



**PERBAIKAN SISTEM KELISTRIKAN *ENGINE STAND*
TOYOTA KIJANG 5K L-4**

PROYEK AKHIR

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



Oleh

MUHAMAD NURSYIDIK

NIM. 14509134036

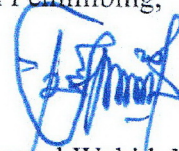
**PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMOTIF FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
SEPTEMBER 2017**

PERSETUJUAN

Proyek akhir yang berjudul “Perbaikan Sistem Kelistrikan Engine Stand Toyota Kijang 5K L-4” ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.

Yogyakarta, 4 Oktober 2017

Dosen Pembimbing,



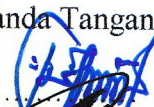
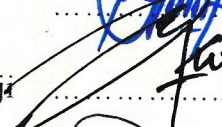

Muhkamad Wakid, M.Eng.

NIP. 19770717 200212 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

Proykr akhir yang berjudul “**PERBAIKAN SISTEM KELISTRIKAN ENGINE STAND TOYOTA KIJANG 5K L-4**” ini telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 13 Oktober 2017 dan dinyatakan lulus.

DEWAN PENGUJI

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Muhkamad Wakid, M.Eng.	Ketua Penguji		25/10/2017
Joko Sriyanto, M.T.	Sekretaris Penguji		23/10/2017
Lilik Chaerul Yuswono, M.Pd.	Penguji Utama		23/10-2017

Yogyakarta, Oktober 2017

Fakultas Teknik

Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan



Dr. Widarto, M.Pd.

NIP. 19631230 198812 1 001A

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam proyek akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi, 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, 29 September 2017

Yang menyatakan,



Muhamad Nursyidik
NIM. 14509134036

MOTTO

*“....sesungguhnya Malaikat menghamparkan sayapnya
pada orang yang menuntut ilmu karena ridha dengan apa yang dituntutnya.”*

(H.R Ibnu Abdur Barr, Kitab Irsyadul ‘Ibad)

*“Tidaklah seorang laki-laki yang meniti jalan untuk menuntut ilmu melainkan
Allah akan mempermudah baginya jalan menuju Surga.”*

(H.R Ibumajah)

“Do the best and pray. Allah will take care of the rest”.

*“Perjuangan hanya untuk mereka yang berani berkorban, dan percayalah dibalik
kegagalan pasti terdapat pertanda keberhasilan”.*

(M.Nur.Shidiq)

“Orasah kemrungung, urip iki wis ono sing ngatur”

(Bapak ku)

PERBAIKAN SISTEM KELISTRIKAN *ENGINE STAND* TOYOTA KIJANG 5K L-4

Oleh :

Muhamad Nursyidik

14509134036

ABSTRAK

Tujuan dilaksanakannya proyek akhir ini adalah untuk merancang perbaikan sistem kelisrikan *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 agar lebih baik dari kondisi sebelumnya, melakukan proses perbaikan sistem kelistrikan *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 agar lebh baik dari kondisi sebelumnya, mengetahui hasil pengujian kinerja *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 setelah diperbaiki.

Proses perbaikan ini dilaksanakan dengan tahapan sebagai berikut : proses perancangan perbaikan, perbaikan dan penggantian komponen, perakitan komponen, dan pengujian hasil perbaikan. Proses perancangan ini didasari oleh analisis kebutuhan yang telah dilakukan yaitu dengan memperbaiki dan melengkapi komponen *engine stand*, melakukan perubahan pada rangkaian kabel, perubahan konstruksi dan desain *board panel*, mengganti kontruksi komponen yang dianggap membahayakan, dan melakukan pengecatan ulang rangka *engine stand* sebagai langkah untuk mencapai tujuan terciptanya *engine stand* yang lebih baik dari kondisi sebelumnya. Proses identifikasi dilakukan dengan cara pengamatan secara langsung untuk memperoleh data kondisi awal *engine stand* beserta komponen-komponennya. Kemudian hasil identifikasi ditindak lanjuti untuk dilakukan perbaikan atau penggantian komponen. Setelah itu komponen dirakit kembali sesuai dengan rencana pada proses perancangan. Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap komponen *engine stand* yang telah diperbaiki, kemudian pengujian juga dilakukan pada sistem kelistrikan *engine*, dan pengujian terakhir adalah pengujian kelayakan hasil perbaikan *engine stand*.

Setelah perbaikan selesai dilaksanakan, didapatkan hasil sebagai berikut : (1) Rancangan perbaikan sistem kelistrikan *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 yang sesuai dengan tujuan yaitu *engine stand* yang lebih baik dari kondisi sebelumnya. (2) Proses perbaikan berjalan lancar sesuai dengan rancangan awal yang telah ditentukan. (3) Pengujian hasil perbaikan yang menyatakan *engine stand* Toyota Kijang 5K dapat bekerja dengan baik dan dari hasil pengujian kelayakan dapat disimpulkan bahwa *engine stand* Toyota Kijang 5K dengan kode L-4 ini “sangat layak untuk digunakan”.

Kata Kunci : Perbaikan Sistem Kelistrikan *Engine Stand* Toyota Kijang 5K L-4

ENGINE STAND ELECTRIC SYSTEM IMPROVEMENT TOYOTA KIJANG 5K L-4

**By:
Muhamad Nursyidik
14509134036**

ABSTRACT

The purpose of this final project is to design the improvement of engine kelisrikan system stand Toyota Kijang 5K L-4 to be better than the previous conditions, make process improvement of engine electrical engine stand Toyota Kijang 5K L-4 for better than the previous conditions, knowing the results of performance testing engine stand Toyota Kijang 5K L-4 after repaired.

This repair process is carried out with the following stages: the design process of repair, repair and replacement of components, assembly of components, and testing the results of improvement. The design process is based on the needs analysis that has been done by repairing and completing the engine stand components, making changes to the wiring circuit, changing the construction and design of the panel board, replacing the construction of components that are considered dangerous, and re-painting the framework engine stand as a step to achieve the purpose of creation engine stand better than the previous condition. The identification process is done by direct observation to obtain the initial condition condition of the engine stand and its components. Then the identification results are followed up for repair or replacement of components. After that the components are assembled again in accordance with the plan on the design process. Further testing of engine booth components that have been improved, then testing is also done on the engine electrical system, and the final test is the feasibility test results of engine booth improvement.

After the repairs are completed, the following results are obtained: (1) The design of the electrical engine engine improvement of the Toyota Kijang 5K L-4 engine, which is in accordance with the objective of a better stand engine than the previous condition. (2) The repair process runs smoothly in accordance with the pre-determined design. (3) Testing the results of the improvement that says engine stand Toyota Kijang 5K can work well and from the feasibility test results can be concluded that engine stand Toyota Kijang 5K with code L-4 is "very feasible to use".

Keywords: Electrical Engine Repair Engine Stand Toyota Kijang 5K L-4

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Proyek Akhir dengan judul “Perbaikan Sistem Kelistrikan *Engine Stand* Toyota Kijang 5K L-4”.

Penulis menyadari bahwa tanpa adanya bantuan dari beberapa pihak, penulis tidak dapat menyelesaikan laporan ini dengan baik. Kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Proyek Akhir dapat terselesaikan dengan baik.
2. Bapak Muhkamad Wakid, M.Eng., selaku dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan laporan Proyek Akhir ini.
3. Bapak Dr. Widarto, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Bapak Dr. Zainal Arifin, M.T. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta.
5. Bapak Moch. Solikin, M.Kes. selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta.
6. Bapak Tafakur, S.Pd.,M.Pd., selaku Koordinator Proyek Akhir Program Studi Diploma III Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta.

7. Orang Tua penulis yang telah memberikan dorongan semangat baik moril maupun materil.
8. Herliana Prima Widya yang selalu sabar, memberikan semangat, dukungan dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan Proyek Akhir ini dengan baik.
9. Teman-teman kelas B Program Studi Diploma III Teknik Otomotif Angkatan 2014 yang banyak membantu dalam berbagai hal.
10. Serta semua pihak yang turut membantu dalam penulisan laporan proyek akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga laporan ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Yogyakarta, 04 Oktober 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL	i
PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan	6
F. Manfaat	6
G. Keaslian Gagasan	7
BAB II. PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH	
A. Media Pembelajaran.....	9
1. Pengertian Media Pembelajaran	9
2. Fungsi Media Pembelajaran.....	10
3. Jenis-jenis Media Pembelajaran.....	10
4. Karakteristik Model	12
B. Kriteria Pemilihan Media Pembelajaran	13
C. Warna	14

D.	Pengertian Perbaikan <i>Engine Stand</i>	15
E.	Sistem Kelistrikan <i>Engine Stand</i> Toyota Kijang 5K	15
	1. Sistem Pengapian	16
	2. Sistem <i>Starter</i>	23
	3. Sistem Pengisian	29
	4. Sistem Indikator	34
F.	Komponen Kelistrikan <i>Engine Stand</i>	34
G.	Teori Perlindungan Korosi	45
H.	Ergonomi	54

BAB III. KONSEP PEMBUATAN

A.	Analisis Kebutuhan	57
B.	Rencana Perbaikan <i>Engine Stand</i>	59
C.	Rancangan Proses Perbaikan	63
D.	Rancangan Kebutuhan Alat dan Bahan	69
E.	Rancangan Pengujian	71
	1. Pengujian Komponen	71
	2. Pengujian Kinerja Sistem Kelistrikan <i>Engine Stand</i>	83
	3. Pengujian Persepsional	94
F.	Rancangan Biaya Perbaikan	98
G.	Rancangan Jadwal Pengerjaan	100

BAB IV. PROSES, HASIL, DAN PEMBAHASAN

A.	Proses Perbaikan	101
	1. Identifikasi Kondisi Awal <i>Engine Stand</i>	101
	2. Proses Perbaikan <i>Engine Stand</i>	107
	3. Pengujian <i>Engine Stand</i> Toyota Kijang 5K	117
B.	Hasil Perbaikan <i>Engine Stand</i>	118
C.	Pebahasan	133

BAB V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan	139
B. Keterbatasan.....	141
C. Saran	142

DAFTAR PUSTAKA	143
-----------------------------	------------

LAMPIRAN.....	144
----------------------	------------

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 01. Spesifikasi Pemeriksaan <i>Regulator</i>	33
Tabel 02. Pedoman <i>American Wire Gauge</i>	40
Tabel 03. Pedoman Pemilihan Ukuran Kabel.....	41
Tabel 04. Identifikasi Sekring.....	44
Tabel 05. Daftar Alat yang Dibutuhkan.....	69
Tabel 06. Daftar Bahan yang Dibutuhkan.....	70
Tabel 07. Pengujian Komponen.....	81
Tabel 08. Pengujian Kerja Sistem Kelistrikan <i>Engine Stand</i>	93
Tabel 09. Kriteria Pembobotan Skala <i>Likert</i>	94
Tabel 10. Kisi-kisi Instrumen Penilaian.....	95
Tabel 11. Penggolongan Kategori Kelayakan.....	98
Tabel 12. Rencana Anggaran Biaya.....	98
Tabel 13. Jadwal Kegiatan.....	100
Tabel 14. Data Hasil Identifikasi Awal Komponen <i>Engine Stand</i>	119
Tabel 15. Hasil Pengujian Komponen Kelistrikan.....	122
Tabel 16. Hasil Pengujian Sistem Kelistrikan <i>Engine Stand</i>	139
Tabel 17. Hasil Pengujian Persepsional.....	130

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Sistem Pengapian	16
Gambar 2. Pemeriksaan Tahanan Kumbaran Primer Koil.....	18
Gambar 3. Pemeriksaan Tahanan Kumbaran Sekunder Koil.....	18
Gambar 4. Konstruksi Motor <i>Starter</i>	24
Gambar 5. Pemeriksaan <i>Pull-in Coil</i>	26
Gambar 6. Pemeriksaan <i>Hold in coil</i>	27
Gambar 7. Pemeriksaan Kembalinya <i>Plunger</i>	28
Gambar 8. Pemeriksaan Tanpa Beban	29
Gambar 9. Hubungan Terminal Kunci Kontak	36
Gambar 10. <i>Wire Harness</i>	41
Gambar 11. Simbol Sekring (<i>Fuse</i>)	43
Gambar 12. Sekring (<i>fuse</i>)	44
Gambar 13. Blok Tangan (<i>Hand Block</i>)	48
Gambar 14. <i>Air Spray Gun</i>	49
Gambar 15. <i>Spatula</i>	50
Gambar 16. Bagan Proses Persiapan Permukaan.....	51
Gambar 17. Posisi <i>Sander</i> Saat Mengupas Cat.....	52
Gambar 18. Proses <i>Featheredging</i>	52
Gambar 19. Proses Aplikasi Dempul (<i>Putty</i>).....	53
Gambar 20. Kondisi Awal <i>Fuse</i> (tipe tabung)	60
Gambar 21. Ilustrasi Perubahan Posisi Kunci Kontak	61
Gambar 22. Konstruksi Komponen yang Membahayakan	61

Gambar 23. Kode <i>Engine Stand</i>	62
Gambar 24. Deain <i>Board Panel</i> Baru	66
Gambar 25. <i>Wiring</i> Kelistrikan Toyota Kijang 5K.....	66
Gambar 26. Rangkaian pengujian <i>Pull in coil</i>	85
Gambar 27. Rangkaian pegujian <i>Hold in coil</i>	85
Gambar 28. Rangkaian pengujian Kembalinya <i>Plunger</i>	86
Gambar 29. Rancangan Pengujian Tanpa Beban.....	87
Gambar 30. Rangkaian Pengujian Penurunan Tegangan pada Kabel Positif Baterai	88
Gambar 31. Rangkaian Pengujian Penurunan Tegangan pada Kabel Negatif Baterai.	88
Gambar 32. Pengujian Penurunan Tegangan pada Rangkaian Sistem Motor <i>Starter</i>	89
Gambar 33. Kondisi Awal <i>Engine Stand</i> Toyota Kijang 5K L-4	102
Gambar 34. Kondisi Awal <i>Fuse</i> dan <i>Fuse Box</i>	103
Gambar 35. Kondisi Awal Motor <i>Starter</i> (diganjal kayu).....	104
Gambar 36. Kondisi Kabel Rangkaian Kelistrikan.....	105
Gambar 37. Sambungan Antar Kabel yang Berbeda Warna.....	105
Gambar 38. Kondisi Awal <i>Board Panel</i>	106
Gambar 39. Kondisi Awal Knalpot.....	107
Gambar 40. Proses Melepas dan Menurunkan <i>Engine</i> dari Rangka	108
Gambar 41. Proses Perbaikan Rangka <i>Engine Stand</i>	109
Gambar 42. Proses Menghilangkan Karat	110
Gambar 43. Proses Membersihkan Debu dan Kotoran	110
Gambar 44. Proses Aplikasi Primer	111

Gambar 45. Proses Menghaluskan Permukaan Lapisan Primer	112
Gambar 46. Proses Pengecatan <i>Top Coat</i>	112
Gambar 47. Deain <i>Board Panel</i> Baru	113
Gambar 48. Proses Pemasangan Komponen dan Kabel	117
Gambar 49. Hasil Perbaikan Rangka <i>Engine Stand</i>	120
Gambar 50. Hasil Perbaikan <i>Board Panel</i>	120
Gambar 51. Hasil Perbaikan Knalpot	121
Gambar 52. Perbedaan Kondisi Kelengkapan Kelistrikan <i>Engine Stand</i> ...	121
Gambar 53. Hasil Pemasangan <i>Engine</i> dan Penggantian <i>Mounting</i>	126
Gambar 54. Hasil Pemasangan Motor <i>Starter</i>	127
Gambar 55. Hasil Pemasangan <i>Regulator</i> pada Dudukan Baru	127
Gambar 56. Hasil Pemasangan Rangkaian Kabel.....	128
Gambar 57. Hasil Perakitan Komponen <i>Engine Stand</i>	128

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Gambar Kerja Rangka <i>Engine Stand</i> Toyota Kijang 5K.....	145
Lampiran 2. Gambar <i>Layout</i> Komponen dan Jalur Kabel	146
Lampiran 3. Gambar Desain <i>Board Panel</i>	147
Lampiran 4. Lembar Validasi Instrumen Penilaian Hasil Perbaikan Sistem Kelistrikan <i>Engine Stand</i> Toyota Kijang 5K	148
Lampiran 5. Kartu Bimbingan	152
Lampiran 6. Bukti Selesai Revisi Proyek Akhir	155

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sekarang, membuat perkembangan industri semakin pesat, khususnya industri otomotif di Indonesia. Perkembangan tersebut mengharuskan kalangan pendidikan untuk meningkatkan penguasaan ilmu dan teknologi peserta didiknya, tidak terkecuali lembaga pendidikan jurusan teknik otomotif baik kependidikan maupun non kependidikan.

Usaha untuk meningkatkan penguasaan ilmu dan teknologi yang dilakukan oleh Lembaga Pendidikan Kejuruan (LPK) dalam hal ini SMK, Perguruan Tinggi dan Balai Latihan Kerja (BLK) teknik otomotif yaitu dengan menggunakan berbagai media pembelajaran. Media pembelajaran itu berupa *engine stand* baik sepeda motor maupun mobil, yang diharapkan mampu mempermudah penyampaian materi kepada peserta didik.

Perguruan Tinggi Universitas Negeri Yogyakarta khususnya Program Studi Teknik Otomotif dalam meningkatkan penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi baik teori maupun praktikum, Program Studi Teknik Otomotif dilengkapi bengkel (*workshop*) sebagai tempat praktikum mahasiswa. Adapun bengkel praktikum ini terdiri dari bengkel *body* kendaraan, bengkel motor bensin, bengkel motor *diesel*, bengkel *chassis*, bengkel sepeda motor dan bengkel kelistrikan.

Di bengkel praktik kelistrikan Jurusan Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta terdapat mata kuliah praktikum yaitu Listrik Elektronika Dasar, Listrik Elektronika Otomotif, Elektronika *Analog* dan *Digital*, Sistem *Air Conditioner*, *Engine Manajemen Sistem*, dan *Diagnosis* Kelistrikan. Dalam pelaksanaannya kini dijumpai permasalahan-permasalahan pada kegiatan praktikum khususnya di bengkel kelistrikan. Permasalahan tersebut diantaranya tempat praktikum yang sempit, ini dikarenakan bengkel kelistrikan juga digunakan sebagai tempat penyimpanan media pembelajaran, banyaknya *engine stand* yang jarang dipakai namun ditempatkan di bengkel kelistrikan, sehingga semakin membuat sempit tempat praktikum. Kurangnya ventilasi sebagai jalur sirkulasi udara, dan kurang rapinya penataan (*lay out*) bengkel.

