



**PEMBUATAN MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM PENGAPIAN
TRANSISTOR SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN
DI SMK MUHAMMADIYAH NGAWEN**

PROYEK AKHIR

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



Oleh:

Yogi Saputra
(12509134026)

**PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2016**

PERSETUJUAN

Proyek Akhir ini yang berjudul **“PEMBUATAN MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM PENGAPIAN TRANSISTOR SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN DI SMK MUHAMMADIYAH NGAWEN”** telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.



Yogyakarta, 02 November 2016

Dosen Pembimbing

Muhkamad Wakid, M.Eng
NIP. 197707172002121001

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN PROYEK AKHIR

Proyek Akhir yang berjudul **“PEMBUATAN MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM PENGAPIAN TRANSISTOR SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN DI SMK MUHAMMADIYAH NGAWEN”** ini telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal **16 NOVEMBER 2016** dan dinyatakan lulus.

DEWAN PENGUJI

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Muhkamad Wakid, M.Eng	Ketua Penguji		09/12/16
Drs. Kir Haryana, M.Pd	Sekretaris Penguji		09/12/16
Drs. Moch Solikin, M.Kes	Penguji		09/12/16

Yogyakarta, 2016

Fakultas Teknik

Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,




Dr. Widarto, M.Pd

NIP. 19631230 198812 1 001

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Proyek Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik atau gelar lainnya di suatu perguruan tinggi dan 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, 02 November 2016

Yang Menyatakan,



Yogi Saputra
NIM. 12509134026

MOTTO

*“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”
(QS. Alam Nasyrah:6)*

*“Sebaik-baik Manusia adalah yang banyak bermanfaat bagi
sesamanya”
H.R. Bukhori dan Muslim*

*“Tidak ada kesuksesan yang bisa dicapai seperti membalikkan telapak
tangan. Tidak ada keberhasilan tanpa kerja keras, keuletan,
kegigihan, dan kedisiplinan”
Chairul Tanjung*

**PEMBUATAN MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM PENGAPIAN
TRANSISTOR SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN DI SMK
MUHAMMADIYAH NGAWEN**

**Oleh:
Yogi Saputra
12509134026**

ABSTRAK

Tujuan pembuatan proyek akhir ini untuk: (1) Merancang media pembelajaran sistem pengapian Transistor. (2) Membuat media pembelajaran sistem pengapian Transistor sebagai sarana praktik di SMK Muhammadiyah Ngawen, (3) Untuk mengetahui hasil kerja media pembelajaran sistem pengapian Transistor.

Proses perancangan media pembelajaran sistem pengapian Transistor meliputi: desain rangka, desain media, desain tata letak dari masing-masing komponen, serta alat dan bahan yang diperlukan dalam proses pembuatan media. Kemudian melakukan proses pembuatan rangka media yang meliputi: pemotongan besi profil kotak, pengelasan besi profil kotak sehingga membentuk rangka sebagai dudukan akrilik, pengeboran rangka untuk tempat dudukan akrilik, penggerindaan dan pembersihan permukaan rangka, dan terakhir dilakukan proses pengecatan rangka. Kemudian melakukan proses pembuatan media berupa komponen-komponen sistem pengapian yang disusun pada akrilik, meliputi: pemotongan akrilik sesuai ukuran rangka, pengeboran akrilik untuk dibaut pada rangka, untuk dudukan komponen dan untuk dudukan *banana jack*, pembuatan desain stiker, penempelan stiker, perakitan komponen pada akrilik dan penyolderan rangkaian pengapian sesuai dengan rangkaian sistem pengapian Transistor. Setelah selesai proses pengerjaan, dilakukan proses pengujian terhadap media pembelajaran yang telah dibuat, pengujian ini berupa mengamati kerja media pembelajaran sistem pengapian Transistor serta melakukan pengukuran dan pemeriksaan terhadap komponen-komponennya. Pengujian yang kedua, yaitu dengan mengajukan uji kelayakan kepada dosen pembimbing.

Hasil dari pengujian fungsional media pembelajaran sistem pengapian Transistor dapat bekerja dengan baik sebagai sistem pengapian dan komponen-komponen media masih dapat berkerja dengan baik sesuai dengan fungsinya.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir dengan judul Media Pembelajaran Sistem Pengapian Transistor Sebagai Media Pembelajaran Di SMK Muhammadiyah Ngawen.

Penulisan laporan proyek akhir ini merupakan tindak lanjut dari program Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang mewajibkan mahasiswanya untuk menempuh mata kuliah proyek akhir. Selama menyelesaikan proyek akhir serta dalam penulisan laporan, penulis telah mendapatkan banyak bantuan dan dukungan semangat dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan segala rasa syukur penulis sampaikan terima kasih kepada:

1. Muhkamad Wakid, S.Pd., M.Eng., selaku pembimbing proyek akhir.
2. Dr. Widarto, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Zainal Arifin, M.T. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
4. Bapak Sukaswanto, M.Pd. selaku Sekretaris Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
5. Bapak Moch. Solikin, M.Kes. selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
6. Amir Fatah, M.Pd. selaku Koordinator Proyek Akhir Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
7. Segenap Dosen dan karyawan Program Studi Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

8. Kedua orang tua tercinta yang telah memberikan dukungan baik secara moril dan materil.
9. Fayu Azaria Fatmawaty Yusuf yang menemani dan selalu memberikan dukungan.
10. Kakak dan adik yang mendukung penulis.
11. Teman-teman kelas B angkatan 2012 yang telah memberikan dukungan kepada penulis.
12. Semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya penulisan karya ini, yang tidak mungkin disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih banyak kekurangan, baik dari segi teknis maupun dari segi penyajian dan bahasanya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan agar para pembaca dapat memakluminya. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan pada umumnya dan bagi para pembaca pada khususnya.

Yogyakarta, 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
SURAT PERSETUJUAN UJIAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan	5
F. Manfaat	6
G. Keaslian Gagasan	6
BAB II PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH	7
A. Perancangan	7
B. Media Pembelajaran	9
C. Sistem Pengapian	17
D. Komponen Sistem Pengapian Transistor	28
BAB III KONSEP RANCANGAN	39
A. Analisis Kebutuhan	39
B. Rancangan Proses Pembuatan Media Pembelajaran Sistem Pengapian Transistor	40
C. Rencana Pengujian	54
D. Analisa Kebutuhan Alat Dan Bahan	56
E. Perencanaan Waktu Pembuatan	57
F. Kalkulasi Pembiayaan	60

BAB IV PROSES, HASIL DAN PEMBAHASAN	62
A. Proses Pengerjaan	62
B. Hasil Pengujian	75
C. Pembahasan.....	78
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	81
A. Kesimpulan	81
B. Keterbatasan	82
C. Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN	86

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kode Warna Sekering	35
Tabel 2. Pengujian loncatan teganga busi	58
Tabel 3. Kebutuhan komponen	60
Tabel 4. Kebutuhan alat	60
Tabel 5. Perencanaan waktu pengerjaan	61
Table 6. Perencanaan pembuatan media pembelajaran.....	62
Table 7. Kalkulasi biaya.....	63
Table 8. Ukuran dan jumlah pemotongan besi.	69
Table 9. Hasil pengujian loncatan teganga busi pada media sistem pengapian elektrikal transistor	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Batas-batas daerah kerja tubuh.....	8
Gambar 2. Luasan jangkauan pada saat berdiri	9
Gambar 3. Wiring diagram sistem pengapian konvensional	19
Gambar 4. Diagram sistem pengapian DSI (<i>Distributorless Ignition System</i>) .	20
Gambar 5. diagram sistem pengapian CDI	23
Gambar 6. Prinsip <i>hall effect</i>	24
Gambar 7. Pembangkit pulsa <i>hall effect</i>	24
Gambar 8. Pembangkit pulser pengapian trigger optik.....	26
Gambar 9. Diagram sistem pengapian transistor model induktif.....	27
Gambar 10. Prinsip kerja sistem pengapian transistor pada saat mesin mati...	28
Gambar 11. Prinsip kerja sistem pengapian transistor pada saat mesin hidup.	30
Gambar 12. Prinsip kerja sistem pengapian transistor pada saat mesin hidup tegangan negati dihasilkan dalam pick-up coil	30
Gambar 13. Baterai	33
Gambar 14 Kunci kontak	34
Gambar 15. Sekering/Fuse	35
Gambar 16. Ignition Coil	36
Gambar 17. Kabel tegangan tipe <i>double wire wound</i>	37
Gambar 18. Igniter	39
Gambar 19. Busi	40
Gambar 20. Desain rangka tampak atas	45
Gambar 21. Desain rangka tampak depan	46
Gambar 22. Desain rangka tampak samping	46
Gambar 23. Desain rangka tampak samping 3D (tiga dimensi)	47
Gambar 24. Gambar jarak antara lubang dan diameter lubang.....	49
Gambar 25. Letak komponen pada papan media.	50
Gambar 26. Jarak letak komponen dan stiker.	50
Gambar 27. Media tampak depan	57
Gambar 28. Media tampak 3D	57
Gambar 29. Bentuk rangka besi tampak atas.	66
Gambar 30. Bentuk rangka besi tampak depan.....	66
Gambar 31. Gambar rangka tampak samping.....	66
Gambar 32. Gambar Desain rangka tampak samping 3D (tiga dimensi)	67

Gambar 33. Proses pengukuran panjang besi	68
Gambar 34. Proses pemotongan besi	68
Gambar 35. Hasil pemotongan.....	68
Gambar 36. Proses pengelasan bagian rangka atas	70
Gambar 37. Proses pengelasan bagian rangka bawah.....	70
Gambar 38. Proses penghalusan bekas las	71
Gambar 39. Proses pendempulan	71
Gambar 40. Proses pengamplasan setelah pendempulan	72
Gambar 41. Proses pengecatan rangka.....	73
Gambar 42. Hasil pengecatan	73
Gambar 43. Proses pengeboran lubang pada rangka	75
Gambar 44. Hasil pengeboran pada rangka besi	75
Gambar 45. Pemotongan akrilik dengan mesin grinda tangan	76
Gambar 46. Proses pelubangan akrilik.....	76
Gambar 47. Tinggi media pembelajaran setelah menggunakan roda	79
Gambar 48. Lebar media pembelajaran	79
Gambar 49. Media yang telah selesai dibuat	79
Gambar 50. Siswa dalam mengoperasikan media pembelajaran	80

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengajuan judul proyek akhir	87
Lampiran 2. Persetujuan judul proyek akhir	88
Lampiran 3. Permohonan pembimbing proyek akhir	89
Lampiran 4. Surat perjanjian.....	90
Lampiran 5. Kartu bimbingan Proyek akhir	91
Lampiran 6. Bukti selesai revisi Proyek akhir	97
Lampiran 7. Gambar Rangka	98

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Diera globalisasi, perkembangan teknologi yang semakin pesat tidak terkecuali dalam bidang otomotif. Pengembangan teknologi terus dilakukan oleh produsen kendaraan bermotor terhadap produk-produk yang dihasilkan agar dapat meningkatkan kinerja kendaraan. Dengan berkembangnya teknologi tersebut, maka kebutuhan akan informasi dan teknologi juga semakin besar. Hal ini sangat diperlukan dalam dunia pendidikan agar terjadi keseimbangan antara teknologi dunia industri dan dunia pendidikan. Oleh karena itu, diperlukan media yang dapat menjadikan dasar dari pembelajaran teknologi yang sedang berkembang. Salah satu inovasi teknologi otomotif yang ada diantaranya inovasi pada sistem pengapian terhadap prestasi belajar siswa pada mata pelajaran sistem pengapian yang masih kurang dari kriteria ketepatan memuaskan. Hal ini mengidentifikasi bahwa terdapat masalah dalam proses pembelajaran yang disebabkan oleh banyak hal, salah satunya adalah keterbatasan media pembelajaran sehingga dibutuhkan pengembangan dan pembuatan media pada pembelajaran sistem pengapian.

Meskipun pengapian dengan transistor sudah tidak digunakan pada kendaraan lagi, tetapi media pembelajaran sistem pengapian transistor masih sangat berguna untuk memberikan informasi kepada siswa tentang sistem pengapian elektronik dengan diberikan media pembelajaran yang sesuai agar

siswa lebih mengetahui dasar-dasar teori maupun konsep dari pengapian elektronik sebelum siswa mengenal lebih lanjut pengapian elektronik yang sekarang banyak digunakan pada kendaraan.

Secara umum, mempelajari teori mengenai sistem pengapian sangatlah penting karena tanpa sistem ini mobil tidak akan bergerak. Mobil bergerak karena ada proses pembakaran. Pembakaran terjadi karena adanya suatu sistem yang membuat terjadinya proses pembakaran dan sistem tersebut adalah sistem pengapian.

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di SMK Muhammadiyah Ngawen, penulis menemukan bahwa di SMK Muhammadiyah Ngawen belum memiliki media pembelajaran khususnya sistem pengapian transistor sebagai alat praktik siswa untuk mempelajari teknologi sistem pengapian mobil. Hal ini yang menjadi kendala selama ini dalam proses pembelajaran pada sistem pengapian di SMK Muhammadiyah Ngawen, karena guru hanya mampu memberikan pengertian teoritik kepada siswa tanpa ada prakteknya. Kendala tersebut mengakibatkan siswa masih sulit untuk memahami, mempelajari dan mengetahui fungsi komponen serta cara kerja pada sistem pengapian secara utuh. Kurangnya media pembelajaran ini juga membuat daya tarik siswa berkurang terhadap mata pelajaran sistem pengapian, sehingga membuat siswa mendapatkan nilai yang kurang memuaskan. Disisi lain, guru juga mengalami kendala dalam memberikan variasi terhadap proses pembelajaran yang berpengaruh terhadap pemahaman siswa agar mereka lebih tertarik dan fokus

pada proses pembelajaran. Hal inilah yang menjadi dasar dari pembuatan media pembelajaran sistem pengapian Transistor.

Dengan adanya media pembelajaran sistem pengapian ini, diharapkan siswa dapat lebih memahami fungsi dan cara kerja komponen-komponen yang ada pada sistem pengapian. Alat yang dibuat juga sama seperti aslinya yang ada di kendaraan, hanya saja tertuang pada sebuah media pembelajaran.

Pada pembuatan media pembelajaran ini akan digunakan sistem pengapian Transistor Toyota Kijang 7k, hal ini dikarenakan untuk buku referensi dan suku cadang pada Toyota Kijang 7k mudah didapat dan apabila nantinya ada kerusakan pada komponen sistem pengapian, guru tidak kesulitan untuk mencari suku cadangnya. Selain buku referensi dan suku cadang yang mudah di dapat, di SMK Muhammadiyah Ngawen mobil yang digunakan siswa dalam praktik masih menggunakan mobil kijang sehingga penulis memutuskan untuk menggunakan sistem pengapian Transistor pada Toyota Kijang 7k. Karena para siswa di SMK Muhammadiyah Ngawen sudah lebih terbiasa menggunakan Toyota Kijang dalam proses kegiatan teori maupun praktikum. Diharapkan nantinya dalam proses kegiatan media pembelajaran ini akan menunjang keberhasilan para siswa agar lebih mudah memahami proses sistem pengapian Transistor.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas maka dapat diidentifikasi masalah bahwa perlunya media pembelajaran sistem pengapian transistor sebagai sarana media pembelajaran praktek khususnya pada mata pelajaran yang berhubungan dengan sistem pengapian. Kurangnya media pembelajaran tentang sistem pengapian transistor membuat siswa sulit dalam memahami yang didapat secara teori dengan kenyataan. Kurangnya daya tarik siswa dalam melakukan praktek pengapian dikarenakan masih mempelajari secara umum dan belum terdapat variasi dalam pembelajaran praktek. Di bengkel otomotif SMK Muhammadiyah Ngawen masih mengalami kekurangan media pembelajaran khusus mengenai sistem pengapian transistor sedangkan media tersebut sangat dibutuhkan oleh pengajar. Guna untuk mengenalkan tentang sistem pengapian transistor secara langsung pada saat teori maupun praktik, karena media sistem pengapian transistor yang akan dibuat penulis bisa dibawa kedalam kelas teori maupun kelas praktik.

C. Batasan Masalah

Permasalahan yang dikaji dalam hal ini adalah merancang dan membuat media pembelajaran Sistem Pengapian Transistor sebagai Media Pembelajaran Praktik Pengapian Di SMK Muhammadiyah Ngawen guna menunjang proses pembelajaran di sekolah. Berdasarkan latar belakang diatas serta mengingat keterbatasan waktu, pikiran dan alat-alat

pendukung, maka pembuatan alat media pembelajaran ini memiliki kesamaan fungsi dengan alat yang ada sebelumnya hanya saja memiliki perbedaan dalam penggunaan *pulley* sebagai pembantu penggerak dan kerangka media.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah dan batasan masalah diatas, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan pembuatan media pembelajaran sistem pengapian Transistor?
2. Bagaimana proses pembuatan media pembelajaran sistem pengapian Transistor dengan efektif?
3. Bagaimana hasil kerja media pembelajaran sistem pengapian Transistor?

E. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan yang akan dicapai diantaranya:

1. Untuk mengetahui rancangan media pembelajaran sistem pengapian Transistor.
2. Membuat media pembelajaran sistem pengapian Transistor sebagai sarana praktik di SMK Muhammadiyah Ngawen.
3. Untuk mengetahui hasil kerja media pembelajaran sistem pengapian Transistor.

