pada redesain media pembelajaran sistem pengapian IIA. Dalam proses redesain tersebut timbul berbagai macam masalah, untuk memecahkannya diperlukan pendekatan dan pemecahan masalah dengan mengkaji teori yang berhubungan dengan permasalahan yang ada.

A. Desain Ulang (*Redesign*)

Penggunaan istilah *design* atau desain bermula dari gambar teknik arsitektur (gambar potong untuk bangunan) serta di awal perkembangan, istilah desain awalnya masih berbaur dengan seni dan kriya. Di mana, pada dasarnya seni adalah suatu pola pikir untuk membentuk ekspresi murni yang cenderung fokus pada nilai estetis dan pemaknaan secara privasi. Sedangkan desain memiliki pengertian sebagai suatu pemikiran baru atas fundamental seni dengan tidak hanya menitik-beratkan pada nilai estetis, namun juga aspek fungsi dan latar industri secara massa, yang memang pada realitanya pengertian desain tidak hanya digunakan dalam dunia seni rupa saja, namun juga dalam bidang teknologi, rekayasa, dll ([https://id. wikipedia.org](https://id.wikipedia.org)).

Kata redesain diadopsi dari bahasa Inggris *redesign* yang terdiri dari dua unsur, yaitu *re* yang berarti mengulang kembali dan *design* yang berarti

merencanakan atau membentuk. Jadi kata '*redesign*' berarti merencanakan kembali atau membentuk ulang sesuatu yang sudah ada. *Redesign* adalah suatu perencanaan untuk melakukan perubahan pada struktur dan fungsi suatu benda, bangunan atau suatu sistem dengan tujuan untuk menghasilkan manfaat yang lebih baik dari desain semula, atau untuk menghasilkan fungsi yang berbeda dari desain semula (<https://en.wiktionary.org>).

B. Pembelajaran

1. Pengertian Pembelajaran

Pembelajaran adalah suatu upaya yang dilakukan oleh seorang guru atau pendidik untuk membelajarkan siswa atau peserta didik yang belajar. Pada pendidikan formal, pembelajaran merupakan tugas yang dibebankan kepada guru, karena guru merupakan tenaga profesional yang disiapkan untuk itu. Kegiatan pembelajaran bukan lagi sekadar kegiatan mengajar (pengajaran) yang mengabaikan kegiatan belajar, yaitu sekadar menyiapkan pengajaran dan melaksanakan prosedur mengajar dalam pembelajaran tatap muka. Akan tetapi, kegiatan pembelajaran lebih kompleks lagi dan dilaksanakan dengan pola-pola pembelajaran yang bervariasi (Tim Pengembang MKDP, 2011: 128).

2. Tujuan pembelajaran

Tujuan pembelajaran merupakan suatu target yang ingin dicapai, oleh kegiatan pembelajaran. Tujuan pembelajaran ini merupakan tujuan dalam upaya mencapai tujuan-tujuan lain yang lebih tinggi tingkatannya,

yakni tujuan pendidikan dan tujuan pembangunan nasional (Tim Pengembang MKDP, 2011: 148-150).

a. Tujuan Pendidikan Nasional

Tujuan pendidikan merupakan tujuan yang sifatnya umum dan sering kali disebut dengan tujuan pendidikan nasional. Tujuan pendidikan ini merupakan tujuan jangka panjang yang ingin dicapai dan didasari oleh falsafah negara (Indonesia didasari oleh Pancasila).

Berdasarkan UU No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, tujuan pendidikan nasional (Indonesia) adalah mencerdaskan kehidupan bangsa dan mengembangkan manusia Indonesia seutuhnya, yaitu manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berbudi pekerti luhur, memiliki pengetahuan dan keterampilan, kesehatan jasmani dan rohani, kepribadian yang mantap dan mandiri, serta rasa tanggung jawab kemasyarakatan dan kebangsaan.

b. Tujuan Institusional/Lembaga

Tujuan institusional merupakan tujuan yang ingin dicapai oleh setiap sekolah atau lembaga pendidikan. Tujuan institusional ini merupakan penjabaran dari tujuan pendidikan sesuai dengan jenis dan sifat sekolah atau lembaga pendidikan. Oleh karena itu, setiap sekolah atau lembaga pendidikan memiliki tujuan institusionalnya sendiri-sendiri. Tidak seperti tujuan pendidikan nasional, tujuan

institusional lebih bersifat konkret. Tujuan institusional ini dapat dilihat dalam kurikulum setiap lembaga pendidikan.

c. Tujuan Kurikuler

Tujuan kurikuler adalah tujuan yang ingin dicapai oleh setiap bidang studi. Tujuan ini dapat dilihat dari GBPP (Garis-garis Besar Program Pengajaran) setiap bidang studi. Tujuan kurikuler merupakan penjabaran dari tujuan institusional, sehingga kumulasi dari setiap tujuan kurikuler ini akan menggambarkan tujuan institusional.

d. Tujuan Instruksional/Pembelajaran

Tujuan instruksional adalah tujuan yang ingin dicapai dari setiap kegiatan instruksional atau pembelajaran. Tujuan ini sering kali dibedakan menjadi dua bagian, yaitu: tujuan instruksional/ tujuan pembelajaran umum dan tujuan instruksional/ pembelajaran khusus.

3. Pola Pembelajaran

Secara garis besar terdapat empat pola pembelajaran seperti yang diungkapkan Mudhofir dalam buku Tim Pengembangan MKDP (2011: 128), yaitu sebagai berikut.

a. Pola Pembelajaran Guru dengan Siswa Tanpa Menggunakan Alat Bantu dalam Bentuk Alat Peraga.

Pola pembelajaran ini sangat tergantung pada kemampuan guru dalam mengingat bahan pembelajaran dan menyampaikan bahan tersebut secara lisan kepada siswa.

b. Pola Pembelajaran (guru + alat bantu) dengan Siswa.

Pada pola pembelajaran ini guru sudah dibantu oleh berbagai bahan pembelajaran yang disebut alat peraga pembelajaran dalam menjelaskan dan meragakan suatu pesan yang bersifat abstrak.

c. Pola Pembelajaran (guru) + (media) dengan Siswa

Pola pembelajaran ini sudah mempertimbangkan keterbatasan guru, yang tidak mungkin menjadi satu-satunya sumber belajar. Guru dapat memanfaatkan berbagai media pembelajaran sebagai sumber belajar yang dapat menggantikan guru dalam pembelajaran. Jadi pola ini merupakan pola pembelajaran bergantian antara guru dan media pembelajaran dalam berinteraksi dengan siswa. Konsekuensi pola pembelajaran ini adalah harus disiapkan bahan pembelajaran yang dapat digunakan dalam pembelajaran.

d. Pola pembelajaran media dengan siswa.

Pola pembelajaran media dengan siswa atau pola pembelajaran jarak jauh menggunakan media atau bahan pembelajaran yang disiapkan. Berdasarkan pola-pola pembelajaran tersebut di atas, maka membelajarkan itu tidak hanya sekedar mengajar (seperti pola satu), karena membelajarkan yang berhasil harus memberikan banyak perlakuan kepada siswa. Peran guru

dalam pembelajaran lebih dari sekadar sebagai pengajar (informan) belaka, akan tetapi guru harus memiliki multi peran dalam pembelajaran. Dan agar pola pembelajaran yang diterapkan juga dapat bervariasi, maka bahan pembelajarannya harus dipersiapkan secara bervariasi juga.

4. Proses Pembelajaran

Menurut Tim Pengembang MKDP (2011: 148-149), proses pembelajaran hanya menerapkan kemampuan dan menggunakan sarana serta mengikuti mekanisme yang telah diatur dengan baik dalam RPP/SAP. Proses pembelajaran yang telah direncanakan dengan baik akan mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Selain menerapkan proses pembelajar telah ditata dengan baik, juga harus selalu meminta *feed back* dan melakukan kajian untuk terus membenahi proses pembelajaran.

Proses pembelajaran meliputi kegiatan dari membuka sampai menutup pelajaran. Dalam kegiatan pembelajaran meliputi : (1) kegiatan awal, yaitu : melakukan apersepsi, menyampaikan tujuan pembelajaran, dan bila dianggap perlu memberikan *pretest*; (2) kegiatan inti, yaitu kegiatan utama yang dilakukan guru dalam memberikan pengalaman belajar, melalui berbagai strategi dan metode yang dianggap sesuai dengan tujuan dan materi yang akan disampaikan; (3) kegiatan akhir, yaitu menyimpulkan kegiatan pembelajaran dan pemberian tugas atau pekerjaan rumah bila dianggap perlu.

C. Media Pembelajaran

1. Pengertian Media Pembelajaran

Media merupakan bagian yang sangat penting dan tidak terpisahkan dari proses pembelajaran, terutama untuk mencapai tujuan pembelajaran itu sendiri. Media pembelajaran secara umum adalah alat bantu proses belajar mengajar. Segala sesuatu yang dapat dipergunakan untuk merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan kemampuan atau ketrampilan belajar sehingga dapat mendorong terjadinya proses belajar.

Berkenaan dengan pengertian pembelajaran, Boove (Sanaky, 2011:3) berpendapat bahwa media adalah sebuah alat yang mempunyai fungsi menyampaikan pesan, sedangkan media pembelajaran adalah sebuah alat yang berfungsi dan digunakan untuk menyampaikan pesan pembelajaran. Pembelajaran adalah proses komunikasi antara pembelajar, pengajar, dan bahan ajar. Dapat dikatakan bahwa, bentuk komunikasi tidak akan berjalan tanpa bantuan sarana untuk menyampaikan pesan. Bentuk-bentuk stimulus dapat dipergunakan sebagai media, diantaranya adalah : hubungan atau interaksi manusia, realitas, gambar bergerak atau tidak, tulisan dan suara yang direkam. Dengan kelima bentuk stimulus ini, akan membantu pembelajar mempelajari bahan pelajaran. Sehingga dapat disimpulkan bahwa bentuk-bentuk stimulus yang dapat dipergunakan sebagai media pembelajaran adalah suara, lihat, dan gerakan.

Berbeda halnya dengan Boove, Hamalik (Sanaky, 2011:4) menyatakan bahwa media pembelajaran adalah sarana pendidikan yang dapat digunakan sebagai perantara dalam proses pembelajaran untuk mempertinggi efektifitas dan efisiensi dalam mencapai tujuan pengajaran. Dalam pengertian yang lebih luas media pembelajaran adalah alat, metode, dan teknik yang digunakan dalam rangka lebih mengefektifkan komunikasi dan interaksi antara pengajar dan pembelajar dalam proses pembelajaran di kelas.

2. Ciri-ciri Media Pembelajaran

Hamalik (Sanaky, 2011:39-40) berpendapat bahwa ciri umum media pembelajaran adalah sebagai berikut.

- a. Media pembelajaran identik artinya dengan pengertian keperagaan yang berasal dari kata raga yaitu suatu bentuk yang dapat diraba, dilihat, didengar, dan diamati melalui panca indra.
- b. Tekanan utama media adalah terletak pada benda atau hal-hal yang dilihat, didengar, dan diraba.
- c. Media pembelajaran adalah semacam alat bantu dalam proses pembelajaran, baik di kelas maupun di luar kelas.
- d. Media pembelajaran merupakan suatu perantara dan digunakan dalam rangka pendidikan dan pengajar. Dengan demikian, media pembelajaran mengandung aspek alat dan teknik yang sangat erat kaitannya dengan metode mengajar.

3. Manfaat Media Pembelajaran

Ditinjau dari manfaat media pembelajaran, Sudjana & Rivai (Arsyad, 2014:28) mengemukakan bahwa manfaat media pembelajaran dalam proses belajar siswa yaitu :

- a. pembelajaran akan lebih menarik perhatian siswa sehingga dapat menumbuhkan motivasi belajar;
- b. bahan pembelajaran akan lebih jelas maknanya sehingga dapat lebih dipahami oleh siswa dan memungkinkannya menguasai dan mencapai tujuan pembelajaran;
- c. metode mengajar akan lebih bervariasi, tidak semata-mata komunikasi verbal melalui penuturan kata-kata oleh guru, sehingga siswa tidak bosan dan guru tidak kehabisan tenaga, apalagi kalau guru mengajar pada setiap jam pelajaran;
- d. siswa dapat lebih banyak melakukan kegiatan belajar sebab tidak hanya mendengarkan uraian guru, tetapi juga aktivitas lain seperti mengamati, melakukan, mendemonstrasikan, memerankan, dan lain-lain.

Selain itu, manfaat media pembelajaran bagi pengajar dan pembelajar, sebagai berikut. (Sanaky, 2011:5)

- a. Manfaat media pembelajaran bagi pengajar, yaitu :
 - 1) memberikan pedoman, arah untuk mencapai tujuan,
 - 2) menjelaskan struktur dan urutan pengajaran secara baik,
 - 3) memberikan kerangka sistematis mengajar secara baik,

- 4) memudahkan kendali pengajar terhadap materi pelajaran,
 - 5) membantu kecermatan, ketelitian dalam penyajian materi pelajaran,
 - 6) membangkitkan rasa percaya diri seorang pengajar, dan
 - 7) meningkatkan kualitas pengajaran.
- b. Manfaat media pembelajaran bagi pembelajar, yaitu :
- 1) meningkatkan motivasi belajar pembelajar,
 - 2) memberikan dan meningkatkan variasi belajar pembelajar,
 - 3) memberikan struktur materi pelajaran dan memudahkan pembelajar untuk belajar,
 - 4) memberikan inti informasi, pokok-pokok secara sistematis sehingga memudahkan pembelajar untuk belajar,
 - 5) merangsang pembelajar untuk berfikir dan beranalisis,
 - 6) menciptakan kondisi dan situasi belajar tanpa tekanan, dan
 - 7) pembelajar dapat memahami materi pelajaran dengan sistematis yang disajikan pengajar lewat media pembelajaran.

4. Syarat-syarat Media Pembelajaran

Hamalik (1986:18) menyatakan bahwa dalam pembuatan media pembelajaran, alat-alat yang dibuat harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut.

- a. Rasionil, sesuai dengan akal dan mampu dipikirkan oleh kita.
- b. Ilmiah, sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan.
- c. Ekonomis, sesuai dengan kemampuan pembiayaan yang ada, hemat.

- d. Praktis, dapat digunakan dalam kondisi praktek di sekolah dan bersifat sederhana.
- e. Fungsional, berguna dalam pelajaran, dapat digunakan oleh guru dan siswa.

5. Jenis-jenis Media Pembelajaran

Beberapa jenis media pembelajaran yang digunakan untuk proses kegiatan belajar mengajar yaitu sebagai berikut.

a. Media Grafis

Media grafis termasuk media visual yang berfungsi menyalurkan pesan dari sumber pesan ke penerima pesan. Saluran yang digunakan adalah mengutamakan indera penglihatan (visual). Agar proses penyampaian pesan dapat berhasil dan efisien, pesan yang disampaikan dituangkan ke dalam simbol komunikasi yang digunakan adalah simbol visual. Media grafis banyak sekali jenisnya, beberapa diantaranya sebagai berikut : (Sanaky, 2011:71-92)

- 1) gambar atau foto,
- 2) sketsa,
- 3) diagram,
- 4) bagan atau *chart*,
- 5) grafik (*graphs*),
- 6) kartun,
- 7) poster,

8) alat gambar berseri, dan

9) peta dan *globe*.

b. Media Audio, Visual, dan Audio-Visual

Komunikasi yang bersifat auditif sangat mendominasi kehidupan manusia, demikian halnya dengan kegiatan pengajaran, mulai tingkat dasar sampai perguruan tinggi. Penggunaan komunikasi audio banyak dipergunakan dibandingkan dengan kegiatan komunikasi lainnya (Sanaky, 2011:93).

1) Media Audio

Media audio adalah segala macam bentuk media yang berkaitan dengan indera pendengaran, termasuk dalam kelompok media audio. Karena media audio berkaitan dengan indera pendengaran, maka pesan yang akan disampaikan dituangkan ke dalam lambang-lambang auditif, baik verbal maupun non verbal. Jenis alat yang dikategorikan dalam media audio yaitu : Audio kaset, Radio, dan Laboratorium bahasa (Sanaky, 2011:94-98).

2) Media Visual

Pada mulanya pada proses pembelajaran hanya menggunakan pendekatan verbal, yakni membaca dan menulis. Baru pada pertengahan tahun 1960-an mulai muncul konsep keterbacaan visual dalam bentuk grafik seperti sketsa, gambar, foto, diagram, tabel, dan lain-lain. Dalam buku-buku pelajaran

mulai ditampilkan pesan-pesan visual melalui berbagai ilustrasi untuk memperjelas keterbacaan visual (Sanaky, 2011:100).

3) Media Audio-Visual

Media audio-visual adalah seperangkat alat yang dapat memproyeksikan gambar bergerak dan bersuara. Paduan antara gambar dan suara membentuk karakter sama dengan obyek aslinya. Alat-alat yang termasuk dalam kategori media audio-visual, adalah : televisi, video-VCD, sound slide, dan film (Sanaky, 2011:105).

c. Media Tiga Dimensi

Media tiga dimensi yang sering digunakan dalam pembelajaran adalah model dan boneka. Model adalah benda tiruan tiga dimensional dari beberapa obyek nyata yang terlalu besar, terlalu jauh, terlalu kecil, terlalu mahal, terlalu jarang, atau terlalu ruwet untuk dibawa ke dalam kelas dan dipelajari pembelajar dalam wujud aslinya. Boneka merupakan jenis model yang dipergunakan untuk memperlihatkan permainan (Sanaky, 2011:113). Beberapa benda yang digolongkan ke dalam benda tiga dimensi adalah sebagai berikut.

1) Benda Asli

Sebelum menggunakan macam-macam alat audio-visual, benda asli merupakan alat yang paling efektif untuk mengikutsertakan berbagai indera dalam belajar. Hal ini

disebabkan benda asli memiliki sifat keasliannya, mempunyai ukuran besar dan kecil, berat, warna, dan adakalanya disertai dengan gerak dan bunyi. Sehingga benda asli memiliki daya tarik tersendiri bagi pembelajar. Jadi, benda asli adalah benda dalam keadaan sebenarnya dan seutuhnya (Sanaky, 2011:113-114).

2) Benda model

Benda model dapat diartikan sebagai sesuatu yang dibuat dengan ukuran tiga dimensi, sehingga menyerupai benda aslinya untuk menjelaskan hal-hal yang mungkin diperoleh dari benda sebenarnya. Benda asli kemudian dibuat modelnya dalam bentuk besar seperti aslinya, atau sangat kecil. Sanaky (2011:115-117) membagi model atau benda tiruan menjadi tiga jenis yaitu :

- a) *solid model*, model ini terutama hanya menunjukkan bagian luar,
- b) *cross section model*, model ini hanya menampilkan struktur bagian dalam saja, dan
- c) *working model*, bahwa model ini hanya mendemonstrasikan fungsi atau proses-proses saja.

3) Alat tiruan sederhana atau *mock-up*

Alat tiruan sederhana atau *mock-up* banyak digunakan dalam pendidikan teknik dan industri untuk menjelaskan

kerjanya bagian-bagian dari sebuah alat atau mesin. Di pendidikan kemiliteran juga banyak menggunakan *mock-up* untuk menerangkan fungsi dari bagian-bagian sebuah senjata. Jadi, dapat dikatakan bahwa *mock-up* adalah suatu penyederhanaan susunan bagian pokok dari suatu proses atau sistem yang lebih rumit. Susunan nyata dari bagian-bagian pokok itu diubah sehingga aspek-aspek utamanya dari suatu proses utama mudah dimengerti pembelajar (Sanaky, 2011:118).

4) Diorama

Diorama adalah sebuah pemandangan tiga dimensi mini yang bertujuan untuk menggambarkan pemandangan sebenarnya. Diorama biasanya terdiri atas bentuk-bentuk sosok atau obyek-obyek ditempatkan di pentas yang berlatar belakang lukisan yang disesuaikan dengan penyajinya. Diorama sebagai media pembelajaran terutama berguna untuk mata pelajaran ilmu bumi, ilmu hayat, sejarah, dan bahkan dapat diusahakan untuk berbagai macam mata pelajaran (Sanaky, 2011:118-119).

6. Media Pembelajaran Jenis *Working Model*.

Media pembelajaran yang dibuat adalah media pembelajaran tiga dimensi dengan jenis *working model*. Pada jenis *working model* ini media hanya mendemostrasikan fungsi atau proses-proses saja. Menurut Hamalik (1982: 153) model kerja (*working model*) adalah tiruan dari suatu obyek yang memperhatikan bagian luar obyek asli dan mempunyai

beberapa bagian dari benda sesungguhnya. Contoh media pembelajaran jenis *working model* yaitu : pembuatan alat pengukur kekuatan gempa, pembuatan alat pengukur hujan (Hygrometer), dan *winscope* tata surya. Pada proses pembuatan media tiga dimensi jenis model kerja ini membutuhkan bahan-bahan sebagai berikut.

a. Akrilik atau *Acrylic*

Akrilik pada pembuatan media pembelajaran digunakan sebagai papan panel. Papan panel ini berfungsi untuk menempatkan alat ataupun komponen-komponen sistem pengapian IIA. Akrilik (Acrylic) merupakan bahan yang berasal dari asam akrilik atau senyawa sejenis. Istilah ini paling sering dipergunakan untuk menggambarkan plastik jernih seperti kaca yang dikenal sebagai poli metil metakrilat (PMMA). PMMA, juga disebut kaca akrilik, memiliki sifat yang menjadikannya pilihan yang lebih baik untuk banyak produk yang mungkin juga tadinya dibuat dari kaca. Terdapat dua jenis dasar akrilik yaitu sebagai berikut.

1) Akrilik ekstrusi

Akrilik ekstrusi dibuat melalui proses dimana plastik cair didorong melewati roller, yang kemudian akan menekan plastik tersebut menjadi lembaran saat mendingin. Proses ini relatif murah, tapi lembaran yang dihasilkan lebih lembut daripada akrilik cetakan, lebih mudah tergores, dan mungkin mengandung kotoran. Akan tetapi, banyak akrilik ekstrusi

bermutu sangat baik, dan akrilik yang bermutu sangat baik ini merupakan mayoritas akrilik ekstrusi yang terdapat di pasaran. Akrilik ekstrusi merupakan pilihan yang baik untuk membuat plang, display, dan kegunaan lainnya.

2) Akrilik cetakan

Akrilik cetakan cenderung memiliki mutu yang lebih baik daripada jenis ekstrusi, tapi juga lebih mahal. Dalam pencetakan sel, lembar-lembar akrilik tunggal dibuat dengan cara menekan plastik cair diantara dua potong pencetak tekan (mold), seringkali terbuat dari kaca, yang kemudian dibawa melewati proses pemanasan bertahap. Lembar yang dihasilkan lebih kuat daripada akrilik ekstrusi (<http://www.acrylicac.net>).

b. Besi Kotak Berongga (*Hollow*)

Bahan besi ini digunakan sebagai rangka dari media pembelajaran. Hal ini dipilih karena besi ini memiliki profil kotak sehingga bisa menompang media agar media pembelajaran dapat diletakkan diatas bidang yang datar dalam kondisi tegak berdiri. Besi kotak berongga memiliki variasi panjang, lebar, dan tebal yang beragam. Besi hollow memiliki 2 jenis yaitu sebagai berikut.