Permasalahan berikutnya pada media pembelajaran praktikum antara lain kurang bervariasinya media pembelajaran yang digunakan. Media pembelajaran yang ada didominasi oleh beberapa *brand* kendaraan saja seperti Toyota, Timor dan Nissan. Diantara beberapa *engine stand* yang digunakan dalam kegiatan praktikum banyak *engine stand* yang berada dalam kondisi yang kurang layak untuk digunakan. Sebagai contoh *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 yang sudah tidak berfungsi normal karena mengalami beberapa kekurangan dan kerusakan.

Berdasarkan observasi awal yang dilakukan terdapat beberapa kerusakan diantaranya *alternator* yang sudah rusak serta tidak dilengkapinya *amperemeter* dan *regulator* pada sistem pengisian, sehingga *engine stand*

tidak dapat digunakan pada praktik sistem pengisian. Selanjutnya motor *starter* pada sistem *starter* yang harus diganjal menggunakan kayu karena perkaitan antara *pinion* dan *fly wheel* tidak tepat menyebabkan praktik sistem *starter* tidak dapat berjalan dengan lancar. Kerusakan berikutnya adalah tidak dilengkapinya lampu-lampu indikator pada sistem indikator mesin dan kondisi kabel pada semua sistem yang tidak rapi dan sudah tidak sesuai spesifikasi serta banyaknya sambungan antar kabel yang berbeda warna. Kerusakan dan kekurangan ini menjadikan *engine stand* tidak dapat digunakan pada semua pekerjaan (*job*) sistem kelistrikan konvensional (sistem pengapian, sistem *starter*, sistem pengisian, dan *diagnosis* kendaraan).

Berdasarkan permasalahan-permasalahan di atas maka yang menjadi perhatian utama yaitu kurangnya kelayakan media pembelajaran berupa *engine stand* yang digunakan untuk kegiatan praktikum. Sehingga dalam tugas akhir ini penulis mengambil judul **“Perbaikan Sistem Kelistrikan Engine Stand Toyota Kijang 5K L-4”**. Dengan tujuan untuk melakukan perbaikan pada beberapa komponen *engine stand*, agar *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 tersebut dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran praktik semua materi sistem kelistrikan *engine*. Sehingga proses belajar mengajar yang memanfaatkan media *engine stand* ini dapat berjalan dengan lancar.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka terdapat beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Praktik kelistrikan dilaksanakan secara berkelompok, terdiri dari kurang lebih 20 mahasiswa, sehingga memerlukan tempat praktik dengan luas kurang lebih 10 m². Namun kenyataannya luas tempat praktikum di bengkel kelistrikan kurang lebih 6 m². Oleh sebab itu diperlukan cara agar mahasiswa tetap merasa nyaman dalam melaksanakan praktikum.
2. Pada kegiatan praktik kelistrikan kendaraan, terdapat praktikum yang harus menghidupkan *engine*, sehingga memerlukan ventilasi yang cukup sebagai jalur sirkulasi udara. Bengkel kelistrikan belum terdapat ventilasi yang mencukupi, sehingga diperlukan cara agar sirkulasi udara tetap lancar.
3. Tata letak (*lay out*) bengkel yang rapi akan terlihat menarik dan meningkatkan kenyamanan terhadap pengguna bengkel. Namun di bengkel praktikum kelistrikan ini tata letak (*lay out*)nya kurang rapi, banyak media pembelajaran yang jarang digunakan namun ditempatkan di bengkel kelistrikan dan tidak tertata, pengelompokan media pembelajaran juga belum dapat dilaksanakan, sehingga diperlukan penataan bengkel yang rapi dan penggolongan media pembelajaran sesuai dengan fungsi kerjanya agar ruangan terlihat rapi dan nyaman untuk digunakan.

4. Kegiatan praktikum kelistrikan memerlukan bantuan media pembelajaran yang layak dan mudah digunakan dalam kegiatan praktik untuk memudahkan penyampaian materi praktikum kepada mahasiswa. Di bengkel praktik kelistrikan terdapat *engine stand* dalam keadaan yang kurang layak untuk digunakan sebagai media praktik, salah satunya *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4. Kerusakan *engine stand* terjadi pada *alternator*, perkaitan *pinion starter* dengan *fly wheel* yang tidak tepat, lampu-lampu indikator yang sudah mati, kerusakan pada knalpot dan dudukan *engine (mounting)*. Selain itu tidak lengkapnya komponen-komponen *engine stand* seperti *regulator*, *amperemeter*, kunci kontak dan Standar Pengoperasian serta Perawatan *Engine Stand*. *Wiring diagram* kelistrikan dan kabel kelistrikan yang tidak sesuai spesifikasi, banyaknya sambungan antar kabel yang berbeda warna serta jalur kabel yang kurang rapi dan juga pengkodean *engine stand* belum teratur, sehingga diperlukan perbaikan pada *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 ini, agar lebih baik dari kondisi sebelumnya dan dapat digunakan untuk kegiatan praktikum kelistrikan *engine*.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, terdapat beberapa permasalahan dalam kegiatan praktikum kelistrikan di bengkel praktik jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Namun dikarenakan terbatasnya kemampuan, pengetahuan, biaya serta

waktu pengerjaan, maka permasalahan akan dibatasi pada permasalahan nomor 4 yaitu perbaikan sistem kelistrikan *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4, agar lebih baik dari kondisi sebelumnya.

D. Rumusan Masalah

Dari beberapa uraian yang telah disampaikan di atas, maka rumusan masalah yang dapat diambil adalah sebagai berikut

1. Bagaimana rancangan perbaikan sistem kelistrikan *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4, agar lebih baik dari kondisi sebelumnya?
2. Bagaimana proses perbaikan sistem kelistrikan *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4, agar lebih baik dari kondisi sebelumnya ?
3. Bagaimana hasil pengujian kinerja *engine stand* kelistrikan Toyota Kijang 5K L-4 setelah diperbaiki ?

E. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka dapat disampaikan tujuan-tujuan sebagai berikut

1. Mampu merancang perbaikan sistem kelistrikan *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4, agar lebih baik dari kondisi sebelumnya.
2. Mampu melakukan proses perbaikan sistem kelistrikan pada *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4, agar lebih baik dari kondisi sebelumnya.
3. Mampu mengetahui hasil pengujian kinerja *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 setelah diperbaiki.

F. Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diambil dari pelaksanaan program ini adalah sebagai berikut :

1. Manfaat Bagi Mahasiswa
 - a. Sebagai salah satu langkah penerapan ilmu pengetahuan yang telah diperoleh dalam kegiatan belajar mengajar selama perkuliahan.
 - b. Sebagai langkah awal untuk mengembangkan, merancang, memodifikasi, dan menciptakan karya teknologi baru yang bermanfaat.
 - c. Sebagai salah satu tolak ukur kemampuan mahasiswa dalam penguasaan ilmu pengetahuan.
 - d. Sebagai pengalaman bagi mahasiswa agar nantinya dapat diterapkan didunia usaha maupun dunia kerja (industri).
2. Manfaat Bagi Lembaga Pendidikan
 - a. Sebagai salah satu langkah pengembangan dunia pendidikan menyerap perkembangan teknologi yang ada.
 - b. Sebagai media yang memudahkan proses kegiatan belajar mengajar terutama kegiatan praktikum.
 - c. Sebagai motivator bagi anggota lembaga pendidikan lain agar dapat mengembangkan ide-ide baru yang dimiliki.

G. Keaslian Gagasan

Perbaikan sistem kelistrikan *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 ini merupakan gagasan yang muncul akibat beberapa permasalahan yang terjadi khususnya pada *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 di bengkel praktik jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Gagasan ini juga hasil dari diskusi dengan dosen yang didasari oleh kondisi kegiatan belajar mengajar khususnya praktikum yang memanfaatkan *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4.

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

Sebelum melaksanakan perbaikan *engine stand* ini, terlebih dahulu penulis sampaikan beberapa teori yang akan mendasari proses perbaikan ini. Teori yang penulis sampaikan merupakan teori dasar. Dari teori ini diharapkan dapat menjadi landasan ilmu dalam pelaksanaan proses perbaikan.

A. Media Pembelajaran

1. Pengertian Media Pembelajaran

Pengertian media pembelajaran menurut beberapa sumber adalah sebagai berikut :

Kata *media* berasal dari bahasa Latin *medius* yang secara harfiah berarti ‘tengah’, ‘perantara’ atau ‘pengantar’. Dalam bahasa Arab, media berarti perantara atau pengantar pesan dari pengirim kepada penerima pesan. Dalam pengertian ini, guru, buku teks, dan lingkungan sekolah merupakan media. Jika diartikan lebih khusus, pengertian media dalam proses belajar mengajar cenderung diartikan sebagai alat-alat grafis, fotografis, atau elektronis untuk menangkap, memproses, dan menyusun kembali informasi *visual* atau *verbal*. (Azhar Arsyad, 2011).

Gagne’ dan Briggs (1975) dalam Azhar Arsyad (2011: 4-5) secara implisit mengatakan bahwa media pembelajaran meliputi alat yang secara fisik digunakan untuk menyampaikan isi materi pengajaran, yang terdiri dari antara lain buku, tape recorder, kaset, video camera, video recorder, film, slide (gambar bingkai), foto, grafik, televisi, dan komputer. Dengan kata lain media pembelajaran adalah komponen sumber belajar atau wahana fisik yang mengandung materi instruksional di lingkungan siswa yang dapat merangsang siswa untuk belajar.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran adalah komponen sumber belajar yang mengandung materi *instruksional* dan digunakan sebagai perantara untuk menyampaikan isi materi dari pengirim ke penerima.

2. Fungsi Media Pembelajaran

Fungsi media pembelajaran dalam proses belajar mengajar adalah sebagai berikut

- a. Membangkitkan motivasi dan rangsangan untuk belajar.
- b. Membantu keefektifan proses pembelajaran.
- c. Membantu meningkatkan pemahaman.
- d. Menyajikan data dengan menarik dan terpercaya.
- e. Memudahkan penafsiran data dan memadatkan informasi.

(Azhar Arsyad, 2011).

3. Jenis-Jenis Media Pembelajaran

Media pembelajaran memiliki beberapa jenis, jika ditinjau dari dimensinya media pembelajaran dapat digolongkan menjadi dua yaitu

a. Media Pembelajaran Dua Dimensi

Merupakan media penjelasan yang dapat dilihat, didengar, ataupun dilihat dan didengar.

b. Media Pembelajaran Tiga Dimensi

Media tiga dimensi yang sering digunakan dalam media pembelajaran adalah model dan boneka. Model adalah benda tiruan tiga dimensional dari beberapa obyek nyata yang terlalu besar,

terlalu jauh, terlalu kecil, terlalu mahal, terlalu jarang atau terlalu ruwet untuk dibawa ke dalam kelas dan dipelajari peserta didik dalam wujud aslinya. (Nana Sudjana, 2011)

Jenis-jenis model adalah sebagai berikut

1) Model Padat (*Solid Model*)

Model padat adalah model yang memperlihatkan bagian permukaan luar dari obyek dan seringkali membuang bagian dalam. Hal ini akan membingungkan gagasan-gagasan utamanya dari bentuk, warna dan susunannya.

2) Model Kerja (*Working Model*)

Model kerja adalah tiruan dari suatu obyek yang memperhatikan bagian luar obyek asli dan mempunyai beberapa bagian dari benda sesungguhnya.

3) Model Penampang (*Cutway Model*)

Model penampang adalah suatu model yang memperlihatkan susunan bagian dalamnya dengan cara mengangkat bagian permukaannya. (Nana Sudjana, 2011)

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui bahwa *engine stand* Toyota Kijang 5K merupakan media pembelajaran 3 (tiga) dimensi jenis model kerja karena *engine stand* ini memiliki beberapa bagian dari benda sesungguhnya.

4. Karakteristik Model

Karakteristik model adalah sebagai berikut

- a. Model merupakan benda tiga dimensi yang membantu dalam mewujudkan realitas karena tidak hanya bisa dilihat namun juga bisa dipegang.
- b. Model dapat berupa benda yang lebih besar atau lebih kecil dari aslinya supaya mudah untuk dipelajari dan mudah dalam pendistribusiannya.
- c. Model dapat memperlihatkan bagian dalam dari sebuah benda yang dalam keadaan sebenarnya dalam keadaan tertutup untuk menjelaskan bagian dalam dari obyek tersebut saat bekerja. Model ini biasa disebut dengan model terbuka atau model irisan.
- d. Model dapat dibuat dengan menghilangkan atau meninggalkan bagian-bagian tertentu supaya orang dapat mempelajari bagian yang terpenting saja seperti untuk menjelaskan fungsi bagian dari suatu model.
- e. Model yang baik merupakan model yang dapat dibongkar dan dipasang kembali setelah dilakukan pengamatan hingga bagian terkecil di dalam obyek tersebut dan dapat bekerja sebagaimana mestinya setelah dilakukan pemasangan kembali.
- f. Warna digunakan untuk memperjelas bagian-bagian yang penting dan dapat digunakan sebagai penanda dari bagian yang dipelajari serta

untuk memperjelas pengertian bagian yang ditunjukkan. (Amir Hamzah, 1981)

B. Kriteria Pemilihan Media Pembelajaran

Pentingnya pemilihan media pembelajaran merupakan suatu bagian yang tidak terlepas sebelum menggunakan media pembelajaran yang tepat. Dalam penggunaannya media mempunyai kriteria dimana media dikatakan media yang baik. Kriteria media pembelajaran yang baik yang perlu diperhatikan dalam proses pemilihan media adalah sebagai berikut:

1. Jelas dan rapi.
2. Bersih dan menarik. Membangkitkan hasrat untuk memperhatikan.
3. Cocok atau sesuai dengan sasaran.
4. Relevan dengan topik yang diajarkan.
5. Sesuai dengan tujuan pembelajaran.
6. Praktis, *luwes* dan bertahan.
7. Berkualitas baik.
8. Ukurannya sesuai dengan lingkungan belajar. (Asyhar Rayanda, 2012)

Dari kriteria pemilihan media pembelajaran di atas, dapat dijadikan sebagai tolak ukur dalam memilih media pembelajaran yang baik. Begitu juga dengan media pembelajaran berupa *engine stand*, maka dari itu proses perbaikan ini berlandaskan kriteria di atas untuk mewujudkan tujuan *engine stand* yang lebih baik dari kondisi sebelumnya.

C. Warna

Warna adalah salah satu unsur keindahan dalam seni dan desain selain unsur-unsur visual lainnya seperti: garis, bentuk, barik (tekstur), nilai, ukuran. (Sulasmi Darma Prawira, 1989)

Setiap warna memiliki karakteristik yang berbeda. Yang dimaksud dengan karakteristik dalam hal ini adalah ciri-ciri atau sifat-sifat khas yang dimiliki oleh suatu warna. Karakteristik warna menurut Sulasmi Darma Prawira (1989:51) adalah

1. Warna hangat : merah, kuning, coklat, jingga.
2. Warna sejuk : warna yang terletak dari hijau ke ungu melalui biru.
3. Warna tegas : warna biru, merah, kuning, putih, hitam.
4. Warna tua/berat : warna-warna tua yang mendekati warna hitam. (coklat tua, biru tua, dsb)
5. Warna muda/ringan : warna-warna yang mendekati warna putih.
6. Warna tenggelam : semua warna yang diberi campuran kelabu.

Karakteristik warna-warna di atas perlu dijadikan pertimbangan dalam aplikasi warna agar mencapai tujuan yang diinginkan oleh seniman maupun pendesain. (Sulasmi Darma Prawira, 1989)

Berdasarkan karakteristik warna di atas, warna kuning termasuk dalam golongan warna hangat dan jelas. Arti warna kuning itu sendiri adalah warna yang menghasilkan efek hangat, membangkitkan kegembiraan, merangsang aktifitas mental, dan membangkitkan energi. Warna kuning juga merupakan warna yang menyerap perhatian, namun terlalu banyak warna kuning justru akan mengganggu, sehingga warna kuning cocok untuk dipadukan engan warna yang lebih gelap.

D. Pengertian Perbaikan *Engine Stand*

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia perbaikan berarti : pembetulan, perubahan yang mengakibatkan penggunaan alat lebih lama, tambahan produksi lebih besar dari normal, dan penekanan biaya produksi. Sedangkan memperbaiki berarti : membetulkan, menjadikan lebih baik (bagus, rapi, dan sebagainya). (Ebta Setiawan, 2017)

Dari pengertian di atas dapat disimpulkan perbaikan *engine stand* merupakan proses pembetulan dengan melakukan perubahan pada komponen maupun sistem yang ada pada *engine stand* dari kondisi sebelumnya dengan tujuan untuk mendapatkan kondisi yang lebih baik.

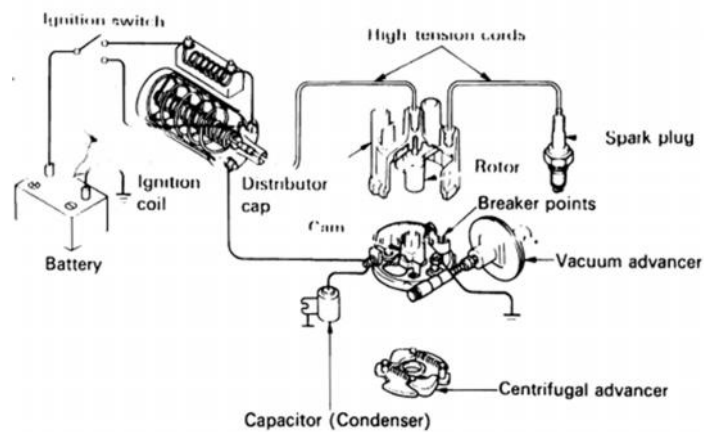
Kondisi *engine stand* yang baik yaitu yang memenuhi kriteria pemilihan media pembelajaran yang sudah disampaikan di atas. Perbaikan ini dilaksanakan karena adanya kekurangan dan kerusakan pada kondisi awal *engine stand*. Dengan langkah perbaikan ini diharapkan mampu meningkatkan kualitas fungsi *engine stand*, khususnya *engine stand* kelistrikan Toyota Kijang 5K L-4.