F. Manfaat

Manfaat dari pembuatan media pembelajaran sistem pengapian Transistor antara lain sebagai berikut:

1. Membantu siswa dalam memahami dan mempelajari prinsip kerja serta komponen sistem pengapian Transistor.
2. Membantu dan memudahkan guru dalam menerangkan materi dalam praktek maupun teori mengenai prinsip kerja dan komponen sistem pengapian Transistor.

G. Keaslian Gagasan

Gagasan dari Proyek Akhir ini merupakan hasil dari rancangan penulis saat melakukan observasi di SMK Muhammadiyah Ngawen. Hasil observasi menunjukkan bahwa sangat dibutuhkannya media pembelajaran sistem pengapian transistor untuk menunjang pembelajaran sistem kelistrikan *engine* di SMK Muhammadiyah Ngawen. Oleh karena itu, penulis bermaksud untuk mengangkat proyek akhir yang berjudul “Pembuatan Media Pembelajaran Sistem Pengapain Transistor Sebagai Media Pembelajaran Di SMK Muhammadiyah Ngawen”.

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

Dari masalah-masalah yang ada, dapat dilakukan pendekatan pemecahan masalah. Pendekatan pemecahan masalah difokuskan pada perancangan dan pembuatan media pembelajaran sistem pengapian Transistor. Dalam proses perancangan, diperlukan beberapa pengetahuan tentang teori media pembelajaran serta beberapa teori teknis yang berkaitan dengan masalah yang akan dipecahkan pada pembuatan proyek akhir seperti sistem pengapian Transistor dan beberapa pengetahuan dasar tentang teori kerja bangku yang akan diterapkan pada proses pembuatan media, agar tidak terjadi kesalahan ataupun kegagalan pada saat melakukan pembuatan media. Berikut ini dibahas tinjauan tentang proses perancangan dan pembuatan media pembelajaran.

A. Perancangan

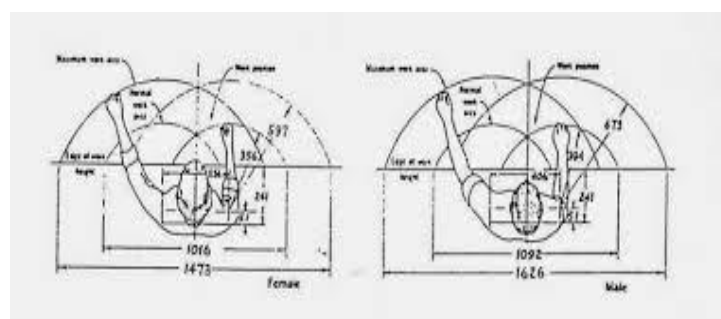
Perancangan adalah kegiatan awal dari suatu rangkaian kegiatan dalam proses pembuatan produk. Dalam tahap perancangan tersebut dibuat keputusan-keputusan penting yang mempengaruhi kegiatan-kegiatan lain yang mendukungnya. Perancangan dan pembuatan produk merupakan bagian yang sangat besar dari semua kegiatan teknik yang ada kegiatan perancangan dimulai dengan persepsi yang didapatkan tentang kebutuhan manusia, disusul dengan oleh pembuatan konsep produk, kemudian membuat perancangan, pengembangan dan penyempurnaan produk, lalu diakhiri dengan pembuatan produk.

Dalam proses perancangan dan pembuatan produk ada dua kegiatan yang menunjang, artinya rancangan dari hasil kerja perancangan tidak ada gunanya jika rancangan tersebut tidak dibuat, sedangkan pembuat tidak dapat merealisasikan benda teknik tanpa terlebih dahulu dibuat gambar rancangannya. Hasil kreasi berupa benda teknik dalam bentuk gambar adalah tugas perancang, sedangkan realisasi fisik benda teknik tersebut adalah tanggung jawab pembuatan atau *manufacturing engineers* dalam bahasa modern, keduanya tersebut dinamakan *design and production* (Darmawan Harsokoesoemo, 1999)

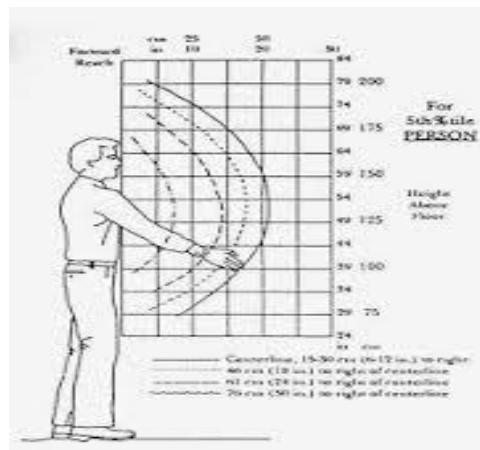
Dalam membuat sebuah produk atau benda sebaiknya kita juga mempertimbangkan aspek ergonomi, yaitu agar penggunaan produk tersebut lebih aman dan nyaman. Dalam daerah kerja hendaknya memenuhi dimensi pergerakan manusia seperti untuk menjangkau, mengambil sesuatu, dan mengoperasikan suatu alat.

Ada dua aspek penting dari daerah kerja yaitu :

1. Daerah kerja horizontal
2. Daerah kerja ketinggian



Gambar 1. Batas-batas daerah kerja tubuh
(Eko nurmianto 2004:98)



Gambar 2. Luasan jangkauan pada saat berdiri.
(Eko nurmianto 2004:100)

Batasan diperlukan untuk mendefinisikan batasan-batasan dari suatu daerah kerja horizontal untuk memastikan material atau alat kontrol tidak dapat ditempatkan begitu saja diluar jangkauan tangan. Batasan-batasan jangkauan vertikal juga harus diterapkan untuk petapan papan kontrol (Eko Nurmianto, 2004).

B. Media Pembelajaran

Media adalah kata jamak dari medium berasal dari kata latin yang memiliki arti perantara (*between*). Secara definisi media adalah suatu perangkat yang dapat menyalurkan informasi dari sumber ke penerima informasi (Martinis Yamin, 2007:176). Sedangkan menurut Schramm (1997), media adalah teknologi pembawa pesan (informasi) yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan pembelajaran.

Menurut Oemar Hamalik yang dikutip oleh Hujair AH Sanaky, media pembelajaran dapat diartikan dengan pengertian peragaan yang berasal dari

kata raga yaitu suatu bentuk yang dapat diraba, dilihat, didengar, serta diamati melalui panca indera. Media pembelajaran adalah semacam alat bantu dalam proses pembelajaran, baik di kelas maupun di luar kelas. Dengan pengertian lain, media pembelajaran merupakan suatu perantara (medium, media) dan digunakan dalam rangka pendidikan dan pengajaran.

Gagne (1970) dalam Rayandra Asyhar mengemukakan bahwa media adalah komponen atau alat yang terdapat pada suatu lingkungan belajar yang digunakan untuk membantu dalam proses pembelajaran.

Briggs (1977) mengemukakan bahwa media adalah sebagai sarana fisik yang digunakan untuk menarik minat peserta didik dalam sistem belajar mengajar.

Dari beberapa pendapat diatas, dapat diambil kesimpulan bahwa media pembelajaran merupakan alat komunikasi antara guru dan siswa yang berupa bentuk fisik benda yang digunakan untuk mempermudah guru dalam menyampaikan materi kepada peserta didik dan mempermudah peserta didik dalam memahami materi yang telah disampaikan oleh guru.

1. Manfaat Media Pembelajaran

Menurut Martinnis Yamin (2007:178) manfaat dari kegiatan media pembelajaran dapat dibagi menjadi beberapa bagian yaitu :

- a. Dalam menyampaikan materi pembelajaran diseragamkan agar siswa lebih fokus dalam satu materi pembelajaran.

- b. Proses pembelajaran menjadi lebih menarik. Dalam proses pembelajaran, guru tidak semata-mata hanya menghadap papan tulis tetapi guru menggunakan media praktik agar siswa lebih tertarik dalam belajar.
- c. Proses belajar menjadi interaktif. Dalam belajar siswa lebih interaktif dikarenakan siswa diperlihatkan langsung dengan benda kerja yang menyerupai benda asli pada kendaraan, sehingga diharapkan siswa dapat bertanya langsung tentang benda praktik ditempat.
- d. Jumlah waktu belajar mengajar dapat dikurangi. Biasanya waktu belajar lama sehingga membuat siswa bosan dalam belajar, oleh karena itu waktu pembelajaran dikelas dikurangi dan di ganti dengan praktik langsung ditempat agar siswa lebih tertarik dan tidak bosan dalam proses belajar.
- e. Kualitas belajar siswa dapat di tingkatkan. Kualitas pembelajaran dapat ditingkatkan, karena siswa lebih cepat memahami apabila dihadapkan langsung dengan benda praktik.
- f. Proses belajar dapat terjadi di mana saja dan kapan saja. Proses belajar dapat terjadi dimana saja di luar kelas dan waktunya bisa kapan saja.
- g. Sikap positif siswa terhadap bahan pelajaran maupun terhadap proses belajar itu sendiri dapat ditingkatkan.
- h. Peran guru dapat berubah kearah yang lebih positif. Peran guru dalam proses pembelajaran dapat terbantu dengan adanya media pembelajaran sehingga guru dapat lebih fokus dalam mengevaluasi kemampuan siswa dan mengarahkan siswa dalam belajar.

Sudjana & rivai (1992:2) yang dikutip oleh Azhar Arsyad mengemukakan bahwa manfaat dari media pembelajaran dalam proses belajar siswa dapat dibagi menjadi beberapa bagian yaitu :

- a. Proses pembelajaran tidak hanya semata-mata menghadap ke papan tulis, melainkan menggunakan media praktik sehingga dapat menumbuhkan motivasi siswa dalam belajar lebih semangat.
- b. Media pembelajaran mempunyai makna yang jelas sehingga dengan adanya media ini memungkinkan siswa dapat menguasai materi dan tujuan belajar dapat tercapat.
- c. Dengan adanya media pembelajaran, proses mengajar akan lebih bervariasi tidak semata-mata komunikasi verbal hanya melalui penuturan kata-kata oleh guru, sehingga siswa tidak merasa bosan dalam belajar dan guru tidak kehabisan tenaga, apalagi kalau guru mengajar pada setiap jam pelajaran.
- d. Dengan adanya media pembelajaran siswa dapat banyak melakukan kegiatan belajar sehingga siswa tidak hanya mendengarkan uraian guru tetapi siswa dapat melakukan aktivitas lain seperti mengamati, mendemonstrasikan, memerankan dan lain-lain.

Menurut Daryanto (2010) media mempunyai kegunaan, antara lain:

- a. Media pembelajaran dapat memperjelas pesan atau topik materi yang disampaikan, tidak semata-mata hanya dengan suara melainkan dengan gerakan-gerakan, dan gambar.
- b. Media juga dapat mengatasi keterbatasan seperti ruang, waktu, tenaga. Hal ini dikarenakan bentuk media yang tidak terlalu besar sehingga dapat ditempatkan pada ruangan yang relatif kecil.
- c. Media juga dapat menimbulkan semangat belajar siswa, interaksi langsung antara siswa dengan sumber belajar (media) membuat siswa lebih bersemangat dalam belajar, sebab siswa tidak hanya akan mendengarkan uraian guru tetapi siswa juga dapat melakukan aktivitas lain seperti mengamati, mendemonstrasikan, memeragakan dll.
- d. Media dapat membuat siswa lebih mandiri sesuai dengan bakat dan kemampuan visual.
- e. Memberi rangsangan yang sama, menyamakan pengalaman dan menimbulkan persepsi yang sama. Penyampaian materi diseragamkan dalam satu media (topik materi) agar siswa lebih fokus dalam belajar.
- f. Proses pembelajaran mengandung lima komponen komunikasi, guru (komunikator), bahan pembelajaran, media pembelajaran, siswa (komunikan), dan tujuan pembelajaran.

Dari beberapa pengertian media diatas dapat disimpulkan bahwa manfaat media pembelajaran bagi siswa adalah sebagai berikut:

- a. Media dapat memperjelas pesan, informasi, materi yang disampaikan guru kepada siswa dalam proses belajar.
- b. Media dapat menambah minat belajar siswa dikarenakan media pembelajaran yang menarik & mudah dipahami.
- c. Media dapat menjadi siswa aktif dan interaktif dalam proses pembelajaran.
- d. Media dapat membantu guru dalam mempermudah menyampaikan informasi atau materi dalam proses belajar mengajar.

2. Jenis Media Pembelajaran

Menurut Rayandra Asyhar (2012), media pembelajaran dapat dikelompokkan menjadi empat jenis, yaitu :

- a. Media visual, adalah media yang cara penyampaianya hanya menggunakan indra penglihatan dari peserta didik. Ada beberapa jenis media visual yang biasanya digunakan dalam proses belajar, antara lain: media cetak buku, modul, jurnal, peta gambar dan poster.
- b. Media Audio, adalah jenis media yang penyampaianya menggunakan indra pendengaran dari peserta didik. Pesan dan informasi yang disampaikan biasanya berupa pesan verbal dan nonverbal seperti bahasa lisan, bunyi musik, bunyi tiruan dan sebagainya. Pada media audio alat yang digunakan berupa tape recorder, radio, dan CD player.

- c. Media audio-visual adalah jenis media yang cara penyampaian pesannya menggunakan indra pendengaran dan penglihatan. Dengan menggunakan media audio-visual pesan yang dapat disampaikan berupa pesan verbal dan nonverbal dengan mengandalkan penglihatan yang baik. Biasanya media ini cara penyampaian pesan menggunakan alat seperti film, video, program TV dan lain-lain.
- d. Media multimedia adalah jenis media yang cara penyampaian menggunakan indra penglihatan dan indra pendengaran. Biasanya penyampaian pesan melalui media teks, visual diam, visual gerak, audio, interaktif berbasis komputer, dan teknologi komunikasi informasi.

3. Karakteristik Media Pembelajaran

Menurut Rayandra Asyhar (2012), media pembelajaran berdasarkan ciri fisik dan bentuk fisiknya dapat dikelompokkan menjadi 4 macam yaitu:

- a. Media pembelajaran dua dimensi (2D), adalah media yang tampilan penyampaian pesannya hanya dapat diamati dari satu arah sudut pandang saja, dimensi yang dapat diamati hanya dimensi panjang dan lebar, misalnya seperti foto, grafik, peta gambar, bagan, papan tulis, dan lain-lain.
- b. Media pembelajaran tiga dimensi (3D), adalah media cara penyampaian pesan dapat diamati dari sudut pandang mana saja yang mempunyai dimensi panjang, lebar, tinggi, dan tebal. Biasanya media dengan tiga dimensi (3D) cara menyampaikannya tidak lagi menggunakan proyeksi

melainkan langsung menggunakan objek sesungguhnya atau miniature objek. Contoh dari media tiga dimensi (3D) berupa prototype, kotak, meja, kursi, mobil, rumah, dan lain- lain.

- c. Media pandang diam (*still picture*), yaitu media yang menggunakan media proyeksi yang hanya menampilkan gambar diam (tidak bergerak/statis) pada layar. Misalnya foto, tulisan, gambar binatang atau gambar alam semesta yang diproyeksikan dalam kegiatan pembelajaran.
- d. Media pandang gerak (*motion picture*), yaitu media yang menggunakan media proyeksi yang dapat menampilkan gambar bergerak dilayar, termasuk media televisi, film atau video recorder termasuk media pandang gerak yang disajikan melalui layar monitor (*screen*) di computer atau layar LCD dan sebagainya.

4. Syarat-syarat Media Pembelajaran

Menurut Mulyanto dan Leong (2009:3), media pembelajaran yang baik harus mempunyai beberapa syarat yaitu:

- a. Kesesuaian artinya media pembelajaran harus sesuai dengan rencana belajar, rencana kegiatan belajar, karakteristik pada peserta didik.
- b. Kemudahan artinya suatu media pembelajaran harus dapat dengan mudah dimengerti, dipahami dan dipelajari oleh peserta didik.
- c. Menarik artinya media pembelajaran harus dibuat menarik dari segi warna dan penampilan agar peserta didik tertarik untuk menggunakannya.

- d. Manfaat artinya media pembelajaran harus mempunyai manfaat dari isi media pembelajarannya, sehingga tidak sia-sia media yang telah dibuat.

C. Sistem Pengapian

Menurut Daryanto (2002:258), sistem pengapian kendaraan merupakan sistem yang berfungsi untuk menghasilkan percikan bunga api yang kuat dan tepat pada busi untuk memulai proses pembakaran. Percikan bunga api yang muncul pada busi harus terjadi di saat yang tepat (pada akhir langkah kompresi) untuk menjamin pembakaran yang baik walaupun kecepatan berubah-ubah, tetapi mesin tetap bekerja dengan halus dan ekonomis.

Sistem ini terdiri dari seperangkat alat yang berguna untuk membakar campuran bahan bakar yang dikompresikan di dalam ruang pembakaran dengan menggunakan loncatan bunga api, dimana loncatan bunga api tersebut dihasilkan dari tegangan tinggi (untuk mesin bensin).

Sistem pengapian pada kendaraan harus dapat memenuhi beberapa syarat-syarat berikut:

- a. Bunga api yang kuat, tegangan yang diberikan pada busi harus cukup tinggi untuk dapat membangkitkan bunga api yang kuat diantara elektroda busi.
- b. Saat pengapian yang tepat, harus dilengkapi beberapa peralatan tambahan yang dapat mengubah-ubah saat pengapian sesuai dengan rpm dan beban mesin (perubahan sudut poros engkol dimana masing-masing busi menyala) agar diperoleh pembakaran campuran bahan bakar-udara yang paling efektif.