1) Besi Kotak Berongga *Galvanise*

Besi ini merupakan sebutan untuk pelapisan finishing yang terdiri dari 97% unsur coating zinc (besi), \pm 1% unsur

coating aluminium dan sisanya adalah unsur bahan lain. Dengan komposisi bahan seperti ini, akan membuat besi kotak berongga jenis ini menjadi *korosif*, terlebih lagi jika besi ini tergesek maupun terpotong. Oleh karena itu, pada penerapannya besi kotak berongga ini harus diberikan anti karat dan jenis cat yang bagus agar tahan lebih lama meskipun diterpa hujan dan panas.

2) Besi Kotak Berongga *Galvalume*

Galvalume merupakan sebutan untuk *Zinc-Alume* yang pelapisannya mengandung unsur Alume (*Aluminium*) dan Zinc (*besi*). Untuk bahan *Galvalume* yang paling baik terdiri dari unsur coatingnya 55% Aluminium, unsur besi 43,5% dan unsur lapisan silikon 1,5%. Dilihat dari komposisi bahannya, besi kotak berongga *galvalume* ini memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap korosi dibandingkan besi kotak berongga *galvanise*. Dengan kualitas yang bagus, otomatis harga dari pada *galvalume* lebih mahal daripada *galvanise*.

(<http://sahabatsolid.com>)

D. Sistem Pengapian

Motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*) menghasilkan tenaga dengan jalan membakar campuran udara dan bahan bakar di dalam silinder. Pada motor bensin, loncatan bunga api pada busi diperlukan untuk menyalakan campuran udara-bahan bakar yang telah dikompresikan oleh torak di dalam silinder. Karena pada motor bensin proses pembakaran

dimulai oleh loncatan bunga api tegangan tinggi yang dihasilkan oleh busi, beberapa metode diperlukan untuk menghasilkan arus tegangan tinggi yang diperlukan. Sistem pengapian pada automobile berfungsi untuk menaikkan tegangan baterai menjadi 10 KV atau lebih dengan mempergunakan *Ignition coil* dan kemudian membagi-bagikan tegangan tinggi tersebut ke masing-masing busi melalui distributor dan kabel tegangan tinggi (Anonim, 1995:6-12).

1. Syarat-syarat Sistem Pengapian

Fungsi dasar sistem pengapian adalah untuk membangkitkan bunga api yang dapat membakar campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder. Oleh karena itu sistem pengapian harus memenuhi syarat sebagai berikut.

a. Bunga api yang kuat

Pada saat campuran bahan bakar dan udara dikompresikan di dalam silinder, sangat sulit bagi bunga api untuk melewati udara (ini disebabkan udara mempunyai tahanan listrik dan tahanan ini naik pada saat udara dikompresikan). Dengan alasan ini, maka tegangan yang diberikan pada busi harus cukup tinggi untuk dapat membangkitkan bunga api yang kuat diantara elektroda busi.

b. Saat pengapian yang tepat

Untuk memperoleh pembakaran campuran udara dan bahan bakar yang paling efektif, harus dilengkapi beberapa peralatan tambahan yang dapat merubah-rubah saat pengapian sesuai dengan putaran dan beban mesin.

c. Ketahanan yang cukup

Apabila sistem pengapian tidak berkerja, maka mesin akan mati. Oleh karena itu, sistem pengapian harus mempunyai ketahanan yang cukup untuk menahan getaran dan panas yang dibangkitkan oleh mesin, demikian juga tegangan tinggi yang dibangkitkan oleh sistem pengapian itu sendiri.

(Anonim, 2001:1)

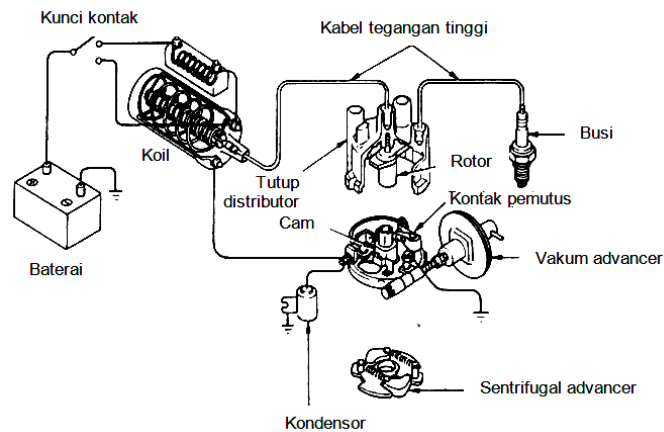
2. Jenis-jenis Sistem Pengapian

Pada motor bensin terdapat berbagai jenis sistem pengapian yang digunakan. Yang membedakan antara jenis pengapian ini adalah pada sistem pemutusan arus primer pada koil agar terjadi induksi listrik pada sekunder koil. Jenis-jenis sistem pengapian adalah sebagai berikut.

a. Sistem pengapian konvensional

Sistem pengapian konvensional merupakan sistem pengapian yang paling sederhana dibandingkan sistem pengapian yang lain. Sistem pengapian konvensional adalah sistem pengapian yang menggunakan kontak pemutus atau platina sebagai komponen pemutus dan penghubung arus pada kumparan primer koil. Ciri khusus sistem pengapian konvensional ini adalah proses pemutusan arus primer dilakukan secara mekanik, yaitu dengan proses membuka dan menutupnya kontak pemutus. Kontak pemutus bekerja seperti saklar di mana pada saat tertutup arus dapat

mengalir dan saat kontak pemutus terbuka arus akan terhenti (Anonim, 2009:328).



Gambar 1. Skema sistem pengapian konvensional

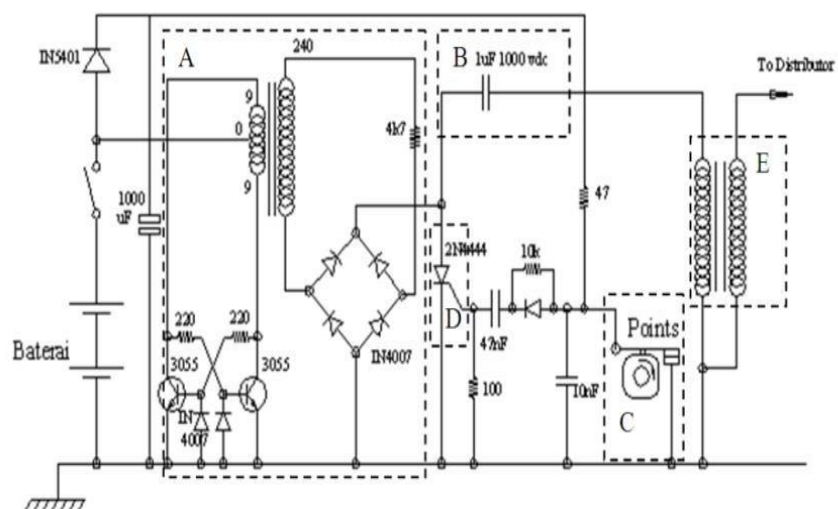
b. Sistem pengapian elektronik

Sistem pengapian ini memanfaatkan *transistor* untuk memutus dan mengalirkan arus primer koil. Jika pada sistem pengapian konvensional pemutusan arus primer koil dilakukan secara mekanis dengan membuka dan menutup kontak pemutus, maka pada sistem pengapian elektronik pemutusan arus primer koil dilakukan secara elektronik melalui suatu *power transistor* yang difungsikan sebagai saklar (Anonim, 2009:335). Sistem pengapian elektronik dibagi menjadi beberapa macam yaitu :

1) Sistem Pengapian CDI (*Capasitive Discharge Ignition*)

Sistem pengapian CDI yaitu sistem pengapian yang bekerja berdasarkan pembuangan muatan kapasitor. Konsep kerja sistem pengapian CDI berbeda dengan sistem pengapian penyimpan induktif. Pada sistem CDI, koil masih digunakan

tetapi fungsinya hanya sebagai transformator tegangan tinggi, tidak untuk menyimpan energi. Sebagai pengganti, sebuah kapasitor digunakan sebagai penyimpan energi. Dalam sistem ini kapasitor diisi (*charged*) dengan tegangan tinggi sekitar 300 V sampai 500 V, dan pada saat sistem bekerja (*triggered*), kapasitor tersebut membuang (*discharge*) energinya ke kumparan primer koil pengapian. Koil tersebut menaikkan tegangan dari pembuangan muatan kapasitor menjadi tegangan yang lebih tinggi pada kumparan sekunder untuk menghasilkan percikan api pada busi. Saat bekerja, kapasitor dalam sistem pengapian ini secara periodik diisi oleh bagian pengisi *charging device* dan kemudian muatannya dibuang ke kumparan primer koil untuk menghasilkan tegangan tinggi (Anonim, 2009:346).



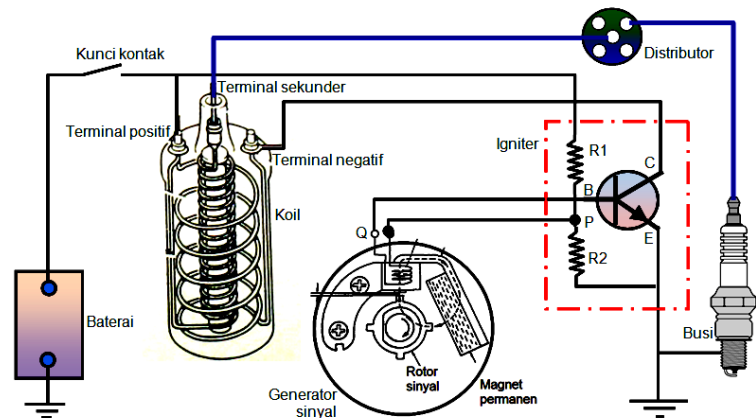
Gambar 2. Pengapian CDI dengan kontak point

2) Sistem pengapian *transistor*

Sistem *solid-state transistorized ignition* (yang selanjutnya disebut pengapian *transistor*) yang dikembangkan untuk menghapuskan perlunya pemeliharaan, yang pada akhirnya mengurangi biaya pemeliharaan bagi pemakai. Pada sistem pengapian *transistor*, signal generator dipasang di dalam distributor untuk menggantikan *breaker point* dan cam. Signal generator membangkitkan tegangan untuk mengaktifkan *transistor* pada igniter untuk memutus arus primer pada *ignition coil*. *Transistor* yang digunakan untuk memutus aliran arus primer tidak mengadakan kontak logam dengan logam, sehingga tidak terjadi keausan dan penurunan tegangan sekunder (Anonim, 1994:35). Pembangkitan pulsa pada signal generator memiliki beberapa tipe yaitu sebagai berikut.

a) Tipe Induktif

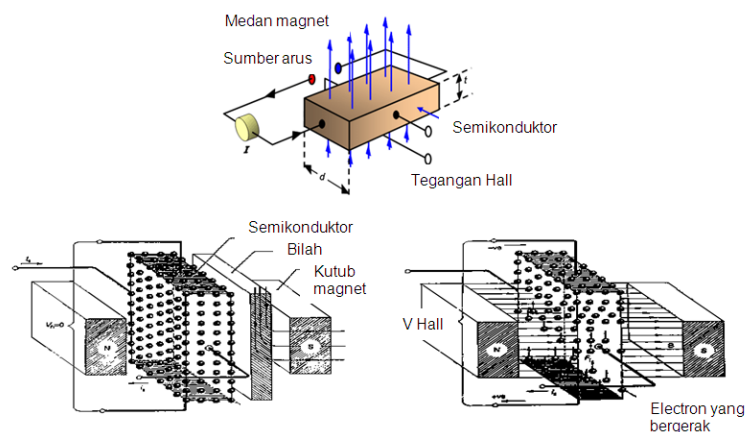
Sistem pengapian dengan pembangkit pulsa model induktif terdiri dari penghasil pulsa, ignitier, koil, distributor dan komponen pelengkap lainnya. Sistem pembangkit pulsa induktif terdiri dari kumparan pembangkit pulsa (*pick up coil*), magnet permanen, dan rotor pengarah medan magnet (Anonim, 2009:340-341).



Gambar 3. Diagram pengapian *transistor* tipe induktif

b) Tipe *Hall effect*

Tipe *Hall effect* adalah nama yang di berikan berdasarkan *hall* yang menemukan *effect* ini pada tahun 1879. Sistem pengapian *hall effect* adalah sistem pengapian yang menggunakan semi konduktor tipis berbentuk garis pembangkit pulsa untuk mengaktifkan *power transistor*. Model *hall effect* digambarkan sebagai berikut.



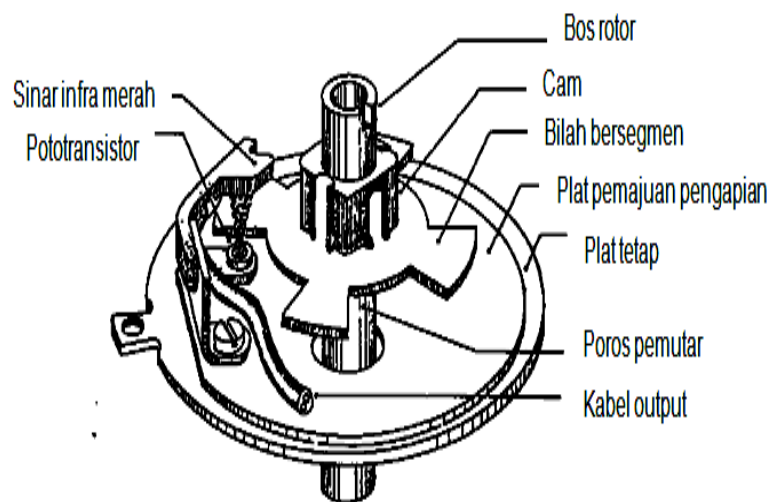
Gambar 4. Prinsip *Hall Effect*

Apabila bahan semi konduktor dialiri dengan arus listrik dari sisi kiri ke kanan dan semi konduktor tersebut berada dalam suatu medan magnet, maka pada arah tegak lurus terhadap aliran arus itu akan timbul tegangan yang disebut dengan tegangan *Hall* (V_h). Pada gambar di atas dapat dilihat apabila medan magnet yang dihalangi dengan menggunakan plat logam, maka medan magnet tidak bisa melewati semi konduktor, dengan begitu tegangan hall akan menuju titik nol dalam hal ini hall adalah (V_h) = 0. Apabila penghalang plat logam dihilangkan, maka magnet akan dengan mudah melewati semi konduktor dan akan terjadi yang di sebut dengan tegangan *hall* $V_h \neq 0$ (Anonim, 2009:343-344).

c) Tipe iluminasi atau cahaya

Pada sistem pengapian iluminasi, cahaya dimanfaatkan untuk mengaktifkan dan menonaktifkan *phototransistor* sehingga menghasilkan sinyal yang kemudian diperkuat oleh bagian amplifier untuk *power transistor*. Pada saat *power transistor* ON, arus mengalir melalui kumparan primer koil sehingga terbentuk medan magnet pada koil. Pada saat *transistor* OFF, arus primer terputus sehingga medan magnet dengan cepat hilang yang menyebabkan terjadinya induksi tegangan tinggi pada

kumparan sekunder koil. Sumber cahaya biasanya berasal dari dioda bercahaya yang menghasilkan sinar infra merah, dan cahaya tersebut diterima oleh *phototransistor* yang dapat aktif atau bekerja apabila terkena cahaya. Untuk menghalangi cahaya agar *phototransistor* OFF, digunakan rotor yang berbentuk bilah-bilah dengan lebar coakan atau celah sebesar sudut dwell (Anonim, 2009:345).



Gambar 5. Pembangkit pulsa dengan sensor cahaya

3) Sistem pengapian IIA

IIA adalah singkatan dari *Integrated Ignition Assembly*.

IIA secara garis besar merupakan sistem pengapian *full transistor* akan tetapi pada IIA igniter dan *ignition coil* dipasangkan di dalam distributor (Anonim, 1994:42).

4) Sistem pengapian ESA

ESA adalah singkatan dari *Elektronic Spark Advancer*.

Dalam sistem ini, harga saat pengapian optimum disimpan dalam *engine control computer* untuk setiap kondisi mesin. Sistem ini bekerja mendeteksi kondisi mesin (putaran mesin, aliran udara masuk, temperatur mesin, dan lain-lain) berdasarkan sinyal dari setiap sensor mesin, selanjutnya menentukan saat pengapian yang optimum sesuai dengan kondisi mesin dengan mengirim sinyal pemutusan arus primer ke igniter yang mengontrol saat pengapian (Anonim, 1994:43).

5) Sistem pengapian DLI

Sistem pengapian DLI (*Distributor Less Ignition*) yaitu pengapian tanpa distributor. Pada sistem pengapian *transistor* yang lama, tegangan tinggi dibangkitkan oleh satu koil pengapian yang didistribusikan setiap busi oleh distributor. DLI adalah suatu sistem pengapian motor bensin yang tidak menggunakan distributor, pada toyota sistem ini mempergunakan sebuah koil pengapian untuk setiap dua buah busi. ECU (*Electronic Control Unit*) mendistribusikan arus primer ke tiap koil pengapian secara langsung dan menyebabkan busi melompatkan bunga api (Anonim, 1994:44).

3. Komponen Sistem Pengapian

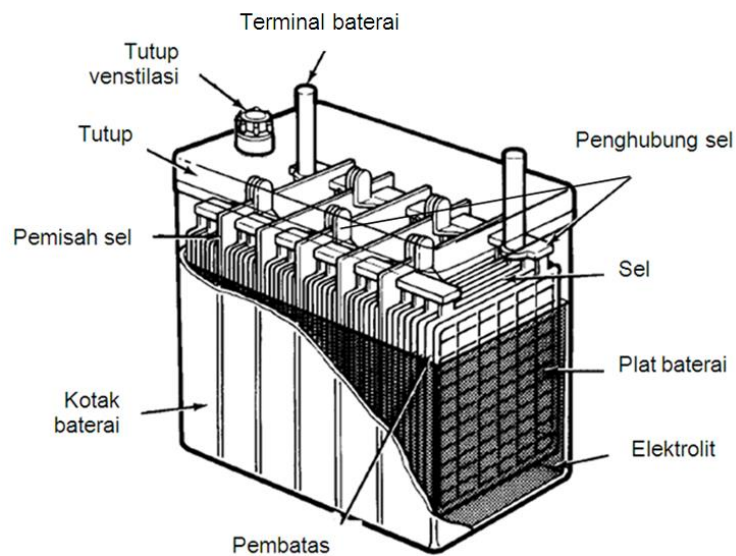
Sistem pengapian terdiri dari beberapa komponen yang saling terintegrasi dan berpengaruh satu sama lain untuk menghasilkan percikan bunga api yang sesuai dengan syarat pengapian. Komponen-komponen sistem pengapian yaitu sebagai berikut.

a. Baterai

Baterai adalah alat elektro kimia yang dibuat untuk mensuplai listrik ke sistem starter mesin, sistem pengapian, lampu-lampu dan komponen kelistrikan lainnya. Alat ini menyimpan listrik dalam bentuk energi kimia, yang dikeluarkannya bila diperlukan dan mensuplainya ke masing-masing sistem kelistrikan atau alat yang membutuhkannya. Karena di dalam proses baterai kehilangan energi kimia, maka alternator mensuplainya kembali ke dalam baterai (yang disebut pengisian). Baterai menyimpan listrik dalam bentuk energi, siklus pengisian dan pengeluaran ini terjadi berulang kali secara terus menerus.

Di dalam baterai mobil terdapat elektrolit asam sulfat, elektroda positif dan negatif dalam bentuk plat. Plat-plat tersebut dibuat dari timah atau berawal dari timah. Karena itu baterai tipe ini sering disebut baterai timah, Ruangan di dalamnya dibagi menjadi beberapa sel (biasanya 6 sel, untuk baterai mobil) dan di dalam masing-masing sel terdapat beberapa elemen yang terendam di dalam elektrolit. Sedangkan tegangan accu ditentukan oleh jumlah

daripada sel baterai, di mana satu sel baterai biasanya dapat menghasilkan tegangan kira-kira 2 sampai 2,1 volt. Tegangan listrik yang terbentuk sama dengan jumlah tegangan listrik tiap-tiap sel. Jika baterai mempunyai enam sel, maka tegangan baterai standar tersebut adalah 12 volt sampai 12,6 volt (Anonim, 1995:6-2).

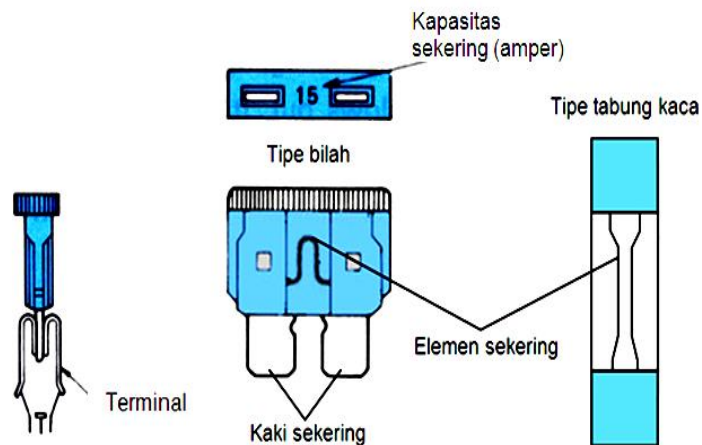


Gambar 6. Bagian-bagian baterai

b. Sekring atau *fuse*

Sekring ditempatkan pada bagian tengah sirkuit kelistrikan. Bila arus yang berlebihan melalui sirkuit, maka sekring akan berasap atau terbakar, itu adalah elemen dalam sekring yang mencair, sehingga sistem menjadi sirkuit terbuka dan mencegah komponen-komponen lain dari kerusakan yang disebabkan arus yang berlebih. Sehingga fungsi sekring adalah untuk mengamankan sirkuit kelistrikan dari adanya arus yang berlebih.

Sekring memiliki dua tipe yaitu tipe *blade* dan tipe *cartridge*. Kedua tipe sekring tersebut dapat digambarkan pada Gambar 7. Tipe *blade* adalah sekring yang paling banyak digunakan.



Gambar 7. Sekring tipe *blade* dan *cartridge*

Tipe sekring *blade* dirancang lebih kompak dengan elemen metal dan rumah pelindung yang tembus pandang serta diberi warna untuk menunjukkan tingkatan arusnya. Kode warna untuk setiap tingkatan arus dapat dijelaskan melalui tabel 1 (Anonim, 1995:6-42).

Tabel 1. Kode warna sekring

Warna	Kapasitas
Coklat Kekuning-kuningan	5 Ampere
Coklat	7,5 Ampere
Merah	10 Ampere
Biru	15 Ampere
Kuning	20 Ampere
Putih	25 Ampere
Hijau	30 Ampere

c. Kunci kontak

Kunci kontak pada sistem pengapian berfungsi untuk memutus atau menghubungkan arus dari baterai ke sistem pengapian. Dengan fungsi tersebut, kunci kontak juga berfungsi untuk mematikan mesin, karena dengan tidak aktifnya sistem pengapian maka mesin tidak akan hidup karena tidak ada yang memulai pembakaran pada ruang bakar (motor bensin). (Anonim, 2009:314-315).