E. Sistem Kelistrikan *Engine Stand* Toyota Kijang 5K L-4

Sistem kelistrikan pada *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 terbagi menjadi empat sistem, yaitu sistem *starter*, sistem pengapian, sistem pengisian, dan sistem indikator. Adapun penjelasan dari masing-masing sistem dan komponen yang terkait dengan sistem tersebut adalah sebagai berikut :

1. Sistem Pengapian

Sistem pengapian berfungsi untuk menaikkan tegangan baterai dari 12 Volt menjadi tegangan tinggi 10 KiloVolt atau lebih dengan mempergunakan koil sebagai pembangkit tegangan. Tegangan tinggi yang dihasilkan selanjutnya didistribusikan ke masing-masing busi melalui *distributor* dan kabel tegangan tinggi. Rangkaian sistem pengapian dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Sistem Pengapian (Anonim, 1995 : 321)

Syarat utama sistem pengapian adalah untuk menghasilkan percikan bunga api yang kuat pada saat campuran udara dan bahan bakar dimampatkan (dikompresi) oleh *piston* di dalam silinder, tahanan listrik di dalam udara yang ditekan akan bertambah besar, maka bunga api akan lebih sulit untuk bisa melewati tahanan udara tersebut, maka diperlukan tegangan tinggi yang kuat agar mampu menembus hambatan udara di dalam silinder. Untuk menghasilkan percikan bunga api yang kuat sistem pengapian dilengkapi dengan beberapa komponen sebagai berikut :

a. *Ignition Coil* (koil pengapian)

Berfungsi untuk menaikkan tegangan listrik 12 Volt yang diterima dari baterai menjadi tegangan tinggi (10 kilovolt atau lebih) untuk menghasilkan loncatan bunga api yang kuat pada celah busi. Untuk dapat menaikkan tegangan tersebut koil pengapian dilengkapi dengan dua kumparan sebagai berikut :

1) Kumparan Primer

Kumparan primer berfungsi untuk menimbulkan medan magnet pada koil pengapian, sehingga menghasilkan induksi pada kumparan-kumparannya. Ciri dari kumparan primer ini adalah penampangnya yang besar namun gulungannya sedikit (15 – 20 lilitan) dan berada di luar kumparan sekunder.

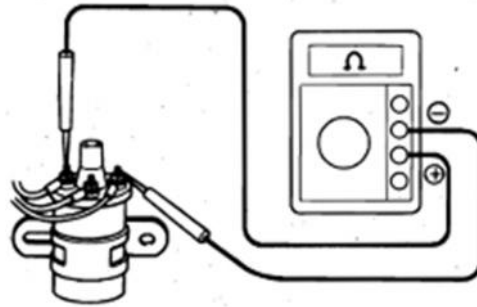
2) Kumparan Sekunder

Kumparan sekunder berfungsi untuk menginduksi tegangan menjadi lebih tinggi yang selanjutnya dialirkan ke busi untuk menimbulkan percikan bunga api. Ciri kumparan sekunder ini adalah mempunyai penampang kecil dan jumlah lilitan yang banyak (15.000 – 30.000 lilitan) dan berada di bagian dalam lilitan primer.

Cara pemeriksaan koil pengapian dengan menggunakan *multimeter* adalah sebagai berikut :

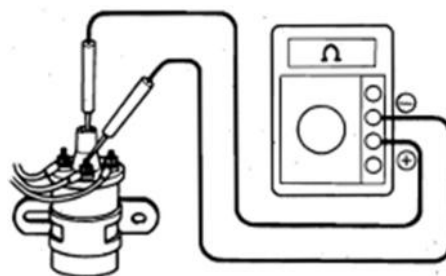
- a) Memeriksa tahanan kumparan primer koil dengan mengukur tahanan antara terminal positif dengan terminal negatif koil

seperti terlihat pada gambar 5 di bawah ini. Spesifikasi tahanan kumparan primer pada posisi koil dingin adalah $1,2 \Omega - 1,5 \Omega$.



Gambar 2. Pemeriksaan Tahanan Kumparan Primer Koil
(Anonim, 1981:163)

- b) Memeriksa tahanan kumparan sekunder koil dengan cara mengukur tahanan antara terminal positif dengan terminal tegangan tinggi koil seperti terlihat pada gambar 6 di bawah ini. Spesifikasi tahanan kumparan sekunder pada posisi koil dingin adalah $10,7 \text{ k}\Omega - 14,5 \text{ k}\Omega$.



Gambar 3. Pemeriksaan Tahanan Kumparan Sekunder Koil
(Anonim, 1981:164)

- b. Platina (*Breaker point*)

Platina berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan tegangan listrik pada kumparan primer ke masa agar terjadi induksi pada kumparan koil, induksi terjadi pada saat platina mulai terbuka.

Cara pemeriksaan platina adalah pemeriksaan secara *visual* dari kerusakan akibat percikan bunga api yang berlebihan.

Sudut *dwell* adalah lamanya kumparan primer mendapatkan aliran arus listrik, yang akan menyebabkan terbentuknya medan magnet pada inti koil, terjadinya medan magnet pada koil pengapian pada saat awal platina tertutup sampai awal platina terbuka.

Cara penyetelan sudut *dwell* yaitu :

- 1) Membuka tutup *distributor*
- 2) Memutar *puli* poros engkol pada posisi *nok* tertinggi pada *distributor* sehingga platina membuka
- 3) Menyetel celah platina sesuai dengan spesifikasi menggunakan *feller gauge*
- 4) Memasang kembali tutup *distributor*

Spesifikasi celah platina adalah 0,35 mm – 0,45 mm atau dapat diukur menggunakan *dwell tester* untuk mengetahui sudut *dwell*, sudut *dwell* standar adalah $52^{\circ} \pm 2^{\circ}$ (Anonim, 1981).

c. *Kondensor*

Kondensor berfungsi untuk menyerap loncatan bunga api yang terjadi di platina saat membuka, yang bertujuan untuk menaikkan tegangan koil sekunder. Kemampuan dari suatu *kondensor* dapat ditunjukkan dengan berapa besar kapasitasnya yang diukur dalam *micro farad* (μf).

Cara pemeriksaan *kondensor* yaitu :

- 1) Menghubungkan kabel *kondensor* tegangan rendah ke kabel positif *multimeter*
- 2) Menghubungkan ujung kabel negatif *multimeter* ke bodi *kondensor*
- 3) Memutar selector *multimeter* pada skala *Ohm*
- 4) Mengamati jarum pada skala pembacaan *multimeter* apabila jarum bergerak berarti *kondensor* sudah rusak.

d. *Vacum Advancer*

Vacum advancer berfungsi untuk memajukan saat pengapian sesuai dengan pertambahan beban mesin saat pedal gas diinjak secara mendadak atau pada saat akselerasi.

Cara pemeriksaan *vacum advancer* adalah :

- 1) Memeriksa hubungan selang *vacum* benar atau tidak dan tidak ada kebocoran
- 2) Menghidupkan mesin dan tekan pedal gas, mengamati perubahan gerak pada *octane selector*, gerakan *octane selector* harus sebanding dengan pembukaan katup gas
- 3) Bila *distributor* tidak dilengkapi dengan *octane selector* kerja *vacum advancer* dapat diperiksa melalui perubahan saat pengapian. Perubahan saat pengapian dapat dilihat menggunakan *timing light*, bila *vacum advancer* baik maka

saat dilakukan akselerasi, saat pengapian juga berubah secara mendadak.

e. *Centrifugal Advancer*

Centrifugal advance berfungsi untuk memajukan saat pengapian sesuai dengan putaran mesin. Cara pemeriksaan *centrifugal advancer* yaitu dengan memutar *rotor* berlawanan dengan arah putaran *rotor*, kemudian lepaskan dan perhatikan bahwa kembali dengan cepat.

f. Tutup *Distributor*

Tutup *distributor* dilengkapi dengan terminal-terminal yang berfungsi untuk membagikan arus listrik tegangan tinggi dari *rotor* ke kabel tegangan tinggi untuk masing-masing busi. Pemeriksaan tutup *distributor* dilakukan dengan memeriksa kemungkinan adanya keretakan, sisa-sisa karbon yang terbakar atau terminal yang kotor atau berkarat dan juga memeriksa tempat persinggungan bagian tengah kemungkinan adanya keausan.

g. *Rotor*

Rotor berfungsi untuk membagikan arus listrik tegangan tinggi yang dihasilkan oleh koil pengapian pada tiap-tiap busi. Pemeriksaan dilakukan terhadap kemungkinan adanya keretakan, kotoran atau terminal terbakar.

h. Kabel tegangan tinggi

Kabel tegangan tinggi berfungsi untuk mengalirkan arus listrik tegangan tinggi dari *distributor* ke masing-masing busi. Kabel tegangan tinggi yang masih baik mempunyai tahanan maksimum kurang dari 25 k Ω , jika pemeriksaan menunjukkan harga di atas *limit*, kabel tegangan tinggi harus diganti.

i. Busi

Busi berfungsi untuk menghasilkan arus listrik tegangan tinggi menjadi loncatan bunga api melalui elektroda untuk memulai proses pembakaran antara campuran bahan bakar dan udara di ruang bakar.

Ketepatan pembakaran dapat dilihat dari kondisi rongga busi, seperti pembakaran normal, pembakaran dengan campuran antara bahan bakar dengan udara terlalu gemuk atau kaya, pembakaran dengan campuran bahan bakar dengan udara terlalu kurus, atau adanya oli yang ikut terbakar akibat dari kompresi yang bocor.

Berdasarkan kemampuan menyalurkan panasnya, busi dibagi dalam dua tipe, yaitu :

1) Busi panas

Busi tipe panas adalah busi yang lebih lambat untuk menyalurkan panas yang diterima akan tetapi cepat mencapai temperatur kerja yang optimal, namun jika untuk pemakaian

yang berat bisa terbakar. Biasanya digunakan pada motor-motor standar untuk penggunaan jarak dekat.

2) Busi dingin

Busi tipe dingin mudah menyalurkan panas ke bagian kepala silinder. Biasanya digunakan untuk penggunaan yang lebih berat, misalnya untuk balap atau pemakaian jarak jauh karena sifatnya yang mudah dalam pendinginan.

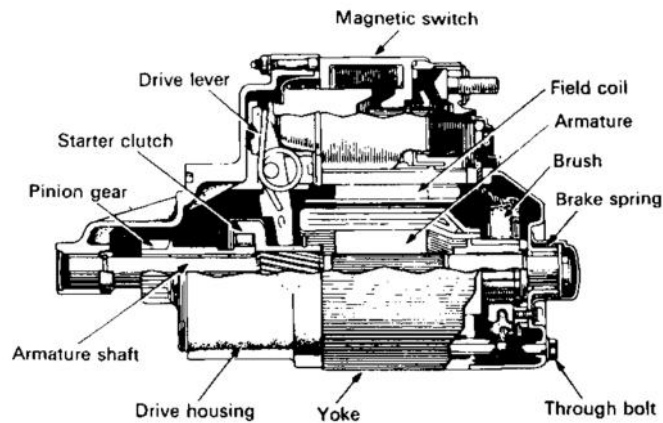
2. Sistem *Starter*

Prinsip kerja dari sistem *starter* adalah merubah energi listrik menjadi energi mekanik (putar). Energi putar yang dihasilkan dari motor *starter* kemudian diteruskan untuk memutar roda gila (*fly wheel*) agar *piston* dapat bergerak naik turun untuk melakukan proses pembakaran.

Adapun komponen-komponen dalam sistem *starter* yaitu, sebagai berikut :

a. Motor *starter*

Motor *starter* yang digunakan dilengkapi dengan *magnetic switch* yang berfungsi memindahkan *pinnion gear* untuk berkaitan atau lepas dengan *ring gear* pada bagian *fly wheel*. Tipe motor *starter* yang digunakan pada Toyota Kijang 5K yaitu motor *starter* tipe konvensional.



Gambar 4. Konstruksi Motor *Starter* Tipe Konvensional
(Anonim, 1995:6-26)

Motor *starter* pada umumnya dirancang sesuai dengan tegangan baterai yaitu 12 Volt. Salah satu tipe motor *starter* yang digunakan pada mobil adalah motor *starter* tipe konvensional. Komponen-komponen motor *starter* tipe konvensional antara lain :

1) Saklar Magnetis (*Magnetic Switch*)

Magnetic switch terdiri dari *Pull-in coil*, *return spring*, *plunger*. Sistem ini dioperasikan oleh gaya magnet yang dibangkitkan di dalam kumparan yang mempunyai fungsi sebagai berikut :

- a) Mendorong roda gigi *pinion* sehingga berkaitan dengan *ring gear*.
- b) Bekerja sebagai saklar utama yang memungkinkan arus yang besar dari baterai mengalir ke motor *starter*.

2) *Field Coil* (Kumparan Medan)

Kumparan medan dibuat dari komponen tembaga sehingga arus yang dialirkan dapat lebih besar. Kumparan medan berfungsi untuk dapat membangkitkan medan magnet.

3) *Brush* (Sikat)

Sikat terbuat dari tembaga lunak dan berfungsi untuk meneruskan arus listrik dari kumparan medan ke *armaturecoil* (gulungan jangkar) langsung ke masa melalui *komutator*. Pada umumnya, motor *starter* memiliki empat sikat, yang dikelompokkan menjadi dua yaitu sikat positif dan sikat negatif.

4) *Armature* (Jangkar)

Armature berfungsi untuk merubah energi listrik menjadi energi mekanik, dalam bentuk gerak putar. Konstruksi *Armature* dapat dilihat pada gambar 16 di bawah ini. *Armature* terdiri dari *armature core*, gulungan jangkar, *komutator* dan *armature shaft* (poros jangkar).

5) *Starter Clutch* (Kopling Starter)

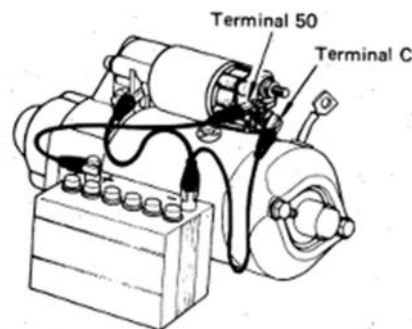
Kopling *starter* berfungsi untuk memindahkan momen puntir dari poros jangkar ke *fly wheel*, sehingga dapat berputar. Kopling *starter* juga berfungsi sebagai pengaman *armature coil* apabila *fly wheel* cenderung memutar roda gigi *pinion*.

6) *Shift Lever*

Shift lever berfungsi untuk mendorong roda gigi *pinion* ke arah posisi berkaitan dengan *fly wheel* dan melepas perkaitan roda gigi *pinion* dari *fly wheel*. Cara pemeriksaan Motor *Starter* adalah sebagai berikut :

1) Pemeriksaan *Pull in coil*

Memeriksa dengan menggunakan *multimeter* yaitu dengan menghubungkan antara terminal 50 dengan terminal C, kondisi baik apabila ada hubungan (*kontinuitas*). Pemeriksaan juga dapat dilakukan dengan pengujian seperti pada gambar 5. Kondisi baik jika *pinion* bergerak ke depan, apabila *pinion* tidak bergerak, periksa kumparan penarik (*pull in coil*) atau *sliding plunyer*, kemungkinan terjadi hambatan.

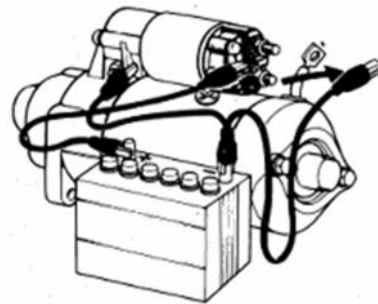


Gambar 5. Pemeriksaan *Pull in coil*
(Anonim, 1981:129)

2) Pemeriksaan *Hold in coil*

Memeriksa menggunakan *multimeter* yaitu dengan menghubungkan antara terminal 50 dan masa

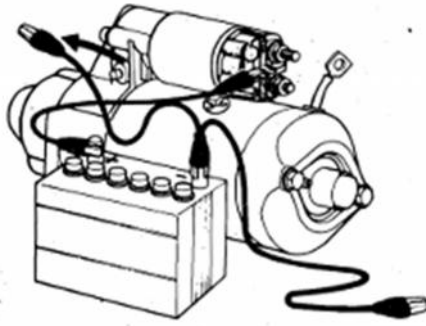
(*Body*), kondisi baik apabila ada hubungan. Pemeriksaan juga dapat dilakukan dengan pengujian seperti pada gambar 6. Kondisi baik jika *pinion* tetap tertahan pada posisi ke depan, jika *pinion* tertarik kembali ke dalam, periksa kumparan penahan (*hold in coil*), apakah hubungan massa kurang atau ada kerusakan.



Gambar 6. Pemeriksaan *Hold in coil*
(Anonim, 1981:129)

3) Pemeriksaan kembalinya *pinion gear (plunger)*

Jika pemeriksaan kumparan penahan telah selesai, lepaskan kabel dari *body starter* seperti yang ditunjukkan pada gambar 7 di bawah ini. *Gear pinion* harus dengan cepat tertarik kembali masuk ke dalam, karena kumparan penahan tidak bekerja lagi, dengan bantuan pegas pengembali maka *plunger* akan kembali ke posisi semula. Jika *gear pinion* tidak kembali dengan segera, periksa kelelahan pegas pengembali.

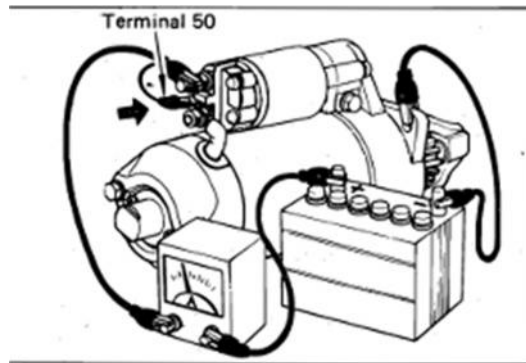


Gambar 7. Pemeriksaan Kembalinya *Plunger*
(Anonim, 1981:129)

4) Pemeriksaan tanpa beban

Pemeriksaan dilakukan tanpa dipasang pada kendaraan, adapun pemeriksaan ini dilakukan dengan cara di bawah ini : (perhatikan gambar 8)

- a) menghubungkan terminal negatif baterai dengan *body* motor *starter*.
- b) menghubungkan terminal positif baterai dengan terminal 30 motor *starter*.
- c) menghubungkan terminal 30 dengan terminal 50, maka *pinion* akan terdorong dan motor *starter* berputar.
- d) Jika *starter* berputar halus dan posisi *pinion* tetap menonjol keluar serta menggunakan arus kurang dari spesifikasi (maksimal 55A pada 11V) berarti dalam keadaan baik. (Anonim, 1981:128)



Gambar 8. Pemeriksaan Tanpa Beban
(Anonim, 1981:128)

3. Sistem Pengisian

Sistem pengisian berfungsi untuk mengisi kembali baterai serta memberikan arus kepada sistem kelistrikan selama mesin bekerja. Prinsip kerja sistem pengisian adalah merubah energi mekanik (gerak putar) menjadi energi listrik. Tegangan yang dihasilkan harus stabil antara 13,8 – 14,8 Volt walaupun putaran mesin berubah-ubah. Secara umum sistem pengisian dikelompokkan menjadi dua, yaitu :

- a. Sistem pengisian *generator DC* pada dinamo.
- b. Sistem pengisian *generator AC* pada *Alternator*.