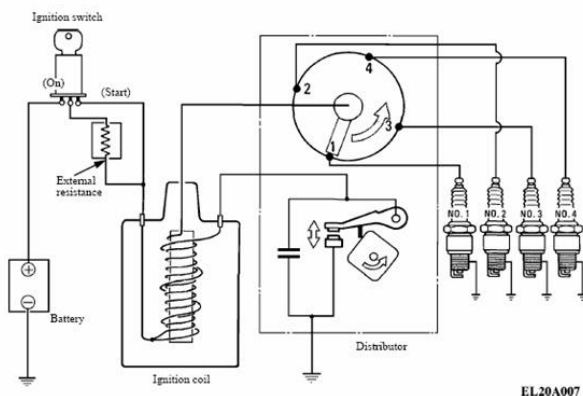
- c. Ketahanan yang cukup, sistem pengapian harus memiliki ketahanan yang cukup untuk menahan getaran dan panas yang dibangkitkan oleh mesin, demikian juga tegangan tinggi yang dibangkitkan oleh sistem pengapian itu sendiri agar sistem pengapian terus bekerja sehingga mesin tidak akan mati (Anonim, 2001)

Menurut Wardan Suyanto (1989:266), sistem pengapian terdiri dari beberapa jenis, diantaranya adalah jenis sistem pengapian yang menggunakan kontak platina yang biasa disebut dengan sistem penyalan konvensional, ada yang menggunakan sistem penyalan elektronik dan ada yang menggunakan sistem pengapian yang tidak menggunakan distributor yang biasa disebut dengan “Distributorless Ignition System”. Dari ketiga jenis sistem pengapian tersebut sebenarnya tugasnya sama hanya saja cara pengaturan arusnya berbeda, akan tetapi untuk menghasilkan tegangan yang tinggi yang nantinya dapat menimbulkan loncatan bunga api pada busi tetap menggunakan alat yang sama yaitu coil.

1. Sistem pengapian konvensional

Sistem pengapian konvensional merupakan sistem pengapian yang *timing* atau waktu penyalannya diatur oleh alat yang disebut platina. Sistem ini menggunakan baterai sebagai sumber arus. Ciri khusus pengapian platina ini adalah proses pemutusan arus primer dilakukan secara mekanik, yaitu dengan proses membuka dan menutupnya kontak pemutus. Pada sistem pengapian konvensional penyetelan berkala harus dilakukan karena

pada saat mesin bekerja terjadi gesekan pada bagian platina dan loncatan bunga api pada platina. Hal tersebut dapat membuat aus pada platina sehingga kerenggangan platina dapat berubah. Akibat dari ausnya platina dapat berpengaruh terhadap tegangan tinggi pada busi yang seharusnya tegangan tinggi busi 10.000-30.000 volt, tidak dapat terpenuhi. Hal ini berdampak busi hanya meloncatkan arus listrik diantara elektroda tengah dengan elektroda massa berupa arus listrik yang kecil. Akibat dari busi hanya meloncatkan arus yang kecil bahan bakar di dalam ruang bakar tidak akan bisa terbakar semua.



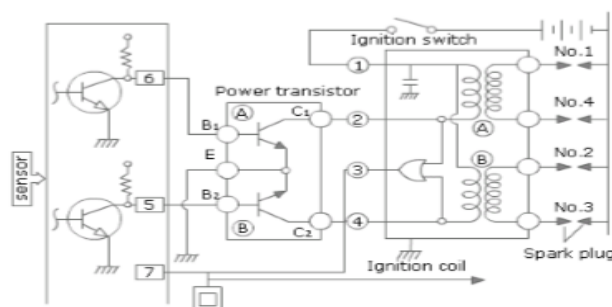
Gambar 3. Wiring diagram sistem pengapian konvensional
(Buntarto, 2015:13)

2. Sistem Pengapian Tanpa Distributor

Sistem pengapian tanpa distributor merupakan pengembangan dari sistem pengapian elektronik, karena sistem ini memang menggunakan peralatan elektronik untuk menjamin sistem agar dapat bekerja. Sistem pengapian ini biasa disebut dengan “*Distributorless Ignition System*” atau disingkat dengan DIS yang biasanya juga dikenal dengan nama “*Computer Controlled Ignition (CCI)*”. Cara kerja dari pengapian ini hampir sama

seperti sistem pengapian elektronik biasa, hanya saja setiap proses didalam satu silinder busi memercikkan bunga api dua kali. Disamping itu busi mengeluarkan bunga api secara berkelompok. Dengan demikian, sistem pengapian ini tidak perlu lagi menggunakan distributor untuk membagikan tegangan tinggi yang dihasilkan oleh koil.

Pada jenis sistem pengapian DSI (*Distributorless Ignition System*), pengaturan pengapiannya dengan cara menerima sinyal dari bermacam sensor mengenai kondisi-kondisi dan kemudian nantinya akan dibandingkan dengan data yang berada pada komputer/ECU untuk membuat waktu pengapian yang tepat. Setelah itu, komputer/ECU akan mengirim hasilnya ke kedua *power transistor* dan arus pertama yang mengalir ke kedua *ignition coil* diputus melalui pengaturan *switching* pada power transistor. Tegangan tinggi yang diinduksikan ke *second coil* dari arus yang diputus kemudian disalurkan dengan urutan pengapian 1(4) – 3(2) – 4(1) – 2(3) yang nantinya digunakan untuk membakar campuran bahan bakar udara didalam silinder (pada nomer yang berada dalam kurung adalah silinder yang diberi pengapian secara serentak).



Gambar 4. Diagram sistem pengapian DSI (*Distributorless Ignition System*)
(Anonim: 92-93)

Pada gambar diagram sistem pengapian DSI (Distributorless Ignition System) di atas, ketika power transistor berada pada posisi ON arus mengalir ke *first coil*, dan pada saat *power* transistor dalam keadaan OFF tegangan tinggi (+) dan (-) akan diinduksikan ke *second coil*. Selanjutnya tegangan tinggi yang di induksikan dikirim ke silinder pertama dan keempat melalui dua terminal. Pada terminal satu tegangan tinggi negatif (-) tegangan yang sudah di induksikan akan dikirim ke silinder pertama, dimana posisi silinder pertama dalam langkah kompresi. Sedangkan untuk terminal kedua tegangan tinggi positif (+) yang sudah diinduksikan akan di kirim ke silinder ke empat dimana posisi silinder keempat dalam langkah buang, dan begitu pula sebaliknya (Anonim : 92-93).

3. Sistem Pengapian Elektronik

Sistem pengapian elektronik mempunyai efisiensi yang lebih besar bila dibandingkan dengan pengapian konvensional, sistem pengapian ini menggunakan komponen elektronik seperti transistor, diode, resistor dan kapasitor untuk memperbesar efisiensi sistem penyalan. Bila 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.

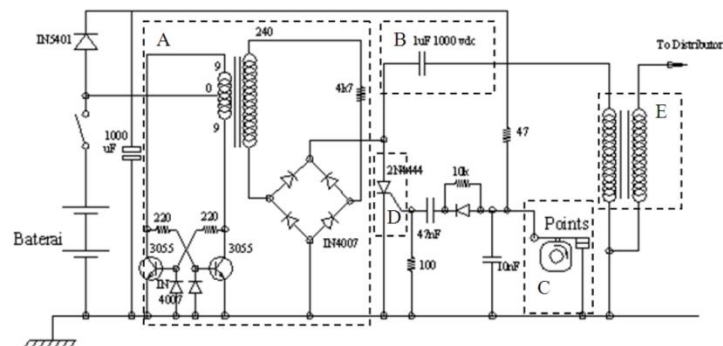
Pada dasarnya sistem penyalan elektronik adalah sistem penyalan yang saat induksi tegangan tingginya diatur dengan bantuan alat elektronik.

Sebenarnya pada awal perkembangannya sistem penyalan elektronik ada yang masih menggunakan pemutus arus mekanis, akan tetapi dibantu dengan transistor sehingga umur pemutus arus menjadi lebih lama dari pada penyalan konvensional. Berikut beberapa macam pengapian elektronik : (Suyanto, 1989:285-286).

a. Pengapian CDI

Kepanjangan dari CDI adalah Capacitive Discharge Ignition, 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.

Ada perbedaan yang sangat penting dari sistem pengapian CDI dengan sistem pengapian induktif atau *inductive storage system* lainnya (yaitu sistem pengapian konvensional, dan transistor). Pada sistem pengapian induktif (selain CDI), tegangan tinggi pada coil dihasilkan saat arus pada kumparan primer diputus (oleh kontak pemutus, atau transistor), sedangkan pada sistem pengapian CDI tegangan tinggi pada koil dihasilkan saat arus dari pembuangan muatan kapasitor mengalir dengan cepat ke kumparan primer koil. Waktu yang diperlukan oleh tegangan tinggi untuk mencapai tegangan tertingginya disebut *rise time*. Pada sistem pengapian CDI, *rise time* sangat singkat, sekitar 0,1 sampai 0,3 ms (Derato, 1982 : 95).



Gambar 5. Diagram Sistem Pengapian CDI (Anonim : 348)

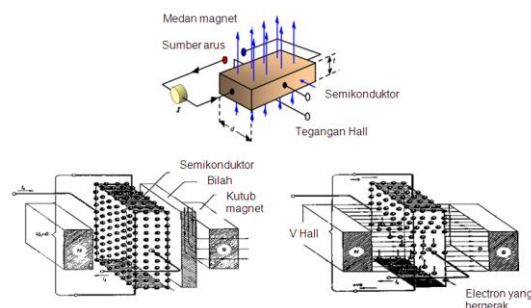
b. Sistem Pengapian Transistor

Menurut Anonim (2001:29), pengapian transistor dikembangkan untuk menghapus perlunya pemeliharaan yang pada akhirnya mengurangi biaya pemakaian bagi pemakai. Sistem pengapian ini mengaplikasikan transistor, signal generator dipasang didalam distributor untuk menggantikan *breaker point* dan *cam*. Signal generator akan

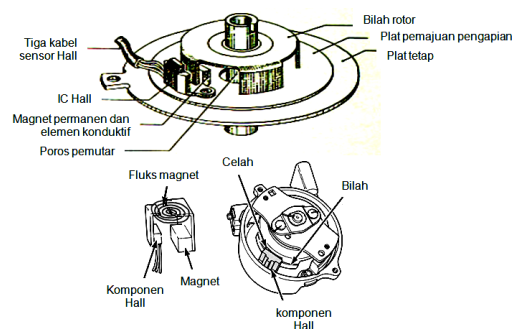
membangkitkan tegangan untuk mengaktifkan transistor pada *igniter* sebagai pemutus atau pengontrol arus primer coil. Pada pengapian transistor memiliki beberapa tipe sebagai berikut:

1) Tipe *Hall Effect*

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 dengan model *hall effect* digambarkan sebagai berikut:



Gambar 6. Prinsip *hall effect*
(Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan 2008:343)



Gambar 7. Pembangkit pulsa *hall effect*
(Anonim 2008:343)

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 diatas 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* $V_h \neq 0$.

Apabila logam penghalang secara teratur membuka dan menutup pada medan magnet, maka tegangan *hall* akan muncul dan hilang, dengan begitu akan terbentuknya suatu tegangan pulsa yang berbentuk kotak-kotak yang selanjutnya di gunakan transistor untuk memutus dan mengalirkan arus ke primer koil (Buntarto, 2015:84-86).

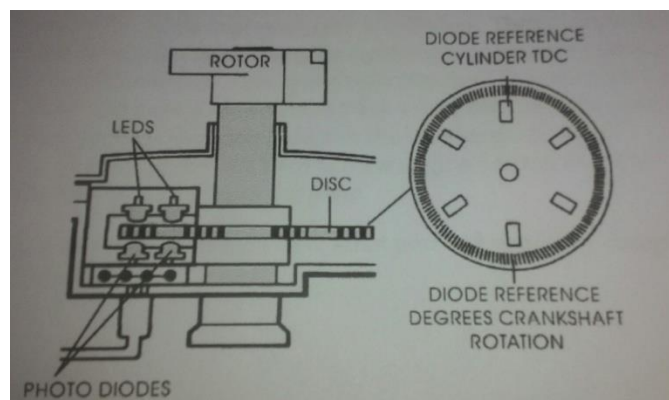
2) Triger Opotik

Pengapian triger optik adalah pengapian yang menggunakan foto transistor atau dikenal dengan nama *photocell* untuk menghasilkan sinyal yang kemudian di kirim ke unit pengontrol dan memerintah kepada koil untuk menghasilkan tegangan tinggi yang akan di teruskan ke busi sesuai dengan urutan penyalaan. Sina yang digunakan adalah sina infra merah yang di hasilkan oleh *light emitting*

diode atau LED. Pada pengapian triger optik Pengaturan saat penyalan akan ditentukan oleh *light beam interruptor* yang berada didalam distributor, alat ini akan berputara secara bergantian menghalangi sinar dan tidak menghalangi sina.

Apabila *light beam interruptor* pada posisi tidak menghalangi sinar yaitu pada saat sinar berada pada sela-sela cela LBI, maka sinar akan mengenai transistor sehingga transistor akan menjadi “ON” yang kemudia mengirimkan signal atau tanda kepada unit pengontrol untuk mengalirkan arus listrik kelilitan primeri koil.

Sedangkan pada saat LBI menghalangi sinar maka transistor akan berubah menjadi “OFF” sehingga unit pengontrol akan menghentikan aliran arus listril kelilitan primeri koil. Akibat dari terputusnya arus listrik yang mengalir pada primeri koil akan terjadi penginduksi pada koil yang mengakibatkan tegangan tinggi yang di teruskan ke distributor kemudian akan di teruskan ke busi sesuai dengan urutan penyalan. (suyanto, 1989:291-292)

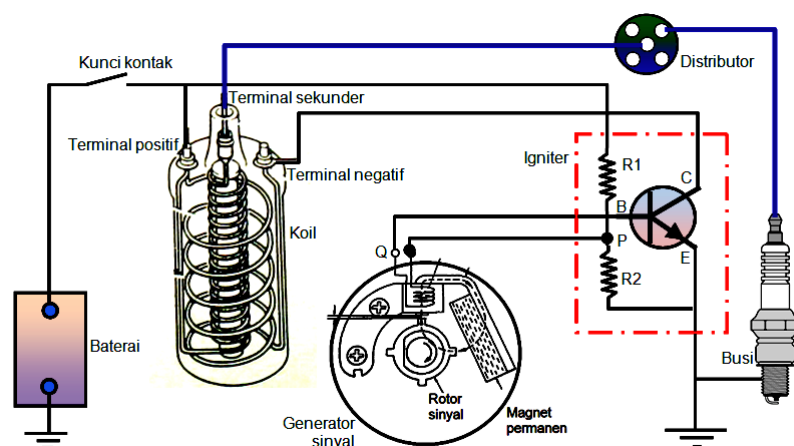


Gambar 8. Pembangkit pulser pengapian triger optik

3) Tipe Induktif

Sistem pengapian dengan pembangkit pulsa model induktif terdiri dari penghasil pulsa, igniter, 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.

Menurut Anonim (2001 6-17), sistem pengapian dengan pembangkit menggunakan 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. Secara sederhana rangkaian sistem pengapian model induktif ini digambarkan dengan skema berikut :

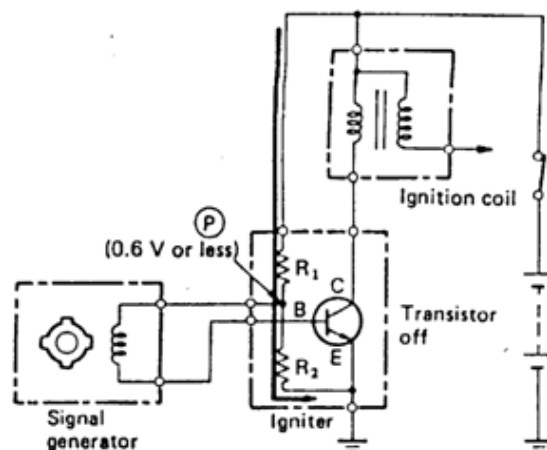


Gambar 9. Diagram sistem pengapian transistor model induktif (Anonim, 2001:29)

Prinsip kerja dari sistem pengapian transistor tipe induktif diatas dibedakan menjadi beberapa bagian yaitu:

a) Pada Saat Mesin Mati

Apabila pada saat mesin mati dan kunci kontak ON tegangan dari baterai akan di alirkan ke terminal (P), besarnya tegangan pada terminal (P) selanjutnya akan diatur oleh pembagi tegangan, yaitu R1 dan R2 sehingga tegangan berada dibawah tegangan basis kerja transistor yang selanjutnya digunakan untuk mengaktifkan transistor melalui *pick up coil*. Hal ini akan membuat transistor tidak akan aktif (OFF) ketika mesin kendaraan dalam keadaan mati atau tidak hidup, dengan begitu tidak akan ada arus yang mengalir ke koil primer.