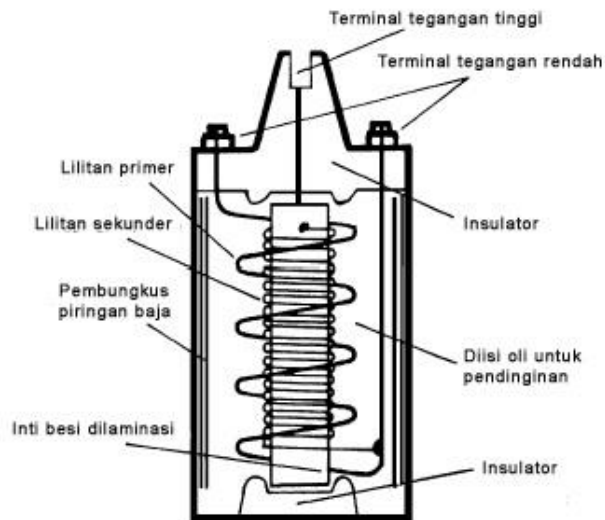


Gambar 8. Kunci Kontak

d. Koil pengapian (*Ignition coil*)

Koil pengapian berfungsi merubah arus listrik 12V yang diterima dari baterai menjadi tegangan tinggi (10KV atau lebih) untuk menghasilkan loncatan bunga api yang kuat pada celah busi. Pada koil pengapian, kumparan primer dan sekunder digulung pada inti besi. Kumparan-kumparan ini akan menaikkan tegangan yang diterima dari baterai menjadi tegangan yang sangat tinggi melalui

(dengan cara) induksi elektromagnet atau induksi magnet listrik (Anonim, 1995:6-14).



Gambar 9. Konstruksi koil pengapian

e. Distributor

Distributor pada sistem pengapian berfungsi untuk mendistribusikan atau membagi-bagikan tegangan tinggi yang dihasilkan oleh koil ke tiap-tiap busi sesuai dengan urutan penyalan (*firing order*). Pada distributor dengan sistem pengapian model konvensional, terdapat beberapa komponen lain misalnya kontak pemutus (platina), cam, vakum advancer, sentrifugal advancer, rotor, dan kondensor. Pada distributor dengan sistem pengapian elektronik, di dalam distributor tidak ada lagi kontak pemutus. Sebagai penggantinya adalah komponen penghasil pulsa (*pulse generator*) yang terdiri dari rotor, *pick up coil*, dan magnet permanen untuk pengapian sistem induktif. Pada sistem pengapian dengan

pembangkit pulsa model *Hall effect*, terdapat bilah rotor, magnet, dan IC Hall. Pada sistem pengapian dengan pembangkit pulsa model cahaya terdapat lampu infra merah, sensor cahaya (*phototransistor*), dan bilah rotor. Secara khusus model-model tersebut dibahas pada sistem pengapian elektronik.

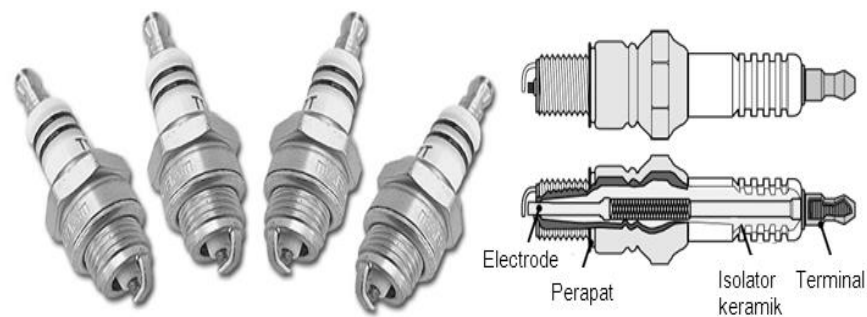
Distributor terdiri dari beberapa bagian utama berkaitan dengan kerja sistem yang ada pada distributor tersebut. Bagian-bagian tersebut meliputi 1) bagian pemutus arus primer koil yaitu kontak pemutus (*breaker point*) pada sistem pengapian konvensional atau pembangkit pulsa dan *transistor* di dalam igniter pada sistem pengapian elektronik, 2) bagian pendistribusian tegangan tinggi yaitu rotor dan tutup distributor, 3) bagian pemajuan saat pengapian (*ignition timing advancer*), dan 4) bagian kondensor (Anonim, 2009:318).



Gambar 10. Distributor

f. Busi

Busi dipasang di tiap ruang pembakaran pada kepala silinder untuk membakar campuran udara bahan bakar di dalam silinder dengan cara memercikan bunga api di antara elektroda positif (tengah) dan elektroda negatif. Percikan api ini berasal dari tegangan tinggi yang dihasilkan oleh kumparan sekunder koil.



Gambar 11. Busi

Busi terdiri dari tiga komponen utama yaitu *electrode*, insulator dan *shell*. Electrode terdiri dari *central electrode* dan *ground electrode*. Karena tegangan tinggi yang diinduksikan pada kumparan sekunder koil disalurkan ke elektroda tengah busi, maka percikan api akan terjadi pada celah busi. Celah busi umumnya berkisar 0.7~1.1 mm. Bahan untuk membuat elektroda harus kuat, tahan panas dan tahan karat sehingga materialnya terbuat dari nickel atau paduan platinum. Dalam hal tertentu, karena pertimbangan radiasi panas, elektroda tengah bisa terbuat dari tembaga. Diameter elektroda tengah umumnya adalah 2,5 mm. Untuk mencegah

terjadinya percikan api yang kecil dan untuk meningkatkan unjuk kerja pengapian, beberapa elektroda tengah mempunyai diameter kurang dari 1 mm atau pada elektroda massanya berbentuk alur U.

Insulator berfungsi untuk menghindari terjadinya kebocoran tegangan pada elektroda tengah atau inti busi, sehingga bagian ini mempunyai peranan yang penting dalam menentukan unjuk kerja pengapian. Karena itu, insulator mempunyai daya isolasi yang cukup baik terhadap listrik, tahan panas, kuat dan stabil. Insulator ini terbuat dari keramik yang mempunyai daya sekat yang baik serta mempunyai penyangga untuk mencegah terjadinya loncatan api dari tegangan tinggi.

Shell adalah komponen logam yang mengelilingi insulator dan sekerup untuk bisa dipasang pada kepala silinder. Elektroda massa disolder pada bagian ujung ulir busi. Sesuai dengan diameter sekrupnya, terdapat 4 macam ulir 10 mm, 12 mm, 14 mm dan 18 mm. Panjang (jangkauan) ulir ditentukan oleh diameternya. Untuk panjang sekrup 14 mm, terdapat 3 jenis panjang ulir, yaitu 9,5 mm, 12,7mm dan 19 mm. Celah antara insulator dan inti kawat atau *shell* diberi perapat khusus yaitu *glass seal*.

(Anonim, 2009:325-328).

g. Pematik (*Igniter*)

Igniter terdiri dari sebuah detector yang mendeteksi EMF yang digerakkan oleh signal generator, signal amplifier dan *power*

transistor, yang melakukan pemutusan arus primer *ignition coil* pada saat yang tepat sesuai dengan signal yang diperkuat. Pengaturan *dwell angle* untuk mengoreksi *primary signal* sesuai dengan bertambahnya putaran mesin disatukan di dalam *igniter*. Beberapa tipe *igniter* dilengkapi dengan sirkuit pembatas arus (*current limiting circuit*) untuk mengatur arus primer maksimum (Anonim, 1994:37).

h. Signal Generator

Signal generator adalah semacam generator AC (arus bolak-balik) berfungsi untuk menghidupkan *power transistor* di dalam *igniter* untuk memutuskan arus primer koil pengapian pada saat pengapian yang tepat. Signal generator memiliki peran untuk menggantikan platina pada pengapian konvensional untuk memutuskan arus primer (Anonim, 1994:36).

i. Kabel tegangan tinggi

Kabel tegangan tinggi berfungsi untuk mengalirkan tegangan tinggi dari koil terminal sekunder ke tutup distributor dan selanjutnya akan diteruskan ke tiap-tiap busi sesuai nomer urut pembakaran. Kabel penghantar tengah ini dibuat dari rangkaian kawat tembaga atau karbon yang dicampur dengan fiber sehingga mempunyai tahanan yang tetap dan konstan atau yang disebut dengan kabel TVRS (*Television Radio Suppression*) (Anonim, 2009:324-325).



Gambar 12. Kabel tegangan tinggi

1) Kawat karbon

Kawat konduktor ini terbuat dari serat kaca dengan memasukkan karbon ke serat kaca untuk mendapatkan tahanan yang konstan. Tutup luar dari kawat karbon ini dilapisi dengan karet ethylene propylene (EPDM) sehingga tahan terhadap panas dan suhu dingin.

2) Kabel tipe *double wire wound*

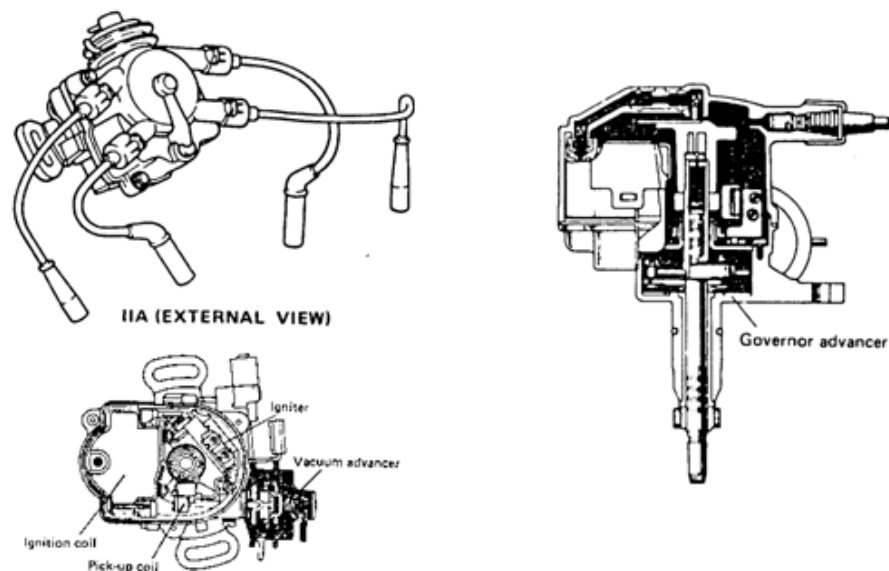
Kabel tipe *double wire wound* terbuat dari kawat inti metalik yang dililitkan pada sekitar *tetron core* dengan *tetron separator* pada bagian celahnya, pada kawat inti selanjutnya akan dikelilingi oleh *insulator* dan untuk mengatasi suhu panas pada ruang mesin maka untuk tutup luar ditambah dengan vinyl yang tahan terhadap suhu panas, ketahanan kawat tipe ini adalah $16\Omega/\text{m}$.

E. Sistem Pengapian IIA

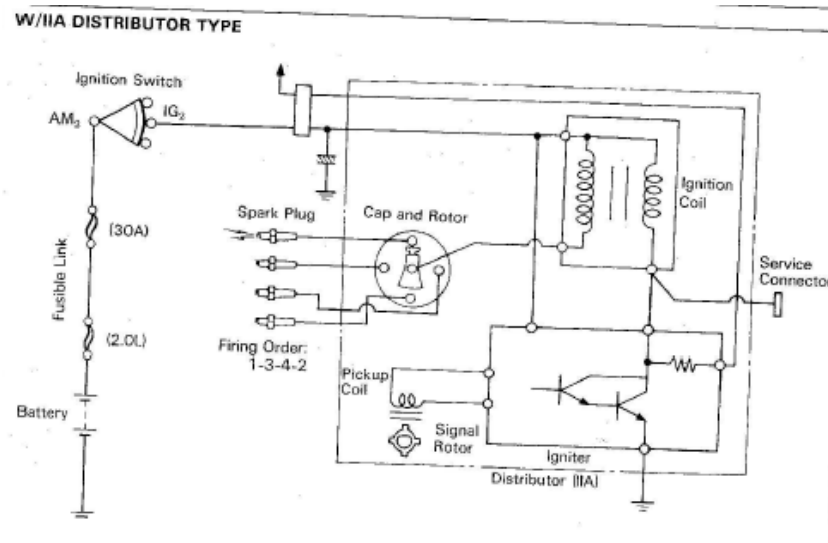
1. Pengertian Sistem pengapian IIA

IIA adalah singkatan dari *Integrated Ignition Assembly*. IIA secara garis besar merupakan sistem pengapian *full transistor* akan tetapi pada IIA *igniter* dan *ignition coil* dipasangkan di dalam distributor, sedangkan non IIA dipasangkan secara terpisah (Anonim, 1994:42). IIA dapat dijelaskan sebagai berikut.

- a. Kecil dan ringan.
- b. Tidak mengalami masalah putus sambungan, jadi keandalannya tinggi.
- c. Memiliki daya tahan yang tinggi terhadap air.
- d. Tidak mudah terpengaruh oleh kondisi sekitarnya.



Gambar 13. Sistem pengapian IIA



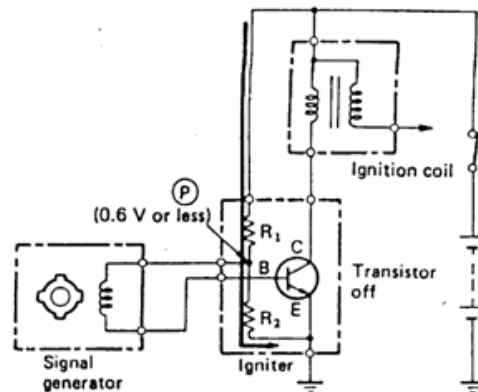
Gambar 14. Wiring diagram IIA pada toyota 1E, 2E

2. Cara Kerja Sistem Pengapian IIA

Sistem pengapian IIA hampir sama dengan sistem pengapian *full Transistor* oleh karena itu cara kerja sistem pengapiannya sama. Mengingat rumitnya sirkuit *igniter* karena menggunakan IC (Integrated Circuit), maka cara kerja *igniter* disini dijelaskan dengan menggunakan sirkuit diagram yang disederhanakan (Anonim, 2001:78).

a. Mesin Mati

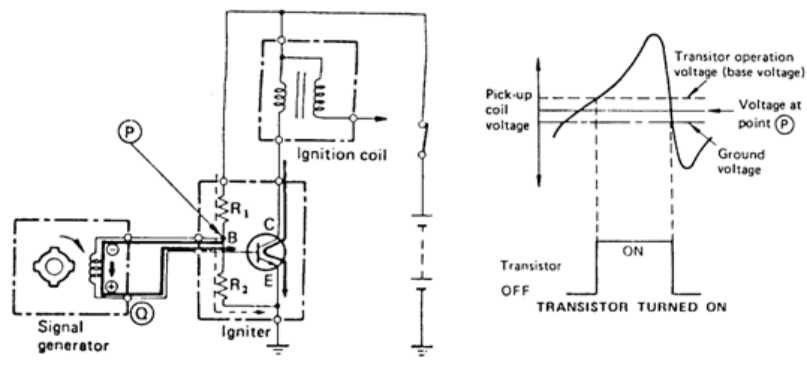
Pada saat kunci kontak ON, maka tegangan dialirkan ke titik (P). Tegangan pada titik (P) berada di bawah tegangan basis yang diperlukan untuk mengaktifkan *transistor* melalui pengaturan tegangan R1 dan R2. Akibatnya *transistor* akan tetap OFF selama mesin mati, sehingga tidak ada arus primer yang mengalir pada *ignition coil*.



Gambar 15. Pengapian *transistor* saat mesin mati

b. Mesin Hidup (tegangan positif dihasilkan pada *pick-up coil*)

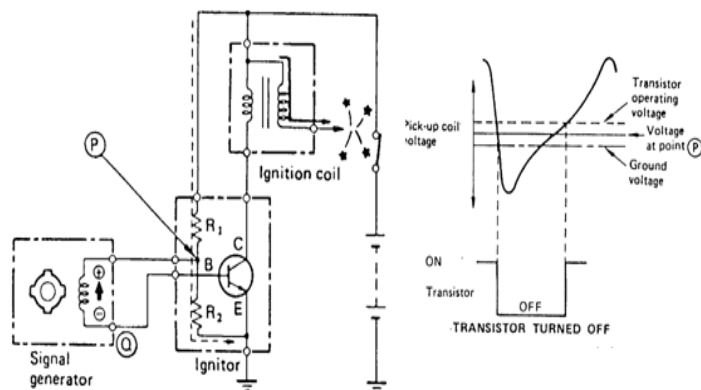
Bila mesin dihidupkan, maka signal rotor pada distributor akan berputar, menghasilkan tegangan AC dalam *pick-up coil*. Bila tegangan yang dihasilkan adalah positif, tegangan ini ditambahkan dengan tegangan dari baterai (yang dialirkan ke titik (P)), untuk menaikkan tegangan pada titik (Q) di atas tegangan kerjanya *transistor*, dan *transistor* ON. Akibatnya arus primer ignition coil mengalir ke *transistor* dari *collector* (C) ke *emitter* (E).



Gambar 16. Pengapian *transistor* saat mesin hidup

c. Mesin Berputar (tegangan negative dihasilkan dalam *pick-up coil*)

Bila tegangan AC yang dihasilkan dalam *pick-up coil* adalah negatif, tegangan ini ditambahkan pada tegangan titik (P) sehingga tegangan pada titik (Q) turun di bawah tegangan kerja *transistor* dan *transistor* OFF. Akibatnya arus primer (*primary current*) terputus dan tegangan tinggi diinduksikan pada kumparan sekunder.



Gambar 17. Pengapian *transistor* saat mesin berputar.

BAB III

KONSEP RANCANGAN

A. Analisis Kebutuhan

Mendesain ulang media pembelajaran sistem pengapian *Integrated Ignition Assembly* (IIA) yang ada di bengkel Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, memiliki tujuan untuk memperbaharui media pembelajaran yang sudah ada. Hal ini dilakukan karena di bengkel otomotif media pembelajaran yang lama memiliki banyak kekurangan, yaitu : terdapat ketidaksesuaian pada simbol komponen, *wiring* diagram tidak sesuai dengan komponen yang digunakan dan ukurannya terlalu kecil, jaringan kabel sudah dirangkai secara keseluruhan di bagian belakang media, dan terdapat komponen yang rusak. Adanya simbol dan rangkaian yang jelas, maka akan memudahkan mahasiswa untuk memahaminya dan memudahkan dosen untuk mengajar.

Media pembelajaran sistem pengapian IIA akan difungsikan di atas meja untuk pembelajaran mahasiswa. Media harus dapat diposisikan di atas meja dengan posisi tegak dan tidak mudah goyang. Selain itu, media harus mudah untuk dipindahkan dari satu tempat ketempat lain.

Media pembelajaran sistem pengapian IIA biasanya digunakan oleh dosen untuk mengajar kelompok kecil yang berisi 3-4 orang dengan posisi mahasiswa duduk dengan menggunakan kursi dengan tinggi sekitar 70 cm, dan media diletakkan diatas meja setinggi 100 cm. Pada posisi tersebut, 3-4

orang mahasiswa di dalam kelompok harus bisa melihat media dengan jelas saat dijelaskan oleh dosen.

Media pembelajaran sistem pengapian IIA digunakan untuk merangkai rangkaian sistem tersebut oleh satu orang mahasiswa dengan posisi berdiri. Dengan tinggi badan rata-rata 168 cm, panjang tangan 100 cm, dan lebar rentang tangan 150 cm, sehingga media haruslah mudah dijangkau oleh tangan mahasiswa ke semua bagian pada media tanpa harus menggunakan gerakan yang berlebihan. Media haruslah memenuhi kebutuhan tersebut agar mahasiswa yang menggunakan media menjadi nyaman.

Agar media pembelajaran sistem pengapian IIA mudah dipahami oleh mahasiswa, tata letak atau *layout* harus dirancang dengan baik. Pemasangan komponen sistem pengapian IIA disusun menurut desain *layout* yang dibuat agar mahasiswa tidak kesulitan dalam perakitan komponen media. Pada awal perancangan *layout* media dilakukan dengan pengamatan ukuran dimensi dan berat komponen untuk mempertimbangkan penempatan komponen pada *acrylic* dan kerangka besi. Hal ini bertujuan untuk memperkirakan komponen yang memerlukan dudukan pada kerangka besi. Kemudian proses selanjutnya yaitu membuat rancangan kerangka media menggunakan besi kotak berlubang. Bentuk dan ukuran kerangka media dibuat menyesuaikan *layout* atau tata letak dari komponen yang akan dipasang pada media.

B. Rancangan Redesain

1. Mengidentifikasi Kekurangan Media Lama

Dalam melakukan redesain pada media pembelajaran sistem pengapian IIA perlu mengidentifikasi kekurangan yang ada. Kekurangan pada media tersebut sangat penting untuk dijadikan pertimbangan dalam meredesain media yang baru. Desain media pembelajaran yang lama dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 18. Media pembelajaran sistem pengapian IIA

Terdapat banyak kekurangan pada desain media pembelajaran yang lama. Hasil identifikasi dan solusi yang dapat mengatasi kekurangan yang ada pada media pembelajaran sistem pengapian IIA adalah sebagai berikut.

a. Simbol Komponen yang Tidak Sesuai

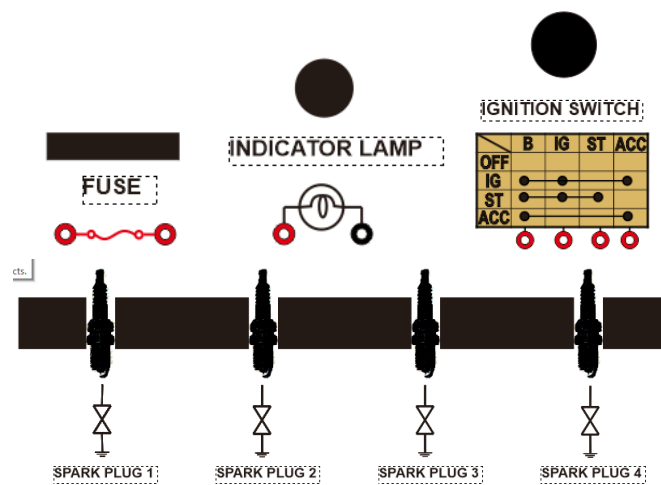
Pada media yang lama terdapat simbol komponen yang tidak sesuai seperti pada kunci kontak dan *fuse*. Selain itu, terdapat komponen yang tidak ada simbolnya seperti pada busi dan lampu indikator. Simbol komponen akan mempermudah mahasiswa untuk

memahami sistem pengapian IIA. Gambar hasil identifikasi simbol pada komponen adalah sebagai berikut.