Komponen-komponen yang terdapat pada sistem pengisian yaitu sebagai berikut :

a. *Alternator*

Alternator adalah *generator* pembangkit listrik yang mengubah energi mekanik dari putaran mesin menjadi tenaga listrik. *Alternator* digerakkan oleh poros engkol melalui tali kipas, maka *rotor* akan ikut berputar dan menghasilkan arus bolak-balik

pada *stator*. Arus bolak-balik ini kemudian diubah menjadi arus oleh rangkaian *dioda*.

Komponen-komponen *Alternator* antara lain :

1) Puli

Puli berfungsi untuk memindahkan tenaga putar dari mesin ke *alternator*, yang berguna untuk menentukan perbandingan antara putaran mesin dengan putaran *alternator*.

2) Rotor

Rotor merupakan bagian yang berputar di dalam *alternator*. Pada *rotor* terdapat kumparan *rotor* yang berfungsi untuk membangkitkan medan magnet. Kuat medan magnet yang dihasilkan tergantung besar arus listrik yang mengalir ke kumparan *rotor*. Listrik ke kumparan *rotor* disalurkan melalui sikat yang selalu menempel pada *slip ring*. *Rotor* juga dilengkapi dengan sudu-sudu yang berfungsi sebagai perantara penyalur listrik ke kumparan *rotor*.

Cara pemeriksaan tahanan *rotor* adalah sebagai berikut :

- a) Menggunakan *multimeter*, selektor diposisikan pada posisi Ohm (Ω).
- b) Jarum *multimeter* diatur pada posisi angka 0 Ω (*dikalibrasi*).

- c) Kabel *multimeter* dihubungkan pada terminal F dan E *alternator*.
- d) Melihat hasil pemeriksaan tahanan *rotor* pada *multimeter*.
- e) Spesifikasi tahanan kumparan *rotor* adalah 3,9 – 4,1 Ω .

3) *Stator*

Stator berfungsi sebagai kumparan yang menghasilkan listrik saat terpotong medan magnet *rotor*. *Stator* terdiri dari dua, inti *stator* dan kumparan *stator*.

4) *Dioda* penyearah

Dioda penyearah berfungsi untuk menyearahkan arus AC yang dihasilkan oleh kumparan *stator* menjadi arus DC, disamping itu juga berfungsi untuk menahan agar arus dari baterai tidak mengalir ke kumparan *stator*. Sifat *dioda* adalah meneruskan arus listrik satu arah.

Cara pemeriksaan *dioda* penyearah dengan menggunakan *multimeter* meliputi :

- a) Pemeriksaan kebocoran penyearah positif.

Menghubungkan positif *multimeter* ke terminal B dan negatif *multimeter* ke terminal N, hasil pengukuran harus menunjuk tak terhingga, kemudian dengan membalik posisi positif dan negatif *multimeter*,

hasilnya harus menunjuk ke 0Ω , jika terdapat hasil pengukuran yang tidak sesuai berarti terjadi kebocoran.

b) Pemeriksaan kebocoran penyearah negatif

Menghubungkan positif *multimeter* ke terminal E dan negatif ke terminal N hasil pengukuran harus menunjuk tak terhingga, kemudian dengan membalik kaki-kaki *multimeter* hasil pengukuran harus menunjuk ke 0Ω , jika terdapat hasil pengukuran yang tidak sesuai berarti terjadi kebocoran pada penyearah.

b. *Regulator*

Regulator berfungsi untuk mengatur besarnya arus listrik yang masuk ke dalam *rotor coil* sehingga tegangan yang dihasilkan oleh *alternator* tetap konstan menurut harga yang telah ditentukan walaupun putarannya berubah-ubah. Selain itu *regulator* juga berfungsi untuk mematikan tanda dari lampu pengisian (CHG) saat *alternator* sudah menghasilkan arus listrik. *Regulator* mekanik mempunyai 6 terminal yaitu terminal E, F, N, B, IG, L. Pada *regulator* ini terdiri dari dua kumparan yaitu *voltage relay* yang berfungsi untuk mengatur hidup dan matinya lampu indikator pengisian sebagai indikasi berfungsinya sistem pengisian dan *voltage regulator* yang berfungsi untuk mengatur arus dan tegangan pengisian.

Ada dua tipe *regulator*, yaitu

- 1) Tipe *point (point type)* seperti terlihat pada gambar 25 di bawah ini.
- 2) Tipe tanpa *point (pointless)* disebut juga *IC regulator* karena terdiri dari *integral circuit*.

Dari 6 terminal pada *regulator*, hanya 4 terminal yang berhubungan dengan terminal *alternator* yaitu B, E, F, N sedangkan terminal *regulator* yang lain yaitu terminal IG dan L, berhubungan dengan terminal IG kunci kontak dan lampu indikator.

Cara pemeriksaan *regulator* dengan cara mengukur hambatan kumparan yang ada melalui terminal-terminal yang ada di *regulator* yaitu terminal IG – F, terminal L – E, terminal B – E, terminal B – L, terminal N – E dan tegangan *regulator*.

Tabel 01. Spesifikasi Pemeriksaan *Regulator* (Anonim, 1981: 9-23)

<i>Regulator</i>	Saat Terbuka	Saat Tertutup
Terminal IG – F	0 Ω	11 Ω
Terminal L – E	0 Ω	100 Ω
Terminal B – E	Tak terhingga	100 Ω
Terminal B – L	Tak terhingga	0 Ω
Terminal N – E	Kira-kira 23 Ω	

Cara penyetelan tegangan :

- 1) Untuk menyetel tegangan *regulator* dengan cara membengkokkan lengan penyetel *voltage regulator*.

Tegangan : 13,8 – 14,8 Volt.

- 2) Untuk menyetel *voltage relay* dengan cara membengkokkan lengan penyetel *relay*. Tegangan : 4,0 – 5,8 Volt (Anonim, 1981 : 9-24)

Pemeriksaan sistem pengisian merupakan kegiatan yang dilakukan secara berkala untuk memastikan sistem pengisian dapat berfungsi dengan baik. Cara pemeriksaan sistem pengisian yaitu apabila kunci kontak ON dan mesin belum dihidupkan maka lampu indikator pengisian akan menyala dan pada kumparan *rotor* akan timbul medan magnet yang dikarenakan adanya arus listrik dari baterai, pada saat mesin dihidupkan lampu indikator harus mati.

4. Sistem Indikator

Sistem indikator terletak pada panel bagian depan *engine stand*, untuk memudahkan praktikan memonitor keadaan *engine stand*. Sistem indikator *engine stand* ini pada umumnya terdiri dari lampu indikator pengisian (CHG), lampu indikator oli (*OIL*), indikator arus pengisian (*Amperemeter*). Selain indikator-indikator tersebut terdapat juga prosedur penggunaan *engine stand* (SOP) yang berfungsi sebagai petunjuk penggunaan dan perawatan *engine stand* dengan cara yang benar.

F. Komponen Kelistrikan *Engine Stand*

Komponen kelistrikan *engine stand* adalah komponen-komponen yang menunjang kerja dari sistem-sistem kelistrikan yang bekerja dalam *engine stand*, seperti sistem pengapian, sistem *starter*, sistem pengisian, dan sistem

indikator. Adapun komponen kelistrikan yang menunjang kerja dari masing-masing sistem antara lain sebagai berikut :

1. Baterai

Pada kendaraan baterai berfungsi sebagai sumber arus untuk semua sistem kelistrikan kendaraan. Baterai juga dapat menyimpam arus listrik dalam bentuk energi kimia. Pada umumnya tegangan baterai yang digunakan pada kendaraan mobil yaitu 12 volt.

Dalam baterai terdiri dari sel-sel yang berjumlah sesuai pada tegangan baterai itu sendiri, untuk baterai 12 volt mempunyai 6 buah sel. Pada setiap sel baterai kira-kira menghasilkan 2,1 volt, sementara untuk setiap sel terdiri dari dua buah plat yaitu plat positif dan plat negatif yang terbuat dari timbal hitam (Pb).

2. Kunci kontak

Kunci kontak berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan aliran listrik dari baterai ke terminal B, ACC, ON dan IG pada kunci kontak.

Cara memeriksa kunci kontak menggunakan *multimeter (Ohm meter)*, adalah dengan memposisikan kunci kontak pada posisi Acc, On, atau *Starter*, kemudian diperiksa *kontinuitas* terminal yang berhubungan, seperti terlihat pada gambar di bawah ini :

Terminal \ Posisi kontak	B	ACC	IG	ST
OFF				
ACC	●	●		
ON	●	●	●	
STARTER	●		●	●

Gambar 9. Hubungan Terminal Kunci Kontak

Dari gambar di atas dapat diketahui terminal yang berhubungan pada masing-masing posisi kunci kontak, sehingga pemeriksaan dilakukan dengan menyesuaikan posisi kunci kontak.

- a. Posisi Acc : terminal B dengan terminal Acc terhubung
- b. Posisi On : terminal IG dengan terminal B terhubung
- c. Posisi *Starter* : terminal B dengan terminal ST terhubung

3. Kabel

Kabel merupakan konduktor yang digunakan sebagai media mengalirkan listrik. Pada penggunaannya kabel listrik yang sering digunakan untuk instalasi penerangan maupun instalasi tenaga arus kuat diantaranya adalah **NYA, NYM, NYAF, NYMHY, NYY dll.**

- a. Kabel NYA

Kabel NYA berinti penghantar/tembaga tunggal, berlapis atau terselubung bahan isolasi PVC. Kabel jenis ini biasa digunakan untuk instalasi rumah dengan ukuran $1,5 \text{ mm}^2$ dan $2,5 \text{ mm}^2$.

b. Kabel NYM

Kabel NYM merupakan kabel jenis standar dengan tembaga sebagai penghantar berisolasi PVC dan berselubung PVC (isolasi berlapis). Kabel NYM berinti 1, 2, 3 bahkan lebih. Kabel ini dapat dipergunakan dilingkungan yang kering dan basah, namun tidak boleh ditanam, penggunaan yang tepat untuk jenis kabel ini ialah dalam bangunan yang dimana penempatannya biasa di luar/ di dalam tembok yang di dalamnya memiliki pipa khusus (*conduit*).

c. Kabel NYAF

Dapat dikatakan bahwa jenis kabel NYAF adalah seperti NYA yang bersifat *fleksibel*. Dimana penghantar listriknya dapat berbentuk serabut yang *fleksibel* dan berisolasi PVC. Kabel jenis NYAF digunakan untuk instalasi panel-panel yang memerlukan *fleksibilitas* yang tinggi. Kabel jenis NYAF sangat cocok untuk tempat yang mempunyai belokan – belokan tajam. Digunakan pada lingkungan yang kering dan tidak dalam kondisi yang lembab/basah atau terkena pengaruh cuaca secara langsung. Biasanya kabel peralatan elektronika banyak yang menggunakan jenis kabel seperti ini, namun tidak menutup kemungkinan untuk penggunaan lainnya.

d. Kabel NYMHY

Merupakan jenis kabel yang memiliki tembaga serabut sebagai penghantarnya dan bersifat *fleksible*, berisolasi PVC dan terselubung PVC. Kabel jenis ini digunakan untuk instalasi yang

bergerak seperti peralatan listrik tangan (Solder, Bor, Ulir dan banyak lainnya).

e. Kabel NYY

Merupakan kabel standar dengan tembaga sebagai penghantar berselubung PVC, ada yang berinti 2, 3 atau 4 dan berisolasi PVC. Kabel NYY dirancang untuk instalasi tetap di dalam tanah yang dimana harus tetap diberikan perlindungan/pelapis khusus (contoh diletakan di dalam pipa PVC atau pipa besi). Penggunaan kabel NYY bisa ditempatkan didalam atau diluar ruangan, dalam kondisi lembab ataupun kering.

Selain jenis-jenis kabel di atas, terdapat jenis kabel yang biasa digunakan pada rangkaian kelistrikan kendaraan. Kabel yang digunakan pada kendaraan (mobil, motor, truk dsb) dikategorikan sebagai *AutoCable*. *Autocable* yaitu kabel yang spesifikasinya disesuaikan dengan keperluan kendaraan pada umumnya, dengan tegangan kerja 12/24 volt DC.

Autocable mempunyai isolasi yang dirancang cukup tahan terhadap suhu panas dan minyak/oli. Sehingga tidak mengganggu kemampuan untuk melindungi kawat di dalamnya. Jika mudah meleleh atau bereaksi dengan minyak/oli maka bisa menyebabkan *short circuit* atau *konsleting*. Terdapat beberapa tipe kabel dalam kendaraan, diantaranya:

- a. Kabel yang terbungkus isolator tipe pejal dan tipe serabut. Kabel tipe serabut yang paling banyak digunakan pada kelistrikan otomotif.
- b. Kabel tanpa isolator, kabel jenis ini digunakan sebagai kabel *body/ground*.

Berdasarkan besar arus mengalir kabel dikelompokkan menjadi 2 yaitu :

- a. Kabel diameter kecil yaitu kabel yang digunakan untuk beban lampu dan *asesoris* lainnya.
- b. Kabel diameter besar yaitu kabel yang digunakan untuk kabel baterai.

Guna mempermudah identifikasi maupun penelusuran bila terjadi kerusakan pada rangkaian kelistrikan maka isolator kabel dibuat warna. Pada *wiring diagram* warna kabel ditunjukkan dalam kode abjad, karena terbatasnya warna maka warna isolator kabel ada yang model diberi garis *strip*. Pengkodean kabel model ini warna kabel yang dominan diletakan di depan sedangkan *strip* diletakkan di belakang. Contoh: kabel satu warna dengan kode “B” berarti warna kabel adalah hitam (*Black*), sedangkan kode “B-W” berarti warna kabel adalah hitam (*Black*) *strip* putih (*White*).

Autocable atau kabel dalam rangkaian kelistrikan kendaraan memiliki nilai tahanan yang berbeda-beda. Tahanan listrik berbanding lurus dengan panjang kabel tetapi berbanding terbalik dengan diameter kabel. Ini berarti semakin panjang kabel listrik, semakin besar pula

tahanannya, tetapi semakin besar diameter kabel listrik semakin kecil tahanannya. (Anonim, 2017)

Ukuran kabel yang digunakan dalam masing-masing sistem juga berbeda. Guna memudahkan pemakaian maka SAE (*Society of Automotive Engineer*) mengeluarkan pedoman AWG (*American Wire Gauge*) seperti tabel berikut ini

Tabel 02 . Pedoman AWG (*American Wire Gauge*)

Metric (mm ²)	SAE AWG (gage)	Ohm per 1000 feet
0,5	20	10,0
0,8	18	6,9
1,0	16	4,7
2,0	14	2,8
3,0	12	1,8
5,0	10	1,1
8,0	8	0,7
13,0	6	0,4
19,0	4	0,3
32,0	2	0,2
40,0	1	0,14
50,0	0	0,11
62,0	00	0,09

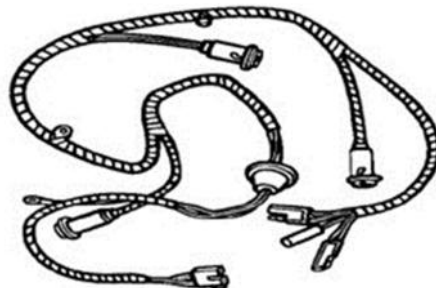
Pemilihan kabel yang digunakan pada sistem kelistrikan tergantung dari besar arus yang akan mengalir atau beban. Semakin besar arus yang mengalir atau semakin besar beban semakin kesar ukuran kabel yang digunakan. Selain besar arus dan beban juga dipengaruhi jarak antara sumber dengan beban. Guna mempermudah pemilihan SAE mengeluarkan pedoman pemilihan kabel seperti pada tabel berikut ini:

Tabel 03. Pedoman Memilih Ukuran Kabel

Arus	Daya	Panjang Kabel (feet)							
Amp	Watt	3	5	7	10	15	20	25	30
1	12	20	20	20	20	20	20	20	20
1,5	18	20	20	20	20	20	20	20	20
2	24	20	20	20	20	20	20	20	20
3	36	20	20	20	20	20	20	20	20
4	48	20	20	20	20	20	20	20	18
5	60	20	20	20	20	20	20	18	18
6	72	20	20	20	20	20	18	18	18
7	84	20	20	20	20	18	18	18	16
8	96	20	20	20	18	18	18	16	16
10	120	20	20	20	18	18	16	16	16
11	132	20	20	20	18	16	16	16	14
12	144	20	20	20	18	16	16	14	14
15	180	20	20	20	18	16	14	14	12
18	216	20	20	18	16	14	14	12	12
20	240	20	20	18	16	14	12	12	10
22	264	20	18	16	14	12	12	10	10

4. Jaringan Kabel

Jaringan kabel (*wiring harness*) adalah sekelompok kabel-kabel dan kawat yang masing-masing terisolasi, menghubungkan ke komponen-komponen sirkuit dan sebagainya, yang kesemuanya disatukan dalam satu unit untuk mempermudah dihubungkan antara komponen kelistrikan dari suatu kendaraan. Pada ujung *wire harness* dipasang *konektor* sehingga pemasangan sistem perkabelan lebih mudah. *Wire harness* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Gambar 10. *Wire Harness*

5. Komponen-komponen Penghubung

Jaringan kabel dibagi dalam beberapa bagian untuk lebih memudahkan dalam pemasangan pada kendaraan. Bagian jaringan kabel dihubungkan kesalah satu bagian oleh komponen penghubung sehingga komponen kelistrikan dan elektronik dapat berfungsi dengan baik.

a. *Juntion Block (J/B)* dan *Relay Block (R/B)*

Junction Block adalah suatu kotak dengan konektor dikelompokkan bersama-sama untuk sirkuit kelistrikan. Pada umumnya terdiri dari *bus bars* dalam bentuk cetakan papan sirkuit (*PCB*) dengan sekering, *relay*, *circuit breaker* dan alat lain yang terpasang didalamnya.

b. Baut massa

Baut massa (*ground bolt*) adalah baut khusus untuk menjamin massa yang baik dari suatu jaringan sistem kelistrikan sehingga dapat berfungsi optimal. Ada beberapa baut massa yang memiliki keistimewaan khusus, yaitu permukaan baut ditandai dengan *chrom* hijau setelah diproses secara listrik untuk mencegah oksidasi. Model baut ini dapat dibedakan dengan baut lainnya karena warnanya hitam kehijauan. Namun yang paling penting, bahwa baut bisa menjamin massa baterai kuat terhadap massa.

c. Sambungan (*Connector*)

Digunakan untuk menghubungkan kelistrikan antara 2 jaringan kabel atau antara sebuah kabel dengan komponen.