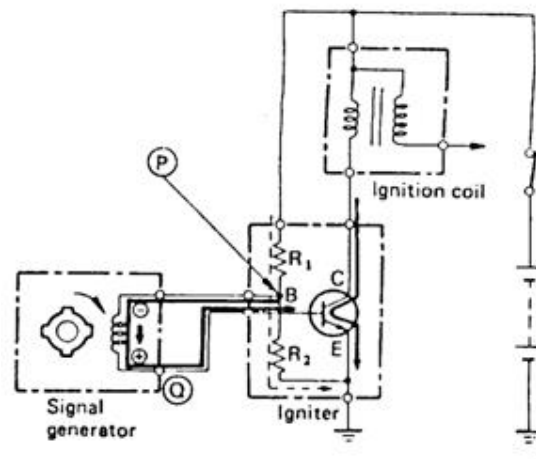
Gambar 10. Prinsip kerja sistem pengapian transistor pada saat mesin mati (Anonim, 2001:31)

b) Pada Saat Mesin Hidup

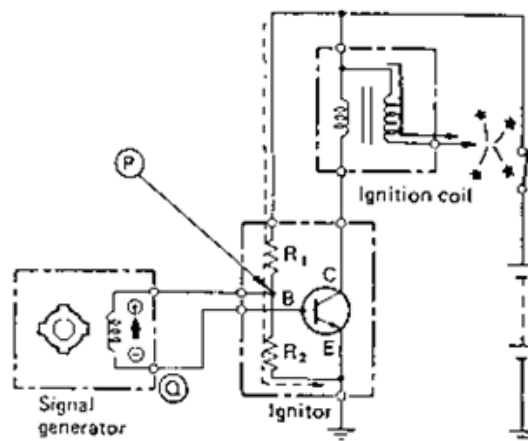
Pada saat mesin hidup, rotor sinyal berputar mendekati *pick up coil* dan menyebabkan terjadinya tegangan AC pada *pick up coil*. Apabila tegangan yang dihasilkan adalah berupa tegangan positif, maka tegangan ini akan ditambahkan dengan tegangan yang berasal dari battery yang selanjutnya dialirkan ke titik (P), akibatnya tegangan dipick-up coil (titik Q) akan menjadi tegangan yang lebih besar melebihi tegangan basis pada transistor, akibat dari tegangan yang lebih besar tersebut transistor menjadi aktif (ON), sehingga kaki kolektor dan emitor akan terhubung dan menyebabkan arus dari batrai mengalir ke kunci kontak, kumparan primer koil, kolektor, emitor dan ke massa. Aliran arus ke kumparan primer koil akan menyebabkan terjadinya medan magnet pada koil.

Apabila tegangan AC yang dihasilkan pada pick-up coil berupa tegangan negatif maka tegangan akan ditambahkan pada tegangan dititik (P) sehingga tegangan pada pick-up (titik Q) akan menjadi turun dibawah tegangan basis transistor, akibat dari penurunan tegangan ini transistor menjadi tidak aktif (OFF) dan kaki kolektor dan emitor tidak terhubung. Hal ini akan menyebabkan aliran pada arus primer koil dengan cepat berhenti dan medan magnet pada koil cepat berubah, perubahan gaya magnet pada koil dengan cepat dapat menyebabkan penginduksi

pada kumparan sekunder, dan selanjutnya tegangan tinggi ini akan di teruskan ke setiap busi sesuai dengan nomer urut penyalan melalui kabel tegangan tinggi (Anonim, 2001:29-32).



Gambar 11. Prinsip kerja sistem pengapian transistor pada saat mesin hidup
(Anonim, 2001:32)



Gambar 12. Prinsip kerja sistem pengapian transistor pada saat mesin hidup tegangan negatif dihasilkan dalam pick-up coil
(Anonim, 2001:32)

D. Komponen Sistem Pengapian Transistor

Secara umum komponen dari sistem pengapian Transistor terdiri dari baterai, *fuse*, kunci kontak, koil, igniter, pick up coil, kabel tegangan tinggi dan busi. Didalam distributor terdapat beberapa komponen pendukung lainnya, yaitu kontak pemutus (*pulser generator* pada sistem pengapian elektronik), kondensor, transistor, *cam*, vakum, dan *sentrifugal advancer* (Daryanto, 2003:10-11). Fungsi dari masing-masing komponen adalah sebagai berikut:

1. Baterai

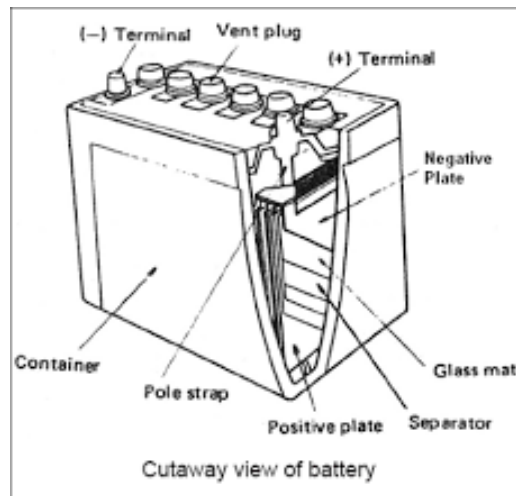
Baterai merupakan bagian yang sangat penting bagi sistem kelistrikan kendaraan. Baterai berfungsi untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia, yang akan digunakan untuk mensuplai arus listrik ke sistem pengapian, sistem stater, lampu-lampu dan komponen-komponen kelistrikan lainnya.

Pada kendaraan banyak komponen-komponen yang digerakkan dengan menggunakan arus listrik. Pada saat mesin kendaraan dihidupkan, komponen kelistrikan akan pada kendaraan akan mendapatkan suplai arus listrik yang berasal dari baterai dan alternator, sedangkan pada saat mesin mobil sudah dimatikan, maka arus listrik yang berasal dari alternator tidak digunakan lagi tetapi komponen sistem kelistrikan pada kendaraan akan mendapatkan suplai arus listrik hanya dari baterai.

Didalam baterai terdapat elektrolit asam sulfat (H_2SO_4), elektroda positif dan negatif dalam bentuk plat. Plat- plat tersebut dibuat dari timah. Oleh karena itu, baterai jenis ini sering disebut dengan baterai timah yang

ruangan didalamnya dibagi menjadi beberapa sel (biasanya 6 sel, untuk baterai mobil sedan). Didalam masing-masing sel terdapat beberapa elemen yang terendam didalam elektrolit. Jumlah elektrolit harus berada pada ± 1 cm diatas plat sehingga plat dalam setiap sel akan terendam oleh elektrolit. Sedangkan tegangan accu ditentukan oleh jumlah dari pada sel baterai, dimana 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.

Apabila baterai mempunyai enam sel, maka tegangan baterai standar tersebut adalah 12 volt sampai 12,6 volt, pada saat baterai mengeluarkan arus (*discharging*) maka akan terbentuk suatu reaksi $\text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Pb} \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{PbSO}_4$. Sedangkan apabila saat baterai diisi dengan arus (*charging*) maka akan terbentuk suatu reaksi $\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{PbSO}_4 \rightarrow \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Pb}$, selama pengisian arus listrik dimasukkan kedalam aki dengan arah yang berlawanan. Hal ini dimaksudkan agar SO_4 pada setiap sel akan terlepas dan plat akan berubah menjadi Pb, dalam reaksi ini H_2SO_4 akan terbentuk kembali didalam elektrolit sehingga berat jenis baterai akan naik kembali (Buntarto, 2015:6-11).



Gambar 13. Baterai (Anonim:8)

2. Kunci Kontak

Kunci kontak (*ignition switch*) berfungsi sebagai pemutus dan penghubung arus listrik dari baterai ke sistem kelistrikan sekaligus sebagai pertanda dan perintah untuk menghidupkan dan mematikan motor. Kunci kontak pada kendaraan memiliki 3 atau lebih terminal. Pada kunci kontak terminal utama adalah terminal B yang dihubungkan ke baterai, sedangkan terminal IG dihubungkan ke (+) koil pengapian dan beban lain yang membutuhkan, pada terminal ST akan dihubungkan ke selenoid starter. Apabila kunci kontak tersebut memiliki 4 terminal maka terminal yang ke 4 akan dihubungkan ke ACC yang selanjutnya dihubungkan ke aksesoris kendaraan, seperti: radio, tape dan lain-lainnya (Suyanto, 1989: 269).



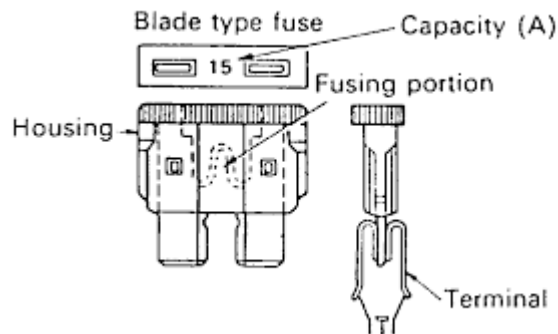
Gambar 14. Kunci kontak (Anonim, 2001)

3. Sekering/fuse

Sekering dari bahasa Belanda (*zekering*) adalah suatu alat yang digunakan sebagai pengaman dalam suatu rangkaian listrik apabila terjadi kelebihan muatan listrik atau suatu hubungan arus pendek. Tujuan sekering pada rangkaian kelistrikan adalah untuk melindungi kabel-kabel. Sekering bekerja apabila terjadi kelebihan muatan listrik atau terjadi hubungan arus pendek pada rangkaian kelistrikan maka secara otomatis sekering akan langsung memutuskan aliran listrik sehingga tidak akan menyebabkan kerusakan pada komponen yang lain.

Di bidang otomotif, sekering banyak digunakan sebagai pelindung perangkat kelistrikan pada kendaraan. Sistem kelistrikan kendaraan biasanya tegangan kelistrikanya mencapai 6 volt, 12 volt dan 24 volt. Untuk tegangan 6 volt biasanya digunakan pada mobil-mobil yang sudah lama/tua, sedangkan untuk tegangan 12 volt merupakan tegangan yang biasa digunakan pada kendaraan sedang, dan pada tegangan 24 volt biasanya banyak digunakan pada kendaraan yang berukuran besar seperti kendaraan

niaga. Berikut gambar sekering yang biasanya digunakan pada kendaraan bermotor (Anonim, 2003:6-43).



Gambar 15. Sekering/Fuse
(Anonim, 2003:6-43)

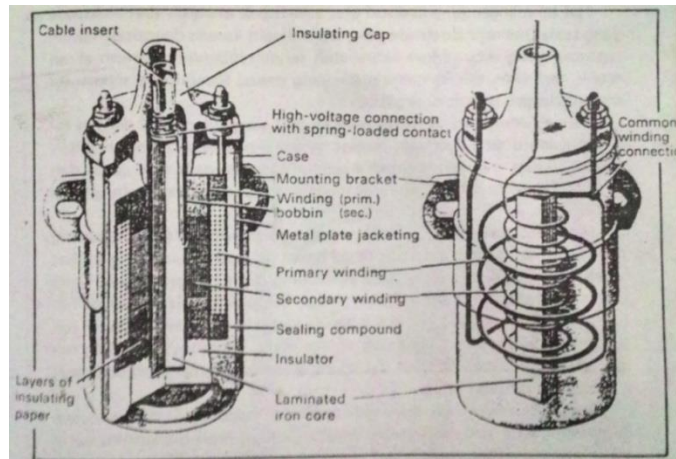
Tabel 1. Kode Warna Sekering

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

4. Ignition *Coil*

Ignition *coil* adalah komponen dari sistem pengapian yang merupakan lilitan kawat khusus yang berfungsi untuk menaikkan tegangan listrik baterai yaitu dari tegangan sebesar 12 volt menjadi tegangan tinggi hingga 10.000 volt atau lebih. Proses penaikan tegangan ini bertujuan agar terjadi loncatan bunga api pada busi yang nantinya akan memicu pembakaran di dalam ruang bakar. Di dalam koil tersebut terdapat dua buah kumparan, yaitu kumparan primer dan kumparan

sekunder. Kumputan primer pada koil terhubung dengan terminal positif dan terminal negatif koil, sedangkan kumputan sekunder terhubung dengan terminal positif dan terminal sekunder atau terhubung pada terminal tegangan tinggi (Suyanto, 1989:269-272).



Gambar 16. Ignition Coil
(Suyanto, 1989:271)

5. Kabel Tegangan Tinggi

Menurut Anonim (hal.84-85), 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 urutan 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).

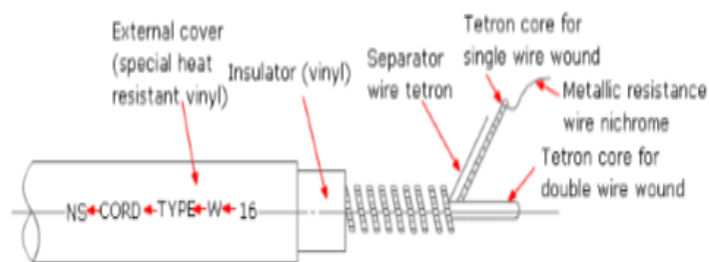
a. Kawat karbon

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.

b. 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 $16\Omega/\text{m}$.



Gambar 17. Kabel tegangan tipe *double wire wound*
(Anonim, hal. 85)

6. Distributor

Distributor pada sistem pengapian berfungsi untuk mendistribusikan atau membagi-bagikan tegangan tinggi yang dihasilkan oleh koil ke tiap-tiap busi sesuai dengan urutan penyalaan (*firing order*). Fungsi lain dari distributor ini adalah untuk memutuskan dan menyambung aliran listrik dari baterai ke koil sesuai dengan saat yang diperlukan oleh motor, yaitu pada saat salah satu dari silinder motor akan membakar campuran bahan bakar

dengan udara yang ada didalam silinder tersebut. Agar dapat melakukan fungsinya, distributor memiliki beberapa bagian, yaitu rumah distributor, mekanisme penggerak, pemutus arus, rotor, dan tutup distributor.

Pada distributor dengan sistem pengapian model konvensional, terdapat beberapa komponen lain misalnya kontak pemutus (platina), cam, vakum advancer, sentrifugal adancer, rotor, dan kondensor. Pada distributor dengan sistem pengapian elektronik, didalam distributor tidak ada lagi kontak pemutus menggunakan platina. Sebagai penggantinya adalah komponen penghasil pulsa (*pulse generator*) yang terdiri dari rotor, igniter, *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* (Suyanto, 1989:272-274).

7. Igniter

Igniter terdiri dari beberapa bagian, yaitu penstabil tegangan (*voltage stabilizer*), pembentuk pulsa (*pulse shaper*), pengatur sudut dwell (*dwell angle control*), penguat pulsa (*amplifier*), dan transistor power. Sebuah detector yang mendeteksi EMF yang dibangkitkan 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 didalam igniter. Beberapa

tipe igniter dilengkapi dengan sirkuit pembatas arus (*current limiting circuit*) yang digunakan untuk mengatur arus primer maksimum (Anonim, 2001:31).

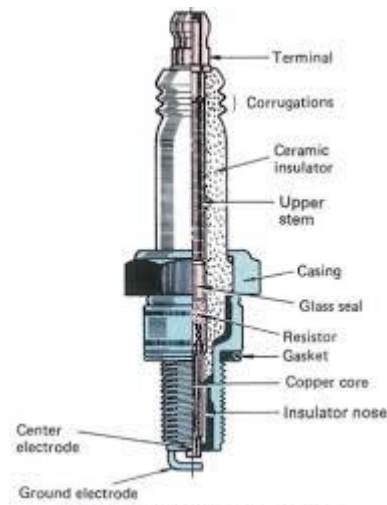


Gambar 18. Igniter (Anonim)

8. Busi

Busi merupakan komponen pada sistem pengapian yang berfungsi untuk memercikkan bunga api dengan menggunakan tegangan tinggi yang dihasilkan koil yang nantinya digunakan untuk membakar campuran udara dan bahan bakar yang telah dikompresikan di dalam silinder. Busi memiliki 2 elektroda, yakni elektroda tengah (positif) dan elektroda samping (negatif).

Setelah arus listrik dibangkitkan oleh ignition coil (koil pengapian) menjadi arus listrik tegangan tinggi, kemudian arus tersebut mengalir menuju distributor, kabel tegangan tinggi dan ke busi, pada busi arus melompat dari elektroda tengah menuju ke elektroda samping (negatif) sehingga menimbulkan loncatan bunga api yang dibutuhkan untuk membakar campuran udara dan bahan bakar (Suyanto, 1989:282).



Gambar 19. Busi
(Anonim, 2003:6-19)

Busi terdiri dari tiga komponen utama, yaitu elektroda, insulator dan casing. 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.

Casing berfungsi untuk menyangga insulator keramik dan juga sebagai mounting busi terhadap mesin. *Shell* adalah komponen logam yang mengelilingi insulator dan sekrup untuk bisa dipasang pada kepala silinder. Elektroda pada massa disolder dibagian 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, 2003:6-19).

BAB III

KONSEP RANCANGAN

A. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan menjadi bagian proses dari perencanaan pembuatan media agar adanya kesesuaian antar kebutuhan SMK Muhammadiyah Ngawen dan aplikasi peralatan media yang dirancang. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di SMK Muhammadiyah Ngawen, penulis menemukan bahwa pada kurikulum KL3 yang diterapkan pada SMK Muhammadiyah Ngawen terdapat silabus jurusan otomotif, dimana silabus tersebut terdapat mata pelajaran kelistrikan elektronik. Metode pembelajaran yang digunakan oleh guru pada RRP menyebutkan harus menggunakan media untuk memudahkan guru dalam menyampaikan materi dan memudahkan siswa dalam memahami materi yang disampaikan. Setelah melakukan observasi di bengkel SMK Muhammadiyah Ngawen didapatkan hasil bahwa belum adanya media sistem pengapian elektronik sehingga proses pembelajaran kurang efektif. Oleh karena itu, penulis mengambil kesimpulan untuk membuat media pembelajaran sistem pengapian Transistor.