Gambar 19. Simbol komponen yang tidak sesuai

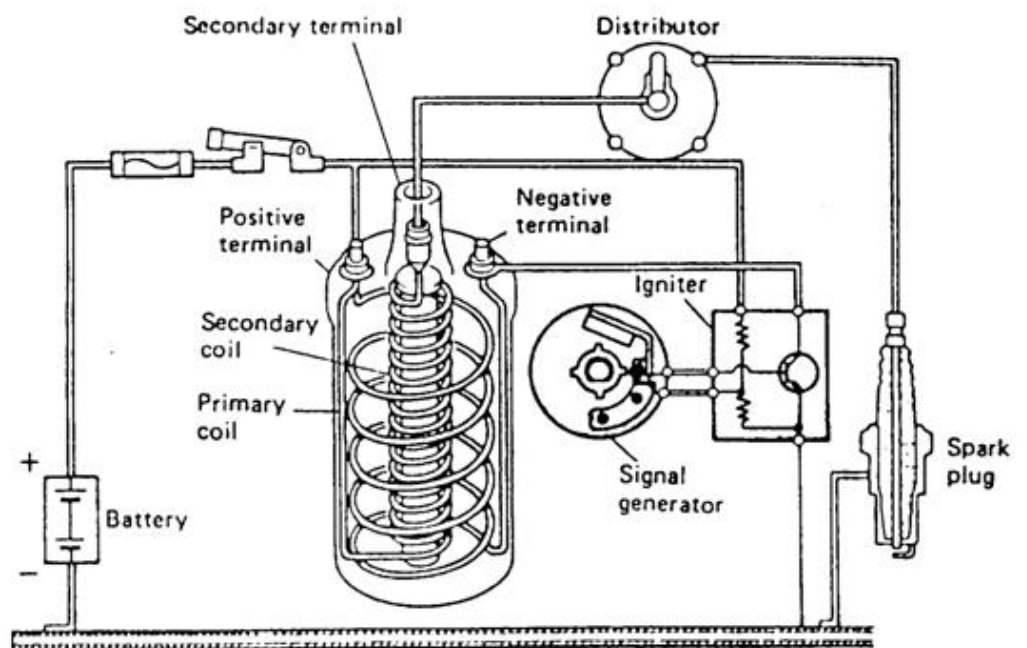
Dari hasil identifikasi di atas, maka pada desain yang baru perlu diberikan simbol pada komponen sistem pengapian IIA dan perlu disesuaikan simbolnya. Berikut simbol komponen pada desain yang baru.



Gambar 20. Desain baru simbol komponen

- b. *Wiring* diagram yang tidak sesuai dan ukurannya terlalu kecil

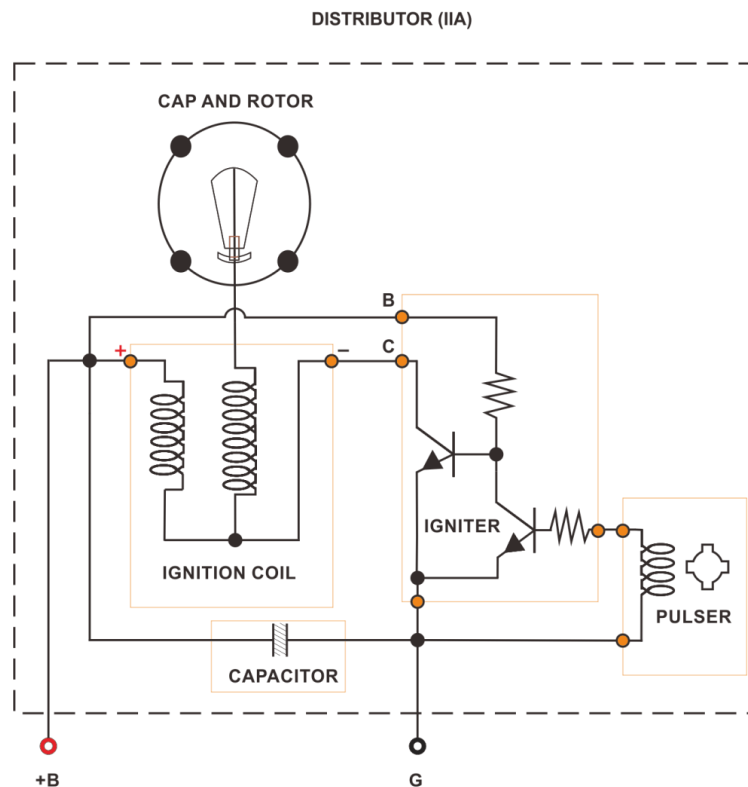
Media pembelajaran yang lama *wiring* diagramnya sudah benar tetapi kurang sesuai. *Wiring* pada media yang lama merupakan sistem pengapian *full transistor* sedangkan komponen pada media adalah sistem pengapian IIA, sehingga perlu disesuaikan agar mahasiswa tidak bingung. Selain itu, *wiring* pada media yang lama ukurannya terlalu kecil sehingga susah untuk dilihat dari kejauhan. *Wiring* media yang lama adalah sebagai berikut.



Gambar 21. Desain *wiring* lama

Berdasarkan kekurangan tersebut, maka desain yang baru *wiring* diagramnya dibuat sesuai sistem pengapian IIA dan ukurannya diperbesar. Pada pengapian IIA, koil dan *igniter* dibuat

terintegrasi didalam distributor sehingga sistem terlihat ringkas dan rapi, hal inilah yang membedakan antara *full transistor* dengan IIA. Berikut desain baru *wiring* diagram.



Gambar 22. Desain *wiring* yang baru

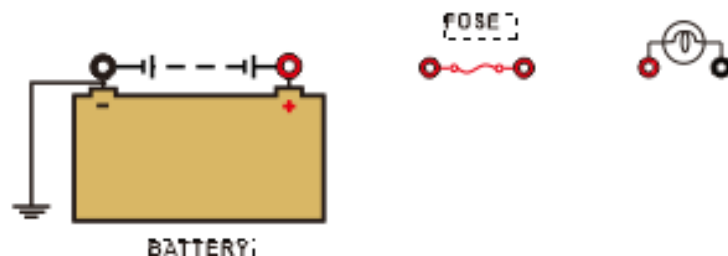
- c. Rangkaian kelistrikan dirangkai langsung dengan menggunakan kabel yang diletakkan dibagian belakang media.

Media pembelajaran yang lama rangkaian sistem pengapian IIA sudah dirangkai dengan menggunakan kabel yang dipasangkan di belakang media pembelajaran. Hal ini membuat mahasiswa sulit untuk memahami sistem dan kesulitan untuk melakukan pengukuran serta pengecekan. Jaringan kabel yang lama adalah sebagai berikut.



Gambar 23. Jaringan kabel yang lama

Dari hasil identifikasi kekurangan di atas, maka desain media yang baru diberikan komponen *banana jack* untuk menghubungkan komponen-komponen sistem pengapian IIA. Dengan menggunakan *banana jack* mahasiswa lebih ikut berperan dalam merangkai sistem tersebut menggunakan kabel, sehingga lebih memahami sistem. Penggunaan *banana jack* pada desain yang baru adalah sebagai berikut.



Gambar 24. Penggunaan *banana jack*

d. Terdapat Komponen yang Rusak

Kerusakan pada komponen dapat menghambat proses pembelajaran. Dari hasil identifikasi komponen terdapat beberapa komponen yang rusak seperti karet kabel busi yang sudah pecah, *cover* lampu indikator yang pecah, dan sekring yang sudah putus. Kerusakan pada komponen ini diakibatkan karena umur pemakaian yang sudah lama. Kerusakan ini selain menghambat proses pembelajaran juga akan membahayakan mahasiswa atau dosen pengajar. Berikut identifikasi kerusakan pada komponen media pembelajaran sistem IIA.



Gambar 25. Kerusakan komponen sistem pengapian IIA

e. Terdapat komponen yang sudah berkarat

Karat akan timbul apabila suatu komponen yang berbahan dasar besi sudah lama tidak digunakan dan dirawat. Pada media yang

lama komponen yang berbahan dasar besi adalah pada roda gigi dan rantai yang digunakan untuk memutar distributor. Karat pada komponen ini perlu dibersihkan untuk memperindah penampilan media pembelajaran.



Gambar 26. Komponen yang berkarat

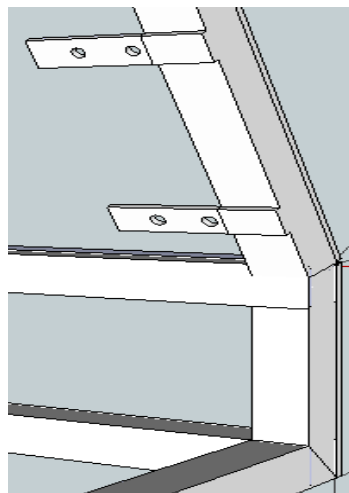
- f. Terdapat komponen pendukung yang diletakkan pada papan media

Komponen pendukung pada sistem pengapian IIA yaitu motor listrik dan pedal. Kedua komponen ini pada media yang lama diletakkan di bagian depan papan media menjadi satu dengan komponen sistem pengapian IIA yang lain. Hal ini akan membingungkan mahasiswa karena akan memberikan persepsi bahwa motor listrik dan pedal adalah bagian dari sistem pengapian IIA. Berikut gambar komponen pendukung pada media yang lama.

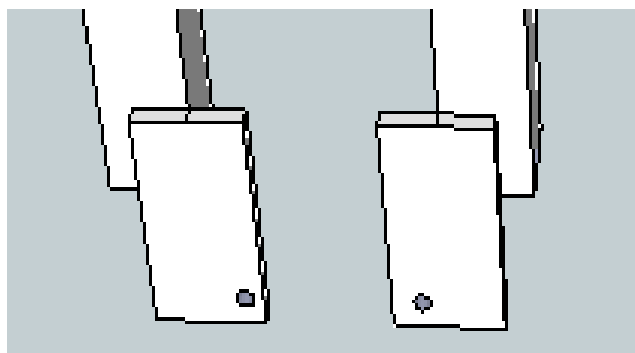


Gambar 27. Komponen pendukung

Berdasarkan hasil identifikasi kekurangan di atas, maka pada desain yang baru pedal dan motor listrik akan diletakkan di belakang media terpisah dengan komponen utama sistem pengapian IIA. Pedal listrik ini berfungsi untuk mengatur putaran dari motor listrik. Pedal listrik akan diletakkan di bagian samping rangka besi dengan dibuatkan dudukan seperti gambar 28. Sedangkan untuk motor listrik di letakkan di tengah media dengan dibuatkan dudukan seperti gambar 29. Gambar dudukan pedal dan motor listrik adalah sebagai berikut.



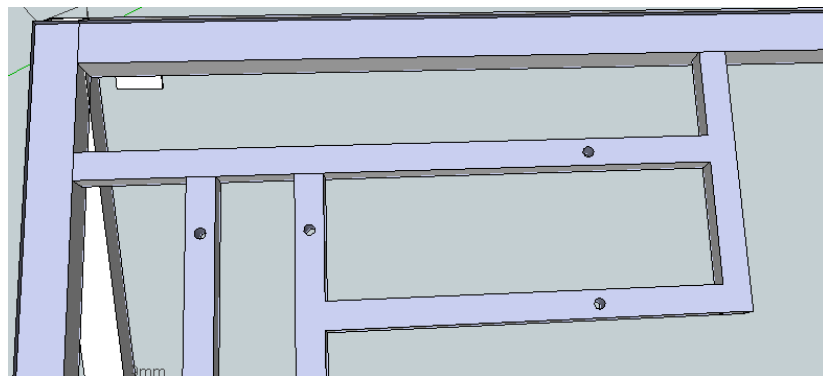
Gambar 28. Dudukan pedal



Gambar 29. Dudukan motor listrik

g. Getaran Pada Papan Media

Getaran pada papan media yang lama terjadi pada saat motor listrik berputar. Hal ini diakibatkan karena distributor dan *ignition timing* dipasang langsung pada papan akrilik. Sehingga getaran dari motor listrik yang menggerakkan distributor akan menimbulkan getaran pada papan akrilik. Oleh karena itu, pada desain rangka yang baru distributor dan *ignition timing* dipasang padaudukan dari besi yang dilas pada rangka utama. Dudukan tersebut dapat dijelaskan melalui gambar sebagai berikut.



Gambar 30. Dudukan distributor dan *ignition timing*

2. Merancang Desain Media Pembelajaran yang Baru

Setelah dilakukan identifikasi kekurangan terhadap media pembelajaran sistem pengapian IIA yang lama, maka kekurangan tersebut yang akan dijadikan dasar untuk mendesain ulang media pembelajaran yang baru. Desain media yang baru diharapkan lebih mempermudah mahasiswa maupun dosen untuk mempelajari sistem

pengapian IIA, selain itu media yang baru diharapkan mampu untuk mengatasi kekurangan-kekurangan media yang lama. Rancangan media pembelajaran adalah sebagai berikut.

a. Perancangan rangka

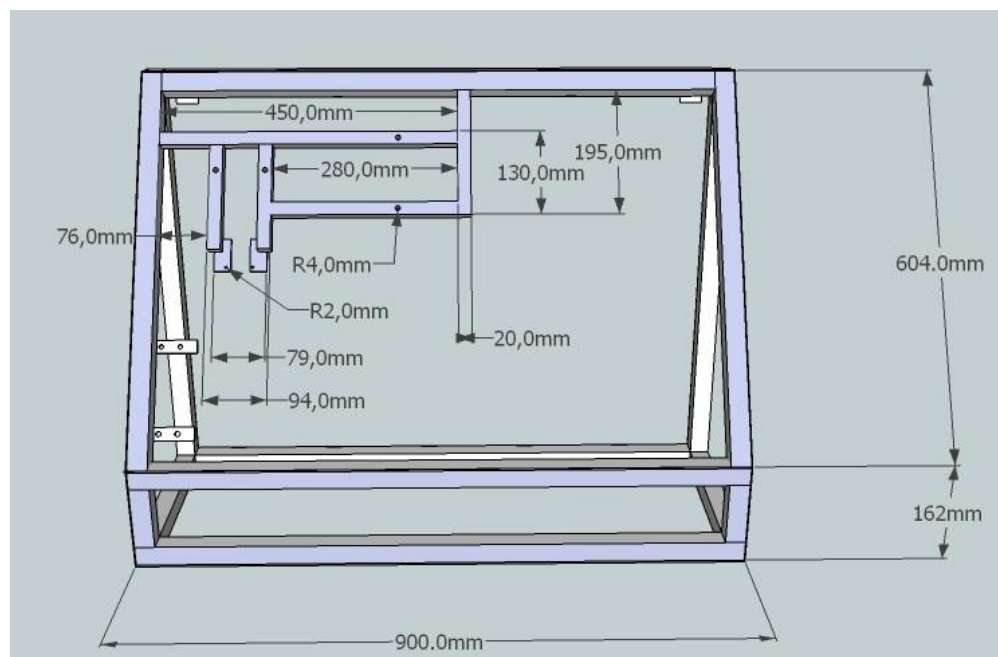
Perencanaan rangka ini mempertimbangkan kekurangan rangka pada media pembelajaran sistem pengapian IIA yang sebelumnya. Rangka media dibuat dengan menggunakan besi kotak berlubang yang memiliki tebal 2 mm serta panjang dan lebar 25 mm. Media pembelajaran memiliki lebar keseluruhan 900,0 mm dan tinggi keseluruhan yakni 667,9 mm, selain itu rangka memiliki sudut kemiringan 150° . Pertimbangan lebar dan tinggi media tersebut disesuaikan dengan penempatan komponen agar tidak sempit saat digunakan. Perubahan rangka dilakukan selain berdasarkan kebutuhan dalam penempatan komponen, juga berdasarkan konsultasi yang dilakukan dengan dosen kelistrikan jurusan Teknik Otomotif FT UNY yang nantinya akan menggunakan media pembelajaran ini.

Rangka bawah dibuat persegi panjang yakni bertujuan agar media dapat diletakkan di atas meja dengan tegak dan tidak mudah goyang. Dengan rangka bawah yang persegi panjang, maka media akan mudah diposisikan di atas bidang datar walaupun tidak di meja, sehingga mudah untuk disimpan. Rangka ini juga diberi tambahan besi pada bagian belakang untuk memperkuat media saat digunakan.

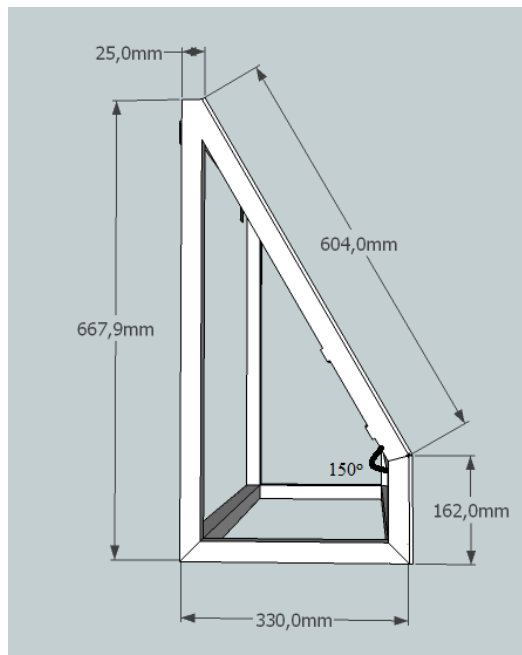
Langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam perancangan desain rangka adalah sebagai berikut.

- 1) Mempersiapkan alat berupa laptop yang telah dilengkapi dengan aplikasi *google sketch up*.
- 2) Membuka aplikasi *google sketch up*.
- 3) Membuat bentuk dari rangka media sesuai kesepakatan dengan dosen terkait.
- 4) Mengkonsultasikan hasil papan panel yang telah dibuat dengan aplikasi *google sketch up* kepada dosen terkait.

Hasil rancangan desain rangka media yang baru dapat adalah sebagai berikut.



Gambar 31. Rancangan desain rangka tampak depan



Gambar 32. Rancangan desain rangka tampak samping

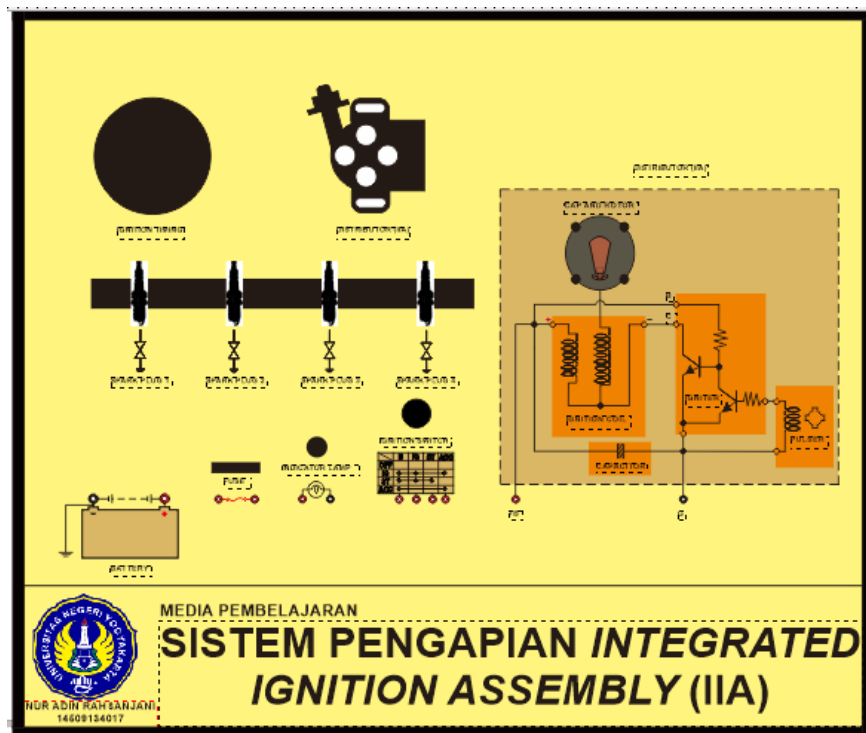
b. Perancangan papan media

Perencanaan desain papan media sistem pengapian IIA yang baru didasarkan pada identifikasi kekurangan pada media yang lama. Dari pertimbangan tersebut desain media yang baru diharapkan dapat mengatasi kekurangan pada media yang lama. Langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam pembuatan desain papan panel ini adalah sebagai berikut :

- 1) Mempersiapkan alat berupa laptop yang telah dilengkapi dengan aplikasi *corel draw*.
- 2) Membuka aplikasi *corel draw*.
- 3) Membuat bentuk dari papan media sesuai kesepakatan dengan dosen terkait.

- 4) Mengkonsultasikan hasil papan media yang telah dibuat dengan aplikasi *corel draw* kepada dosen terkait.

Desain baru papan media yang telah dibuat dan disetujui oleh dosen terkait adalah sebagai berikut.



Gambar 33. Rancangan desain papan media yang baru

Papan media memakai akrilik yang ukurannya disesuaikan dengan ukuran rangka yang telah dibuat, dan dirancang sebagai tempat untuk peletakan komponen-komponen yang digunakan. Penggunaan akrilik dikarenakan bahan mudah disesuaikan dengan rangka, mudah dibentuk, kuat, dan mudah dilubangi.

Pada desain yang baru sudah terdapat simbol pada setiap komponen dan juga sudah terdapat rangkaian yang sesuai. Dengan adanya simbol dan rangkaian, maka dosen dan mahasiswa dapat memahami rangkaian sistem pengapian IIA dengan lebih mudah dan lebih bisa memahami sistem tersebut. Selain itu, letak dan posisi komponen disesuaikan dengan kondisi kenyataan pada kendaraan, yakni busi yang sebelumnya menghadap ke atas, dipindah menjadi menghadap ke bawah. Hal ini dilakukan agar media memiliki letak komponen yang menyerupai kondisi nyata pada kendaraan.

Media pembelajaran diberikan *banana jack* pada setiap komponen, hal ini bertujuan untuk memberikan pemahaman kepada mahasiswa tentang aliran listrik pada sistem tersebut. Oleh karena itu, mahasiswa akan lebih mendalami tentang sistem tersebut dan tidak hanya mengetahui cara kerja rangkaiannya saja.

C. Rancangan Proses Pembuatan

Rancangan proses pembuatan sangat perlu dilakukan untuk menghasilkan media yang baik dan sesuai dengan desain rangka maupun papan media yang telah dibuat. Kerangka besi ini berfungsi untuk menempelkan papan media dan papan media berfungsi sebagai tempat penempatan komponen sistem pengapian IIA. Dalam pembuatan media pembelajaran sistem pengapian IIA dilakukan dalam beberapa tahap. Rancangan proses pembuatan media adalah sebagai berikut.

1. Rancangan Pembuatan Rangka

Rangka media pembelajaran sistem pengapian IIA dibuat dengan bahan-bahan yang tertera pada tabel 2 di bawah. Pemilihan besi kotak berlubang ini dikarenakan bahan tersebut mudah ditemukan di toko besi sekitar kampus, selain itu pemilihan besi tersebut karena pertimbangan kuat dan rapi.

Tabel 2. Rancangan kebutuhan bahan rangka

No	Nama bahan	Ukuran	Jumlah
1	Besi kotak berlubang	25mm x 25mm x 2mm	10 meter
2	Besi kotak berlubang	20mm x 20mm x 2mm	2 meter
3	Besi siku	25mm x 25mm x 1,8mm	2 meter
4	Plat besi	25mm x 4mm	1 meter

Proses pembuatan rangka memiliki tahapan dalam pengerjaannya. Langkah-langkah dalam membuat rangka media adalah sebagai berikut.