Konektor diklasifikasikan sebagai konektor laki-laki (*male*) dan perempuan (*female*) dan dilengkapi dengan pengunci.

6. Pengaman Sirkuit

Pengaman sirkuit ini terdiri dari sekring (*fuse*), *fusible link* dan *circuit breaker* yang dipasangkan pada sirkuit kelistrikan dan sistem kelistrikan untuk melindungi kabel-kabel dan *connector* dari kebakaran karena arus yang mengalir berlebihan.

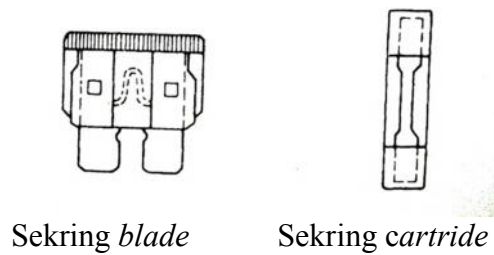
a. Sikring (*fuse*)

Berfungsi sebagai pengaman kerusakan yang terjadi pada jaringan kelistrikan. Kapasitas dari setiap sekring tertera pada bagian luar sekring tersebut dan apabila arus listrik yang mengalir lebih besar dari kapasitasnya atau terjadi hubungan singkat atau arus yang mengalir sangat besar maka logam sekring tersebut dapat mencair dan putus.



Gambar 11. Simbol sekring (Anonim, 1995:6-24)

Tipe sekring dikelompokkan ke dalam tipe sekring *blade* dan tipe sekring *cartridge* seperti terlihat pada gambar dibawah ini. Namun tipe sekring *blade* paling banyak digunakan.



Gambar 12. Sekring (*fuse*) (Anonim, 1995:6-42)

Keuntungan sekring tipe *blade* adalah

- 1) lebih ringan
- 2) bagian yang berhubungan lebih luas
- 3) tidak mudah pecah dan anti *shock*
- 4) lebih tahan terhadap arus yang terputus-putus

Tipe sekring *blade* dirancang lebih kompak dengan elemen metal dan rumah pelindung yang tembus pandang, diberi kode warna untuk masing-masing tingkatan arus (5A – 30A).

Tabel 04. Identifikasi Sekring (Anonim, 1995:6-43)

Kapasitas Sekring (A)	Identifikasi Warna
5	Coklat Kekuning-kuningan
7,5	Coklat
10	Merah
15	Biru
20	Kuning
25	Tidak berwarna
30	Hijau

b. Fusebelink

Fungsi dan konstruksinya sama dengan sekring, hanya memiliki perbedaan utama dapat digunakan untuk arus yang lebih besar karena ukurannya lebih besar dan memiliki elemen yang lebih

tebal. Sama halnya dengan sekring, *fusiblelink* juga terdiri dari tipe *cartridge* dan *link* (kabel).

G. Teori Perlindungan Korosi

Korosi adalah peristiwa kerusakan logam karena terjadinya reaksi *redoks* antara suatu logam dengan berbagai zat di lingkungannya yang menghasilkan senyawa-senyawa yang tidak di kehendaki. (Anonim, 2017)

Dalam bahasa sehari-hari korosi disebut sebagai pengarat atau karat. Korosi menimbulkan kerugian karena mengurangi umur berbagai barang atau bangunan yang menggunakan logam (besi atau baja). Sebenarnya korosi dapat dicegah dengan mengubah besi menjadi baja tahan karat (*stainless steel*). Akan tetapi proses ini terlalu mahal untuk diterapkan pada semua penggunaan besi.

Korosi dalam reaksinya memerlukan oksigen dan kelembaban (air). Dengan demikian perlindungan logam dari krosi dapat dilakukan dengan mencegah kontak antara logam dengan oksigen maupun dengan air, yaitu dengan cara :

1. Pengecatan

Bahan cat mampu melindungi atau mencegah kontak langsung antara logam dengan oksigen dan air, sehingga reaksi yang akan menghasilkan korosi dapat dicegah.

2. Melumuri dengan oli atau *grease*

Cara ini diterapkan untuk berbagai perkakas dan mesin. Oli dan *grease* merupakan bahan yang mampu mencegah terjadinya korosi.

3. Dibalut dengan plastik

Berbagai macam barang, misalnya rak piring dan keranjang dibalut dengan plastik agar mencegah kontak besi dengan udara dan air.

4. *Tin Plating* (pelapisan dengan timah)

Kaleng-kaleng kemasan terbuat dari besi yang dilapisi dengan timah. Pelapisan dilakukan dengan cara *elektrolisis*, yang disebut dengan *electroplating*. Timah tergolong logam yang tahan karat sehingga besi yang dilapisi timah tidak mengalami korosi karena tidak ada kontak dengan oksigen dan air.

5. *Galvanisasi* (pelapisan dengan *zink*)

Pipa besi, tiang telepon, *body* mobil, dan berbagai barang lain dilapisi dengan *zink*. Berbeda dengan timah *zink* dapat melindungi besi dari korosi sekalipun lapisannya tidak utuh. Hal itu terjadi karena suatu mekanisme yang disebut perlindungan *katode*.

6. *Cromium plating* (pelapisan dengan kromium)

Besi atau baja juga dapat dilapisi dengan kromium untuk memberikan lapisan pelindung yang mengkilap, misalnya untuk *bamper* mobil. *Cromium plating* juga dilakukan dengan cara *electrolisis*.

7. *Sacrificial Protection* (pengorbanan *anode*)

Cara ini digunakan untuk melindungi pipa baja yang ditanam dalam tanah atau badan kapal laut, yaitu dengan melapisi logam dengan *magnesium*. *Magnesium* adalah logam yang jauh lebih aktif (berarti lebih mudah berkarat) daripada besi, maka magnesium tersebut akan berkarat tetapi besi tidak. Dengan menggunakan cara ini maka secara periodik batang *magnesium* harus diganti. (Anonim, 2017)

Dari beberapa cara perlindungan logam terhadap korosi di atas, maka cara yang dianggap lebih sesuai untuk melindungi rangka *engine stand* dari korosi adalah dengan melakukan pengecatan. Secara teknis, cat dapat diartikan sebagai suatu produk yang berbentuk cairan dengan kekentalan tertentu, yang apabila dioleskan atau dilapiskan pada suatu permukaan akan membentuk suatu lapisan yang tipis dan kering, lapisan akan berkohesi dengan daya lekat yang baik pada permukaan. Disisi lain cat juga sebagai bahan yang memiliki nilai dekoratif atau nilai seni, sehingga selain akan terhindar dari pengaruh lingkungan yang merusak atau menurunkan sifat material, pengecatan juga membuat material tampak menjadi lebih menarik dan memiliki nilai estetika. Selain itu lapisan cat pada rangka *engine stand* juga dapat mengurangi kemungkinan terjadinya *grounding* saat adanya kabel yang terkelupas pada sistem kelistrikan.

Tingkat keberhasilan proteksi korosi dengan menggunakan lapis lindung cat sangat tergantung pada preparasi permukaan sebelum

pelapisan dilakukan. Lebih dari 60 persen keberhasilan perlindungan menggunakan cat ditentukan oleh persiapan permukaan benda kerja yang akan diproteksi. (Anonim, 2017)

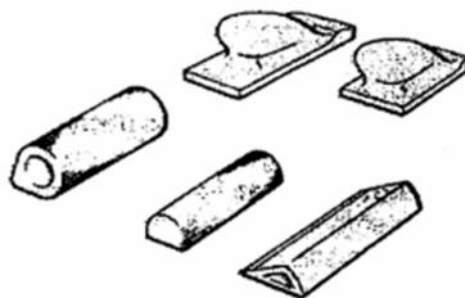
Adapun alat-alat yang digunakan dalam proses persiapan permukaan sebelum dilakukan pengecatan antara lain sebagai berikut :

1. Amplas (*Sandpaper*)

Amplas digunakan untuk mengamplas lapisan cat, *putty* atau *surfacers*. Amplas biasanya digunakan bersamaan dengan *sander* atau blok tangan. Amplas sendiri tersedia beberapa tingkat kekasaran (*grit*) sesuai dengan tipe pekerjaan yang akan dikerjakan. Memilih nomor *grit* akan berpengaruh pada hasil, dan seberapa lama pekerjaan dilakukan.

2. Blok Tangan (*Hand Block*)

Merupakan tempat dimana amplas ditempelkan, dan digunakan untuk mengamplas manual. Terdapat dalam berbagai ukuran, bentuk, dan material, sehingga dapat disesuaikan dengan area dan bentuknya. Bentuk-bentuk *hand block* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 13. Blok Tangan (*Hand Block*) (Anonim, 1999: 69)

3. *Sander*

Sander adalah *sanding tools* yang diberi *power*, dimana amplas dipasang, dan digunakan untuk mengamplas lapisan cat, *putty* atau *surfacers*.

4. *Air Duster Gun*

Digunakan untuk membersihkan permukaan kerja, *air duster gun* meniupkan udara bertekanan pada permukaan untuk membuang debu cat yang terlepas dan partikel-partikel yang diampelas.

5. *Air Spray Gun*

Air spray gun adalah suatu peralatan yang menggunakan udara kompresor untuk mengaplikasikan cat yang diatomisasikan pada permukaan kerja. Terdapat dua tipe *air spray gun* yang sering digunakan dalam pengecatan otomotif yaitu tipe *gravity feed* dengan *paint cup* yang terletak di atas *spray gun body*, dan tipe *suction-feed*, dengan *paint cup* terletak di bawah *spray gun body* (lihat gambar di bawah ini).



Tipe Gravity-Feed



Tipe Suction-Feed

Gambar 14. *Air Spray Gun* (Anonim, 1999:72)

6. *Agitating Rod*

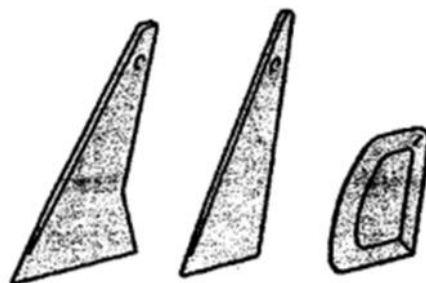
Agitating rod digunakan untuk mencampur *putty* atau *surfacer*, untuk membentuk suatu kekentalan yang merata dan juga membantu mengeluarkannya dari dalam kaleng. Terbuat dari metal atau plastik, dan beberapa diantaranya memiliki skala untuk mengukur *hardener* dan *thinner*.

7. *Mixing Plate*

Mixing plate digunakan untuk mencampur *putty*. Terbuat dari metal, kayu atau plastik. Tipe yang dapat dibuang (*disposable Type*) terbuat dari kertas *laminated* juga tersedia.

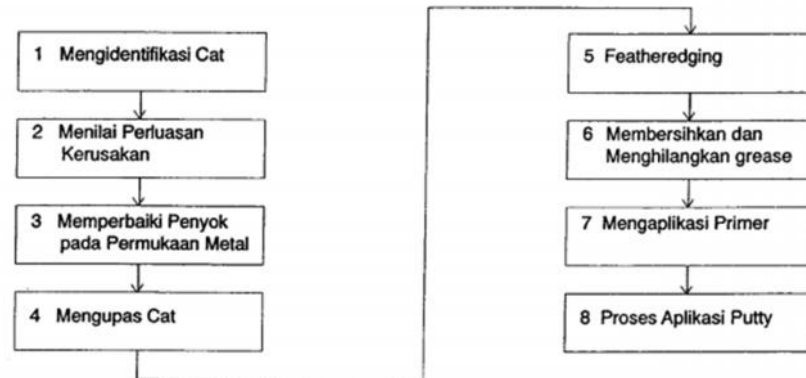
8. *Spatula*

Spatula digunakan untuk mencampur *putty* pada *mixing plate*, atau aplikasi *putty* pada permukaan kerja. Terbuat dari plastik, kayu dan karet. Bentuk-bentuk *spatula* dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Setelah penggunaan, *spatula* harus dibersihkan, karena apabila masih ada *putty* yang tertinggal dan mengering, maka *putty* akan mengeras dan membuat *spatula* tidak dapat digunakan lagi.



Gambar 15. *Spatula* (Anonim, 1999:72)

Proses pengecatan ulang rangka *engine stand* mengikuti bagan di bawah ini antara lain sebagai berikut :



Gambar 16. Bagan Proses Persiapan Permukaan (Anonim, 1999:74)

1. Mengidentifikasi Cat

Mengidentifikasi tipe cat pada panel adalah sangat penting dalam suatu proses pengecatan ulang. Apabila lapisan cat tidak diidentifikasi dengan benar, aka akan menyebabkan terjadinya problem yang serius pada saat aplikasi *top coat*.

2. Menilai Perluasan Kerusakan

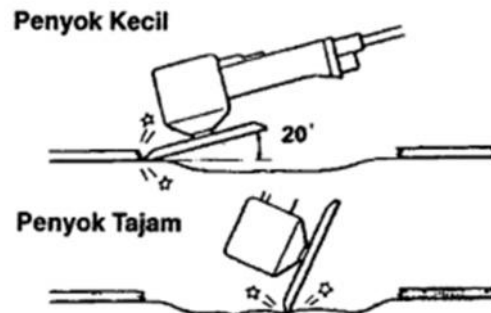
Menilai perluasan kerusakan dilakukan dengan cara visual dan dengan sentuhan. Penilaian ini penting dilakukan karenan untuk menentukan langkah yang akan diambil selanjutnya.

3. Memperbaiki Tonjolan (kerusakan) Panel

4. Mengupas Cat

Mengupas cat bertujuan untuk menghilangkan lapisan cat lama. Mengupas cat dapat dilakukan dengan menggunakan amplas dengan *grit* #60 sampai #80 pada *sander* gerak tunggal (*single*

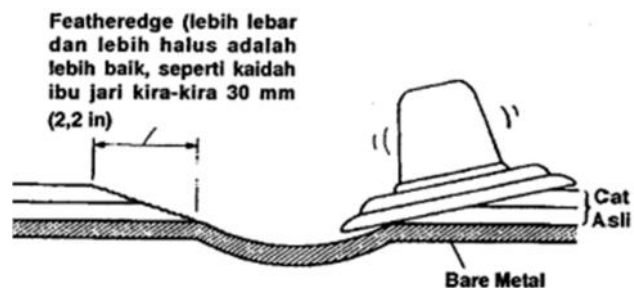
action). Cara mengupas cat menggunakan *sander* dengan posisi seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 17. Posisi *Sander* Saat Mengupas Cat
(Anonim, 1999:76)

5. Featheredging

Lapisan cat yang telah dikupas atau dihilangkan memiliki tepi yang tebal. Untuk membuatnya lebar dan tepi yang halus, tepi lapisan dapat di *sanding* untuk mendapatkan bentuk yang landai dengan proses seperti pada gambar di bawah ini. Apabila hal ini tidak dilakukan, maka setelah aplikasi *top coat* akan timbul garis batas yang nyata. Proses *featheredging* dapat dilakukan dengan cara seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 18. Proses *Featheredging* (pelandaian)
(Anonim, 1999:77)

6. Membersihkan dan Menghilangkan *Grease* (*Cleaning and Degreasing*)

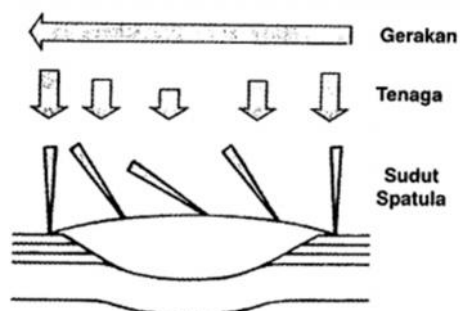
Membersihkan debu dan partikel hasil proses pengamplasan dilakukan menggunakan *air duster gun*. Sedangkan untuk menghilangkan *grease* atau minyak yaitu menggunakan kain lap yang basah dan bersih. Apabila terdapat minyak yang menempel pada panel, maka dapat menyebabkan cat menjadi berbintik-bintik (*blister*) atau terkelupas.

7. Aplikasi Primer

Aplikasi primer bertujuan untuk mencegah terjadinya perkaratan dan untuk memperbaiki daya lekat (*adesi*).

8. Proses Aplikasi *Putty*

Proses aplikasi *putty* dilakukan dengan tujuan untuk meratakan permukaan yang akan dicat. Permukaan yang tidak rata akan diisi oleh lapisan *putty* yang diaplikasikan seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 19. Proses Aplikasi Dempul (*Putty*)
(Anonim, 1999:82)

Setelah aplikasi *putty* atau dempul sudah selesai, dilanjutkan dengan proses aplikasi *Surfacer* menggunakan *spray gun*. Dalam proses aplikasi *putty* dan *surfacer* dilakukan pengamplasan untuk mendapatkan permukaan yang rata dan halus. Pemilihan *grit* atau tingkat kekasaran kertas amplas menjadi penting karena setiap *grit* amplas memiliki kegunaan yang berbeda-beda. Setelah proses aplikasi *surfacer* selesai kemudian dilanjutkan dengan proses *top coat* atau pengecatan dengan cat warna.

H. Ergonomi

Aspek ergonomi perlu diperhatikan dalam membuat suatu alat atau produk, begitu pula dalam membuat media pembelajaran. Istilah ergonomi berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dua kata yaitu “*ergon*” berarti kerja dan “*nomos*” berarti aturan atau hukum. Jadi secara ringkas ergonomi adalah suatu aturan atau norma dalam sistem kerja. (Tarwaka, 2004)

Ergonomi adalah ilmu, seni dan penerapan teknologi untuk menyasikan atau menyeimbangkan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktivitas maupun istirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas hidup secara keseluruhan menjadi lebih baik. (Tarwaka, 2004: 7)

Secara umum tujuan dari penerapan ergonomi adalah :

1. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.

2. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah tidak produktif.
3. Menciptakan keseimbangan *rasional* antara berbagai aspek yaitu aspek teknis, ekonomis, antropologis dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi. (Tarwaka, 2004)

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa ergonomi merupakan suatu ilmu, seni dan teknologi yang berupaya untuk menyetarakan alat, cara dan lingkungan kerja terhadap kemampuan, kelelahan dan segala keterbatasan manusia, sehingga manusia dapat berkarya secara optimal tanpa pengaruh buruk dari pekerjaannya.