Sistem pembelajaran akan lebih efektif jika dilakukan berkelompok agar lebih detail memahami sistem pengapian. Pembelajaran berkelompok ini memudahkan siswa memahami sistem pengapian dan memudahkan guru dalam menjelaskan sistem pengapian. Situasi pembelajaran kelas membutuhkan alat media dengan posisi berdiri karena akan lebih efektif. Alat media yang

dibutuhkan juga mudah dipindah-pindah dan juga tidak terlalu banyak memerlukan ruangan karena terbatasnya ruang praktik yang ada di sekolah. Media pembelajaran yang akan dibuat harus menarik minat siswa dan fleksibel agar bisa di tempatkan dimana saja, seperti ruangan praktik ataupun ruangan kelas. Selain itu, alat media juga harus mudah dipahami oleh guru maupun siswa, tidak terlalu rumit cara penggunaanya dan harus aman, nyaman saat digunakan (harus ergonomis dan tidak berbahaya). Yang tidak kalah pentingnya lagi ketinggian media yang dibutuhkan menyesuaikan dengan rata-rata tinggi siswa dan guru yang ada di sekolah SMK Muhammadiyah Ngawen.

B. RANCANGAN PROSES PEMBUATAN MEDIA SISTEM PENGAPIAN TRANSISTOR

Setelah menganalisis kebutuhan guru dan siswa yang ada di SMK Muhammadiyah Ngawen, maka didapatkan pemikiran yang sesuai. Perancangan media ini bertujuan untuk memperjelas kegiatan-kegiatan dan membuat sebuah keputusan penting agar dapat mempermudah dalam pembuatannya agar tidak terjadi kesalahan dalam pembuatan perancangan rangka pada Media Sistem Pengapian Transistor. Berikut merupakan implementasi dari analisis kebutuhan sebagai pedoman dalam membuat perancangan media.

Membuat media pembelajaran sistem pengapian Transistor, dikarenakan belum adanya media pembelajaran mengenai sistem pengapian tersebut yang nantinya akan digunakan untuk menunjang sarana belajar praktik

maupun teori. Sistem pengapian Transistor ini diaplikasikan pada banyak kendaraan, seperti mobil Toyota Kijang 7k, Daihatsu Zebra, Suzuki Balino, Toyota *Great Corolla*. Setelah melakukan pertimbangan, guru dan penulis mengambil kesimpulan untuk menggunakan sistem pengapian yang ada pada mobil Kijang 7k. Hal ini dikarenakan mudah dalam mendapatkan buku referensi mengenai sistem pengapian, serta suku cadang mudah didapatkan dan harganya yang lebih murah daripada yang lainnya, yang apabila nantinya ada kerusakan pada media sistem pengapian Transistor guru tidak akan sulit untuk mencari suku cadangnya. Berikut adalah proses perancangan pembuatan media pembelajaran Sistem Pengapian Transistor.

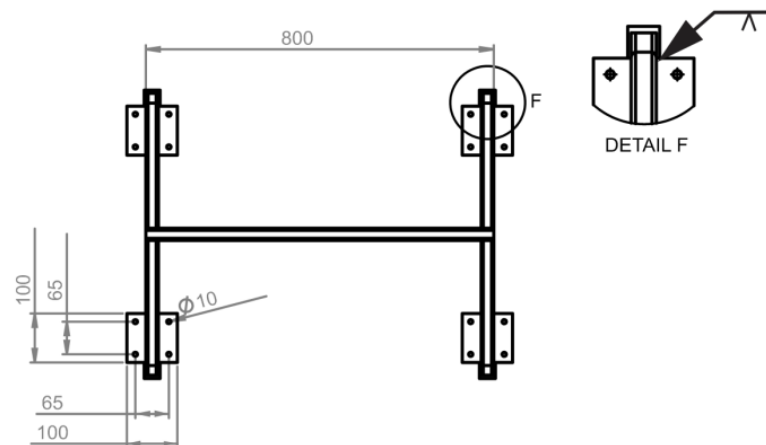
1. Proses Perancangan Rangka

Dengan keterbatasan ruang praktik yang ada di SMK Muhammadiyah Ngawen, maka media pembelajaran dibuat dengan posisi berdiri dengan menggunakan roda yang dapat digunakan secara kelompok kecil dengan maksimal 5 orang dengan jarak pandang 2-3 m, selain itu media harus mudah dipindah-pindahkan tanpa banyak memakan tenaga. Media dibuat sesederhana mungkin dengan melihat keterbatasan ruangan yang ada di sekolah, baik itu ruang praktik maupun ruang kelas sehingga media dapat ditempatkan dimana saja. Selain itu, media pembelajaran harus dibuat semenarik mungkin sehingga minat belajar siswa akan semakin meningkat dan outcome yang dihasilkan juga maksimal. Pada kerangka media nantinya akan diberikan warna dengan menggunakan cat besi

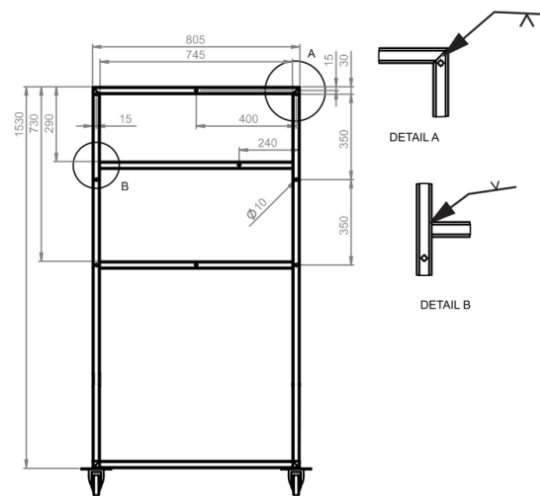
berwarna biru. Selain untuk memberi kesan yang menarik pada media, pemberian warna juga bertujuan untuk membuat media lebih awet dan tahan dari korosi.

Pembuatan media dengan posisi berdiri akan sangat memerlukan pertimbangan tinggi rata-rata orang di Indonesia. Menurut Suma'mur (hal.29-30), tinggi rata-rata orang Indonesia adalah 160 cm sehingga media nantinya akan dibuat dengan ketinggian 150 cm dengan lebar 80cm. Dengan begitu siswa tidak akan kesulitan dalam mengoperasikan media yang dibuat dan tidak akan membuat pengguna mengalami cedera.

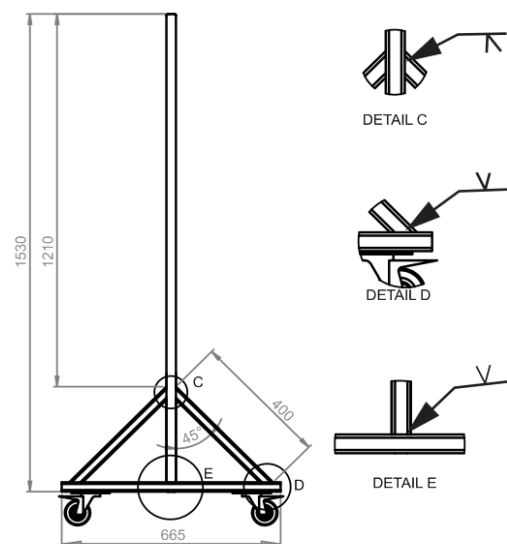
Untuk mencegah robohnya media dan mempermudah pengguna dalam memindahkan pada saat digunakan, maka media akan diberikan roda. Berikut gambar sketsa rangka media Sistem Pengapian Transistor.



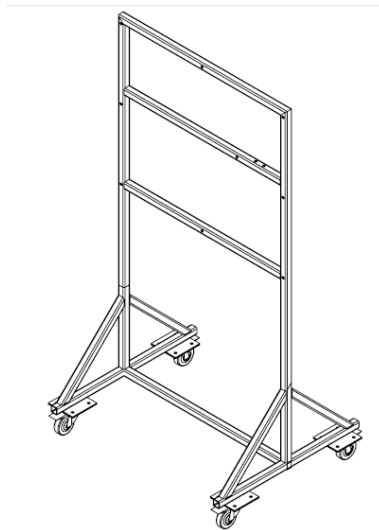
Gambar 20. Desain rangka tampak atas



Gambar 21. Desain kerangka tampak depan



Gambar 22. Desain rangka tampak samping



Gambar 23. Desain rangka tampak samping 3D (tiga dimensi)

Kerangka media yang akan dibuat menggunakan bahan besi profil kotak yang berukuran panjang 30 mm x lebar 30 mm x tebal 3 mm. Sedangkan untuk ketinggian media memerlukan besi profil kotak sepanjang 1530 mm. Pada bagian kaki kerangkanya akan dibuat berbentuk segitiga dengan panjang sisi kiri dan kanan sebesar 400 mm sedangkan sisi bawah sebesar 665 mm dan memiliki sudut kemiringan 45° , untuk penompang roda akan ditambah plat besi dengan lebar sebesar 10 mm.

Proses pembuatan rangka media pembelajaran meliputi pekerjaan-pekerjaan pemotongan bahan, pembentukan, pengelasan, penggerindaan, pengamplasan, pendempulan dan pengecatan.

Setelah menentukan bahan yang akan digunakan sebagai kerangka media selanjutnya dilakukan pengukuran menggunakan meteran, penggaris siku dan tidak lupa menggunakan *scribber* untuk menandai ukuran yang sudah ditentukan sebelumnya. Untuk pemotongan besi kotak profil

digunakan mesin gerinda tangan, bentuk pemotongan pada besi kotak profil berbentuk siku 45° .

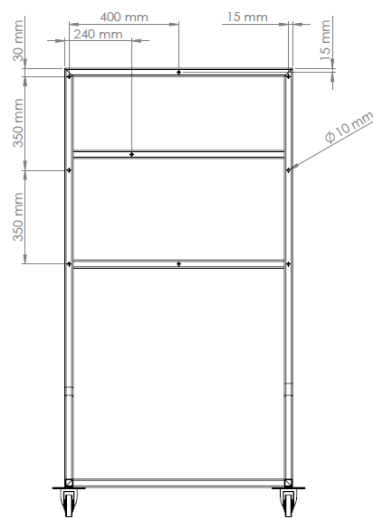
Selanjutnya dilakukan penyatuan bahan dengan menggunakan las listrik dengan elektroda 8 inch. Dalam proses pengelasan perlu berhati-hati dikarenakan jika terlalu lama pengelasannya, besi akan berlubang dan sulit untuk menambalnya kembali.

Agar hasil dari pengelasan terlihat lebih rapi dan tidak membahayakan penggunaannya, maka proses selanjutnya adalah melakukan perapian pada sambungan rangka yang telah dilas dengan menggunakan mesin gerinda tangan. Penggerindaan pada hasil pengelasan ini harus dilakukan berulang-ulang dan perlunya ketelitian, jangan sampai hasil dari pengelasan habis terkikis oleh mesin grinda. Untuk memastikan hasil penggerindaan benar-benar rapi maka dilakukan perabaan pada bagian yang telah digerinda menggunakan telapak atau jari tangan hingga dirasa sesuai dengan yang diinginkan.

Jika hasil sambungan pengelasan sudah dianggap rapi dan tidak membahayakan saat digunakan, maka selanjutnya adalah proses penentuan lubang yang nantinya akan digunakan untuk penyatuan antara rangka dengan papan media. Penentuan jarak lubang pada kerangka harus sama sehingga media lebih kelihatan rapi.

Untuk membuat lubang pada kerangka akan digunakan mesin bur tangan dengan ukuran diameter mata bur 4 mm dan selanjutnya menggunakan mata bur dengan diameter 8 mm. Penggantian mata bur

dilakukan agar proses pengeburan tidak merusak mata bur. Untuk menambah kerapian dan keamanan saat digunakan, maka akan dilakukan penggerindaan pada bagian lubang hasil pengeburan. Berikut adalah ukuran jarak dan besarnya lubang pada kerangka.



Gambar 24. Gambar jarak antara lubang dan diameter lubang

Setelah proses pemotongan, pengelasan, pengeburan dan penggerindaan, untuk merapikan hasil pengelasan dan pengeburan, maka selanjutnya dilakukan pengamplasan dengan menggunakan amplas 800 grit. Hal ini dilakukan agar nantinya cat bisa menempel dengan baik saat pengecatan.

Rangka kemudian akan diberikan dempul dengan menggunakan sekrap pada bagian sambungan las agar sambungan pada kerangka tidak kelihatan dan lebih rapi. Untuk memastikan hasil pendempulan rata dengan baik maka dilakukan pengamplasan kembali pada bagian yang sudah

dilakukan pendempulan dengan menggunakan amplas 800 grit yang karakter amplasnya halus dan tidak banyak mengikis dempul.

Tahap akhir dalam peroses pembuatan rangka adalah pengecatan. Pengecatan ini dilakukan agar kerangka tahan dari korosi dan lebih menarik. Untuk memberi kesan menarik, kerangka dicat dengan menggunakan cat yang berwarna biru. Proses pengecatan pada kerangka dilakukan menggunakan kuas kecil dengan ukuran kuas 5 mm.

2. Proses Perancangan Papan Media

Bahan yang digunakan sebagai papan media adalah akrilik yang ukurannya disesuaikan dengan ukuran rangka yang telah dibuat dan dirancang sebagai tempat untuk peletakan komponen-komponen yang akan digunakan. Sedangkan untuk komponen yang berat, selain diberi lubang dudukan pada papan, komponen juga diberi penguat untuk penyangga, yaitu plat besi yang didudukkan pada rangka. Untuk komponen yang ringan dan soket-soket dipasang pada papan dan dibuat lubang untuk rangkaian.

Pada papan media ini juga penulis akan menambahkan *cutting sticker* yang berisi lambang-lambang komponen serta namanya. Diharapkan dengan adanya *cutting sticker* yang berisi lambang dan nama komponen akan mempermudah guru dalam menjelaskan dan siswa lebih mudah untuk memahami.

Selain itu, agar mudah dipahami dan dioperasikan, maka media dibuat dengan rangkaian yang mudah dipasang dan dilepas dengan

3. Sistem Penggerak

Motor Ac adalah sebuah motor listrik yang digerakkan oleh *alternating current* atau arus bolak balik (AC). Umumnya motor AC terdiri dari dua komponen utama, yaitu stator dan rotor . Untuk sistem penggerak media pembelajaran sistem pengapian transistor menggunakan penggerak dynamo mesin jahit dengan arus ac dan daya sebesar 150 watt, tegangan 220 v dengan kecepatan putaran mencapai 7000 rpm dan besar *pulley* 1,5 mm. Sedangkan untuk distributor kecepatannya hanya mencapai 3000 rpm. Dengan kecepatan distributor yang hanya 3000 rpm, maka diharapkan putaran dynamo tersebut mampu menggerakkan distributor sehingga membuat komponen-komponen yang ada pada media sistem pengapian bekerja secara bersamaan, dimana nantinya akan memicu munculnya percikan bunga api pada busi. Untuk menentukan besar *pulley* yang nantinya akan menjadi penghubung dengan distributor, maka akan dihitung menggunakan rumus berikut.

$$\frac{n1}{n2} = \frac{D2}{D1}$$

Dimana :

- n1 : kecepatan motor penggerak (dynamo mesin jahit)
- n2 : kecepatan mesin yang digerakkan (distributor)
- D1 : diameter pulley motor penggerak
- D2 : diameter pulley yang digerakkan

Diketahui :

○ n_1 : 7000 rpm

○ n_2 : 3000 rpm

○ D_1 : 1.5 mm

Ditanyakan : D_2 ...?

Jawab :

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

$$\frac{7000}{3000} = \frac{D_2}{1.5}$$

$$\frac{7000 \times 1.5}{3000} = D_2$$

$$3.5 \text{ cm} = D_2$$

4. Proses Perakitan

Proses perakitan yang dimaksud disini adalah menyatukan komponen-komponen yang telah disediakan sebelumnya, berupa rangka, papan media serta komponen-komponen yang akan disatukan dengan papan medianya.

Proses pertama untuk memulai perakitan semua komponen adalah penyatuan kerangka dengan papan media. Untuk menyatukan papan media dengan kerangka ini, digunakan baut berukuran 10 mm dengan jumlah 8 buah sebagai pengikatnya. Setelah kerangka dan papan media menjadi satu, selanjutnya adalah pemasangan komponen-komponen dari Sistem

Pengapian itu sendiri. Komponen pertama yang dipasang adalah *fuse* yang cara pemasanganya dengan memasukan rumah *fuse* pada lubang yang sudah ditetapkan sebelumnya pada papan media dan agar rumah *fuse* tidak lepas maka dikunci dengan mur.

Setelah itu kemudian dilakukan pemasangan kunci kontak. Pemasangannya dengan cara memasukkan kunci kontak ke lubang yang sudah ditentukan pada papan media dan sebagai penguatnya, kunci kontak dikunci dengan mur bawaan dari kunci kontak. Koil juga dipasang pada papan media yang menggunakan baut 10 mm sebagai penguatnya.

Selanjutnya dilakukan pemasangan distributor. Pemasangan disini dilakukan dengan cara memasukkan batang distributor pada lubang yang sudah ditetapkan sebelumnya pada papan media. Agar distributor tidak bergerak dan lepas maka distributor dibaut dengan ukuran baut 10 mm. Distributor disini akan diberi sambungan agar dapat digerakan oleh dynamo mesin jahit. Penambahan sambungan disini berupa besi bulat yang telah dibubut dengan panjang 9,5 cm dan pada ujung besi tersebut ditambahkan pully, sedangkan pada ujung besi yang menempel pada distributor dibubut dan kemudian dibaut. Disini akan menggunakan sistem baut *shock* antara distributor dan besi sambungan serta antara *pully* dan besi sambungan. Hal ini dilakukan agar *pully* dan sambungan pada distributor dapat dengan mudah dilepas dan dipasang.