- a. Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
- b. Memberi ukuran pada besi kotak berongga sesuai dengan desain yang telah dibuat menggunakan penggores dan meteran.
- c. Proses selanjutnya adalah melakukan pemotongan besi kotak berongga sesuai dengan ukuran yang telah dibuat.
- d. Pemotongan besi kotak berlubang dengan ukuran 20 mm dan tebal 2 mm sesuai dengan ukuran yang akan digunakan sebagai dudukan *timing* dan distributor. Alat yang digunakan meliputi :
 - 1) Gerinda potong besi

- 2) Batu gerinda potong
 - 3) Meteran dan
 - 4) Mistar siku
- e. Proses selanjutnya adalah perakitan bahan agar berbentuk rangka dan dudukan komponen. Perakitan dilakukan dengan cara pengelasan menggunakan mesin las busur listrik. Perakitan rangka mengacu pada desain yang telah dibuat. Dalam perakitan rangka dapat dimulai dengan merakit rangka dari bagian samping sebanyak 2 buah, kemudian disambungkan dengan besi kotak berongga pada bagian tengah untuk menghubungkan bagian samping kanan dan kiri. Dalam pengerjaan perakitan rangka ini menggunakan beberapa peralatan yaitu:
- 1) Las busur listrik,
 - 2) Elektroda,
 - 3) kaca mata las busur listrik,
 - 4) mistar siku,
 - 5) tang, dan
 - 6) palu terak.
- f. Langkah selanjutnya setelah rangka selesai dirakit adalah membuat lubang pada bagian yang akan digunakan sebagai dudukan papan panel dan dudukan komponen sistem pengapian IIA. Proses pelubangan menggunakan bor tangan.

g. Setelah melakukan pelubangan pada rangka selesai, langkah selanjutnya menggerinda bagian rangka yang telah dilubangi dan merapikan permukaan rangka. Langkah penggerindaan ini bertujuan agar permukaan yang dilas dan dilubangi menghasilkan permukaan yang rata. Pada langkah merapikan rangka tersebut memerlukan beberapa alat yaitu sebagai berikut.

- 1) Bor tangan
- 2) Mata bor
- 3) Gerinda tangan
- 4) Batu gerinda asah
- 5) Sikat gerinda

h. Proses yang terakhir adalah pengecatan rangka. Proses pengecatan rangka ini bertujuan untuk melapisi rangka agar tidak mudah berkarat dan menambah keindahan tampilan pada rangka. Sebelum melakukan pengecatan, rangka harus dalam kondisi bersih dari kotoran baik karat maupun debu. Proses pengecatan rangka dilakukan dengan langkah sebagai berikut.

- 1) Menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan, yaitu *spray gun*, kuas, cat, dan *thinner*.
- 2) Membersihkan permukaan rangka pada bagian yang akan dicat.
- 3) Memberikan lapisan cat dasar primer pada rangka.
- 4) Memberikan lapisan cat warna hitam pada bagian rangka dengan menggunakan *spray gun*.

2. Rancangan Pembuatan Papan Media

Papan media dibuat dengan menggunakan akrilik bening dengan tebal 3mm. Akrilik dipotong menggunakan gerinda tangan sesuai ukuran yang telah ditentukan pada desain. Desain *layout* dilakukan dengan cara *printing* di percetakan akrilik yang tersedia. Seluruh desain dilakukan *printing* dengan mempertimbangkan umur keawetan dari media pembelajaran. langkah dalam pembuatan papan media adalah sebagai berikut.

- a. Pemotongan awal akrilik dengan menggunakan gerinda potong untuk membagi akrilik dari ukuran 200 cm x 100 xm menjadi ukuran 100 cm x 100 cm.
- b. Memasukkan akrilik ke jasa percetakan untuk dilakukan pencetakan desain *layout* dan dilekukkan sesuai bentuk rangka.
- c. Pemotongan akhir akrilik untuk menyesuaikan ukuran akrilik yang telah dicetak dengan rangka media yang telah dibuat. Penyesuaian ini dilakukan dengan memotong bagian tepi akrilik menggunakan gerinda potong.

3. Rancangan Perakitan (*Assembly*)

Setelah rangka serta dudukan komponen dan papan media selesai, langkah selanjutnya yang harus dikerjakan adalah perakitan semua komponen media. Langkah dalam perakitan komponen adalah sebagai berikut.

- a. Mempersiapkan komponen-komponen yang akan dipasang.

- b. Mempersiapkan rangka dan papan media.
- c. Memasang terlebih dahulu papan media pada kerangka yang sudah jadi dengan menggunakan sekrup yang dikencangkan menggunakan obeng plus (+).
- d. Memasang *timing* pengapian dan distributor pada dudukan yang telah dibuat dengan menggunakan baut berukuran 14 mm dan dikencangkan menggunakan kunci pas dan ring yang sesuai.
- e. Memasang pedal dan motor listrik pada dudukan yang telah dibuat pada rangka dengan menggunakan baut berukuran 8 mm dan dikencangkan menggunakan kunci pas dan ring yang sesuai.
- f. Memasang dudukan busi pada papan media.
- g. Memasangkan busi pada dudukan yang telah dipasang dan kemudian memasangkan kabel tegangan tinggi.
- h. Memasang semua komponen sistem pengapian IIA berupa *fuse box*, kunci kontak, dan lampu indikator.
- i. Memasang *banana* soket sesuai dengan desain yang telah dibuat dan mengencangkan dengan menggunakan kunci pas dan ring 8 mm.
- j. Mengelupas kabel pada soket kunci kontak, *fuse box*, lampu indikator, dan kabel (+) B distributor dengan menggunakan tang potong.
- k. Mensolder kabel dari soket kunci kontak, *fuse box*, lampu indikator, dan kabel (+) B distributor dengan O ring *banana* soket. Pengerjaan ini membutuhkan alat solder listrik dan bahan tambah (tenol).

4. Rancangan Pengerjaan Akhir (*Finishing*)

Pada langkah pengerjaan akhir adalah melakukan pembersihan media pembelajaran dari sisa proses pengerjaan serta pengecekan ulang pemasangan komponen yang telah terangkai.

D. Rancangan Pengujian

Setelah menentukan konsep rancangan yang akan digunakan pada pembuatan media pembelajaran, langkah selanjutnya adalah membuat rancangan pengujian untuk mengetahui keberhasilan kinerja serta mencapai tujuan dari pembuatan proyek akhir media pembelajaran kelistrikan sistem pengapian IIA. Rancangan pengujian media adalah sebagai berikut.

1. Uji Komponen

Uji komponen dilakukan untuk memeriksa kondisi komponen sistem pengapian IIA dalam kondisi baik. Uji komponen pada pengapian IIA adalah sebagai berikut.

- a. Pengujian celah busi dengan menggunakan *feeler gauge*.
- b. Pengujian tahanan kabel tegangan tinggi dengan menggunakan ohm meter.
- c. Pengujian koil pengapian dengan menggunakan ohm meter.
Pengujian pada koil pengapian meliputi tahanan koil sekunder dan primer.
- d. Pengujian celah udara pada distributor dengan menggunakan *feeler gauge*.

- e. Pengujian sumber tenaga dengan menggunakan volt meter menghubungkan ujung positif (+) ke terminal positif (+) dan ujung negataif (-) ke masa bodi
- f. Pengujian *power transistor* pada igniter. Dengan voltmeter, menghubungkan ujung positif (+) pengetes ke terminal negatif (-) koil pengapian dan ujung negatif (-) pengetes ke masa bodi.

Pengujian komponen sistem pengapian IIA dilakukan dengan menggunakan instrumen yang terdapat pada tabel 3. Dari hasil uji komponen, maka data pengujian dapat dimasukkan pada tabel 3 di bagian kolom hasil dan kesimpulan.

Tabel 3. Uji komponen

No	Nama Komponen	Alat Ukur	Standar	Hasil	Kesimpulan (baik/tidak)
1	Igniter	Multimeter	12 V		
2	<i>Power transistor</i>	Multimeter	12 V		
3	Koil pengapian	Multimeter	Primer : 1,2-1,5 Ω Sekunder : 10,2-13,8 k Ω		
4	Busi	<i>Feeler gauge</i>	0,7-0,8 mm		

Bersambung

No	Nama Komponen	Alat Ukur	Standar	Hasil	Kesimpulan (baik/tidak)
5	Distributor	<i>Feeler gauge</i>	0,2-0,4 mm		
6	Kabel tegangan tinggi	Multimeter	< 25k Ω		

2. Uji Fungsional Sistem

Uji fungsional sistem pengapian IIA berfungsi untuk mengetahui apakah sistem pengapian ini bekerja dengan baik atau tidak. Indikator untuk sistem pengapian adalah percikan bunga api pada busi. Percikan bunga api akan semakin cepat sebanding dengan bertambahnya putaran motor atau mesin. Langkah pengujian kerja sistem pengapian adalah sebagai berikut.

- Menyiapkan media pembelajaran sistem pengapian IIA yang akan diuji beserta kelengkapannya seperti baterai dan kabel.
- Merangkai rangkaian sistem pengapian IIA sesuai dengan *wiring* diagram dan Menghubungkan motor listrik ke sumber listrik 220V.
- Menekan pedal motor listrik, kemudian memperhatikan percikan bunga api pada busi.

Pengujian fungsional media dilakukan dengan menggunakan instrumen seperti pada tabel 4. Dari hasil pengujian dengan instrumen, maka hasil pengujian dapat dimasukkan pada kolom hasil dan kesimpulan pada tabel 4 di bawah.

Tabel 4. Uji fungsional sistem

No.	Motor Listrik	Hasil Percikan bunga api busi (Lambat/cepat)	Kesimpulan
1	Berputar lambat		
2	Berputar cepat		

3. Uji Kinerja Media

Setelah dilakukan pengujian komponen dan fungsi, langkah selanjutnya adalah pengujian kinerja. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana kinerja media pembelajaran sistem pengapian IIA sebagai alat bantu dalam proses pembelajaran setelah dilakukan desain ulang. Pengujian kinerja pada media yaitu dengan menggunakan instrumen angket. Berdasarkan kajian teori pada bab sebelumnya tentang manfaat media pembelajaran, maka kisi-kisi instrumen angket dibuat berdasarkan teori tersebut. Adapun kisi-kisi instrumen angket yang akan digunakan dapat dilihat pada tabel 5, sedangkan instrumen angket yang digunakan terdapat pada lampiran 1.

Tabel 5. Kisi-kisi instrumen angket.

No.	Indikator	Butir Pernyataan
1	Kemudahan Penyampaian materi pelajaran	1,2,3,4,5,6,7
2	Memotivasi dan fungsional	8,9,10
3	Rasional dan praktis	11,12,13,14,15
4	Aspek K3	16,17,18,19

E. Rancangan Kebutuhan Alat dan Bahan

Proses pembuatan media pembelajaran sistem pengapian IIA terlebih dahulu mempersiapkan alat-alat dan bahan yang akan digunakan pada proses pengerjaannya. Berikut ini merupakan kebutuhan alat dan bahan yang akan digunakan selama proses pengerjaan proyek akhir.

1. Rancangan Kebutuhan Alat

Beberapa peralatan yang akan digunakan pada proses pengerjaan proyek akhir ini bertujuan untuk menghasilkan media pembelajaran yang baik. Peralatan yang dbutuhkan dapat ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 6. Rancangan kebutuhan alat

No.	Nama Alat	Jumlah
1	Bor tangan	1 buah
2	Gerinda tangan	1 buah
3	Gerinda Duduk	1 buah
4	Kikir	1 buah
5	Obeng set	1 set
6	Tang potong	1 buah
7	Kunci ring	1 set
8	Las listrik	1 buah
9	Solder	1 buah
10	<i>Roll</i> kabel	1 buah
11	Multimeter	1 buah
12	Tes lemp	1 buah

Bersambung

No.	Nama Alat	Jumlah
13	Scrap dempul	1 buah
14	Mistar	1 buah
15	Palu	1 buah
16	Palu terak	1 buah
17	<i>Spray gun</i>	1 buah

2. Rancangan Kebutuhan Bahan

Mendesain ulang media pembelajaran sistem pengapian IIA membutuhkan bahan yang diperlukan untuk menunjang kinerja dari sistem. Bahan pada media yang lama yang masih bagus digunakan kembali serta yang sudah rusak diganti dengan yang baru. Bahan yang dibutuhkan adalah sebagai berikut.

Tabel 7. Rancangan kebutuhan bahan

No.	Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1	<i>Acrylic</i>	Tebal	1 lembar
2	Kabel accu	<i>Universal</i>	2 meter
3	<i>Fuse</i>	<i>Blade 30A</i>	1 buah
4	<i>Fuse box</i>	<i>Universal</i>	1 buah
5	<i>Banana jack</i>	<i>Universal</i>	20 buah
6	Kabel	Diameter 1,5 mm	2 meter
7	Solasi bakar	<i>Universal</i>	1 meter
8	Amplas	<i>Universal</i>	2 lembar

Bersambung

No.	Bahan	Spesifikasi	Jumlah
9	Skun	<i>Universal</i>	2 buah
10	Lampu indikator	<i>Universal</i>	1 buah
11	Kunci Kontak	Mobil Col-t	1 buah
12	Sekrup /baut	Universal	6 buah
13	Kabel tegangan tinggi	Toyota kijang	4 buah
14	Busi	<i>Universal</i>	4 buah

F. Rancangan Waktu Pengerjaan

Dalam pelaksanaan pembuatan proyek akhir agar lebih terarah dan terencana serta dapat selesai tepat waktu sesuai dengan yang telah di rencanakan, maka dibutuhkan sebuah program atau rencana kegiatan kerja. Adapun tabel rencana adalah sebagai berikut.

Tabel 8. Perencanaan waktu pengerjaan proyek akhir

No	Kegiatan	Waktu Bulan, Tahun Minggu Ke...															
		Februari 2017				Maret 2017				April 2017				Mei 2017			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pengajuan Judul dan Proposal																
2	Perancangan Media Pembelajaran																

Bersambung

No	Kegiatan	Waktu Bulan, Tahun Minggu Ke...															
		Februari 2017				Maret 2017				April 2017				Mei 2017			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
3	Persiapan Alat dan Bahan yang diperlukan																
4	Pengerjaan Proyek Akhir																
5	Evaluasi Hasil Proyek Akhir																
6	Penyusunan Konsep Laporan																

G. Rancangan Pembiayaan

Rencana pembiayaan digunakan untuk mengontrol keuangan untuk pembuatan proyek akhir. Perhitungan ini dibuat sebelum melakukan pengerjaan proyek akhir dengan tujuan agar biaya yang dibutuhkan dapat dipersiapkan terlebih dahulu dan disesuaikan dengan kebutuhan. Kebutuhan yang dimaksud adalah pemilihan komponen pada media lama yang masih layak untuk digunakan kembali dan apabila sudah tidak layak, maka bahan perlu beli yang baru. Rincian biaya yang dibutuhkan untuk pengerjaan media pembelajaran sistem pengapian IIA ditunjukkan melalui tabel 8 di bawah.

Tabel 9. Rencana pembiayaan

No	Nama Bahan	Satuan	Harga
1	Kabel tegangan tinggi	4 buah	Rp 85.000,00
2	Busi	4 buah	Rp 60.000,00
3	Kunci kontak	1 set	Rp 45.000,00
4	<i>Fuse</i>	1 buah	Rp 7.000,00
5	<i>Fuse box</i>	1 set	Rp 5.000,00
6	Lampu indikator	1 buah	Rp 15.000,00
7	Sekrup	20 buah	Rp 10.000,00
8	<i>Banana jack</i>	20 pasang	Rp 30.000,00
9	Besi hollow	8 meter	Rp 200.000,00
10	<i>Banana jack</i>	20 pasang	Rp 30.000,00
11	Akrilik	1 lembar	Rp 400.000,00
12	Jasa print dan tekuk akrilik	1 set	Rp 195.000,00
13	Mur dan baut	10 buah	Rp 20.000,00
14	<i>Jumper set</i>	1 set	Rp 7.500,00
15	Kabel baterai	2 meter	Rp 30.000,00
16	Kabel	1 meter	Rp 3.000,00
17	Skun	3 buah	Rp 4.500,00
18	Lain-lain		Rp 100.000,00
Jumlah			Rp 1.247.000,00

BAB IV

PROSES, HASIL, DAN PEMBAHASAN

A. Proses Mendesain Ulang Media Pembelajaran

Proses dalam mendesain ulang media pembelajaran sistem pengapian IIA mencakup beberapa aspek yaitu : identifikasi, perancangan, persiapan komponen, pembuatan, pemasangan komponen, dan pengujian kerja. Hasil produk merupakan barometer keberhasilan dalam pembuatan media tersebut. Berikut ini adalah tahapan dalam membuat media pembelajaran sistem pengapian IIA.

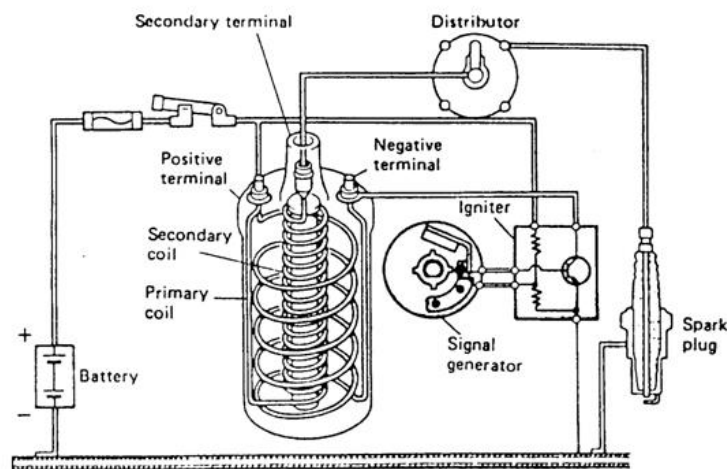
1. Proses Mengidentifikasi Media Sebelumnya

Mengidentifikasi media pembelajaran sistem pengapian IIA yang sebelumnya memiliki tujuan untuk mengetahui kekurangannya. Kekurangan pada media tersebut sangat penting untuk dijadikan pertimbangan dalam mendesain media pembelajaran yang baru. Sehingga media pembelajaran yang baru ini dapat mengatasi kekurangan dan kelemahan dari media yang sebelumnya. Dengan teratasinya kekurangan media yang lama, maka media pembelajaran yang baru dapat lebih baik dan lebih mempermudah mahasiswa dalam memahami sistem pengapian serta mempermudah dosen dalam menjelaskan. Hasil identifikasi kekurangan media yang lama adalah sebagai berikut.

a. Identifikasi *wiring* diagram

Wiring diagram memiliki tujuan untuk memberikan gambaran kepada mahasiswa tentang aliran listrik suatu sistem dan

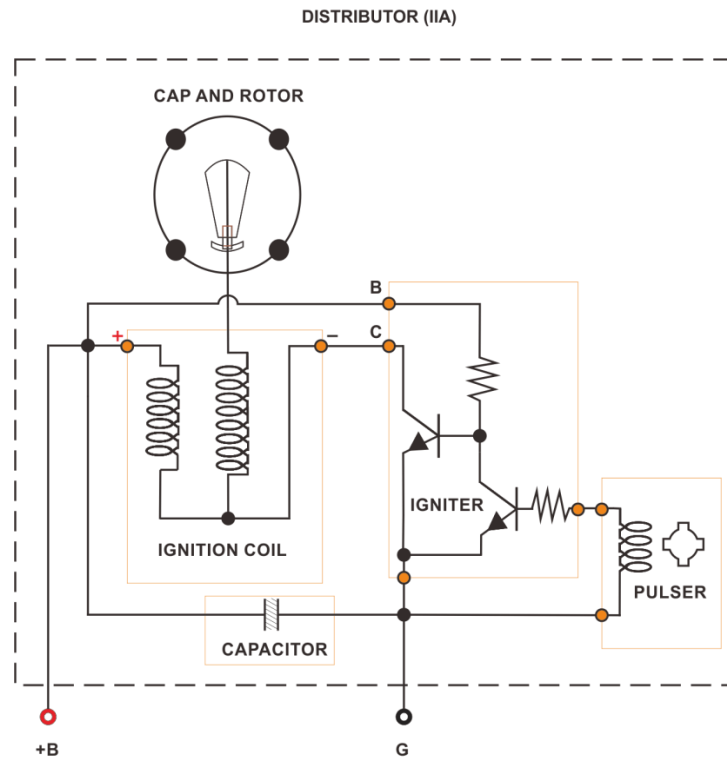
untuk menjelaskan cara kerja suatu sistem tersebut. *wiring* diagram pada media yang lama ukurannya terlalu kecil dan kurang sesuai. Kurang sesuainya *wiring* yang lama dikarenakan *wiring* yang dicantumkan adalah sistem pengapian *full transistor*. Walaupun secara konsep sistem pengapian IIA adalah sama dengan pengapian *full transistor* dan yang membedakan adalah letak koil pengapiannya. Pada sistem IIA koil pengapian terletak di dalam distributor dan terintegrasi dengan *igniter*, sedangkan pada sistem *full transistor* koil pengapian diletakkan terpisah di luar distributor. Berikut adalah *wiring* diagram media yang sebelumnya.



Gambar 34. *Wiring* diagram pada media yang sebelumnya

Berdasarkan *wiring* diagram pada media yang sebelumnya yang ukurannya terlalu kecil dan kurang sesuai, maka pada media yang baru diberikan *wiring* yang berbeda. *wiring* diagram pada media yang baru bukanlah *wiring* keseluruhan pada sistem pengapian IIA melainkan hanya *wiring* diagram didalam distributor.

Wiring diagram baru memiliki ukuran yang lebih besar sehingga lebih jelas serta *wiring* sudah sesuai dengan sistem pengapian IIA yakni koil pengapian terintegrasi di dalam distributor. Berikut adalah *wiring* diagram di dalam distributor pada media yang baru.



Gambar 35. *Wiring* diagram media yang baru

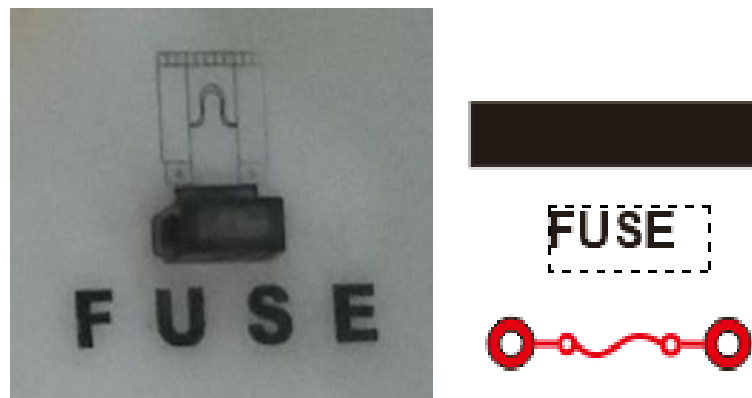
b. Identifikasi simbol komponen

Fungsi dari simbol komponen adalah untuk memberikan pemahaman kepada mahasiswa bagaimana konstruksi sebenarnya dari komponen tersebut. Simbol komponen juga memudahkan mahasiswa untuk memahami sistem tersebut. Hasil identifikasi pada media yang lama terdapat beberapa komponen yang tidak memiliki simbol dan komponen yang simbolnya kurang sesuai. Pada media

pembelajaran yang baru semua komponen diberikan simbol dan menyesuaikan simbol yang sudah ada. Simbol komponen diletakkan di bawah komponen sehingga lebih mudah untuk memahaminya. Simbol komponen diprint pada papan akrilik. Berikut adalah hasil identifikasi simbol komponen media yang lama dan pembenahannya pada media yang baru.

1) *Fuse*

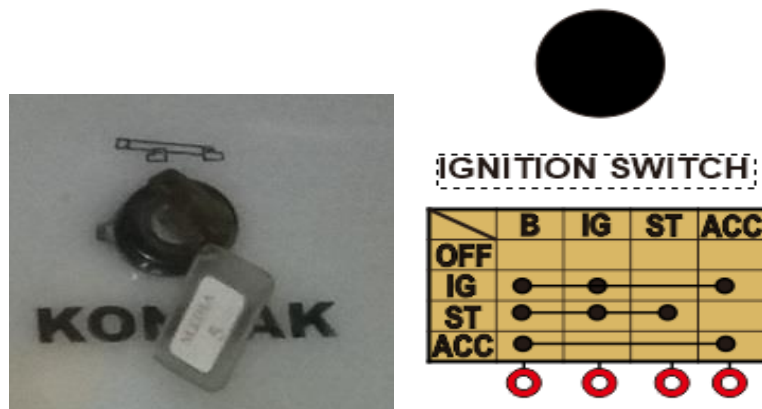
Hasil identifikasi simbol *fuse* yang lama dan perubahannya pada media yang baru dapat dijelaskan melalui gambar sebagai berikut.