Melihat pengertian ergonomi dan lingkupnya, setiap peralatan kerja harus dirancang dengan sedemikian rupa agar dapat menjamin keselamatan, keamanan, dan kenyamanan setiap operatornya. Peralatan yang kurang ergonomi akan memungkinkan terjadinya kelelahan, ketidaknyamanan, bahkan bahaya kecelakaan. Oleh karena itu, setiap peralatan baik alat mekanik maupun alat listrik harus dapat digunakan dengan mudah oleh setiap pengguna masing-masing, tidak memungkinkan cepatnya terjadi kelelahan, serta memungkinkan agar setiap reaksi dari operator dapat diantisipasi.

Ergonomi juga menjadi salah satu pertimbangan dalam perancangan setiap alat-alat otomotif, sama halnya dengan media pembelajaran, dalam perbaikan media pembelajaran juga perlu memperhatikan aspek ergonomi, sehingga hasil media yang diperbaiki akan mempermudah pengguna dalam menggunakan dan mengoperasikannya, sehingga dapat meminimalkan kelelahan dan bahaya bagi penggunanya.

BAB III

KONSEP RANCANGAN

Perbaikan sistem kelistrikan *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 di bengkel kelistrikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta merupakan proses meningkatkan kualitas *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 yang digunakan pada proses pembelajaran praktikum mata kuliah praktik kelistrikan *engine* konvensional. Perbaikan *engine stand* ini dilakukan dengan cara melakukan perubahan pada *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4.

A. Analisis Kebutuhan

Konsep rancangan perbaikan *engine stand* ini didasari pada beberapa analisis kebutuhan. Analisis kebutuhan ini mengacu pada tujuan awal dilaksanakannya perbaikan sistem kelistrikan *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4, yaitu agar media pembelajaran berupa *engine stand* ini lebih baik dari kondisi sebelumnya. Kebutuhan akan media pembelajaran praktik atau *engine stand* yang lebih baik menjadi penting bagi tim pengajar maupun mahasiswa karena mampu meningkatkan pemahaman terhadap materi yang disampaikan.

Kerapian *engine stand* menjadi kebutuhan agar media pembelajaran lebih baik dari kondisi sebelumnya. Kerapian akan mempengaruhi kemudahan dalam mengamati, menganalisis, dan memahami rangkaian kelistrikan *engine*. Standarisasi setiap sistem pada *engine stand* juga menjadi kebutuhan untuk menunjang fungsi *engine stand* Toyota Kijang 5K sebagai media pembelajaran yang mengacu pada kondisi kelistrikan *engine* yang

sesungguhnya. Dengan menerapkan standarisasi sistem kelistrikan *engine* menurut *manual book* Toyota Kijang 5K, maka kegiatan praktikum akan terlaksana lebih baik. Standarisasi dilakukan pada komponen maupun sistem pada *engine stand* khususnya pada sistem kelistrikan.

Kebutuhan untuk memaksimalkan fungsi media pembelajaran berupa *engine stand* ini agar mampu menunjang pembelajaran praktikum untuk semua materi (*job*) kelistrikan *engine* konvensional, seperti materi sistem pengapian konvensional, sistem *starter* konvensional, sistem pengisian konvensional, dan materi *diagnosis* kelistrikan *engine* konvensional. Kebutuhan adanya kode pada *engine stand* menjadi penting untuk membedakan penggunaan, penyimpanan, dan perawatan *engine stand*. Kode yang diberikan selain menggunakan notasi angka, juga menggunakan perbedaan warna pada masing-masing rangka *engine stand*.

Kebutuhan selanjutnya adalah kebutuhan yang berdasar pada aspek K3 dan *ergonomi*. Keselamatan dan kenyamanan dalam penggunaan *engine stand* menjadi kebutuhan yang harus dipenuhi untuk meningkatkan kualitas fungsi dari *engine stand*. Kebutuhan perlindungan material rangka *engine stand* dari korosi (karat) untuk memperpanjang umur pemakaian *engine stand* sekaligus sebagai kebutuhan dari aspek estetika menjadi penting untuk mendapatkan produk *engine stand* yang lebih baik.

B. Rancangan Perbaikan *Engine Stand*

Dari analisis kebutuhan-kebutuhan di atas, maka rancangan perbaikan sebagai langkah untuk memenuhi kebutuhan tersebut adalah sebagai berikut.

1. Kerapian pada sistem kelistrikan *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 dapat diwujudkan dengan melakukan perbaikan pada rangkaian sistem kelistrikan yaitu dengan mengganti dan menyesuaikan panjang kabel dan mengatur ulang jalur kabel di setiap sistem pada *engine stand*. Sehingga dengan demikian *engine stand* akan terlihat lebih rapi karena tidak ada lagi kabel yang terurai akibat panjang kabel tidak sesuai dengan panjang jalur kabel pada rangka *engine stand*.
2. Standarisasi yang dilakukan yaitu dengan menggunakan *wiring diagram* dalam merangkai kabel kelistrikan *engine* pada *engine stand* Toyota Kijang 5K dengan mengacu pada *manual book* Toyota Kijang seri K, sehingga diharapkan rangkaian kelistrikan *engine* pada *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 ini dapat mendekati rangkaian pada mobil yang sesungguhnya.
3. Kebutuhan untuk memaksimalkan fungsi media pembelajaran berupa *engine stand* agar mampu menunjang pembelajaran praktikum semua materi (*job*) kelistrikan *engine* konvensional, seperti materi sistem pengapian konvensional, sistem *starter* konvensional, sistem pengisian konvensional, dan materi *diagnosis* kelistrikan *engine* konvensional dapat dipenuhi dengan melengkapi komponen kelistrikan *engine* yang kurang.

4. Kebutuhan akan keselamatan dan kenyamanan dalam melaksanakan praktikum dapat dipenuhi dengan merubah konstruksi komponen *engine stand* yang dianggap kurang memberikan nilai nyaman dan aman. Salah satunya adalah perbaikan *board panel* yaitu dengan mengganti konstruksi *fuse* yang semula menggunakan *fuse* tabung dengan rumah *fuse* yang banyak tidak terpakai menjadi *fuse* tipe *blade* dan dengan menambah jumlah *fuse* dari yang semula hanya 1 (satu) *fuse* yang digunakan sebagai pengaman seluruh rangkaian kelistrikan (lihat gambar 19), ditambah menjadi 3 (tiga) yaitu *fuse charging*, *fuse ignition*, dan *fusebelink* sebagai pengaman masing-masing sistem kelistrikan.



Gambar 20. Kondisi Awal *Fuse* (tipe tabung)

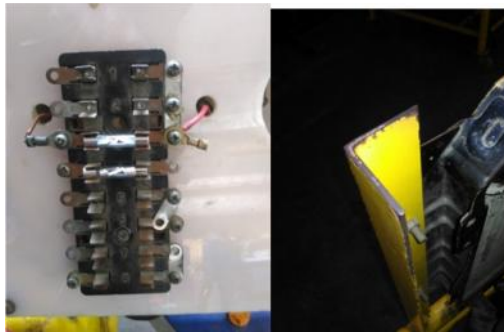
Selain itu perbaikan juga dilakukan dengan mengganti posisi kunci kontak dari posisi sebelumnya yang berada di sebelah kanan menjadi di sebelah kiri dengan pertimbangan ketika praktikan me-*START engine stand* biasanya disertai dengan membuka *throttle valve* pada karburator, sehingga dengan posisi kunci kontak di sebelah kiri maka jarak antara kunci kontak dengan karburator akan

lebih dekat dan meningkatkan kenyamanan. (lihat gambar di bawah ini)



Gambar 21. Ilustrasi Perubahan Posisi Kunci Kontak

Perbaikan juga dilakukan dengan melakukan perubahan pada bentuk komponen *engine stand* yang dianggap membahayakan.



Gambar 22. Konstruksi Komponen yang Membahayakan

5. Kode pada *engine stand* menjadi penting untuk membedakan penggunaan, penyimpanan, dan perawatan *engine stand*. Pada kondisi awal *engine stand* kode yang digunakan hanya berupa kertas yang ditempel pada *board panel* seperti terlihat pada gambar di bawah ini.

Selain kode *engine stand*, nama komponen pada *board panel* juga tidak dicantumkan seperti Kunci Kontak, *Fuse*, Lampu Indikator, dan *Amperemeter*.



Gambar 23. Kode *Engine Stand*

Untuk memenuhi kebutuhan adanya kode pada *engine stand*, maka pada *board panel* dilengkapi dengan kode berupa notasi angka maupun kode menggunakan warna. Dari hasil diskusi dengan dosen yang bersangkutan maka warna yang digunakan untuk menggambarkan *engine stand* kelistrikan adalah warna kuning, kode juga diberikan dengan menggunakan notasi angka yang ditulis pada *board panel* bagian kanan yaitu L-4, yang berarti *engine stand* dengan kode L adalah *engine stand* yang penggunaannya untuk praktikum kelistrikan *engine*, dan angka 4 yaitu nomor *engine stand*, ini disesuaikan dengan jumlah *engine stand* kelistrikan yang berjumlah 4 unit. Sehingga nantinya akan ada *engine stand* dengan kode L-1, L-2, L-3, dan L-4.

C. Rancangan Proses Perbaikan

Proses perbaikan *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 dilakukan dengan melakukan perubahan pada komponen maupun sistem pada *engine stand* dengan tujuan untuk meningkatkan fungsi *engine stand* sebagai salah satu media pembelajaran. Proses perbaikan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Melakukan Identifikasi Awal

Sebelum proses perbaikan dilakukan sebelumnya dilakukan identifikasi awal untuk menentukan kondisi komponen dan sistem kelistrikan pada *engine stand*. Identifikasi dilakukan dengan mengamati secara langsung kondisi komponen *engine stand*. Setelah mengidentifikasi kondisi *engine stand*, selanjutnya dilakukan perbaikan terhadap komponen yang rusak dan melengkapi komponen yang tidak ada.

2. Melepas Semua Komponen *Engine Stand* dari Rangka.

Komponen *engine stand* dilepas dari rangka dengan tujuan agar proses pengecatan ulang rangka *engine stand* lebih mudah dilaksanakan. Adapun komponen-komponen *engine stand* yang dilepas antara lain *board panel*, seluruh rangkaian kabel kelistrikan, koil, *distributor*, motor *starter*, *alternator*, *radiator*, dan knalpot. Kemudian *engine* dilepas dan

diturunkan menggunakan alat bantu berupa *crane* dan *trolley*. Alat yang digunakan untuk melepas komponen-komponen ini, yaitu :

- a. Kunci pas 10, 12, dan 14
- b. Kunci *ring* 10, 12, dan 14
- c. Kunci T 10, 12, dan 14
- d. Tang
- e. Obeng (+) dan (-)

3. Melakukan Pengecatan Ulang Rangka *Engine Stand*.

Pengecatan *engine stand* dilakukan sebagai upaya melakukan perlindungan terhadap rangka dari timbulnya korosi (karat), selain itu lapisan cat juga akan menghalangi *grounding* apabila terdapat kabel yang terkelupas. Dengan proses pengecatan ini juga diharapkan dapat menambah nilai estetika dan sekaligus digunakan sebagai sarana pengkodean pada *engine stand*.

Proses ini dimulai dari proses persiapan permukaan sampai pengecatan *top coat* pada rangka *engine stand*, langkah-langkahnya yaitu sebagai berikut:

- a. Menghilangkan lapisan cat yang rusak

Menghilangkan cat dapat dilakukan dengan menggunakan amplas dengan *grit* #60 sampai #80 pada *sander* gerak tunggal (*single action*).

b. *Featheredging*

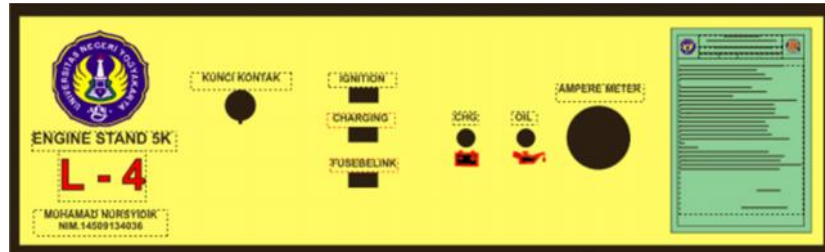
Tepi lapisan cat yang terkelupas dapat di *sanding* untuk mendapatkan bentuk yang landai.

- c. Membersihkan debu dan kotoran pada rangka menggunakan air bersih.
- d. Proses aplikasi primer pada rangka *engine stand* menggunakan *spray gun*.
- e. Menghaluskan permukaan lapisan primer dengan amplas halus (#1000) yang diaplikasikan menggunakan *hand block*.
- f. Proses aplikasi *putty* (dempul) pada permukaan yang belum rata.
- g. Proses aplikasi *surfacer* menggunakan *spray gun*.
- h. Menghaluskan permukaan dan membersihkan dari debu dan kotoran.
- i. Aplikasi *top coat* warna kuning menggunakan *spray gun*.

4. Membuat *Board Panel* dengan Desain Baru.

Dikarenakan *board panel* yang lama kondisinya sudah rusak, dan juga akan dilakukan penggantian posisi kunci kontak sekaligus pemberian kode *engine stand*, maka *board panel* dibuat dengan desain yang baru untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Desain *board panel* yang baru dapat dilihat pada gambar 24 di bawah ini. Desain *layout board panel* ini diproses menggunakan *software corel draw x5*. Bahan yang akan digunakan dalam pembuatan *board panel* ini adalah bahan *acrylic*

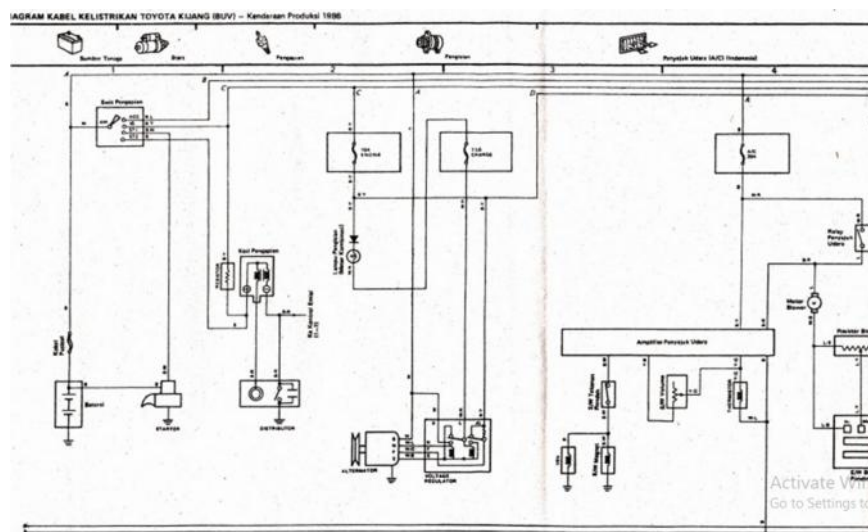
dengan ukuran 68,5 cm X 21 cm dengan ketebalan 3 mm. Pembuatan *board panel* ini memanfaatkan jasa *cutting* dan *printing*.



Gambar 24. Deain *Board Panel* Baru

5. Menentukan *Wiring* Kelistrikan yang Akan Digunakan.

Dengan adanya perubahan pada *board panel* dan dilengkapinya komponen *engine stand* maka *wiring* dan jalur kabel kelistrikan akan berbeda dengan kondisi semula, maka harus ditentukan *wiring* dan jalur kabel kelistrikan yang akan digunakan. *Wiring diagram* kelistrikan yang digunakan pada *engine stand* kelistrikan Toyota Kijang 5K mengacu pada buku manual Toyota seri K, seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 25. *Wiring* Kelistrikan Toyota Kijang 5K
(Anonim, 1995 :)

6. Menentukan Kebutuhan Kabel Rangkaian Kelistrikan.

Kebutuhan kabel disesuaikan dengan *wiring* dan jalur kabel kelistrikan yang telah ditentukan, mulai dari panjang, dimensi, maupun warna kabel. Panjang kabel yang dibutuhkan dapat diperkirakan dengan melihat gambar kerja *engine stand* (Lampiran 1) dan disesuaikan dengan letak komponen pada gambar *layout engine stand* (Lampiran 2).

Berdasarkan gambar tersebut maka dapat diketahui kebutuhan jumlah dan panjang kabel kelistrikan untuk menghubungkan antar komponen adalah sebagai berikut :

- a. Dari *Alternator* ke *Regulator*
 - 1) Kabel terminal B, warna merah ϕ 3mm = 138 cm
 - 2) Kabel terminal F, warna hijau ϕ 2mm = 138 cm
 - 3) Kabel terminal N, warna biru ϕ 2mm = 138 cm
 - 4) Kabel terminal E, warna hitam ϕ 2mm = 138 cm
- b. Dari terminal 50 motor *starter* ke kunci kontak, kabel warna biru ϕ 2 mm = 119 cm
- c. Dari terminal 30 motor *starter* ke *fusebelink*, kabel warna merah ϕ 3mm = 134 cm
- d. Dari terminal B *regulator* ke (+) *Amperemeter*, kabel warna merah ϕ 3mm = 125 cm
- e. Dari terminal L *regulator* ke lampu *CHG*, kabel warna kuning ϕ 2mm = 114 cm
- f. Dari *fuse IG* ke (+) koil, kabel warna merah ϕ 2mm = 103 cm

- g. Dari terminal lampu indikator oli ke *switch* oli, kabel warna hitam ϕ 2mm = 135 cm
- h. Dari terminal negatif koil ke terminal negatif *distributor*, kabel warna hitam ϕ 2mm = 148 cm
- i. Dari terminal negatif *amperemeter* ke *fusebelink*, kabel warna merah ϕ 3mm = 35 cm
- j. Dari *fusebelink* ke terminal B kunci kontak, kabel warna merah ϕ 3mm = 28 cm
- k. Dari terminal *IG* kunci kontak ke *Ignition fuse* dan *charging fuse*, kabel warna merah ϕ 2mm = 36 cm
- l. Dari *charging fuse* ke lampu indikator pengisian, kabel warna kuning ϕ 2mm = 32 cm
- m. Dari terminal 30 motor *starter* ke terminal positif baterai, kabel warna merah ϕ 5mm = 145 cm
- n. Dari *body* motor *starter* ke terminal negatif baterai, kabel warna hitam ϕ 5mm = 145 cm

Ukuran panjang diatas merupakan perkiraan berdasarkan ukuran *engine stand* dan letak komponen, sehingga perlu diberikan toleransi untuk kebutuhan jalur yang berbelok dan pemasangan *sekun*.