Untuk pemasangan busi, pemasanganudukan busi pada papan media ini dibantu dengan plat besi berbentuk L yang pada ujungnya diberi lubang yang nantinya akan digunakan sebagai lubang baut untuk mengikat plat dengan papan media. Baut yang digunakan sebagai pengikat ini adalah baut berukuran 10 mm. Selain pada ujung plat yg diberi lubang, pada bagian tengah plat juga diberi lubang berjumlah 4 buah dengan diameter 1,5 cm sebagai penompang busi.

Kemudian dilakukan pemasangan pedal mesin jahit. Penempelan pedal mesin jahit disini dengan cara mengebur plat belakang pedal mesin jahit yang nantinya digunakan sebagai lubang baut pengikat antara papan media dengan pedalnya. Baut yang digunakan berukuran 10 mm.

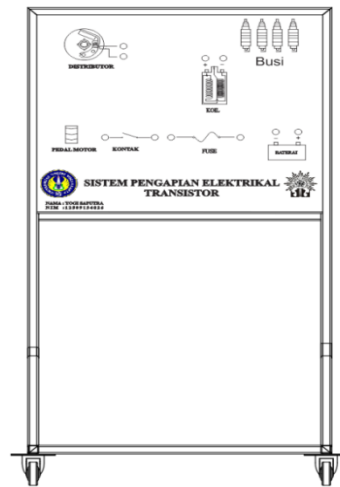
Pemasangan banana konektor hanya memasukan *banana* konektor pada lubang yang sudah ditentukan pada papan media dan kemudian dimur dengan mur bawaan dari banana konektor itu sendiri. Lubang pada banana konektor ini berukuran 10 mm, dimana banana konektor yang dibutuhkan berjumlah 10 buah, 5 untuk warna merah dan 5 untuk warna hitam.

Kemudian untuk pemasangan dynamo mesin jahit, sebelumnya diberi dudukan berupa plat besi dengan ketebalan 0,3 mm yang pada ujung platnya akan diberi lubang berjumlah 2 buah yang nantinya disatukan dengan besi kerangka. Besar baut pengikat ini adalah 10 mm. Jarak antara dynamo mesin jahit dan sambungan distributor ini disesuaikan dengan panjang vanbel pada dynamo mesin jahit, vanbelt ini berfungsi sebagai

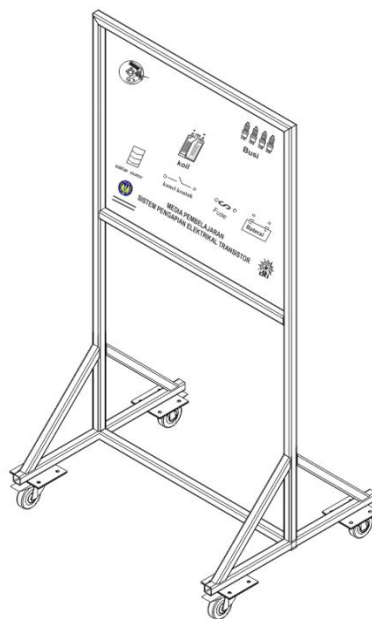
penyambung daya poros yang satu ke poros yang lain melalui *pully* seiring mengikuti laju putaran pada mesin atau alat yang dikaitkan.

Stiker yang digunakan sebagai lambang dan nama komponen pada media ini berwarna hitam, pemasangan stiker disini menyesuaikan dengan besar komponen yang ada. Setelah semua komponen terpasang, nantinya kabel-kabel pada alat harus disambung sesuai dengan tempatnya. Penyambungan disini menggunakan solder. Penyolderan bertujuan agar sambungan kabel dengan soket pada banana konektor terlihat rapi dan tidak terjadi korsleting arus pada media pembelajaran. Penyolderan ini dilakukan pada setiap sambungan kabel yang ada pada media menggunakan solder 40 watt dan bahan tambah berupa timah sepanjang 2 m.

Selain itu akan dilakukan pemasangan roda pada kaki-kaki rangka dengan maksud agar media mudah dipindah-pindah. Roda berjumlah 4 buah dengan ukuran diameter roda 8 cm dengan maksimal beban perroda mencapai 205 kg. Media pembelajaran ini menggunakan roda yang berbahan karet, oleh karena itu penempatan media pembelajaran ini harus terpisah dengan ruangan bensin.



Gambar 27. Media tampak depan



Gambar 28. Media tampak 3D

C. Rencana Pengujian

Setelah menentukan konsep perancangan yang akan digunakan pada pembuatan media pembelajaran, langkah selanjutnya adalah membuat perancangan pengujian untuk mengetahui keberhasilan kinerja serta mencapai

tujuan dari pembuatan proyek akhir media pembelajaran sistem pengapian Transistor. Adapun pengujian yang akan dilakukan dalam proses pengujian media pembelajaran sistem pengapian Transistor ini yaitu, pertama dengan melakukan uji fungsi media. Langkah yang dilakukan untuk uji fungsi media, yaitu dengan mengamati kerja media pembelajaran sistem pengapian Transistor melakukan pemeriksaan terhadap komponen-komponen, apakah komponen bekerja dengan baik atau tidak. Yang kedua berupa pengujian kerangka langkah yang dilakukan, yaitu dengan mengukur kesesuaian ukuran media yang telah selesai dibuat dengan perancangan sebelumnya. Dan yang ketiga berupa pengujian tegangan yang dihasilkan sistem pengapian transistor media, sehingga dapat diketahui seberapa jauh busi dapat menghasilkan loncatan tegangan pada udara luar.

Tabel 2. Pengujian loncatan tegangan busi.

No.	Celah Busi	Warna api			
		Busi 1	Busi 2	Busi 3	Busi 4
1.	1 mm				
2.	2 mm				
3.	3 mm				
4.	4 mm				
5.	5 mm				
6.	6 mm				
7.	7 mm				
8.	8 mm				
9.	9 mm				
10.	10 mm				

D. Analisa Kebutuhan Alat Dan Bahan

Dalam proses pembuatan media pembelajaran sistem pengapian Transistor, diperlukan alat dan bahan serta komponen yang tepat. Alat, bahan dan komponen tersebut harus dapat digunakan dan bekerja sesuai dengan fungsinya. Pemilihan komponen yang digunakan juga akan berpengaruh pada kualitas hasil media yang dibuat. Faktor-faktor yang menjadi pertimbangan dalam proses pembuatan media ini meliputi nilai estetika, ergonomi, efisiensi serta kemudahan pembuatan dan perolehan bahan.

Proses pemasangan komponen-komponen sistem pengapian transistor pada media seperti kunci kontak, *fuse*, *coil*, distributor, motor penggerak, dan saklar penggerak motor dikerjakan setelah melakukan perancangan *layout* media dengan mempertimbangkan aspek kenyamanan, keindahan serta kemudahan, hal ini bertujuan agar siswa tidak kesulitan ketika menggunakan media tersebut.

Berdasarkan analisa yang dilakukan, kebutuhan komponen dan bahan yang akan digunakan dalam proses pembuatan media pembelajaran sistem pengapian Transistor dapat dilihat pada tabel 3 dan tabel 4

Tabel 3. Kebutuhan komponen

No.	Nama Bahan	Jumlah	Spesifikasi
1.	<i>Fuse</i>	1 Buah	<i>Fuse</i> Tabung
2.	Kunci kontak Col-T	1 Buah	MB- 105729
3.	Koil	1 Buah	Denso
4.	Distributor	1 Buah	317m Asy
5.	Kabel Tegangan Tinggi	5 Buah	Asiain
6.	Busi	4 Buah	Denso W16ex-u
7.	Besi kotak Profil	2 buah	30cm x 30cmx 3mm
8.	<i>Acrilyc</i>	1 buah	Tebal 3 mm
9.	Amplas	3 buah	800 dan 1000 grit
10.	Cat avian 200 cc	1 kaleng	Liqour
11.	<i>Soket Banana</i>	10 buah	Benana plug
12.	Baut dan Mur	10 buah	Diameter 10 mm
13.	<i>Sticker</i>	1 buah	Warna Hitam
14.	Kabel serabut	5 m	Kabel NYAF
15.	Tenol	1 gulung	Paragon
16.	Roda <i>trolley</i>	4 buah	Roda karet Rrc 3mm
17.	Elektroda las	1 kotak	Nikko steel RD-260
18.	Thinner	600 ml	Thinner Impala
19.	Dempul (1 kg)	1 kaleng	San polac

Tabel 4. Kebutuhan alat

No.	Nama Alat	Jumlah
1.	Bor tangan	1 buah
2.	Gerinda tangan	1 buah
3.	Sarung tangan	1 buah
4.	Tang potong	1 buah
5.	Kaca mata	1 buah
6.	Kunci ring 10	1 buah
7.	Las listrik	1 buah
8.	Solder	1 buah
9.	<i>Roll</i> kabel	1 buah
10.	Multimeter	1 buah
11.	Kuas diameter 3 cm	1 buah
12.	Scrap dempul	1 buah
13.	Mistar	1 buah

E. Perencanaan Waktu Pembuatan

Dalam proses pembuatan proyek akhir agar lebih terarah dan terprogram sehingga dapat selesai tepat waktu sesuai dengan yang telah direncanakan. Maka dari itu, dibutuhkan program atau perencanaan waktu dalam proses kegiatan kerja. Berikut perencanaan waktu pengerjaan tugas akhir

Tabel 5. Perencanaan waktu pengerjaan

No.	Uraian Kegiatan	Agustus				September				Oktober			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1.	Persiapan												
2.	Perancangan												
3.	Pencarian komponen												
4.	Pembuatan kerangka												
5.	Pembuatan papan peraga												
6.	Perakitan												
7.	Uji kinerja												
8.	Penyempurnaan												
9.	Pengambilan data												
10.	Pembuatan laporan												

Selain itu, waktu pengerjaan media pembelajaran ini juga sudah dirancang sedemikian rupa agar lebih menghemat waktu pengerjaan. Berikut adalah tabel waktu yang diperlukan untuk pembuatan media pembelajaran Sistem Pengapian Transistor.

Tabel 6. Perencanaan pembuatan media pembelajaran

No .	Jenis Pekerjaan	Waktu	Alat	Bahan
1.	Desain gambar media	22 jam	Komputer	-
2.	Pengumpulan alat dan bahan	5 jam	-	-
3.	Proses pengerjaan pengukuran dan pemotongan bahan rangka	2 jam	Gerinda, penggaris siku, meteran, scribber, kaca mata, sarung tangan, masker, tang	Besi profil
4.	Perakitan dan pengelasan bahan rangka	3 jam	Las listrik, tang, sarung tangan, kaca mata, masker	Besi profil, elektroda las
5.	Finishing kerangka	90 menit	Gerinda, sikat baja, sarung tangan, kaca mata, masker	Besi profil
6.	Pendempulan	17 jam	Scrap dempul	Dempul
7.	pengamplasan	30 menit	amplas, masker	Kerangka media
8.	Pengecatan	10 jam	Kuas, sarung tangan	Cat besi, thinner
9.	Pengeboran	30 menit	Mesin bor tangan	Kerangka media
10.	Pemotongan papan media (akrilik)	30 menit	Gerinda, penggaris, meteran, bor tangan, masker, sarung tangan, <i>earplug</i>	Akrilik
11.	Pengeboran papan media	30 menit	Gerinda, penggaris, meteran, bor tangan, masker, sarung tangan, <i>earplug</i>	Akrilik
12.	Penempelan sticker	30 menit	Penggaris	<i>Sticker</i>
13.	Penyatuan kerangka dan papan media	10 menit	Kunci ring 10	Baut 10 mm
15.	Pemasangan komponen	30 menit	Kunci ring 10, tang,	Baut 10 mm, distributor, kunci kontak, <i>fuse</i> , <i>coil</i> , busi, <i>banana connector</i> , roda

F. Kakulasi Pembiayaan

Perhitungan biaya yang dibuat sebelum mulai melakukan pengerjaan proyek akhir. Hal ini bertujuan agar biaya yang dibutuhkan dapat dipersiapkan terlebih dahulu dan dapat disesuaikan dengan data yang ada. Berikut rincian biaya yang dibutuhkan untuk proses pengerjaan proyek akhir pembuatan media pembelajaran sistem pengapian Transistor yang dibutuhkan (dapat dilihat ditabel 12).

Table 7. Kalkulasi biaya

No	Nama Komponen/Bahan	Jumlah	Harga	Total
1.	Busi	4 unit	Rp. 15.000	Rp. 60. 000
2.	Coil	1 unit	Rp.175.000	Rp. 175.000
3.	Kunci kontak	1 unit	Rp. 55.000	Rp. 55.00
4.	Kabel tegangan tinggi	1 set	Rp. 70.000	Rp. 70.000
5.	Fuse	1 unit	Rp. 12.500	Rp. 12.500
6.	Distributor	1 unit	Rp. 750.000	Rp.750.000
7.	Acrylic bening	1 buah	Rp. 150.000	Rp. 150.000
8.	Besi kotak profil	2 batang	Rp. 70.000	Rp. 140.000
10.	Banana jack	10 buah	Rp. 3.500	Rp. 35.000
11.	Kabel NYAF	5 meter	Rp. 4.500	Rp. 22.500
12.	Tenol	1 gulung	Rp. 7.000	Rp. 7.000
13.	Baut dan mur	25 buah	Rp. 1.500	Rp. 37.500
14.	Cat besi	1 kaleng (200 cc)	Rp. 25.000	Rp. 25.000
15.	Dempul 2 komponen	1 kaleng (1 kg)	Rp. 35.000	Rp. 35.000
16.	Thinner	1 kaleng	Rp. 13.000	Rp. 13.000
17.	Amplas bahan kasar	2 buah	Rp. 6.000	Rp. 6.000
18.	Bikin sambungan pully	1 buah	Rp. 150.000	Rp. 150.000
19.	Sticker	1 buah	Rp. 75.000	Rp. 75.000
20.	Elektroda las	1 kotak	Rp. 85.000	Rp. 85.000
21.	Roda trolley	4 buah	Rp. 37.500	Rp. 150.000
Total				Rp.2.053.500

Semua biaya yang digunakan untuk pengerjaan proyek akhir ini ditanggung oleh pihak pertama, yaitu mahasiswa dan pihak kedua, yaitu SMK Muhammadiyah Ngawen membantu dengan memberikan sebagian bahan yang diperlukan pada pengerjaan proyek akhir. Kesepakatan ini sudah ditandatangani oleh kedua belah pihak di dalam surat perjanjian yang terlampir pada laporan proyek akhir.

BAB IV

PROSES, HASIL DAN PEMBAHASAN

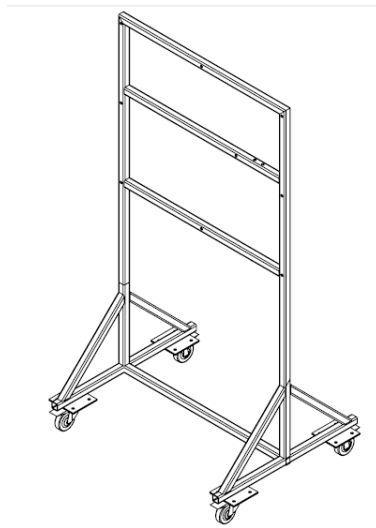
Ada beberapa aspek dalam proses dalam pembuatan media pembelajaran ini, yaitu dimulai dari perancangan media pembelajaran, persiapan komponen-komponen, pembuatan kerangka, pemasangan komponen dan yang terakhir pengujian kerja. Hasil yang telah jadi merupakan tolak ukur keberhasilan dalam pembuatan media tersebut. Hal ini dapat dilihat dari kualitas secara fisik produk dan kinerja saat pengujian. Pembahasan merupakan ulasan dari proses perancangan, pembuatan dan pengujian yang telah dilakukan. Berikut uraian proses, hasil dan pembahasan dari Proyek Akhir ini:

A. Proses Pengerjaan

Proses pengerjaan proyek akhir ini dapat berjalan sesuai dengan rencana berdasarkan tahapan rencana kerja yang ada pada BAB III. Dalam proses pengerjaan media pembelajaran sistem pengapian Transistor ini memerlukan waktu kurang lebih 3 bulan. Pengerjaan media pembelajaran sistem pengapian transistor ini dilakukan secara bertahap. Tahapan-tahapan dalam pembuatan media pembelajaran ini dapat diuraikan seperti berikut :

1. Proses pembuatan rangka media dan pengecatan

Pembuatan rangka media pembelajaran ini menggunakan bahan besi profil kotak ukuran 30x30 mm dan tebal 3 mm, dengan pertimbangan agar lebih rapi dan lebih kuat. Untuk lebih jelasnya bentuk dan ukuran rangka dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 32. Gambar kerangka tampak 3 dimensi

Dalam proses pembuatan desain media pembelajaran, waktu yang dibutuhkan adalah 22 jam (22 x 60 menit). Sama seperti perencanaan diawal, hanya saja dalam prosesnya membutuhkan waktu 2 hari (22 jam untuk 2 hari).