Gambar 36. Identifikasi simbol *fuse*

2) Kunci Kontak

Kunci kontak pada media yang lama tidak ada penjelasan nama terminal posisi kunci kontak, sehingga membingungkan mahasiswa. Berikut adalah identifikasi simbol kunci kontak yang lama dan perubahannya pada media yang baru.



Gambar 37. Identifikasi simbol kunci kontak

3) Lampu indikator

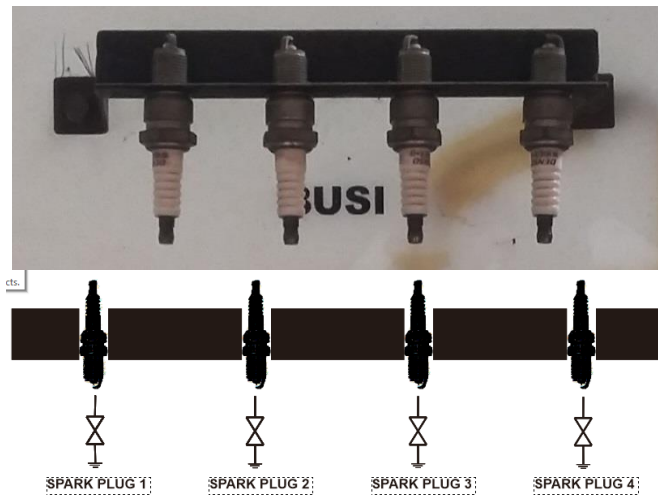
Lampu indikator mendapatkan sumber (+) positif dari *output* tegangan dari terminal IG kunci kontak, sehingga saat kunci kontak posisi IG lampu indikator akan menyala. Hal ini digunakan untuk memberikan tanda bahwa terdapat tegangan 12V yang mengalir menuju distributor sehingga memudahkan untuk mengamati aliran listriknya. Berikut hasil identifikasi simbol lampu indikator dan perubahannya pada media yang baru.



Gambar 38. Identifikasi simbol lampu indikator

4) Busi

Pada media yang lama tidak terdapat simbol busi, maka pada media yang baru simbol busi diberikan pada masing-masing busi. Berikut adalah hasil identifikasi simbol busi dan penambahan simbol busi pada media yang baru.

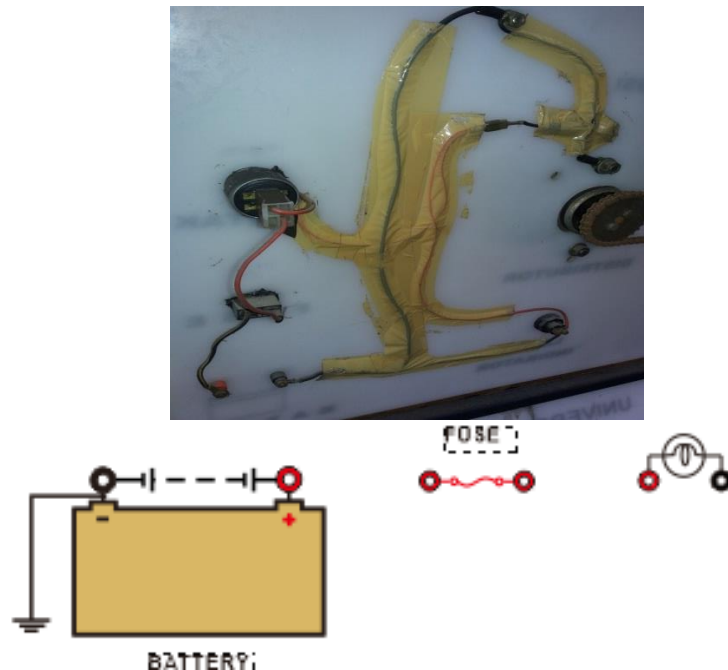


Gambar 39. Identifikasi simbol busi

c. Identifikasi jaringan kabel

Hasil identifikasi pada media yang sebelumnya, jaringan kabel sistem pengapian IIA sudah dirangkai secara keseluruhan dibagian belakang papan media sehingga akan membingungkan mahasiswa dalam mempelajari sistem tersebut. Selain itu, jaringan kabel yang dirangkai di belakang media akan menyulitkan mahasiswa untuk mengecek komponen maupun pengecekan aliran listriknya. Pada media yang baru jaringan kabel dirangkai dibagian depan papan media dengan menggunakan *banana jack* / steker *bust*

yang dihubungkan dengan menggunakan kabel. Dengan hal seperti ini, maka memudahkan mahasiswa untuk memahami aliran listrik sistem pengapian IIA. Berikut hasil identifikasi jaringan kabel pada media yang lama dan pembenahan pada media yang baru.



Gambar 40. Identifikasi jaringan kabel

d. Identifikasi kondisi komponen

Media pembelajaran sistem pengapian IIA memiliki beberapa komponen untuk mendukung kinerja sistem. Kondisi komponen pada media pembelajaran yang lama adalah sebagai berikut.

1) Kabel busi

Pada media yang lama kabel busi dalam kondisi rusak. Kerusakan pada kabel busi yaitu pecah pada *socket* kabelnya. Pada media yang baru kabel busi diganti dengan yang baru

supaya meningkatkan keamanan saat penggunaan media. Kerusakan pada kabel busi dapat diperlihatkan pada gambar berikut.



Gambar 41. Kerusakan pada kabel busi

2) *Fuse* / sekring

Kondisi *fuse* pada media yang lama sudah putus dan dalam kondisi yang rusak karena penghantar pada sekring sudah terlepas dari plastik pelindungnya. Pada media yang baru sekring dan kotaknya diganti dengan yang baru. Dengan penggantian ini media pembelajaran bisa digunakan secara maksimal. Kondisi sekring yang lama adalah sebagai berikut.



Gambar 42. Kerusakan pada *fuse*

3) Lampu indikator

Lampu indikator pada media pembelajaran yang lama kondisinya masih bisa menyala akan tetapi wadah atau tempat lampunya dan kaca penutupnya sudah pecah. Pada media yang baru lampu indikator diganti satu set dengan wadah dan lampu. Kondisi lampu indikator yang lama sebagai berikut.



Gambar 43. Kondisi lampu indikator yang lama

4) Gigi dan rantai *timing*

Gigi dan rantai *timing* pada media pembelajaran yang lama sudah berkarat. Karat pada komponen ini diakibatkan karena sudah lama tidak terpakai dan tidak dirawat. Pada media yang baru gigi dan rantai *timing* dibersihkan dari karat dan diberi lapisan oli yang tipis untuk mencegah terjadinya karat. Kondisi gigi dan rantai *timing* pada media yang lama sebagai berikut.



Gambar 44. Kondisi gigi dan rantai *timing* yang berkarat

e. Identifikasi peletakan komponen

Media pembelajaran sistem pengapian IIA yang lama terdapat komponen yang peletakannya kurang sesuai. Peletakan komponen yang kurang sesuai pada media yang lama adalah sebagai berikut.

1) Motor listrik dan pedal

Pada media yang lama peletakan motor listrik dan pedal diletakkan dibagian depan media menjadi satu dengan komponen sistem pengapian IIA. Motor listrik dan pedal merupakan komponen pendukung pada sistem pengapian IIA, sehingga peletakannya seharusnya berada di belakang media. Perubahan ini dikarenakan apabila berada di bagian depan media menyebabkan mahasiswa berfikir bahwa komponen tersebut adalah bagian dari komponen sistem pengapian IIA. Pada media yang baru motor listrik dan pedal dibuatkan dudukan di bagian belakang media. Berikut peletakan motor listrik dan pedal pada media yang lama.



Gambar 45. Peletakan motor dan pedal

2) Distributor dan *timing* pengapian

Pada media pembelajaran yang lama distributor dan *timing* pengapian diletakkan dan dikaitkan langsung pada akrilik, hal ini menyebabkan getaran pada papan media saat distributor berputar. Pada media yang baru distributor dan *timing* pengapian dibuatkan dudukan dengan menggunakan besi dibagian belakang media. Dengan ini distributor dan *timing* pengapian diikatkan pada dudukan besi tidak hanya di akrilik sehingga lebih kuat dan mengurangi getaran pada papan media. Peletakan distributor dan *timing* pengapian pada media yang lama adalah sebagai berikut.



Gambar 46. Peletakan distributor dan *timing* pengapian

2. Proses Pembuatan Desain Media

Proses persiapan pembuatan media pembelajaran adalah proses mendesain ulang papan media dan rangka berdasarkan kekurangan dari media yang sebelumnya sehingga media yang baru dapat mengatasi kekurangan pada media yang lama. Dalam mendesain ulang media

pembelajaran sistem pengapian IIA dilakukan konsultasikan dengan dosen kelistrikan yang nantinya akan menggunakan media ini untuk mengajar agar media ini dapat digunakan dengan baik. Desain media pembelajaran yang baru adalah sebagai berikut.

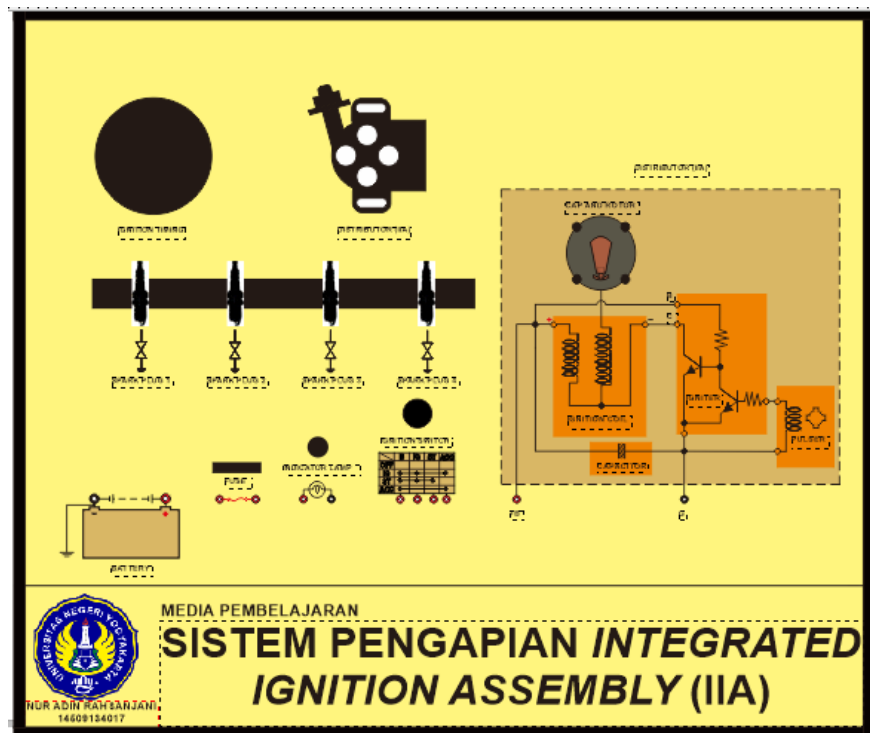
a. Desain papan media

Desain papan media pembelajaran yang baru haruslah bisa mengatasi kekurangan pada media yang lama. Selain itu, desain papan media yang baru dibuat lebih menarik dan mudah untuk dipahami. Mendesain papan media yang baru yakni dengan menambahkan warna pada papan media serta warna yang berbeda pada simbol komponen. Selain penambahan warna, desain media yang baru diberikan simbol pada setiap komponen dan *wiring diagram* untuk lebih mempermudah dalam memahami.

Dengan pembuatan desain papan ini akan mempermudah untuk mengatur letak dari komponen sistem pengapian IIA dan agar tidak terjadi kesalahan dalam pembuatan media. Desain papan media ini nantinya akan di print pada bagian belakang akrilik sehingga lebih awet karena tidak mudah tergores. Desain papan media yang baru diberikan garis pembatas berwarna hitam dibagian tepi dari media. Garis tepi ini sebagai tempat pemasangan baut pengikat akrilik ke rangka. Tujuan diberikan garis tepi ini untuk memberikan kesan rapi pada media pembelajaran sistem pengapian IIA. Langkah dalam pembuatan desain papan media adalah sebagai berikut.

- 1) Mempersiapkan alat berupa laptop yang telah dilengkapi dengan aplikasi *corel draw*.
- 2) Membuka aplikasi *corel draw*.
- 3) Membuat bentuk dari papan media sesuai kesepakatan dengan dosen terkait.
- 4) Mengkonsultasikan hasil papan media yang telah dibuat dengan aplikasi *corel draw* kepada dosen terkait.

Hasil Desain papan media yang baru adalah sebagai berikut.



Gambar 47. Desain papan media yang baru

b. Desain rangka media

Rangka media pembelajaran yang baru dibuat dengan mempertimbangkan kekurangan pada media yang lama. Rangka

media pembelajaran sistem pengapian IIA menggunakan besi kotak berlubang dengan ukuran tebal 2 mm serta panjang dan lebar 25 mm. Pemilihan besi ini dikarenakan besi ini yang mudah ditemukan dan tersedia banyak di toko besi.

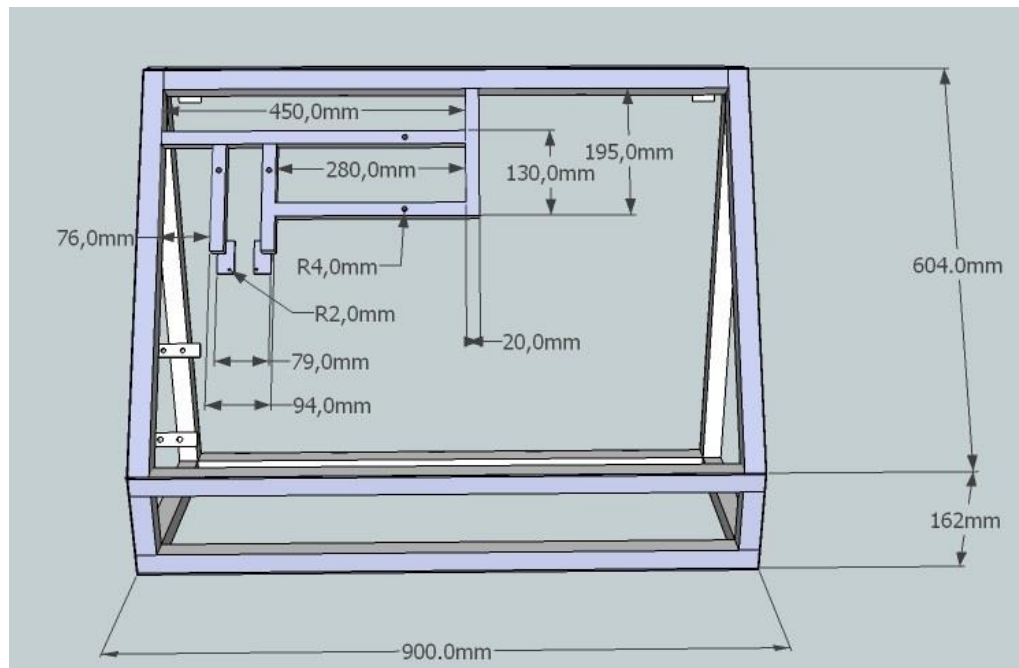
Desain rangka yang baru berbeda sedikit dengan rangka yang lama. Perbedaan terletak pada penambahan besi penyangga dibagian belakang. Penambahan besi ini bertujuan untuk memperkuat rangka media serta membuat rangka lebih terlihat menyatu atau *rigid*. Rangka media diberi tekukan sebesar 150° pada 16 cm dari bagian bawah. Hal ini bertujuan untuk memudahkan dalam menjangkau bagian-bagian dari komponen media pembelajaran. Selain itu, pada rangka yang baru diberikan dudukan untuk distributor, *timing* pengapian, motor listrik dan pedal pada bagian belakang media. Pada rangka media yang baru diberikan cantolan berupa besi siku dibagian belakang atas media. Cantolan ini digunakan untuk menaruh media pada reel yang telah disediakan.

Pembuatan desain rangka ini bertujuan untuk mempermudah serta menghindarkan dari kesalahan dalam pembuatan. Langkah dalam mendesain rangka media adalah sebagai berikut.

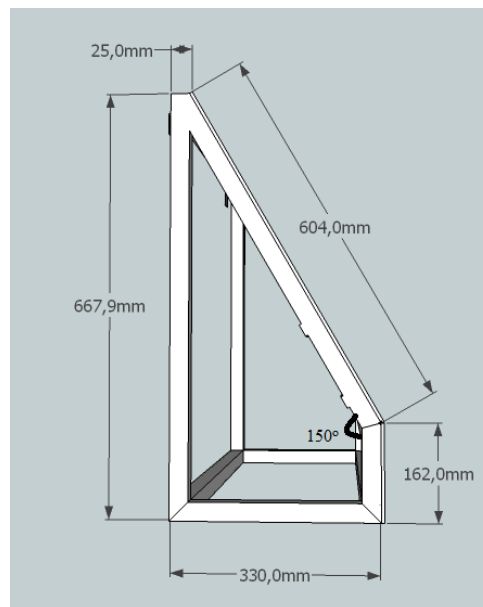
- 1) Mempersiapkan alat berupa laptop yang telah dilengkapi dengan aplikasi *google sketch up*.
- 2) Membuat desain rangka sesuai yang dibutuhkan.

- 3) Mengkonsultasikan hasil papan panel yang telah dibuat dengan aplikasi *google sketch up* kepada dosen terkait.

Hasil desain rangka yang baru adalah sebagai berikut.



Gambar 48. Desain rangka media tampak depan



Gambar 49. Desain rangka media tampak samping

3. Proses Pembuatan Rangka Media

Rangka media pembelajaran digunakan untuk menopang papan media dan sebagai dudukan dari komponen sistem pengapian IIA. Pembuatan rangka ini disesuaikan dengan desain yang telah dibuat. Pembuatan rangka media menggunakan besi kotak berlubang, besi siku, dan plat penggunaan bahan ini disesuaikan dengan kebutuhan dudukan pada media pembelajaran. Berikut adalah proses pembuatan rangka media yang baru.

- a. Mempersiapkan alat dan bahan
- b. Proses pengukuran besi

Proses pengukuran besi yang akan digunakan disesuaikan dengan desain rangka yang telah dibuat. Pengukuran besi ini menggunakan penggaris siku, meteran, dan spidol. Penggunaan alat agar menghasilkan ukuran yang tepat dan jelas agar dalam pemotongan mudah. Berikut adalah gambar pengukuran besi.



Gambar 50. Proses Pengukuran besi

c. Proses pemotongan besi

Proses pemotongan besi menggunakan gerinda tangan. Dalam proses pemotongan besi harus diperhatikan dengan tiliti garis yang telah dibuat pada proses sebelumnya. Hal ini bertujuan agar ukuran besi tepat sesuai desain. Proses pemotongan besi untuk keperluan pembuatan rangka dapat diperlihatkan pada gambar 51 sedangkan kebutuhan pemotongan besi dapat dilihat pada tabel 10.



Gambar 51. Proses pemotongan besi

Tabel 10. Kebutuhan pemotongan besi

No	Jenis Besi	Ukuran Panjang	Jumlah Potongan
1	Besi <i>hollow</i> 25 mm x 25 mmx 2 mm	90 cm	4
		60 cm	2
		16 cm	2
		67 cm	2
		33 cm	2

Bersambung

No	Jenis Besi	Ukuran Panjang	Jumlah Potongan
2	Besi <i>hollow</i> 20 mm x 20 mmx 2 mm	45 cm	1
		19,5 cm	1
		28 cm	1
		23 cm	2
3	Plat besi tebal 3 mm dan lebar 2,5 cm	8 cm	2
		4 cm	2
4	Besi siku tebal 3 mm	3 cm	2

d. Proses pengelasan rangka

Proses setelah besi dipotong sesuai ukuran adalah proses menyambung potongan tersebut dengan menggunakan las listrik. Tujuan penggunaan las listrik adalah agar hasil pengelasan kuat dan rapi. Pengelasan yang dilakukan pertama kali adalah pengelasan bagian samping rangka.

Pengelasan bagian samping rangka disesuaikan dengan desain yang telah dibuat. Dalam pengelasan rangka samping ini dibantu dengan menggunakan *jig* agar diperoleh hasil pengelasan rangka samping yang presisi antara samping kanan dan kiri.



Gambar 52. Pembuatan rangka samping dengan *jig*

Proses pengelasan selanjutnya adalah penyambungan antara rangka samping kanan dan kiri dengan menggunakan 4 buah besi sepanjang 90 cm. Keempat besi ini dipasangkan pada setiap sudut dari rangka bagian samping. Pada proses pengelasan ini menggunakan siku magnet agar penyambungan rangka tidak miring ataupun doyong ke salah satu arah.



Gambar 53. Proses penyambungan rangka samping

Proses pengelasan yang terakhir adalah pengelasan dudukan sesuai desain yang telah dibuat. Pengelasan dudukan harus diperhatikan dengan teliti karena apabila dudukan meleset dari ukuran, maka penempatan komponen pada akrilik bisa berubah dan menjadi tidak sesuai. Dudukan ini selain sebagai tempat pemasangan komponen juga berfungsi sebagai penguat dari akrilik. Pada tahap akhir pengelasan dilakukan proses pembersihan terhadap kerak yang menempel pada hasil lasan.

- e. Proses pelubangan rangka

Proses pelubangan rangka dengan menggunakan bor tangan. Rangka yang dilubangi adalah bagian yang digunakan sebagaiudukan distributor, *timing* pengapian, motor listrik, dan pedal motor. Selain untukudukan komponen, pelubangan juga dilakukan pada bagian sisi rangka yang akan digunakan untuk mengaitkan akrilik ke rangka.

f. Proses merapikan rangka

Proses merapikan rangka adalah proses untuk membuat rangka menjadi lebih rapi dan bagus.. Proses merapikan rangka ini dilakukan dengan menggunakan gerinda tangan dengan mata gerinda kasar. Proses penggerindaan ini berfungsi untuk merapikan bagian lasan dari percikan elektroda saat pengelasan dan kotoran lain yang menempel. Proses ini dilakukan agar rangka terlihat lebih rapi dan bagus. Proses merapikan rangka adalah sebagai berikut.

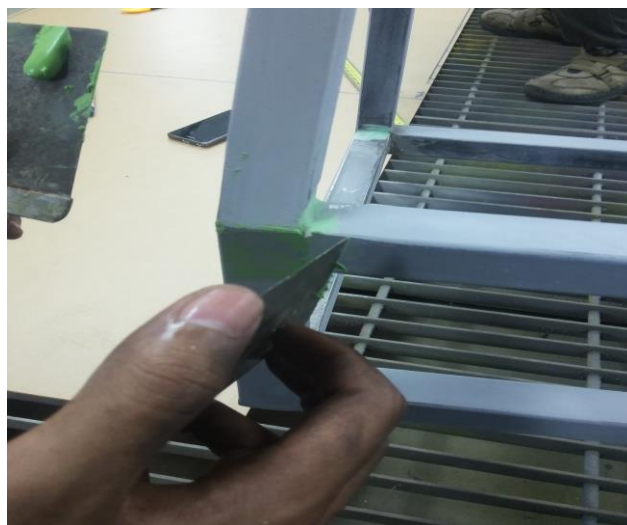


Gambar 54. Merapikan rangka

g. Proses pengecatan

Proses pengecatan dilakukan untuk meningkatkan unsur keindahan dan rapi pada rangka. Rangka sebelum dicat harus terbebas dari karat, debu, minyak, dan kotoran lain yang menempel pada rangka. Pengecatan dilakukan di dalam *spray boot* agar hasil pengecatan maksimal. Dalam pelapisan kerangka ini alat dan bahan yang dibutuhkan antara lain : amplas, dempul, *spray gun*, kuas, cat, dan *thinner*. Langkah dalam pengecatan rangka adalah sebagai berikut.