7. Memasang Kembali Komponen *Engine Stand*.

Komponen *engine stand* yang telah dilepas dipasang kembali pada rangka yang telah dicat. Pemasangan komponen dan kabel

rangkain dilakukan berdasarkan *wiring* dan jalur kabel kelistrikan yang telah ditentukan. Alat yang digunakan dalam pemasangan komponen ini yaitu :

- a. Kunci pas 10, 12, dan 14
- b. Kunci *ring* 10, 12, dan 14
- c. Kunci T 10, 12, dan 14
- d. Tang potong
- e. Obeng (+) dan (-)
- f. Gunting
- g. Solder

D. Rancangan Kebutuhan Alat dan Bahan

1. Kebutuhan Alat

Alat yang digunakan untuk melakukan proses perbaikan *engine stand* kelistrikan Toyota Kijang 5K L-4 adalah sebagai berikut :

Tabel 05. Daftar Alat yang Dibutuhkan

No	Nama Alat	Jumlah Satuan
1	<i>Tool Box</i>	1 set
2	<i>Crane</i>	1 Set
3	Gerinda tangan + mata gerinda	1 buah
4	Bor + mata bor	1 buah
5	<i>Solder</i>	1 buah
6	Tang potong	1 buah
7	<i>Spray gun</i>	1 buah
8	Kompresor	1 buah
9	Gunting	1 buah
10	<i>Multimeter</i>	1 buah
11	Meteran	1 buah
12	Kabel <i>roll</i>	1 buah
13	<i>Trolley</i>	1 buah
14	Amplas	3 lembar

2. Kebutuhan Bahan

Bahan yang diperlukan dalam proses perbaikan *engine stand* Toyota

Kijang 5K L-4 adalah sebagai berikut :

Tabel 06. Daftar Bahan yang Dibutuhkan

No	Nama Bahan	Jumlah Satuan
1	Kunci Kontak	1 buah
2	<i>Amperemeter</i>	1 buah
3	<i>Regulator</i>	1 buah
4	Kabel merah ϕ 2 mm	1,4 cm
5	Kabel merah ϕ 3 mm	1,35 m
6	Kabel merah ϕ 5 mm	1,45 m
7	Kabel merah putih ϕ 3 mm	2,83 m
8	Kabel merah hitam ϕ 3 mm	6,3 m
9	Kabel hitam ϕ 2 mm	1,35 m
10	Kabel hitam putih ϕ 2 mm	1,40 m
11	Kabel hitam merah ϕ 2 mm	1,8 m
12	Kabel hitam ϕ 5 mm	1,45 m
13	Kabel hijau ϕ 2 mm	1,40 m
14	Kabel biru putih ϕ 2 mm	1,40 m
15	Kabel biru ϕ 2 mm	1,40 m
16	Kabel kuning ϕ 2 mm	1,46 m
17	<i>Tenol</i>	1 m
18	<i>Socket</i> isi 3	1 buah
19	<i>Socket</i> isi 6	1 buah
20	<i>Socket</i> isi 4	1 buah
21	<i>Sekun</i>	25 buah
22	<i>Fuse blade</i>	3 buah
23	Lampu indikator	2 buah
24	<i>Acrylic</i> 68,5 x 21	1 buah
25	Mur Baut 5mm	8 buah
26	<i>Isolasi</i>	1 buah
27	<i>Thinner</i>	1 kaleng
28	Cat primer	1 kaleng
29	Cat <i>top coat</i> kuning	1 kaleng
30	Kabel <i>ties</i> besar	10 buah
31	Kabel <i>ties</i> kecil	20 buah
32	Isolasi bakar	1 meter

E. Rancangan Pengujian

Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kualitas hasil perbaikan. Hasil dari pengujian ini akan menjadi pertimbangan berhasilnya proses perbaikan dengan cara membandingkan kondisi awal *engine stand* dengan kondisi setelah dilakukan perbaikan. Pengujian juga menjadi tolak ukur tercapainya tujuan dilakukannya proses perbaikan. Pengujian ini dilakukan dengan beberapa cara diantaranya :

1. Pengujian Komponen pada Masing-Masing Sistem

Pengujian komponen dilakukan untuk memastikan komponen-komponen pada setiap sistem berfungsi dengan baik setelah dilakukan perbaikan. Adapun pengujian atau pemeriksaan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

a. Pengujian Baterai

Pengujian baterai dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

1) Pemeriksaan kondisi visual

Pemeriksaan kondisi visual pada baterai yaitu dengan memeriksa baterai dari keretakan, kebocoran, dan kotor pada terminal.

2) Pemeriksaan tegangan baterai

Tegangan baterai diukur menggunakan *multimeter*. Atur *selector multimeter* pada Volt 50, hubungkan terminal positif baterai dengan kabel positif *multimeter*, dan terminal negatif baterai dengan kabel negatif *multimeter*, kemudian baca skala

yang ditunjukkan oleh jarum *multimeter* (tipe *analog*) atau angka yang ditunjukkan pada layar *multimeter* (tipe *digital*).

3) Pemeriksaan berat jenis *elektrolit* baterai

Pemeriksaan berat jenis dilakukan menggunakan alat ukur *Hydrometer*. Cara menggunakan *hydrometer* yaitu dengan mencelupkan ujung pipa kacanya ke dalam larutan yang akan diukur berat jenisnya, kemudian dengan menekan bola karet dan kemudian melepaskannya, maka sejumlah larutan akan masuk ke dalam pipa kaca. Dengan demikian pelampung akan melayang dalam cairan dan besarnya berat jenis larutan tersebut sama dengan angka yang tepat terlihat pada permukaan larutan.

b. Pengujian Kunci kontak

Pengujian kunci kontak dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

1) Pemeriksaan kondisi visual

Pemeriksaan kondisi visual kunci kontak meliputi konstruksi kunci kontak, adanya karat, perpindahan *selector* dari OFF, ACC, ON, ST.

2) Pemeriksaan *kontinuitas*

Pemeriksaan *kontinuitas* masing-masing terminal kunci kontak dilakukan menggunakan *multimeter*. Atur *selector multimeter* pada posisi Ohm. Periksa hubungan pada masing-

masing terminal disertai dengan memindah posisi *selector* dari OFF, ACC, ON, dan ST.

c. Pengujian *Fuse*

Pemeriksaan *fuse* dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

1) Pemeriksaan kondisi visual

Fuse yang akan digunakan adalah *fuse* tipe *blade*, sehingga pemeriksaan kondisi visual pada *fuse* ini meliputi pemeriksaan kondisi kotak *fuse*, dan lempengan kawat didalamnya.

2) Pemerikaan *kontinuitas*

Pemeriksaan *kontinuitas* dilakukan pada lempengan kawat *fuse* dengan menggunakan *multimeter*. Atur *selector multimeter* pada posisi ohm, kemudian hubungkan kabel positif *multimeter* ke kaki *fuse*, dan kabel negatif ke kaki *fuse* yang satu.

d. Pengujian koil

Pemeriksaan koil dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

1) Pemeriksaan kondisi visual

Pemeriksaan kondisi visual pada koil pengapian meliputi kondisi keretakan *body* koil, kebersihan terminal positif, negatif, dan tegangan tinggi.

2) Pemeriksaan tahanan

Koil pengapian terdiri dari dua kumparan yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Pemeriksaan tahanan kumparan ini dilakukan dengan menggunakan *multimeter*. Atur *selector multimeter* pada posisi ohm.

Untuk memeriksa tahanan primer, hubungkan kabel positif *multimeter* pada terminal positif koil, dan kabel negatif *multimeter* pada terminal negatif koil. Kemudian untuk pemeriksaan tahanan sekunder, kabel positif tetap dihubungkan pada terminal positif koil, dan kabel negatif dihubungkan pada terminal tegangan tinggi.

e. Pengujian platina

Pengujian platina dilakukan dengan pemeriksaan secara visual pada kondisi kontak *point*, kebersihan, dan bentuk permukaannya.

f. Pengujian *kondensor*

Pengujian *kondesor* dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1) Pemeriksaan kondisi visual

Pemeriksaan visual pada *kondensor* dilakukan pada kondisi bodi *kondensor*.

2) Pemeriksaan kualitas *kondensor*

Pemeriksaan kualitas *kondensor* dilakukan dengan cara menghubungkan kabel *kondensor* tegangan rendah ke kabel

positif *multimeter* dan ujung kabel negatif *multimeter* ke bodi *kondensor*, memutar *selector multimeter* pada skala Ohm kemudian mengamati jarum pada skala pembacaan *multimeter* apabila jarum bergerak berarti *kondensor* sudah rusak.

g. Pengujian *vacum advancer*

Pengujian *vacum advancer* dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1) Pemeriksaan kondisi visual

Pemeriksaan visual pada *vacum advancer* meliputi kondisi keretakan *body*, dan kerusakan pada selang.

2) Pemeriksaan kebocoran

Pemeriksaan kebocoran pada *vacum advancer* dilakukan dengan memberikan kevakuman pada lubang *vacum* dengan cara dihisap, sedangkan lubang yang lainnya di tutup, jika terasa berat, maka tidak terdapat kebocoran.

h. Pengujian *Centrifugal advancer*

Pengujian *centrifugal advancer* dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1) Pemeriksaan kondisi visual

Pemeriksaan visual *centrifugal advancer* meliputi kondisi bobot sentrifugal dan pegas sentrifugal.

2) Pemeriksaan kinerja *centrifugal advancer*

Pemeriksaan ini dilakukan saat *distributor* masih terpasang pada *engine*, kemudian dengan memutar *rotor* searah

jarum jam, kemudian lepaskan, maka *rotor* harus kembali ke posisi semula.

i. Pengujian *rotor*

Pengujian *rotor* dapat dilakukan dengan pemeriksaan secara visua terhadap kondisi *rotor* dan kuningan dari keretakan, korosi dan kerusakan yang lain.

j. Pengujian kabel tegangan tinggi

Pengujian kabel tegangan tinggi dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1) Pemeriksaan kondisi visual

Pemeriksaan visual dilakukan terhadap kabel tegangan tinggi meliputi kondisi keretakan, kebersihan, dan sambungan kabel dengan konektornya.

2) Pemeriksaan tahanan

Pemeriksaan tahanan kabel tegangan tinggi dilakukan menggunakan *multimeter*. Atur *selector multimeter* paada posisi ohm. Hubungkan kabel positif *multimeter* pada ujung kabel tegangan tinggi, dan kabel negatif pada ujung yang lainnya. Lihat tahanan yang ditunjukkan oleh jarum skala pada *multimeter*.

k. Pengujian Busi

Pengujian busi dapat dilakukan dengan pemeriksaan kondisi visual, yaitu dengan memeriksa busi dari keausan *elektroda*, kerusakan ulir dan sekatnya.

l. Pengujian Motor *Starter*

Pengujian motor *starter* dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1) Pemeriksaan kumparan *armature*

Menggunakan *Ohmmeter*, periksalah bahwa antar segmen pada *komutator* terdapat kontinuitas, kemudian periksa juga bahwa antar *komutator* dan *armature coil core* tidak terdapat kontinuitas.

2) Pemeriksaan *komutator*

Periksa permukaan *komutator* dari kotoran atau terbakar, periksa *run out komutator* dengan menempatkan *komutator* pada *V-block*, kemudian ukur *run out* menggunakan *dial gauge*. Selanjutnya ukur diameter *komutator* menggunakan jangka sorong.

3) Pemeriksaan *Field Coil*

Menggunakan *Ohmmeter*, periksa kontinuitas antara kabel timah dan sikat, dan kontinuitas antara ujung *field coil* dan *field frame*.

4) Pemeriksaan Sikat

Menggunakan jangka sorong, ukur panjang sikat. Kemudian menggunakan *Ohmmeter*, periksa bahwa tidak ada kontinuitas antara pemegang sikat positif dan negatif.

5) Pemeriksaan kopling dan roda gigi

Periksa keausan atau kerusakan gigi pada gigi planetari, gigi dalam dan kopling *starter*. Kemudian putar *pinion gear* pada kopling searah dengan putaran jarum jam dan periksa bahwa *pinion* berputar bebas. Setelah itu putar *pinion* pada arah kebalikannya dan periksa bahwa *pinion* terkunci.

6) Pemeriksaan *Magnetic Switch*

Pemeriksaan *magnetic switch* meliputi :

a) Pemeriksaan *plunyer*

Tekan *plunyer* dan bebaskan kembali. *Plunyer* harus kembali ke posisi semula dengan cepat.

b) Pemeriksaan sirkuit *pull-in coil*

Menggunakan *ohmmeter*, periksa kontinuitas antara terminal 50 dan C.

c) Pemeriksaan sirkuit *hold-in coil*

Menggunakan *ohmmeter*, periksa kontinuitas antara terminal 50 dan *body switch*.

m. Pengujian *Alternator*

Pengujian *alternator* dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1) Pemeriksaan *Rotor*

Menggunakan *Ohmmeter*, periksa kontinuitas antar *slip ring*, dan periksa bahwa tidak adanya kontinuitas antara *slip ring* dan *rotor*.

2) Pemeriksaan *Slip Ring*

Periksa kehalusan permukaan *slip ring*, kemudian menggunakan jangka sorong, ukur diameter *slip ring*.

3) Pemeriksaan *Stator*

Menggunakan *Ohmmeter*, periksa kontinuitas antar kabel kumparan, dan periksa bahwa tidak ada kontinuitas antara ujung kumparan dan *stator core*.

4) Pemeriksaan Sikat

Periksa sikat dari keausan, keretakan, atau kotoran. Kemudian menggunakan skala, ukur panjang bagian sikat yang keluar.

5) Pemeriksaan *Rectifier*

a) Pemeriksaan *Rectifier* Positif

Menggunakan *Ohmmeter*, hubungkan *probe* negatif pada terminal N, dan *probe* positif pada terminal B, pada posisi ini harus ada kontinuitas. Kemudian balikkah

polaritas *probe* pada *Ohmmeter* dan ulangi langkahnya, pada posisi ini harus tidak ada kontinuitas.

b) Pemeriksaan *Rectifier* Negatif

Menggunakan *Ohmmeter*, hubungkan *probe* negatif pada *alternator body* (terminal E) dan *probe* positif pada terminal N, pada posisi ini harus ada kontinuitas. Kemudian baliklah polaritas *probe* dan ulangi langkahnya, pada posisi ini harus tidak ada kontinuitas.

6) Pemeriksaan *Bearing*

Pemeriksaan *bearing* depan maupun belakang dilakukan secara visual, periksa *bearing* dari keausan dan kekasaran putarannya.

n. Pengujian *Regulator*

Pengujian *regulator* dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1) Pemeriksaan Kontak *Point*

Periksa kontak *point* secara visual, yaitu keausan dan kerusakan.

2) Pemeriksaan *Resistor*

Menggunakan *Ohmmeter*, ukur tahanan antara terminal IG dan F.

3) Pemeriksaan *Voltage Regulator*

Menggunakan *Ohmmeter*, ukur tahanan antara terminal E dan L, antara terminal B dan E.

4) Pemeriksaan *Voltage Relay*

Menggunakan *Ohmmeter*, ukur tahanan antara terminal N dan E.

Hasil pengujian komponen ini akan disajikan dalam tabel seperti di bawah ini.

Tabel 07. Pengujian komponen

No	Nama Komponen	Yang Diuji	Standar	Hasil
1	Baterai	a. Kondisi visual	Tidak bocor	
		b. Tegangan	12 V	
		c. Berat jenis	1,26 – 1,28 kg/l	
2	Kunci kontak	a. Kondisi visual	Tidak pecah	
		b. Kontinuitas	Terhubung	
3	<i>Fuse</i>	a. Kondisi visual	Tidak putus	
		b. Kontinuitas	Terhubung	
4	Koil	a. Kondisi visual	Tidak pecah	
		b. Hambatan kumparan primer	1,35 – 2,09 Ω	
		c. Hambatan kumparan sekunder	8,5 – 14,5 Ω	
5	Platina	a. Kondisi visual	Tidak kotor	
6	<i>Kondensor</i>	a. Kondisi visual	Tidak pecah	
		b. Kapasitas	0,27 μf	
7	<i>Vacum Advancer</i>	a. Kondisi visual	Tidak pecah	
		b. Kebocoran	Tidak Bocor	
8	<i>Centrifugal Advancer</i>	a. Kondisi visual	Tidak pecah	
		b. <i>Rotor</i> diputar ke kiri	Kembali ke posisi semula	

No	Nama Komponen	Yang Diuji	Standar	Hasil
9	<i>Rotor</i>	a. Kondisi visual	Tidak kotor	
10	Kabel tegangan tinggi	a. Kondisi visual	Tidak putus	
		b. Tahanan	25 K Ω	
11	Busi	Kondisi visual	Tidak Pecah	
12	Kumparan <i>Armatur</i>	a. Kontinuitas antar segmen	Terhubung	
		b. Kontinuitas dengan <i>komutator</i>	Tidak terhubung	
	<i>Komutator</i>	a. Kondisi visual	Tidak Kotor	
		b. <i>Run Out</i>	0,005 mm	
		c. Diameter	27- 28 mm	
	<i>Field Coil</i>	a. <i>Grounding</i> dengan <i>body field coil</i>	Tidak terhubung	
		b. Kontinuitas dengan <i>brush</i>	Terhubung	
	Sikat (<i>Brush</i>)	a. Panjang	14,0 mm	
		b. <i>Grounding</i> sikat positif dan negatif	Tidak terhubung	
	Kopling <i>Starter</i>	a. Kondisi <i>Visual</i>	Tidak aus	
		b. Kerja Kopling	Berputar satu arah	
	<i>Magnetic Switch</i>	a. Gerakan <i>plunyer</i>	Lancar	
b. Kontinuitas <i>pull in coil</i>		Terhubung		
c. Kontinuitas <i>hold in coil</i>		Terhubung		
13	<i>Rotor</i>	a. Kondisi <i>visual</i>	Tidak Kotor	
		b. Kontinuitas dengan <i>slip ring</i>	Tidak terhubung	
	<i>Slip Ring</i>	a. Kondisi visual	Tidak kotor	
		b. Kontinuitas antar <i>slip ring</i>	Terhubung	
		c. Diameter	32 – 32,5 mm	

No	Nama Komponen	Yang Diuji	Standar	Hasil
13	<i>Stator</i>	a. Kontinuitas antar kabel	Terhubung	
		b. Kontinuitas dengan <i>stator core</i>	Tidak terhubung	
	Sikat	a. Kondisi visual	Tidak kotor	
		b. Panjang	5,5 – 12,5 mm	
	<i>Rectifier</i> Positif	a. Kontinuitas terminal B dan N	Terhubung	
		b. Kontinuitas terminal N dan B (posisi dibalik)	Tidak terhubung	
	<i>Rectifier</i> Negatif	a. Kontinuitas terminal N dan E	Terhubung	
		b. Kontinuitas terminal N dan E (posisi dibalik)	Tidak terhubung	
	<i>Bearing</i>	Kondisi Visual	Tidak aus	
	14	<i>Regulator</i>	a. Kondisi visual kontak <i>point</i>	Tidak kotor
b. Tahanan terminal IG dan F (resistor)			Posisi bebas : 0 Ω Ditarik : 11 Ω	
c. Tahanan terminal E dan L			Posisi bebas : 0 Ω	
d. Tahanan terminal B dan E			Posisi bebas : tak terbatas Ditarik : 0 Ω	
e. Tahanan terminal N dan E			23 Ω	

2. Pengujian Kinerja Sistem Kelistrikan *Engine* pada *Engine Stand*

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kualitas fungsi *engine stand* sebagai media pembelajaran agar sesuai dengan tujuan yang

diharapkan yaitu media pembelajaran yang lebih baik dari kondisi sebelumnya. Pengujian unjuk kerja sistem kelistrikan *engine* pada *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 ini akan dilakukan pada setiap sistem kelistrikan, yaitu meliputi sistem pengapian, sistem *starter*, sistem pengisian, dan sistem indikator.

a. Pengujian Sistem *Starter*

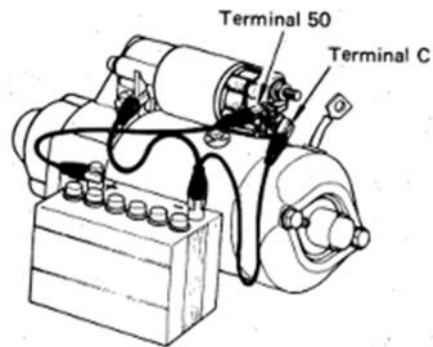
Sistem *starter* berfungsi untuk memberikan tenaga awal yang akan digunakan untuk memutar poros engkol agar terjadi proses kerja mesin. Pengujian sistem *starter* ini meliputi :

1) Pengujian *Pull-in Coil*

Langkah-langkah pengujian *pull-in coil* adalah sebagai berikut:

- a) Melepas kawat / kabel penghantar dari terminal C
- b) Menghubungkan baterai positif ke terminal 50 motor *starter*
- c) Menghubungkan baterai negatif ke *body* dan terminal C motor *starter*.