Adapun langkah-langkah dalam pembuatan rangka media pembelajaran ini adalah sebagai berikut :

a. Pemotongan besi

Proses pemotongan besi menggunakan mesin gerinda listrik. Sebelum dilakukan pemotongan, besi terlebih dahulu dilakukan pengukuran dan penandaan menggunakan *scribber* dan penggaris siku.



Gambar 33. Proses pengukuran panjang besi

Langkah selanjutnya, besi dipotong sesuai dengan ukuran dan jumlah yang dibutuhkan. Dalam proses pengukuran dan pemotongan ini membutuhkan waktu 120 menit. Waktu ini sesuai dengan proses perencanaan. Dibawah ini adalah foto proses pemotongan besi :



Gambar 41. Proses pemotongan besi



Gambar 35. Hasil pemotongan

Ukuran dan jumlah dari besi yang telah dipotong tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 8. Ukuran dan jumlah pemotongan besi.

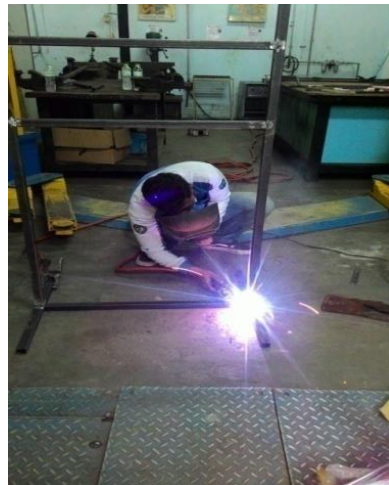
Jumlah	Ukuran	Jenis besi
2	1530	Besi kotak profil 30 X 30 x 3
4	805	Besi kotak profil 30 X 30 x 3
4	400	Besi kotak profil 30 X 30 x 3
2	665	Besi kotak profil 30 X 30 x 3

b. Proses pengelasan

Pada proses ini, besi yang telah dipotong-potong sesuai dengan ukuran kemudian disambung menggunakan las listrik sesuai bentuk media pembelajaran yang telah dirancang sebelumnya. Dalam proses pengelasan perlu berhati-hati dikarenakan jika terlalu lama melakukan pengelasan, besi akan berlubang dan sulit untuk menambalnya lagi. Waktu yang diperlukan dalam proses ini adalah 120 menit. Sedangkan Berbeda dengan perencanaan waktu diawal dimana proses ini membutuhkan waktu selama 180 menit. Berikut ini adalah foto proses pengelasan kerangka media :



Gambar 36. Proses pengelasan bagian rangka atas



Gambar 37. Proses pengelasan bagian rangka bawah

Ketika proses pengelasan untuk menyatukan besi menjadi sebuah kerangka telah selesai, kemudian dilanjutkan dengan merapikan bagian bekas pengelasan dengan menggunakan mesin gerinda. Hal ini dimaksudkan agar bekas sambungan las dapat terlihat lebih rapi. Proses ini membutuhkan waktu selama 60 menit, sedangkan pada perencanaan proses ini membutuhkan waktu selama 90 menit hal ini di pengaruhi dari peralatan yang sudah tersedia sehingga membuat proses perapian hasil pengelasan menjadi cepat. Berikut gambar proses pengrindaan.



Gambar 38. Proses penghalusan bekas las

c. Proses pendempulan

Proses pendempulan ini bertujuan untuk menutupi bekas dari hasil pengelasan sambungan-sambungan pada rangka media yang terlebih dahulu telah dirapikan dengan menggunakan mesin gerinda. Proses pendempulan ini membutuhkan waktu 20 menit hanya saja untuk menunggu kering dari hasil pendempulan membutuhkan waktu 120 menit. Hal ini sesuai dengan rencana waktu pengerjaan yang sudah di tentukan yaitu 120 menit. Berikut foto-foto pada saat proses pendempulan pada rangka :



Gambar 39. Proses pendempulan

d. Proses pengamplasan

Proses pengamplasan setelah dilakukan pendempulan bertujuan untuk merapikan dan meratakan dempul agar tidak terlihat menonjol pada bagian-bagian sambungan kerangka. Selain itu, pengamplasan bertujuan agar karat-karat yang ada pada besi dapat hilang dan bersih. Dalam proses pengamplasan dibutuhkan waktu 60 menit. Waktu ini tidak sesuai dengan perencanaan awal dimana perencanaan awal waktu yang dibutuhkan untuk pengamplasan 30 menit. Ini dikarenakan sulitnya pengamplasan pada bagian siku sehingga menghambat proses pengamplasan.



Gambar 40. Proses pengamplasan setelah pendempulan

e. Pengecatan rangka media

Setelah keseluruhan bagian rangka besi diampelas, kemudian proses selanjutnya adalah pengecatan rangka media. Pengecatan yang dimaksud adalah proses pemberian warna pada rangka media yang telah dibuat. Pengecatan ini dilakukan agar rangka media yang telah dibuat tidak mudah berkarat dan mempunyai nilai estetika sehingga

dapat menambah minat belajar siswa. Warna cat yang digunakan adalah warna biru. Pengecatan dilakukan dengan menggunakan kuas tangan dan dilakukan sebanyak dua kali, hal ini agar rangka besi dapat tercat dengan tebal.



Gambar 41. Proses pengecatan rangka



Gambar 42. Hasil pengecatan

Setelah selesai melakukan pengecatan, kemudian menjemur rangka besi pada sinar matahari agar cat dapat dapat kering dengan baik. Dalam peroses pengecatan dibutuhkan waktu 17 jam hal ini berbeda dengan rencana waktu pengecatan membutuhkan waktu 10

jam. Terkendalanya proses pengecatan ini dikarenakan oleh cuaca yang tidak mendukung sehingga waktu pengecatan menjadi bertambah lama dan tidak sesuai dengan rencana kerja.

f. Pengeboran pada rangka besi

Pada proses ini, dilakukan pengeboran pada rangka media dengan jarak yang sudah diukur sebelumnya. Proses pengeboran ini menggunakan mesin bur tangan dengan diameter mata bur sebesar 6mm dan 8mm. Jumlah rangka besi yang dilubangi sebanyak 12 lubang yang terdiri dari bagian atas 3 lubang, bawah 3 lubang, sisi miring samping kiri 2 lubang, sisi miring samping kanan 2 lubang serta bagian tinggi rangka besi kanan dan kiri masing-masing 1 lubang. Hal ini berfungsi sebagai kaitan antara akrilik dengan rangka media agar akrilik tidak mudah terlepas dan jatuh. Pada proses pengeboran kerangka ini membutuhkan waktu 60 menit. Ini berbeda dengan rencana kerja yang sebelumnya dimana pengeboran kerangka membutuhkan waktu 30 menit. Terkendalanya pada proses pengeboran ini dikarenakan kurang hati-hati dalam mengebor, sehingga mata bor yang digunakan patah dan harus membeli lagi.



Gambar 43. Proses pengeboran lubang pada rangka

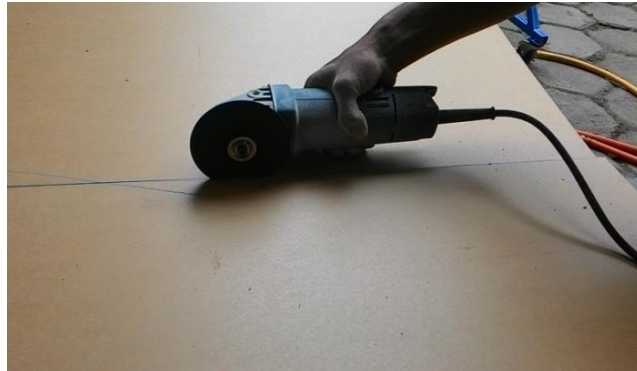


Gambar 44. Hasil pengeboran pada rangka besi

2. Proses pembuatan bidang media pembelajaran

Bidang media pembelajaran dibuat dari akrilik bening dengan tebal 3 mm dan ukuran 805x730. Proses pembuatan bidang media pembelajaran sebagai berikut :

- a. Melakukan pemotongan pada papan akrilik sesuai dengan ukuran yang di inginkan, pemotongan ini menggunakan mesin grinda listrik tangan. Pengerjaan ini memerlukan waktu 30 menit. Pengerjaan ini sesuai dengan perencanaan waktu yang telah dibuat, yaitu 30 menit



Gambar 45. Pemotongan akrilik dengan mesin grinda tangan

- b. Melakukan pelubangan pada akrilik yang telah diberi tanda dan sesuai ukuran komponen yang akan diletakkan pada bidang akrilik dengan menggunakan bor tangan. Pengerjaan ini membutuhkan waktu 60 menit. Berbeda dengan rencana pengerjaan yang hanya membutuhkan waktu 30 menit, hal ini dikarenakan pengeboran dilakukan 2 kali, yang pertama menggunakan mata bor ukuran 6 mm dan yang kedua menggunakan mata bor ukuran 8 mm. Berikut gambar proses pengeboran.



Gambar 46. Proses pelubangan akrilik

- c. Menempelkan *cutting sticker* pada akrilik sesuai dengan rancangan *layout*, yaitu membutuhkan waktu 30 menit, dimana pada proses perencanaan waktu yang dibutuhkan untuk menempelkan *cutting sticker* selama 30 menit juga.

3. Proses perakitan media pembelajaran

- a. Memasang akrilik pada rangka dengan baut dan mur ukuran 10 mm. waktu yang dibutuhkan untuk pemasangan papan media pada kerangka memerlukan waktu 10 menit.
- b. Memasang dinamo mesin jahit di tempat yang telah disediakan pada kerangka. Pemasangan dinamo mesin jahit diperlukan waktu 10 menit ini sesuai dengan waktu yang di rencanakan.
- c. Memasang distributor pada akrilik dan strengnya yang kemudian akan dihubungkan pada dinamo mesin jahit sesuai dengan ukuran yang sudah ditentukan sebelumnya. Pemasangan distributor membutuhkan waktu 30 menit. Hal ini berbeda dengan waktu yang direncanakan, yaitu 10 menit. Kendala dalam proses ini dikarenakan pemasangan pully harus benar-benar pas agar ketika pully digerakkan tidak akan berayun sehingga putaran pully stabil.
- d. Memasang komponen-komponen yang diperlukan, diantaranya yaitu : kunci kontak, *fuse*, *banana connector*, coil, busi serta dudukannya, dan saklar mesin penggerak. Waktu pemasangan komponen-komponen ini 30 menit ini. Hal ini sama dengan perancangan waktu yang ada diawal.

- e. Penyolderan ini dilakukan agar sambungan kabel dan skun kabel lebih rapi dan kuat, penyolderan ini membutuhkan waktu 60 menit. Hal ini sama dengan perencanaan waktu pengerjaan, yaitu 60 menit.
- f. Menghubungkan kabel dari masing-masing komponen ke *banana connector* menggunakan skun kabel dengan mengikuti rangkaian kelistrikan sistem pengapian elektrik transistor. Waktu yang dibutuhkan adalah 30 menit, ini sesuai dengan rencana kerja yaitu 30 menit.

B. Hasil Pengujian

Berdasarkan syarat dan ketentuan pembuatan media pembelajaran, maka media pembelajaran sistem pengapian elektrik transistor harus dilakukan pengujian. Pengujian ini dilakukan agar dapat mengetahui hasil dari pembuatan media pembelajaran sesuai dengan rancangan atau tidak dan media dapat bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian dilakukan dengan cara pengamatan dan pengukuran tegangan pada sistem pengapian elektrik transistor.

Media pembelajaran sistem pengapian elektrik transistor dibuat berdiri dengan ketinggian 1530 dan lebar 805, dan setelah ditambah roda maka tinggi media pembelajaran berubah menjadi 1675. Penggunaan roda disini memang dirancang agar mudah dipindah-pindah dan tentu saja tidak akan memerlukan tenaga yang banyak. Selain itu juga media didesain seminimalis mungkin agar tidak memerlukan tempat yang luas, baik untuk praktek maupun kelas teori. Setelah dilakukan pengukuran, media telah sesuai

dengan rancangan yang telah dibuat seperti yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 74. Tinggi media pembelajaran setelah menggunakan roda



Gambar 48. Lebar media pembelajaran



Gambar 49. Media yang telah jadi

Untuk perancangan awal, diharapkan media dapat digunakan berkelompok maksimal 5 orang dengan jarak pandang 2-3 meter agar mudah dipahami dalam proses pengoperasiannya. Namun berbeda dengan setelah dilakukannya pengujian, dimana media hanya dapat digunakan maksimal 3 orang saja dengan jarak pandang 2-3 meter. Untuk aspek ergonominya dirasa sudah cukup, karena perancangan awal yang sangat mempertimbangkan aspek ini agar aman digunakan.

Media pembelajaran ini dirancang agar mudah dilepas dan dipasang dengan menggunakan kunci 10. Selain itu, dirancang semenarik mungkin agar dapat menambah minat belajar siswa. Sehingga pada akhirnya pemilihan cat berwarna biru dirasa akan sangat membantu dalam menambah minat siswa dalam mengoperasikan media ini.



Gambar 50. Siswa dalam mengoperasikan media pembelajaran

Dan tentu saja media pembelajaran sistem pengapian elektrik transistor yang dirancang harus dapat berfungsi dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengujian loncatan tegangan yang dihasilkan oleh media

pembelajaran. Berikut hasil pengujian tegangan yang dilakukan pada media pembelajaran Sistem Pengapian Transistor.

Tabel 9. Hasil pengujian loncatan tegangan busi pada sistem pengapian transistor.

No .	Celah Busi	Warna api			
		Busi 1	Busi 2	Busi 3	Busi 4
1.	1-3 mm	Biru merah	Biru merah	Biru merah	Biru merah
2.	4 mm	Putih merah	Putih merah	Putih merah	Putih merah
3.	5-14 mm	Putih biru	Putih biru	Putih biru	Putih biru
4.	15 mm	Arus mulai terputus-putus	Arus mulai terputus-putus	Arus mulai terputus-putus	Arus mulai terputus-putus
5.	16 mm	Arus semakin kecil dan waktu loncatan tegangan semakin lama	Arus semakin kecil dan waktu loncatan tegangan semakin lama	Arus semakin kecil dan waktu loncatan tegangan semakin lama	Arus semakin kecil dan waktu loncatan tegangan semakin lama
6.	17 mm	Arus terputus	Arus terputus	Arus terputus	Arus terputus

C. Pembahasan

Setelah dilakukan proses pembuatan dan pengujian terhadap media pembelajaran yang dibuat, ada beberapa hal yang harus dibahas berikut pembahasannya.

Pada saat pembuatan kerangka tidak ada perubahan dimana kerangka dibuat sesuai dengan desain awal yang sudah direncanakan. Pada proses

pembuatan rangka, ada beberapa faktor yang menghambat dalam proses pengerjaan yang mengakibatkan pengerjaan tertunda beberapa hari. Hal ini dikarenakan keterbatasan alat yang harus meminjam terlebih dahulu.

Pada awal perancangan diharapkan media dapat digunakan untuk 5 orang dengan jarak pandang 2-3 meter. Setelah dilakukan pengujian terhadap media ternyata media hanya bisa digunakan untuk maksimal 3 orang dengan jarak pandang 2-3 meter. Hal ini dikarenakan postur dari siswa yang terlalu berbeda-beda dan juga jarak pandang siswa yang tentunya berbeda-beda. Apabila digunakan untuk 5 orang, maka orang yang berada pada sisi kiri dan kanan akan kesulitan untuk mengenali nama-nama komponen dan lambang komponen sehingga dirasa kurang efektif.

Pada media pembelajaran yang dibuat digunakan pada ruangan yang terpisah dari ruangan yang ada oli, minyak dan solar, dikarenakan roda yang digunakan pada media pembelajaran menggunakan roda karet. Agar roda yang digunakan pada media pembelajaran tahan terhadap oli, minyak dan solar, maka seharusnya roda media menggunakan bahan dari nilon. Kesalahan pemilihan roda ini dikarenakan kurang pahamnya spesifikasi roda yang digunakan pada media pembelajaran.

Pada pembuatan papan media ada beberapa faktor yang menghambat, seperti harus meminjam alat terlebih dahulu sehingga membuat waktu pembuatan papan media menjadi makin lama. Pada pembuatan papan media ini terjadi kecerobohan kurangnya hati-hati pada saat pengeboran sehingga membuat papan media sedikit retak dan kurangnya penempelan *cutting sticker*

setelah penyablonan papan media. Hal ini tidak mempengaruhi cara kerja dan fungsi media pembelajaran. Media yang dibuat dapat dipindahkan dengan mudah hanya cukup dengan mendorong dan tidak banyak memakan tenaga .

Setelah dilakukan pengujian pada media pembelajaran sistem pengapian transistor, didapatkan hasil yang ternyata tidak ada perbedaan loncatan tegangan antara busi 1, 2, 3, dan busi ke 4. Baik itu dari segi besar loncatan tegangan yang dihasilkan hingga warna yang terlihat. Pada titik 0,0 mm belum ada loncatan tegangan yang dihasilkan sama sekali. Loncatan tegangan mulai terlihat disaat sudah ada celah antara elektroda. Pada titik 1 mm – 3 mm terlihat loncatan tegangan yang berwarna biru kemerah-merahan. Dan Pada titik 4 mm loncatan tegangan berubah warna menjadi putih kemerah-merahan. Titik 5 mm – 14 mm terlihat warna loncatan tegangan berubah lagi menjadi putih kebiru-biruan. Sedangkan dititik 15 mm dan 16 mm masih terlihat ada loncatan tegangan, namun sudah mulai meredup atau terputus-putus. Kemudian pada titik 17 mm sudah tidak ada terlihat loncatan tegangan sama sekali diantara celah elektroda. Dari hasil ini dapat dikatakan bahwa tegangan pengapian pada tekanan udara luar atau 1 atm hanya dapat terjadi loncatan hingga 16 mm.