- 1) Menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan, yaitu *spray gun*, kuas, cat, dan *thinner*.
- 2) Membersihkan permukaan rangka pada bagian yang akan dicat.
- 3) Memberikan lapisan cat dasar primer pada rangka.
- 4) Meratakan sudut rangka dan hasil lasan dengan menggunakan dempul.



Gambar 55. Proses pendempulan

- 5) Memberikan lapisan cat warna hitam pada bagian rangka dengan menggunakan *spray gun*.



Gambar 56. Proses pengecatan rangka

4. Proses Pembuatan Papan Media

Papan media pembelajaran sistem pengapian IIA dibuat dengan menggunakan akrilik bening dengan tebal 3 mm dengan ukuran 1000 mm x 1000 mm dengan pertimbangan ringan dan mudah dalam pengerjaanya. Akrilik tersebut digunakan sebagai tempat untuk menempelkan komponen sistem pengapian IIA. Dalam proses pembuatan bidang media pembelajaran melalui beberapa tahapan yaitu sebagai berikut.

a. Proses pemotongan awal akrilik

Pemotongan awal ini dilakukan karena pada saat pembelian akrilik ukurannya 1000 x 2000 mm, sehingga bisa digunakan untuk 2

orang. Pemotongan akrilik menjadi 2 bagian dilakukan menggunakan gerinda tangan dengan mata gerinda potong. Pada pemotongan awal, ukuran akrilik belum disesuaikan dengan rangka media.

b. Cetak akrilik

Proses cetak akrilik dilakukan di jasa percetakan dengan memberikan *soft file* desain *layout* yang telah dibuat kepada operator. Desain tersebut akan dicetak pada akrilik bening sehingga lebih awet. Pada jasa percetakan dilakukan pelelukan sesuai lekukan pada rangka. Proses cetak akrilik berlangsung selama 2 hari.

c. Proses pemotongan akhir akrilik

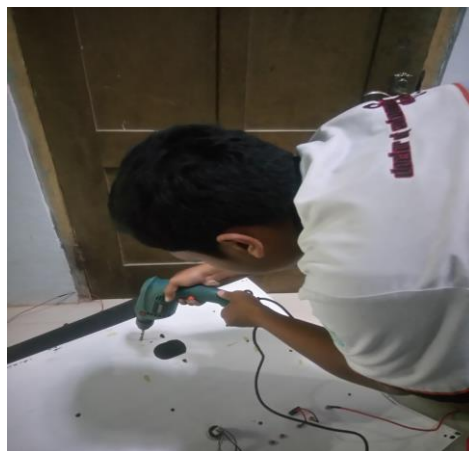
Pemotongan akhir akrilik ini bertujuan untuk menyesuaikan bentuk akrilik yang telah dicetak dengan rangka media pembelajaran. Pada bagian tepi akrilik yang telah dipotong dilakukan pengamplasan agar tidak ada bagian yang tajam pada akrilik.



Gambar 57. Pemotongan akhir akrilik

d. Proses melubangi papan akrilik

Proses melubangi papan akrilik dilakukan dengan menggunakan bor tangan. Papan akrilik yang dilubangi digunakan sebagai tempat pemasangan *banana jack* atau *stecker bust*, tempat pemasangan komponen, dan lubang untuk megaitkan papan media dengan rangka.



Gambar 58. Melubangi papan akrilik

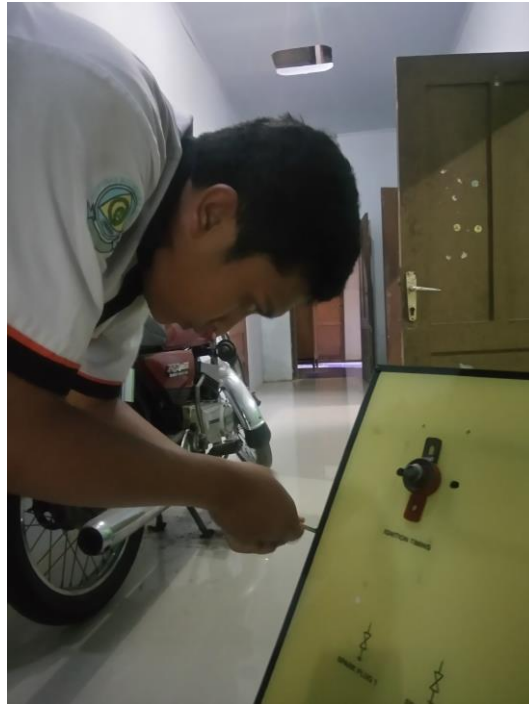
5. Proses Perakitan Media Pembelajaran

Proses perakitan adalah menyatukan papan media, rangka media, komponen sistem pengapian IIA, dan kabel rangkaian menjadi satu kesatuan media pembelajaran. Proses perakitan media pembelajaran adalah sebagai berikut.

a. Memasangkan papan media pada rangka

Papan media dikaitkan pada rangka dengan menggunakan sekrup.

Berikut adalah proses pemasangan papan media ke rangka.



Gambar 59. Pemasangan papan media ke rangka

b. Memasang *banana jack*

Banana jack ini dipasangkan sesuai dengan desain pada papan media. *Banana jack* ini dikaitkan dengan mur ukuran 8 mm pada belakang papan media. Mur ini juga digunakan untuk mengkaitkan skun dengan lubang konektor *banana jack*.

c. Memasangkan komponen sistem pengapian IIA

Komponen sistem pengapian IIA dipasangkan di papan akrilik sesuai dengan penempatan pada desain yang telah dibuat. Komponen sistem pengapian IIA yang dipasangkan adalah distributor, *timing* pengapian, busi, kunci kontak, *fuse box*, dan lampu indikator. Komponen ini diikatan dengan mur dan baut sesuai dengan dudukan.

Setelah komponen sistem pengapian IIA dipasangkan, langkah selanjutnya adalah memasang komponen pendukung yaitu : pedal, motor listrik, gigi dan rantai *timing*. Pemasangan komponen pendukung ini dilakukan di bagian belakang media pembelajaran. Berikut adalah proses pemasangan komponen sistem pengapian IIA.



Gambar 60. Pemasangan komponen sistem pengapian IIA

d. Menyambungkan kabel rangkaian dengan *banana jack*

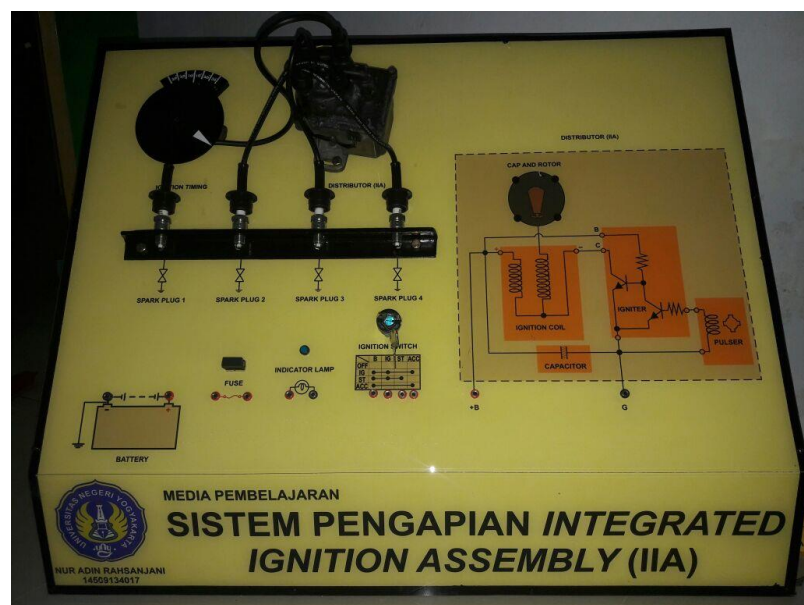
Penyambungan ini disesuaikan dengan rangkaian sistem pengapian IIA. Penyambungan dilakukan dengan menggunakan solder, bahan tambah, dan isolasi bakar. Fungsi dari solder dan bahan tambah adalah agar kabel dapat tersambung dengan kuat pada soket *banana jack*. Isolasi bakar berfungsi untuk menutupi bagian yang disambung.

6. Proses *Finishing*

Proses *finishing* pada media pembelajaran yaitu pengecekan kekencangan baut dan mur pengikat, pemeriksaan jaringan kabel, dan pembersihan media dari kotoran yang dihasilkan saat proses perakitan.

B. Hasil Pembuatan Media Pembelajaran

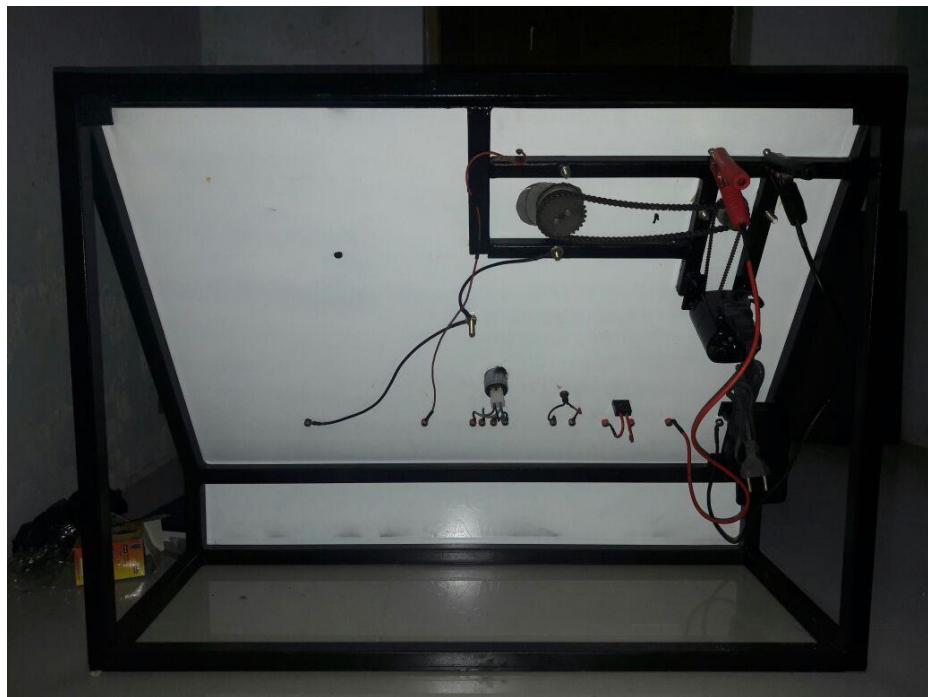
Langkah pembuatan media pembelajaran sistem pengapian IIA yang baru dimulai dari mengidentifikasi, mendesain, membuat rangka dan papan media, memasang komponen, merangkai kabel, dan *finishing*. Dari proses tersebut dihasilkan media pembelajaran sistem pengapian IIA yang lebih menarik. Hasil pembuatan media yang baru tampak depan diperlihatkan dengan gambar 61, tampak samping pada gambar 62, dan media tampak belakang dapat diperlihatkan pada gambar 63. Hasil media yang baru sebagai berikut.



Gambar 61. Hasil media tampak depan



Gambar 62. Hasil media tampak samping



Gambar 63. Hasil media tampak belakang

C. Proses Pengujian Media Pembelajaran

Proses pengujian media pembelajaran digunakan untuk mengetahui hasil kerja dan kinerja media pembelajaran setelah dilakukan desain ulang. Pengujian ini terbaik menjadi 3 jenis yaitu : pengujian komponen sistem pengapian IIA, pengujian fungsional sistem, dan pengujian kinerja media pembelajaran. Proses pengujian media pembelajaran dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Pengujian Komponen Sistem Pengapian IIA

Pengujian pada komponen sistem pengapian IIA bertujuan untuk memastikan kondisi komponen yang digunakan dalam kondisi baik. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan dengan spesifikasi. Pengujian komponen sistem pengapian IIA adalah sebagai berikut.

a. Pengujian *power transistor*

Pengujian ini menggunakan multimeter dengan selektor DCV 30. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tegangan pada input *transistor*. Pengujiannya sebagai berikut.



Gambar 64. pengujian *power transistor*

b. Pengujian tahanan pada koil pengapian

Pengujian ini menggunakan multimeter dengan selektor tahanan.

Pada pengujian tahanan terdapat dua pengukuran yakni tahanan koil primer dan tahanan koil sekunder. Pemeriksaan tahanan koil seperti berikut ini.



Gambar 65. Pemeriksaan tahanan koil sekunder



Gambar 66. Pemeriksaan tahanan koil primer

c. Pengujian *power igniter*

Pengujian ini menggunakan multimeter dengan selektor DCV 30.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tegangan input pada *igniter*.

d. Pengujian celah udara distributor

Pengujian ini menggunakan *feeler gauge*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui celah antara *pick up coil* dengan rotor. Berikut pengujian celah udara.



Gambar 67. Pengujian celah udara

e. Pengujian celah busi

Pengujian menggunakan *feeler gauge* untuk mengetahui celah antara elektroda positif dan negatif. Celah tersebut digunakan agar terjadi loncatan listrik dari elektroda positif ke negatif. Celah yang terlalu lebar menyebabkan listrik akan melompat terlalu jauh sehingga

bunga api yang dihasilkan kecil. Proses pengujian celah busi adalah sebagai berikut.



Gambar 68. Pengujian celah busi

f. Pengujian tahanan kabel busi

Pengujian tahanan kabel busi dilakukan menggunakan multimeter dengan selektor kilo ohm. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tahanan kabel busi yang kemudian dibandingkan dengan spesifikasi. Berikut ini pengujian tahanan kabel busi.



Gambar 69. Pengujian tahanan kabel busi

Pengujian komponen sistem pengapian IIA ini untuk memastikan komponen dalam kondisi baik. Berikut hasil pengujian pada komponen sistem pengapian IIA disajikan dalam tabel 11.

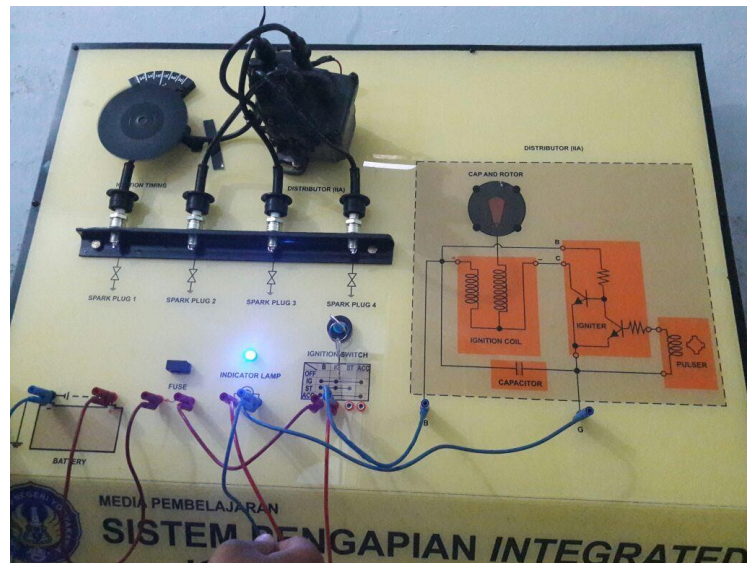
Tabel 11. Hasil pengujian komponen.

No	Pemeriksaan	Alat Ukur	Standar	Hasil	Kesimpulan (baik/tidak)
1	<i>Power Igniter</i>	Multimeter	12 V	12V	Baik
		Baterai			
2	<i>Power transistor</i>	Multimeter	12 V	12V	Baik
		Baterai			
3	Tahanan Koil pengapian	Multimeter	Primer : 1,2-1,5 Ω Sekunder : 10,2-13,8 k Ω	Primer : 1,2 Ω Sekunder : 12,5 k Ω	Baik
4	Celah Busi	<i>Feeler gauge</i>	0,7-0,8 mm	1. 0,8 mm 2. 0,8 mm 3. 0,8 mm 4. 0,8 mm	Baik
5	Celah udara Distributor	<i>Feeler gauge</i>	0,2-0,4 mm	0,4 mm	Baik
6	Tahanan Kabel tegangan tinggi	Multimeter	< 25k Ω	1. 1,5 k Ω 2. 2 k Ω 3. 2 k Ω 4. 1,5 k Ω	Baik

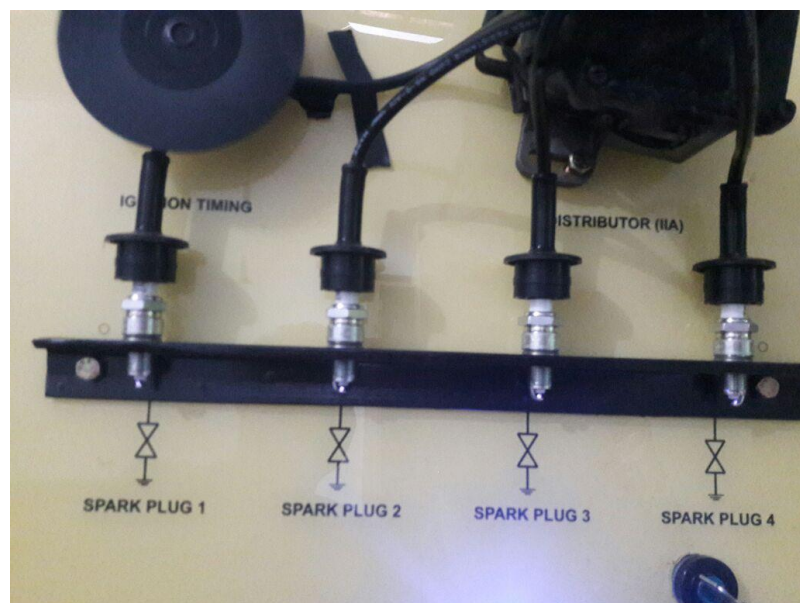
2. Pengujian Fungsional Sistem

Pengujian fungsional berfungsi untuk mengetahui kerja dari sistem pengapian IIA setelah dilakukan redesain. Indikator dari kerja ini adalah percikan bunga api pada busi. Pada saat motor listrik berputar dan rangkaian sistem pengapian IIA sudah terangkai, maka akan terjadi

percikan bunga api pada busi. Percikan ini semakin cepat seiring dengan bertambahnya putaran motor listrik. Proses pengujian fungsional dapat dilihat pada gambar 70 dan hasil percikan bunga api busi seperti pada gambar 71. Untuk hasil dari pengujian fungsional sistem pengapian IIA dijelaskan dengan tabel 12.



Gambar 70. Pengujian fungsional sistem



Gambar 71. Hasil percikan bunga api busi

Tabel 12. Hasil pengujian fungsional sistem

No.	Motor Listrik	Hasil Percikan bunga api busi (Lambat/cepat)	Kesimpulan
1	Berputar lambat	Lambat	Baik
2	Berputar cepat	Cepat	Baik

Berdasarkan tabel hasil pengujian tersebut didapatkan hasil bahwa percikan bungan api busi akan semakin cepat seiring dengan bertambahnya putaran pada motor listrik. Dengan hasil tersebut, maka sistem pengapian IIA dapat berfungsi dengan baik.

3. Pengujian Kinerja Sistem Pengapian IIA

Pengujian kinerja sistem pengapian ini dilakukan dengan menggunakan instrumen angket. Angket diberikan kepada 3 responden sebagai sampel dari mahasiswa dan dosen yang menggunakan media pembelajaran ini. Responden yang pertama adalah dosen ahli kelistrikan di bengkel otomotif FT UNY dan untuk responden yang kedua serta ketiga adalah mahasiswa D3 teknik otomotif UNY. Responden ini kemudian mengisi instrumen angket sesuai pernyataan yang ada dengan melihat serta mencoba media pembelajaran sistem pengapian IIA. Hasil dari angket tersebut dapat mengetahui kesesuaian hasil media pembelajaran dengan manfaat media pembelajaran.

Dalam angket tersebut digunakan skala *likert* atau skala bertingkat. Pada setiap pernyataan responden memberikan skor untuk aspek yang ditanyakan dari media pembelajaran. Teknik analisis data

yang digunakan adalah teknik analisa diskriptif dengan rata-rata skoring jawaban pada masing-masing item yang dinilai. Skala penilaian yang digunakan untuk instrumen angket adalah seperti yang dijelaskan oleh Arikunto (2010:285) yaitu sebagai berikut.

- a. Skala 1, jika penilaian terhadap media pembelajaran tidak setuju dengan kriteria penilaian
- b. Skala 2, jika penilaian terhadap media pembelajaran kurang setuju sesuai dengan kriteria penilaian
- c. Skala 3, jika penilaian terhadap media pembelajaran setuju dengan kriteria penilaian
- d. Skala 4, jika penilaian terhadap media pembelajaran sangat setuju sesuai dengan kriteria penilaian.

Rumus yang digunakan untuk menghitung rata-rata skoring hasil angket yaitu dengan menggunakan rumus rata-rata (*mean*) sebagai berikut.

$$Me = \frac{\sum X}{n} \dots\dots\dots(Sugiyono, 2006)$$

Keterangan :

- Me = Rata-rata skoring
 $\sum X$ = Jumlah jawaban tiap responden dari tiap item yang dinilai
 n = Jumlah responden

Kesimpulan dari hasil uji kinerja media pembelajaran dikembangkan berdasarkan kriteria kinerja media pembelajaran dengan skala skor 1-4. Dimana skor 1 menunjukkan skor terendah dan skor 4 menunjukkan skor tertinggi. Kriteria kinerja dilakukan dengan menggunakan rumus rentang dan panjang kelas interval sebagai berikut.

$$\text{Panjang interval} = \frac{\text{Skor terbesar} - \text{skor terkecil}}{\text{Banyak skor}} \dots\dots\dots (\text{Sudjana, 1981})$$

Dengan menggunakan rumus tersebut, dihasilkan kriteria hasil kinerja media pembelajaran sistem pengapian IIA seperti yang terlihat pada tabel 13 berikut.

Tabel 13. Kriteria kinerja media pembelajaran

No	Skor	Kriteria Kinerja	Keterangan
1	3,26 – 4,00	Sangat baik	Tidak perlu revisi
2	2,51 – 3,25	Baik	Tidak perlu revisi
3	1,76 – 2,50	Kurang baik	Perlu revisi
4	1,00 – 1,75	Tidak baik	Revisi total

Tabel 13 digunakan sebagai acuan untuk menilai hasil rata-rata skoring dari angket yang telah diberikan kepada responden. Hasil dari penilaian ketiga responden akan diambil nilai rata-rata dari setiap butir instrumennya. Dari hasil rata-rata setiap butir instrumen kemudian data tersebut dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah butir pernyataan yang ada sehingga menghasilkan rata-rata nilai dari angket tersebut. Rata-rata nilai tersebut kemudian dicocokkan dengan tabel 13 untuk mengetahui hasil dari kinerja media pembelajaran sistem pengapian IIA yang telah dilakukan desain ulang. Hasil penilaian dari instrumen angket dapat dilihat pada tabel 14 berikut.