Dapat dikatakan bahwa media yang telah jadi sudah sesuai dengan perancangan yang dibuat. Mulai dari rangka, komponen, hingga hasil pengujian. Hasil pengujian juga sudah sesuai dengan perancangan yang ada. Pembuatan media ini kurang lebih dilakukan selama 3 bulan, hal ini sama dengan waktu yang ditentukan. Karena menurut Mulyanto dan Leong (2009:3),

media pembelajaran yang baik harus memenuhi beberapa syarat, yaitu sesuai dengan rancangan awal, menarik, mudah dipahami dan mudah dioperasikan, dan tentunya dapat bermanfaat untuk banyak orang.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Setelah selesai mengerjakan proyek akhir “Media Pembelajaran Sistem Pengapian Transistor Sebagai Media Pembelajaran Di SMK Muhammadiyah Ngawen” sampai akhir penyusunan laporan ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan media pembelajaran sistem transistor dimulai dari proses perancangan media pembelajaran, persiapan komponen-komponen, pembuatan kerangka, pemasangan komponen dan yang terakhir pengujian kerja.
2. Secara keseluruhan pembuatan media pembelajaran sistem pengapian transistor dapat berjalan dengan baik. Dapat dikatakan berjalan dengan baik karena sesuai rancangan yang dibuat di awal dengan proses pembuatan dan hasil yang telah jadi. Dimana dapat dilihat dari waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap proses pembuatan sesuai dengan waktu yang telah direncanakan sebelumnya. Pembuatannya meliputi beberapa tahap, yaitu observasi kebutuhan media di SMK, proses penentuan desain media, penentuan desain rangka, pemilihan bahan, pemilihan komponen, pemilihan alat yang akan digunakan pada proses pembuatan media, pembuatan rangka media, pengecatan, pembuatan bidang media pembelajaran, serta pemasangan komponen sistem pengapian transistor.

3. Hasil pengujian fungsional menunjukkan media pembelajaran sistem pengapian transistor dapat berfungsi dengan baik sebagai sistem pengapian dan kondisi komponen-komponen sistem pengapian transistor dalam keadaan yang baik.

B. Keterbatasan

Keterbatasan yang dialami selama proses pembuatan media pembelajaran sistem pengapian transistor adalah sebagai berikut:

1. Peralatan yang kurang lengkap mengakibatkan proses pengerjaan menjadi tertunda untuk beberapa hari. Hal ini dialami saat melakukan proses pengeboran akrilik untuk membuat tempat komponen dan tempat baut. Bor ini harus dipinjam dari orang lain sehingga pengerjaannya terburu-buru. Begitu juga dengan gerinda yang dibutuhkan dalam melakukan pemotongan akrilik.
2. Untuk pemilihan penggunaan roda yang berbahan karet dirasa kurang tepat, dikarenakan roda yang berbahan karet tidak akan tahan lama atau mudah rusak jika ditempatkan di ruangan yang sama dengan bensin, solar ataupun oli.
3. Pada media pembelajaran sistem pengapian transistor tidak bisa mengatur pemajuan pengapian. Hal tersebut dikarenakan *vacuum advancer* dan *sentrivugal advancer* tidak berfungsi.

C. Saran

Berdasarkan keterbatasan pembuatan media pembelajaran sistem pengapian transistor, saran yang dapat disampaikan penulis adalah:

1. Memiliki alat yang memadai. Jika tidak memiliki alat-alatnya dan harus meminjam dari orang lain, maka diharapkan dapat mempersiapkan semuanya terlebih dahulu sebelum mulai mengerjakan agar dapat menghemat waktu dalam pembuatan media.
2. Dalam pembuatan media pembelajaran harus lebih memperhatikan bahan-bahan yang akan digunakan dimana bahan-bahan tersebut tidak bereaksi atau tidak akan mudah rusak jika ditempatkan satu ruangan atau berdekatan dengan bahan yang lainnya.
3. Untuk kedepannya dalam pembuatan media pembelajaran sistem pengapian transistor Toyota Kijang 7K agar semua komponen dapat berfungsi sebagaimana mestinya terutama *vacuum advancer* dan *sentrivugal advancer* guna mengetahui pemajuan pengapian.

DAFTAR PUSTAKA

- AH.Sanaky, Hujair. 2009. *Media Pembelajaran*. Yogyakarta: Safiria Insania Press.
- Anonim.. 2001. *Training Manual: Intermediate 2*. PT. Daihatsu Astra Motor.
- Anonim.. 2003. *New Step 1 Training Manual*. PT. Toyota Astra Motor.
- Arsyad, Azhar. 2009. *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT. Grafindo Persada.
- Asyhar, Rayandra. 2012. *Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran*. Jakarta: Referensi.
- Buntarto. 2015. *Dasar-dasar Kelistrikan Pada Mobil*. Yogyakarta: PT. Pustaka Baru.
- Darmawan, H. Harsokoesoemo. 1999. *Pengantar Perancangan Teknik*. Bandung: Dirjen Pendidikan Tinggi Departement Pendidikan Nasional.
- Daryanto. 2002. *Teknik Merawat Automobil Lengkap*. Bandung: Yrama Widya.
- Daryanto. 2003. *Dasar-Dasar Teknik Mesin*. Jakarta: PT. Bhineka Cipta.
- Daryanto. 2010. *Media Pembelajaran*. Yogyakarta: Gava Media.
- Daryanto. 2011. *Prinsip Dasar Kelistrikan Otomotif*. Bandung: Alfabeta.
- Nurmianto, Eko. 2004. *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Jakarta: Guna Widya.
- St Mulyanta dan Marlon Leong. 2009. *Tutorial Membangun Multimedia Interaktif Pembelajaran*. Yogyakarta: Univ. Atmajaya.
- Suma'mur. 1999. *Ergonomi Untuk Produktivitas Kerja*. Jakarta: CV. Haji Masagung.
- Suyanto, Wardan. 1989. *Teori Motor Bensin*. Jakarta: Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan.
- Tim. 2011. *Buku Pedoman Proyek Akhir*. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Training Material & Development. *Engine Electrical*. Hyundai Motor Company.

Yamin, Martinis. 2007. *Profesionalisasi Guru & Implementasi KTSP*. Jakarta: Gaung Persada Press.

LAMPIRAN



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

PENGAJUAN JUDUL PROYEK AKHIR/TUGAS AKHIR SKRIPSI

FRM/OTQ/02-00
27 Maret 2008

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Yogi Saputra

NIM : 12509134026

Jurusan : Teknik Otomotif D3

Judul Proyek Akhir/Tugas Akhir Skripsi :

Pembuatan Trainer Sistem Pengapian *Elektrikal Transistor* Sebagai Media
Pembelajaran Praktik Kelistrikan di SMK MUHAMMADIYAH NGAWEN

Rasionalisasi Judul/Alasan Pemilihan Judul

Pembelajaran Materi Jurusan Otomotif di SMK Muhammadiyah Ngawen belum optimal jika lebih banyak belajar ilmu teori saja namun juga harus diimbangi dengan belajar ilmu praktik sehingga lebih mudah dalam penguasaan mata kuliah, karena media praktik yang disediakan di bengkel Otomotif SMK Muhammadiyah Ngawen untuk mendukung keberhasilan Pembelajaran materi otomotif belum sepenuhnya memadai, maka saya berniat menambah *Media Pembelajaran* yang mudah untuk difahami sehingga pembelajaran lebih efektif dan efisien, Semoga media pembelajaran ini dapat bermanfaat untuk siswa maupun siswi SMK Muhammadiyah Ngawen sampai generasi yang akan datang.

Yogyakarta, 30 Oktober 2015

Mahasiswa

Yogi Saputra

NIM. 12509134026



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN JUDUL PROYEK AKHIR/TUGAS AKHIR SKRIPSI

FRM/OTO/03-00
27 Maret 2008

Kepada :
Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif
Di tempat

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Muhkamad Wakid, M.Eng
NIP : 197707172002121001
Pangkat/Gol : Pembina/ III/a
Jabatan : Lektor Kepala

Menyetujui judul Proyek Akhir / Tugas Akhir Skripsi dan bersedia untuk menjadi pembimbing mahasiswa yang tersebut dibawah ini:

Nama : Yogi Saputra
NIM : 12509134026
Kelas : B
Jurusan : Teknik Otomotif D3
No.Telp./HP : 085729034879

Judul Proyek Akhir:
Pembuatan Pembuatan *Training* Sistem Pengapian *Elektrikal Transistor* Sebagai Media Pembelajaran Praktik Sistem Pengapian Di SMK Muhammadiyah Ngawen .

Yogyakarta, 30 oktober 2015

Calon Dosen Pembimbing,

Muhkamad Wakid, M.Eng
NIP. 197707172002121001



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

304/R

PERMOHONAN PEMBIMBING PROYEK AKHIR/TUGAS AKHIR SKRIPSI

FRM/OTO/01-00
27 Maret 2008

Kepada Yth : Bapak Muhkamad Wakid, M.Eng.

Calon Pembimbing Proyek Akhir

Sehubungan dengan rencana Proyek Akhir/Tugas Akhir Skripsi Mahasiswa (terlampir) mohon dengan hormat untuk memberikan masukan dan menjadi pembimbing Proyek Akhir/Tugas Akhir Skripsi mahasiswa tersebut dibawah ini:

Nama : Yogi Saputra
NIM : 12509134026
Kelas : B
Jurusan : Teknik Otomotif
No. Telp/HP. : 085729034879
Judul PA/TAS : Pembuatan Media Pembelajaran Sistem Pengapian *Elektrikal Transistor*

Yogyakarta, 01 April 2015

Yang Membuat,

Kaprodi Teknik Otomotif

Sudlyanto, M.Pd.

NIP. 19540221 198502 1 001

Buat Rangkap 3 :

1. Untuk Mahasiswa
2. Arsip Prodi D3 Teknik Otomotif
3. Untuk Dosen Pembimbing

SURAT PERJANJIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

1. Nama : YOGI SAPUTRA
- NIM : 12509134026
- Alamat : Kos. RT 05 RW 07 CONDONG CATUR, SLEMAN, YK
- No. HP : 082243436742

Selanjutnya disebut pihak ke - 1

2. Nama : SRI ASTUTI, SE
- NIP : 19650505 198903 2015
- Jabatan : KEPALA SEKOLAH
- Unit kerja : SMK MUHAMMADIYAH NGAWEN
- No. HP : 085228978247

Selanjutnya disebut sebagai pihak ke - 2

Pihak ke - 1 mengajak bekerja sama untuk pembuatan media pembelajaran kepada pihak ke - 2 yang digunakan menyelesaikan tugas Proyek Akhir dengan judul : Pembuatan Trainer Sistem Pengapian *Elektrikal Transistor* sebagai media pembelajaran di SMK Muhammadiyah Ngawen.

1. Jangka waktu pengerjaan : 1 (satu) bulan, terhitung mulai tanggal 31 Oktober 2015 sampai dengan tanggal 30 November 2015.
2. Suku cadang untuk media Trainer sistem pengapian *Elektrikal Transistor* sebagai penunjang proses pembelajaran menggunakan suku cadang imitasi dan orisinil.
3. Presentase pembiayaan : 50% dari mahasiswa dan 50% dari pihak sekolah.
4. Apabila selama pengerjaan kerusakan atau kehilangan komponen kendaraan, sepenuhnya ditanggung pihak ke - 1.
5. Semua biaya perbaikan akan ditanggung pihak ke - 1, jika waktu perbaikan melebihi batas waktu yang telah disepakati.

Demikian surat ini saya buat tanpa adanya tekanan atau paksaan dari pihak lain.

Yogyakarta, 31 Oktober 2015

Pihak ke - 1



Pihak ke - 2



NIP. 19650505 198903 2015



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR /TUGAS AKHIR SKRIPSI

FRM/OTO/04-00
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Yogi Saputra
No. Mahasiswa : 1250934026
Judul PA/TAS : Media Pembelajaran Sistem Pengapian Elektrikal Transistor sebagai
Media Pembelajaran Praktik di SMK Muhammadiyah Ngawen.

Dosen Pembimbing : Muhkamad Wahid, M.Eng

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda tangan Dosen Pemb.
1	12-10-2015		Rumusan, tujuan, dan identifikasi masalah di perjelas	
2	27-10-2015		Tujuan dan manfaat kurang jelas	
3	04-11-2015		Lanjutkan bab II	
4	14-12-2015		Untuk teori media pembelajaran jangan hanya satu buku lebih banyak lebih baik.	
5	21-12-2015		Sumber gambar dan komponen harus di cantumkan	
6	23-12-2015		Susunan laporan di sesuaikan dengan buku panduan tugas akhir dan lanjutkan bab III	
7	05-07-2016		Analisis kebutuhan sesuaikan dengan kebutuhan yang ada di sekolah	
8	12-07-2016		Rancangan proses pembuatan yang bagaimana?	
9	18-07-2016		Desain gambar perancangan harus jelas cantumkan ukuran	
10	25-07-2016		Table pembiayaan, kebutuhan alat, waktu pengerjaan, gunakan spasi satu saja.	

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 : Yogi Saputra
No. Mahasiswa : 1250934026
Judul PANTAS : Media Pembelajaran Sistem Elektrikal Transistor Sebagai Media Pembelajaran Praktik di SMK Muhammadiyah Ngawen.

Dosen Pembimbing : Muhkamad Wahid, M.Eng

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda tangan Dosen Pemb.
1	08-08-2016		Tambahkan tabel harga jasa pengerjaan	
2	15-08-2016		Pengujian alat seperti apa?	
3	22-08-2016		Tambah kan perhitungan pully penggerak dan motor yang di gunakan untuk menggerakan berapa rpmnya	
4	31-08-2016		Tabel penggunaan alat harus sesuai dengan kebutuhan yang ada pada analisis. Lanjutkan bab IV dan segera selesaikan alatnya	
5	05-09-2016		Proses pengerjaan tambahkan waktu pengerjaan sesuai tidak dengan perancangan awal	
6	07-09-2016		Hasil pembuatan alat bagaimana sesuai dengan rancangan tidak dan kasih alasannya? Pembahasan di tambah jangan terlalu sedikit.	
7	21-09-2016		Bawa alat ke kampus dan perlihatkan cara pengujianya.	
8	19-10-2016		Lanjutkan BAB V Kesimpulan sesuaikan dengan tujuan pada BAB I. lengkapi semuanya	
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 PANTAS



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

BUKTI SELESAI REVISI PROYEK AKHIR D3/S1

FRM/OTO/11-00
27 Maret 2008

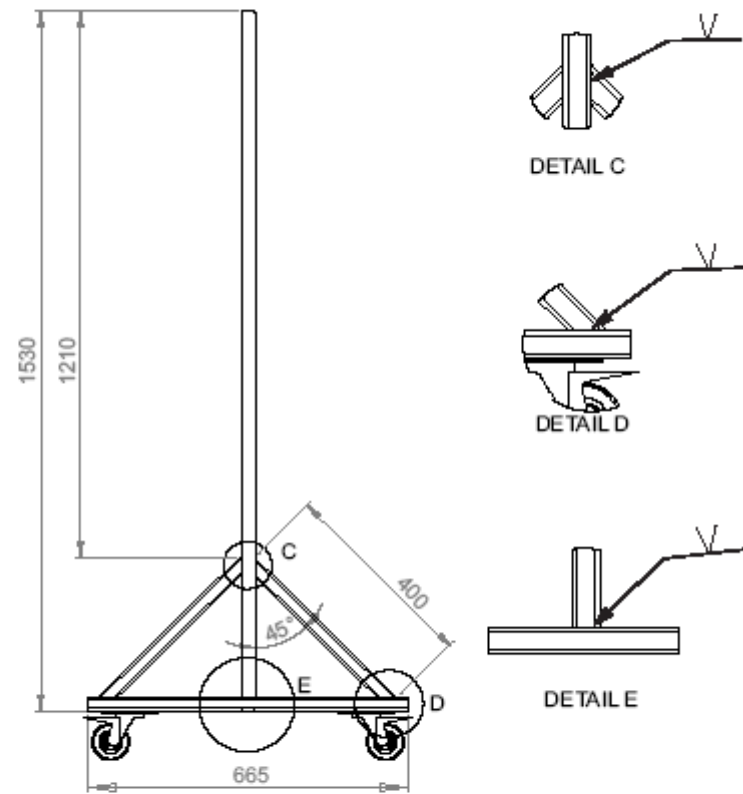
Nama Mahasiswa : Yogi Saputra
No. Mahasiswa : 12509134026
Judul PA D3/S1 : Pembuatan Media Pembelajaran Sistem Pengapian Transistor
Sebagai Media Pembelajaran Di SMK Muhammadiyah Ngawen
Dosen Pembimbing : Muhkamad Wakid, S.Pd, M.Eng

Dengan ini Saya menyatakan Mahasiswa tersebut telah selesai revisi.

No	Nama	Jabatan	Paraf	Tanggal
1	Muhkamad Wakid, S.Pd, M.Eng	Ketua Penguji		5/12
2	Drs. Kir Haryana, M.pd.	Sekretaris Penguji		5/12
3	Drs. Moch Solikin, M.kes.	Penguji Utama		5/12

Keterangan :

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

[illegible]