Tabel 14. Hasil penilaian angket

Pernyataan	Responden 1	Responden 2	Responden 3	Rata- rata
1	4	3	3	3,33
2	4	3	3	3,33
3	4	4	3	3,67
4	4	4	4	4,00
5	4	3	3	3,33
6	4	3	3	3,33
7	4	3	3	3,33
8	4	3	3	3,33
9	3	3	3	3,00
10	3	3	4	3,33
11	3	3	3	3,00
12	4	4	3	3,67
13	4	3	3	3,33
14	3	3	3	3,00
15	3	3	3	3,00
16	3	3	3	3,00
17	3	2	4	3,00
18	3	3	3	3,00
19	3	3	3	3,00
			Jumlah	62,0
			Hasil	3,26

Dari hasil rata-rata didapatkan hasil 3,26. Dari hasil tingkat kriteria kinerja yang digunakan untuk menilai media pembelajaran sistem pengapian IIA diperoleh hasil diantara rentang skor 3,26 – 4,00 dengan kriteria kinerja “Sangat baik, tidak perlu revisi”.

D. Pembahasan

Proses dalam mendesain ulang media pembelajaran sistem pengapian IIA dilakukan dengan beberapa langkah. Setiap langkah yang

dilakukan akan berpengaruh terhadap hasil pembuatan media. Oleh karena itu dalam pembuatan media langkah yang dikerjakan harus disusun dan dipertimbangkan dengan baik. Setelah media pembelajaran selesai dibuat kemudian langkah selanjutnya yaitu pengujian terhadap media. Pengujian tersebut terdiri dari pengujian komponen, pengujian fungsional, dan pengujian kinerja media pembelajaran. Tahapan dalam meredesain media pembelajaran sistem pengapian IIA adalah sebagai berikut.

1. Proses Mendesain Ulang Media

Proses mendesain ulang media pembelajaran sistem pengapian IIA dilakukan melalui beberapa langkah. Langkah dalam mendesain ulang media pembelajaran sistem pengapian IIA sudah disesuaikan dengan standar operasional prosedur (SOP) yang telah direncanakan pada bab 3. Sehingga didapatkan hasil media yang baik karena proses sudah sesuai sop. Langkah dalam mendesain media pembelajaran adalah sebagai berikut.

a. Proses mengidentifikasi media sebelumnya

Proses mengidentifikasi media yang sebelumnya memiliki tujuan untuk mengetahui kelemahan dan kekurangan media yang sebelumnya. Proses mengidentifikasi telah dilaksanakan sesuai rencana yang telah dibuat. Kekurangan pada media tersebut digunakan sebagai pertimbangan desain rangka dan papan media. Hasil dari identifikasi media yang sebelumnya yaitu : terdapat *wiring* diagram yang kurang sesuai dengan sistem pengapian IIA; tidak terdapat

simbol pada komponen busi; terdapat simbol yang kurang sesuai seperti pada sekring, kunci kontak, dan lampu indikator; terdapat kerusakan pada komponen kabel busi, lampu indikator, sekring, dan kotak sekring; terdapat komponen yang sudah berkarat; dan penempatan komponen yang kurang sesuai.

b. Proses merancang media pembelajaran yang baru

Dalam proses perancangan atau mendesain ini didasarkan dari kekurangan pada media yang sebelumnya. Selain pertimbangan dari kekurangan media yang sebelumnya juga dikonsultasikan dengan dosen pengajar kelistrikan yang nantinya akan menggunakan media tersebut. Proses perancangan papan dan rangka media telah dilaksanakan sesuai rancangan yang telah dibuat. Dalam proses mendesain harus dilakukan berulang kali karena harus disesuaikan dengan dosen yang akan menggunakan media ini.

2. Proses Membuat Media Pembelajaran

Proses pembuatan media pembelajaran terbagi menjadi beberapa tahapan yaitu proses pembuatan rangka, proses pembuatan papan media, proses perakitan, dan proses *finishing*. Setiap tahapan dalam proses pembuatan akan sangat berpengaruh terhadap hasil akhir pembuatan media. Tahapan dalam membuat media pembelajaran disesuaikan dengan tahapan yang telah direncanakan dan telah sesuai SOP.

Pertama, proses yang pertama adalah proses pembuatan rangka media. Proses pembuatan rangka ini sudah dilakukan sesuai perencanaan

awal. Dalam pembuatan rangka media terdapat masalah yaitu rangka media tidak tegak lurus melainkan miring kesalahsatu bagian. Cara mengatasinya yaitu dengan membongkar ulang rangka kemudian melakukan pengelasan kembali dengan menggunakan alat tambahan siku magnet untuk mentegak luruskan antara kedua rangka samping. Proses pengerjaan ini membutuhkan waktu yang lama karena dilakukan 2 kali pengerjaan.

Kedua, pada langkah yang kedua ini yaitu proses pembuatan papan media. Proses pembuatan papan media sudah disesuaikan dengan rencana pembuatan yang telah dibuat. Dalam pembuatan akrilik terdapat masalah yaitu cetakan *list* hitam pada rangka ada yang mengelupas diakibatkan karena penggerindaan pada akrilik. Cara untuk mengatasi hal ini adalah dengan mengecat ulang cetakan yang mengelupas dengan menggunakan cat semprot berwarna hitam.

Ketiga, proses yang ketiga yaitu proses perakitan. Proses perakitan ini meliputi: pemasangan papan ke rangka media, pemasangan distributor, *timing* pengapian, pemasangan komponen sistem pengapian IIA, dan pemasangan motor listrik dan pedal. Dalam proses perakitan terdapat beberapa masalah. Masalah yang pertama adalah dudukan *fuse box* terlalu lebar sehingga mudah lepas. Cara mengatasinya adalah dengan memberikan lem perekat pada *fuse box* agar tidak mudah lepas. Masalah yang kedua adalah terdapat bunyi berisik ketika rantai *timing* berputar. Cara mengatasi hal ini adalah dengan memberikan pelumasan

pada gigi dan rantai *timing*, akan tetapi setelah diberikan pelumasan masih ada sedikit bunyi pada saat berputar. Masalah yang ketiga adalah putaran *timing* pengapian oleng. Hal ini disebabkan karena poros hanya terbuat dari baut panjang. Cara mengatasi hal ini yaitu dengan mengganti poros yang menggunakan baut dengan poros yang terbuat dari besi silinder pejal. Akan tetapi pada media ini tidak dilakukan dikarenakan waktu pengerjaan yang sudah mepet karena akan digunakan untuk praktik LEO.

Keempat, proses keempat adalah proses akhir dalam pembuatan media pembelajaran yaitu *finishing*. Dalam proses *finishing* pekerjaan yang dilakukan adalah pemeriksaan kekencangan baut-baut pengikat dan pembersihan media dari kotoran yang dihasilkan saat proses pembuatan media.

Dari proses mendesain ulang media pembelajaran mulai dari mengidentifikasi kekurangan media yang lama, pembuatan desain *lay out* papan media dan rangka, pembuatan rangka dan papan media, dan perakitan media pembelajaran sehingga menjadikan sebuah media pembelajaran yang layak untuk digunakan untuk pembelajaran sudah dilakukan sesuai SOP atau rancangan yang telah dibuat pada bab sebelumnya. Sehingga media pembelajaran sistem pengapian IIA yang telah dibuat dapat disimpulkan berhasil dengan baik karena sesuai dengan rancangan. Meskipun terjadi permasalahan yaitu media yang baru lebih berat dibandingkan dengan media yang lama. Hal ini dikarenakan

adanya penambahan dudukan pada rangka. Untuk mengatasi hal tersebut, maka rangka harus dibuat dari bahan yang lebih ringan dari besi yaitu alumunium. Akan tetapi pada media ini tidak dilakukan karena waktu pengerjaan yang sudah mepet karena akan segera digunakan untuk praktik. Namun hal tersebut tidak mempengaruhi hasil dari kinerja media pembelajaran sistem pengapian IIA tersebut.

3. Proses Pengujian Media

Proses pengujian media pembelajaran sistem pengapian IIA terdiri dari tiga pengujian yaitu pengujian komponen, fungsional sistem, dan kinerja media pembelajaran. Ketiga pengujian tersebut memiliki tujuan untuk mengetahui bagaimana hasil dari desain ulang media pembelajaran sistem pengapian IIA. Pengujian pada media dapat dijelaskan sebagai berikut.

a. Pengujian komponen sistem pengapian IIA

Pengujian pada komponen ini bertujuan untuk mengetahui kondisi komponen sistem pengapian IIA. Hasil pemeriksaan pada komponen akan dibandingkan dengan spesifikasi. Komponen yang dilakukan pemeriksaan yaitu : *power transistor*; *power igniter*; tahanan koil pengapian; tahanan kabel busi; celah udara pada distributor; dan celah elektroda busi. Dari hasil pemeriksaan yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa semua pemeriksaan pada komponen masih sesuai spesifikasi. Sehingga bisa disimpulkan bahwa komponen

sistem pengapian IIA dalam kondisi baik. Kondisi komponen yang baik membuat sistem pengapian IIA dapat bekerja dengan maksimal.

b. Pengujian fungsional sistem

Pengujian fungsional sistem yaitu pengujian untuk mengetahui hasil kerja media pembelajaran sistem pengapian IIA setelah dilakukan desain ulang. Pengujian ini dilakukan dengan cara merangkai seluruh rangkaian sistem pengapian IIA kemudian menyalakan motor listrik. Pada saat motor listrik berputar busi akan memercikkan bunga api pada celah elektrodanya. Dari hasil pengujian fungsional didapatkan hasil bahwa percikan busi akan semakin cepat seiring bertambahnya putaran motor listrik. Hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran sistem pengapian IIA dapat bekerja dengan baik dan maksimal.

c. Pengujian kinerja media pembelajaran

Pengujian kinerja media pembelajaran sistem pengapian IIA dilakukan dengan menggunakan metode angket atau kuisioner. Instrumen yang dibuat dapat dilihat pada lampiran 1. Skala penilaian yang digunakan adalah skala *likert* atau skala bertingkat. Dalam penilaian hasil angket dilakukan dengan menggunakan metode rata-rata skoring. Hasil penilaian angket didapatkan rata-rata nilai yaitu 3,26. Dari hasil tingkat kriteria kinerja yang digunakan dalam pembuatan ulang media pembelajaran sistem pengapian IIA

diperoleh hasil diantara 3,26 – 4,00 dengan kriteria kinerja “Sangat baik, tidak perlu revisi”.

Berdasarkan hasil pengujian komponen, fungsional sistem, dan pengujian kinerja media didapatkan hasil bahwa media yang telah dibuat dalam kondisi baik dan layak digunakan sebagai media pembelajaran untuk membantu pembelajaran listrik dan elektronika otomotif di jurusan teknik otomotif Universitas Negeri Yogyakarta.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil dari proses mendesain ulang media pembelajaran sistem pengapian IIA, maka dapat diambil simpulan sebagai berikut.

1. Mendesain ulang media pembelajaran sistem pengapian IIA dilakukan sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat. Proses ini diawali dengan melakukan identifikasi terhadap media yang sebelumnya. Identifikasi ini bertujuan untuk mengetahui kekurangan pada media yang lama untuk dijadikan dasar dalam melakukan desain ulang. Tahap selanjutnya adalah proses mendesain rangka dan papan media. Proses mendesain rangka dan papan media ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi *corel draw*.
2. Proses pembuatan media dilakukan sesuai dengan rencana pengerjaan yang telah dibuat. Pembuatan media yang pertama adalah pembuatan rangka sesuai desain yang telah dibuat. Pembuatan kerangka media pembelajaran dilakukan bertahap dari pengukuran bahan yang digunakan, pemotongan besi sesuai ukuran, pengelasan rangka, dan yang terakhir adalah proses pengecatan. Proses kedua yaitu pembuatan papan media. Pembuatan papan media dilakukan dengan proses mencetak desain *layout* yang telah dibuat pada papan akrilik. Proses selanjutnya yaitu penekukan akrilik sesuai bentuk pada rangka media yang dilakukan di jasa percetakan.

3. Pengujian pada media dilakukan sesuai perencanaan yang telah dibuat. Pengujian yang pertama adalah pengujian komponen sistem pengapian IIA. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil semua komponen nilai pengukurannya sesuai dengan spesifikasi yang ada. Hal ini menunjukkan bahwa komponen dalam keadaan baik. Pengujian yang kedua adalah pengujian fungsional sistem. Pengujian fungsional ini dilakukan dengan merangkai keseluruhan rangkaian kelistrikan sistem pengapian IIA. Hasil dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil sistem pengapian IIA dapat berfungsi dan menghasilkan percikan bunga api pada elektroda busi, sehingga sistem dapat berfungsi dengan baik. Pengujian yang ketiga adalah pengujian kinerja media dengan menggunakan instrument angket. Hasil nilai rata-rata dari penilaian angket adalah 3,26. Berdasarkan tabel tingkat kriteria kinerja diperoleh hasil diantara 3,26 – 4,00 dengan kriteria kinerja “Sangat baik, tidak perlu revisi”.

B. Keterbatasan Alat

Hasil dari proses mendesain ulang media pembelajaran sistem pengapian IIA terdapat beberapa keterbatasan. Keterbatasan media pembelajaran tersebut adalah sebagai berikut.

1. Penggunaan rantai dan gigi sebagai penyalur putaran dari motor listrik akan menimbulkan suara berisik dibagian belakang media meskipun sudah diberi pelumasan berupa lapisan oli pada rantai dan gigi.

2. Poros *timing* pengapian yang tidak *balance* menyebabkan putaran pada piringan *timing* pengapian menjadi oleng pada putaran rendah. Poros *timing* tidak *balance* dikarenakan poros hanya menggunakan baut panjang dan pada bagian baut ini diberi coakan untuk dudukan baut pengikat *pulley* serta terdapat payung pada kepala baut yang menyebabkan tidak bisa dilakukan *balancing* pada poros. Untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan dengan mengganti poros yang awalnya terbuat dari baut panjang diganti dengan poros yang terbuat dari besi atau alumunium dengan bentuk silinder pejal.
3. Dudukan besi yang ditambahkan pada media yang baru menyebabkan media ini lebih berat walaupun sudah menggunakan besi kotak yang ukurannya lebih kecil dari rangka media. Besi yang digunakan sebagai dudukan ukurannya disesuaikan dengan ukuran lubang baut pengikat yang digunakan, sehingga apabila menggunakan besi yang lebih kecil, maka lubang baut pada dudukan akan terlalu besar. Masalah ini dapat diatasi dengan mengganti dudukan *timming* dan distributor menggunakan besi dengan ukuran tebal dan lebar yang lebih kecil.

C. Saran

Setelah dilakukan proses mendesain ulang pada media pembelajaran sistem pengapian IIA dapat diambil saran yang perlu diperhatikan, yaitu sebagai berikut.

1. Proses pengukuran dan pemotongan besi harus dilakukan dengan sangat teliti agar didapatkan hasil rangka yang presisi sesuai desain.
2. Dalam proses pengelasan bagian samping rangka menggunakan *jig* agar didapatkan hasil yang seragam antara samping kanan dan kiri.
3. Proses pengelasan besi penghubung antara rangka samping kanan dan kiri menggunakan siku magnet agar didapatkan hasil rangka yang tidak miring.
4. Pemotongan akhir untuk menyesuaikan papan akrilik dengan rangka dilakukan dengan hati-hati agar cetakan desain pada akrilik tidak mengelupas saat digerinda.
5. Dalam proses pelubangan akrilik harus dipastikan mata bor dalam kondisi baik dan teknik pengeboran yang tepat agar akrilik tidak pecah atau retak.
6. Pemasangan papan media ke rangka dilakukan dengan hati-hati karena cetakan desain pada akrilik mudah tergores apabila terkena rangka atau benda yang lain.
7. Pelubanganudukan komponen dilakukan sangat teliti dan menyesuaikan bentuk komponen agar dudukan yang dibuat tidak terlalu longgar.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (1995). *New Step 1 Training Manual*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Anonim. (1994). *Training Manual Vol.3 Ignition System Step 2*. Jakarta:PT. Toyota Astra Motor.
- Anonim. (2001). *Training Manual Intermediate 2*. Jakarta: PT. Astra Daihatsu Motor.
- Anonim. (1993). *Pedoman Reparasi Mesin 1E,2E*. PT. Toyota Astra Motor.
- Anonim. (2009). *Sistem Kelistrikan dan Elektronika Pada Kendaraan*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Anonim. (2013). *Pengertian akrilik*. Diambil pada tanggal 3 mei 2017, dari <http://www.acrylicac.net/pengertian-acrylic/>.
- Anonim. (2015). *Jenis Besi Hollow*. Diambil pada tanggal 3 mei 2017, dari <http://sahabatsolid.com/jenis-besi-hollow-ukuran-besi-hollow/>
- Anonim. (2017). *Redesign*. Diambil pada tanggal 3 mei 2017, dari <https://en.wiktionary.org/wiki/redesign>
- Anonim. (2017). *Desain*. Diambil pada tanggal 3 mei 2017, dari <https://id.wikipedia.org/wiki/Desain>
- Arikunto, Suharsimi. (2010). *Prosedur Penelitian*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Arsyad,Azhar. (2014). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Hamalik,Oemar. (1986). *Media Pendidikan*, Bandung: PT. Alumni.
- Paryanto, dkk. (2011). *Buku Pedoman Proyek Akhir*. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sudjana. (1981). *Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Sugiyono. (2006). *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Tim Pengembang MKDP. (2011). *Kurikulum & Pembelajaran*. Jakarta: PT. RajaGrafindo Persada.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Instrument Pengujian Kinerja Media

Instrument kinerja media pembelajaran sistem pengapian IIA. Berikan jawaban dengan memberikan tanda (√) sesuai dengan pernyataan.

No.	Pernyataan	Sangat setuju	Setuju	Kurang setuju	Tidak setuju
1	Dengan menggunakan media pembelajaran ini dosen lebih mudah menyampaikan cara kerja sistem pengapian IIA				
2	Dengan menggunakan media pembelajaran ini mahasiswa lebih mudah memahami cara kerja sistem pengapian IIA				
3	Dengan adanya simbol pada setiap komponen lebih memudahkan mahasiswa untuk memahami materi sistem pengapian IIA				
4	Mahasiswa lebih mudah belajar memeriksa komponen sistem pengapian IIA				
5	Penggunaan <i>Banana jack</i> lebih memudahkan mahasiswa dalam merangkai sistem pengapian IIA				

Bersambung

No.	Pernyataan	Sangat setuju	Setuju	Kurang setuju	Tidak setuju
6	Wiring diagram sudah sesuai dengan komponen sistem pengapian IIA sehingga memudahkan mahasiswa untuk belajar				
7	Media pembelajaran ini mampu meningkatkan kualitas belajar mahasiswa saat praktikum				
8	Komponen media pembelajaran ini menggunakan komponen nyata sistem pengapian IIA sehingga memudahkan dalam belajar				
9	Tampilan media pembelajaran ini menarik sehingga meningkatkan motivasi belajar mahasiswa saat praktikum				
10	Perpaduan warna gambar serasi sehingga menumbuhkan motivasi mahasiswa untuk belajar				
11	Penempatan komponen sesuai dengan kondisi nyata pada kendaraan sehingga memudahkan dalam pemahaman				
12	Penempatan komponen pada media teratur dan rapi				

Bersambung

No.	Pernyataan	Sangat setuju	Setuju	Kurang setuju	Tidak setuju
13	Media pembelajaran ini mudah dioperasikan				
14	Media pembelajaran mudah dibawa ke kelas				
15	Bentuk media pembelajaran sederhana				
16	Bentuk media pembelajaran ini tidak membahayakan pengguna				
17	Bagian sudut akrilik berbentuk tumpul sehingga tidak berpotensi melukai pengguna				
18	Putaran pada <i>timing</i> pengapian tidak menimbulkan potensi terjepit				
19	Penggunaan <i>fuse box</i> yang tertutup mencegah pengguna tersengat listrik saat fuse terputus.				

Yogyakarta, Juni 2017

Responden,

.....

Lampiran 2. Kartu Bimbingan



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR / TUGAS AKHIR SKRIPSI

FRM/OTO/04-00
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Nur Adin Rahsanjani
No. Mahasiswa : 14509134017
Judul PA/TAS : Redesain Media Pembelajaran Sistem Pengapian *Integrated Ignition Assembly* (IIA)
Dosen Pembimbing : Dr. Tawardjono Us., M.Pd.

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda tangan Dosen Pemb.
1	Kamis 27/4	BAB I	Konfirmasi lagi LBM	[Signature]
2			Revisi rumusan dan	
3	Kamis 4/5	"	Banyak salah	[Signature]
4			Konfirmasi lagi	
5	Kamis 11/5	Bab I	sedikit pembetulan	[Signature]
6		"	Perlu ditambahkan	[Signature]
7			tersebut	
8			kegiatan, tata	
9	Jum'at 26/5	BAB II - IV	ditambah	[Signature]
10			ke Bab III	

Keterangan :

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



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR / TUGAS AKHIR SKRIPSI

FRM/OTO/04-00
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Nur Adin Rahsanjani
No. Mahasiswa : 14509134017
Judul PA/TAS : Redesain Media Pembelajaran Sistem Pengapian *Integrated Ignition Assembly* (IIA)
Dosen Pembimbing : Dr. Tawardjono Us., M.Pd.

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda tangan Dosen Pemb.
1	Rabu 6/3	BAB II	Keruntutan / Sist tema tidak terlalu perlu ke pengantar	[Signature]
2				
3			Plasma bolam uji...	
4	Selasa 13/3	BAB III	Ok. → lanjut ke BAB IV	[Signature]
5				
6	Senin 10/4	BAB IV	Probleksi gambar? (juga ber background gelap).	[Signature]
7				
8				
9			Dite & lanjutkan	
10			ke Bab V	[Signature]

Keterangan :

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



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR / TUGAS AKHIR SKRIPSI

FRM/OTO/04-00
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Nur Adin Rahsanjani
No. Mahasiswa : 14509134017
Judul PA/TAS : Redesain Media Pembelajaran Sistem Pengapian *Integrated Ignition Assembly* (IIA)
Dosen Pembimbing : Dr. Tawardjono Us., M.Pd.

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda tangan Dosen Pemb.
1	Kamis 13/2	Bab I	Revisi kesimpulannya	
2			Ketua babron	
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Keterangan :

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

Lampiran 3. Bukti Selesai Revisi



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

BUKTI SELESAI REVISI PROYEK AKHIR D3/S1

FRM/OTO/11-00
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Nur Adin Rahsanjani
No. Mahasiswa : 14509134017
Judul PA D3/S1 : Redesain Media Pembelajaran Sistem Pengapian
Integrated Ignition Assembly (IIA)
Dosen Pembimbing : Dr. Tawardjono Us., M.Pd.

Dengan ini Saya menyatakan Mahasiswa tersebut telah selesai revisi.

No	Nama	Jabatan	Paraf	Tanggal
1	Dr. Tawardjono Us., M.Pd.	Ketua Penguji		8-8-2017
2	Sudiyanto, M.Pd.	Sekretaris Penguji		8-8-2017
3	Joko Sriyanto, M.T.	Penguji Utama		8-8-2017

Keterangan :

1. Arsip Jurusan
2. Kartu wajib dilampirkan dalam laporan Proyek Akhir D3/S1