Pastikan bahwa kopling roda gigi *pinion* bergerak keluar. Pengujian *pull-in coil* ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

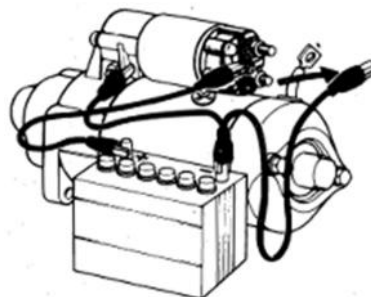


Gambar 26. Rangkaian pengujian *Pull in coil*
(Team Toyota, 1981:129)

2) Pengujian *Hold-in coil*

- a) Rangkaian kabel dari baterai ke motor *starter* masih sama seperti pada pengujian sebelumnya, dan kondisi *pinion* terdorong keluar.
- b) Melepas kabel negatif dari terminal C.
- c) Memastikan bahwa *pinion* tetap pada posisi terdorong keluar.

Pengujian *hold-in coil* ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

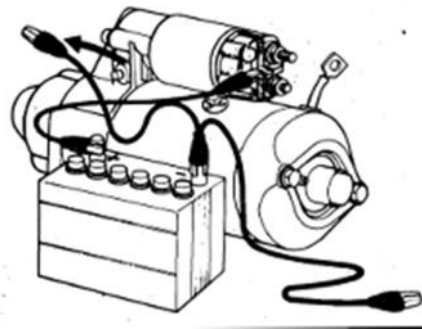


Gambar 27. Rangkaian pegujian *Hold in coil*
(Team Toyota, 1981:129)

3) Pengujian Kembalinya Roda Gigi *Pinion*

- a) Rangkaian kabel dari baterai ke motor *starter* masih sama seperti pada pengujian sebelumnya, dan kondisi *pinion* terdorong keluar.
- b) Melepas kabel negatif baterai dari *body* motor *starter*.

Pada posisi ini pastikan roda gigi *pinion* kembali ke posisi tertarik masuk. Rangkaian pengujian kembalinya roda gigi *pinion* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



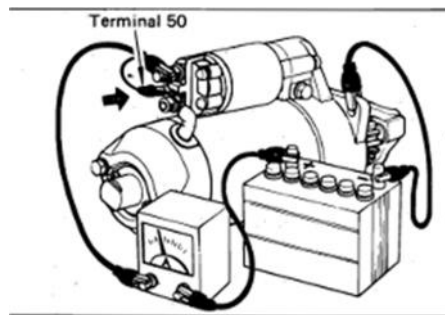
Gambar 28. Rangkaian pengujian Kembalinya *Plunger*
(Team Toyota, 1981:129)

4) Pengujian Motor *Starter* Tanpa Beban

- a) Memasang kembali kabel terminal C.
- b) Menghubungkan kabel positif baterai ke *Amperemeter* kemudian ke terminal 30 motor *starter*.
- c) Menghubungkan terminal 30 ke terminal 50 motor *starter*.
- d) Menghubungkan kabel negatif baterai ke *body* motor *starter*.

Jika *starter* berputar halus dan posisi *pinion* tetap menonjol keluar serta menggunakan arus kurang dari spesifikasi

(maksimal 55A pada 11V) berarti dalam keadaan baik. Rangkaian pengujian tanpa beban dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 29. Rancangan Pengujian Tanpa Beban
(Anonim, 1981:128)

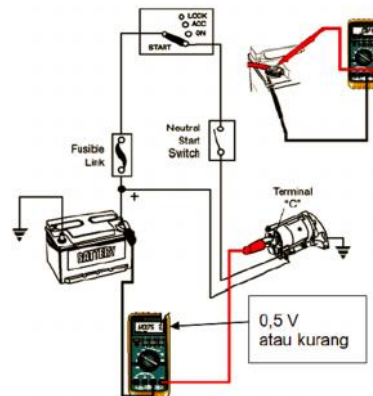
5) Pengujian Penurunan Tegangan (*Voltage Drop*)

Pengujian ini dapat mengetahui kelebihan tahanan pada rangkaian sistem *starter*. Besarnya tahanan pada rangkaian motor *starter* dapat menyebabkan menurunnya arus yang mengalir ke motor *starter* yang dapat menyebabkan motor *starter* berputar lambat.

a) Pengujian penurunan tegangan pada kabel positif baterai.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui penurunan tegangan antara terminal baterai dengan kabel baterai dan penurunan tegangan antara baterai dengan motor *starter* yang ditunjukkan pada gambar 30. Langkah yang dilakukan adalah dengan cara men-*start* kurang dari 10 detik. Penurunan tegangan tidak boleh melebihi 0,5 volt, jika tegangan lebih dari 0,5 volt berarti terdapat tahanan yang berlebih. Perlu dilakukan

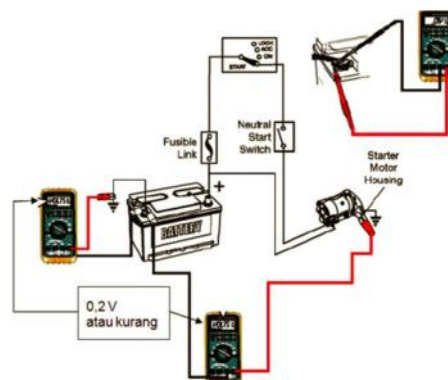
pemeriksaan, karena tahanan yang berlebih pada kabel baterai dapat di sebabkan oleh kabel baterai yang sudah rusak atau sambungan yang kurang baik antara terminal baterai dan kabel baterai.



Gambar 30. Rangkaian Pengujian Penurunan Tegangan pada Kabel Positif Baterai
(Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan 2009:199)

b) Pengujian penurunan tegangan pada kabel negatif baterai.

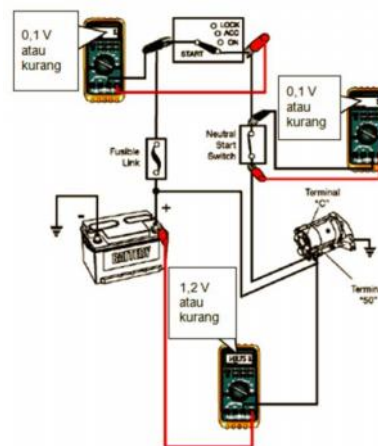
Pengujian penurunan tegangan pada kebel negatif baterai dapat dilakukan seperti pada gambar 31 di bawah ini



Gambar 31. Rangkaian Pengujian Penurunan Tegangan pada Kabel Negatif Baterai.
(Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan 2009: 200)

c) Pengujian penurunan tegangan pada rangkaian motor *starter*

Pengujian penurunan tegangan pada rangkaian sistem motor *starter* ini dapat dilakukan seperti ditunjukkan pada gambar 32:



Gambar 32. Pengujian Penurunan Tegangan pada Rangkaian Sistem Motor *Starter*.
(Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan 2009: 200)

b. Pengujian Sistem Pengapian

Sistem pengapian berfungsi untuk menghasilkan percikan bunga api pada busi yang akan digunakan untuk membakar campuran udara dan bahan bakar di dalam ruang bakar. Berdasarkan fungsi sistem tersebut, maka pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem pengapian mampu menghasilkan loncatan bunga api seperti yang diharapkan.

Setelah melakukan pengujian komponen, selanjutnya dilakukan pengujian unjuk kerja dari sistem pengapian ini, yaitu dengan cara sebagai berikut :

- 1) Memastikan semua komponen sistem pengapian dalam keadaan baik dan layak pakai serta terpasang dengan benar.
- 2) Memutar kunci kontak pada posisi ON.
- 3) Menghubungkan *probe* positif *Voltmeter* ke terminal positif koil dan *probe* negatif ke *body* untuk memastikan terdapat tegangan 12 V pada koil pengapian.
- 4) Melepas busi dari mesin, kemudian dipasangkan pada masing-masing kabel busi, kemudian putar kunci kontak pada posisi *START* untuk memastikan semua busi menghasilkan percikan bunga api.
- 5) Memasang kembali busi pada mesin dengan momen yang telah ditentukan, kemudian memasang kabel busi, putar kunci kontak pada posisi *START* untuk memastikan mesin dapat dinyalakan.
- 6) Memasang *engine tuner* untuk memastikan kondisi *dwell* dan *timing* pengapian, jika kurang tepat dapat dilakukan penyetelan.

c. Pengujian Sistem Pengisian

Sistem pengisian berfungsi untuk mengisi kembali baterai, dan mensuplai arus listrik ke seluruh sistem kelistrikan setelah mesin hidup. Setelah pengujian komponen dilakukan, maka selanjutnya akan dilakukan pengujian unjuk kerja sistem pengisian yaitu pengujian *output* pengisian.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan *alternator* untuk menghasilkan tegangan dan arus sesuai dengan ketentuan. *Output* sistem pengisian harus memenuhi spesifikasi *alternator* tersebut. Jika hasil pengujian menunjukkan tidak sesuai dengan spesifikasi, *alternator* atau *regulator* perlu diperiksa atau diganti. Alat khusus dapat digunakan, atau dapat juga menggunakan alat ukur tegangan dan arus yang terpisah. Berikut prosedur yang dilakukan untuk mengetes *output alternator*.

1) Pengujian tanpa beban

Pengujian sistem pengisian tanpa beban dilakukan dengan beberapa langkah sebagai berikut.

- a) Siapkan alat ukur berupa *voltmeter* dan *amperemeter*
- b) Hubungkan kabel positif *voltmeter* ke terminal B *alternator* dan terminal negatif *voltmeter* ke terminal – baterai. Hidupkan mesin dan baca jarum penunjuk *voltmeter*, tegangan tanpa beban spesifikasi adalah 13,8 – 14,8 V pada putaran *idle* sampai 2000 rpm.
- c) Untuk mengukur arus yang mengalir, lepas kabel dari terminal B, kemudian hubungkan kabel positif *amperemeter* ke terminal B *alternator* dan kabel negatif *amperemeter* ke kabel B yang telah dilepas. Hidupkan mesin dan baca hasil pengukuran. Arus spesifikasi adalah kurang dari 10 A pada putaran *idle* sampai 2000 rpm.

2) Pengujian penurunan tegangan (*voltage drop test*)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tahanan yang berlebihan pada rangkaian sistem pengisian. Pengujian ini dapat menentukan penurunan tegangan pada rangkaian *otuput* sistem pengisian. Pengujian dilakukan pada bagian massa dan bagian positif sistem. Penurunan tegangan yang berlebihan yang disebabkan oleh tahanan yang terlalu tinggi akan menurunkan arus pengisian. Pada kondisi beban listrik yang berat, baterai akan mengeluarkan arus yang seharusnya dipenuhi oleh sistem pengisian. Berikut dijelaskan langkah-langkah pengujiannya dengan menggunakan *voltmeter*.

a) Pengujian penurunan tegangan pada sirkuit positif

Pasang kabel positif *voltmeter* ke terminal B *alternator* dan kabel negatif *voltmeter* ke terminal positif baterai. Hidupkan mesin dan set pada putaran sekitar 2000 rpm. Baca penunjukkan *voltmeter*. Penurunan tegangan tidak boleh lebih dari 0,2 V. Jika lebih dari harga tersebut, cari jaringan yang mungkin bermasalah yang dapat menyebabkan tahanan yang tinggi dan betulkan. Lakukan pengujian ulang.

b) Pengujian penurunan tegangan pada sirkuit negatif

Pasang kabel negatif *voltmeter* ke bodi *alternator* dan kabel positif *voltmeter* ke terminal negatif baterai.

Hidupkan mesin dan set pada putaran sekitar 2000 rpm. Baca penunjukkan *voltmeter*. Penurunan tegangan tidak boleh lebih dari 0,2 V. Jika lebih dari harga tersebut, cari jaringan yang mungkin bermasalah yang dapat menyebabkan tahanan yang tinggi dan betulkan. Tahanan yang berlebihan umumnya disebabkan oleh hubungan kabel yang kendor atau berkarat.

Hasil pengujian unjuk kerja sistem kelistrikan ini akan disajikan dalam tabel seperti di bawah ini.

Tabel 08. Pengujian Kerja Sistem Kelistrikan Pada *Engine Stand*

No	Sistem	Pengujian	Standar	Hasil
1	Sistem Starter	a. <i>Pull-in coil test</i>	<i>Pinion</i> menonjol keluar	
		b. <i>Hold-in coil test</i>	<i>Pinion</i> tertahan/tetap keluar	
		c. Pengujian tanpa beban	<i>Pinion</i> keluar dan berputar halus	
		d. <i>Voltage drop test</i>	Sirkuit positif : $\leq 0,5$ V Sirkuit negatif : $\leq 0,2$ V Rangkaian : $\leq 0,1$ V	
2	Sistem Pengapian	a. <i>Input Tegangan</i>	12 V	
		b. Bunga Api Busi	Ada / memercik	
3	Sistem Pengisian	a. <i>Output Pengisian</i>	13 – 15 V 6 – 10 A	
		b. <i>Voltage drop test</i>	$\leq 0,2$ V pada 2000 rpm	

3. Pengujian *Persepsional*

Pengujian *persepsional* merupakan pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan penilaian orang lain terhadap hasil dari proses perbaikan yang telah dilaksanakan. Pengujian *persepsional* dapat dilakukan dengan cara pengambilan data menggunakan angket. Angket digunakan untuk melakukan pengukuran dengan tujuan untuk menghasilkan data kuantitatif yang akurat. Jenis angket yang diunakan dalam pengujian ini adalah jenis angket tertutup dengan bentuk *check list*.

Angket disusun dengan skala penilaian. Skala yang digunakan untuk penilaian ini adalah skala *likert*. Dalam pengujian ini menggunakan skala *likert* dengan lima alternatif jawaban yaitu SS (sangat setuju), S (setuju), KS (kurang setuju), TS (tidak setuju), dan STS (sangat tidak setuju). Untuk keperluan analisis kuantitatif maka setiap alternatif jawaban dalam skala *likert* dapat diberikan skor atau bobot. (Sugiyono, 2011)

Adapun kriteria pembobotan skala *likert* adalah sebagai berikut:

Tabel 09. Kriteria Pembobotan Skala *Likert*.

No	Alternatif Jawaban	Bobot/Skala
1	Sangat Setuju	5
2	Setuju	4
3	Kurang Setuju	3
4	Tidak Setuju	2
5	Sangat Tidak Setuju	1

Pengujian ini dilakukan oleh ahli yaitu dosen dari Universitas Negeri Yogyakarta yang berkompeten dalam media pembelajaran. Lembar penilaian berisi tentang poin-poin yang menggambarkan

kesesuaian perbaikan dengan tujuan awal dilaksanakannya perbaikan. Selain itu juga disertai dengan lembar isian untuk menuliskan saran dan masukan mengenai hasil perbaikan. Dari kisi-kisi akan disusun instrumen berupa poin-poin penilaian yang akan digunakan sebagai tolok ukur penilaian dari persepsi orang lain (ahli) terhadap hasil perbaikan yang telah dilaksanakan. Kisi-kisi lembar penilaian dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 10. Kisi-kisi Lembar Penilaian

No .	Aspek Penilaian	Sub Aspek	Indikator	Nomor Butir
1	Pemilihan Media	Tampilan	Kerapian	1
			Pemilihan warna	2, 3
		Kesesuaian	Sesuai dengan tujuan	4
			Sesuai dengan materi	5, 6
		Kemudahan	Kemudahan penggunaan	7, 8
			Kemudahan perawatan	9
			Kemudahan penyimpanan	10
		Kualitas	Kualitas produk	11, 12
			Kualitas penggunaan	13,14, 15
2	K3	Keamanan	Keamanan produk	16, 17
			Keamanan pengguna	18, 19
		Kenyamanan	Kenyamanan dalam penggunaan	20

Kemudian setelah penyusunan instrumen, diadakan pengujian berupa uji *validitas*. Prinsip *validitas* adalah pengukuran atau pengamatan yang berarti prinsip keandalan instrumen dalam pengumpulan data. Instrumen harus dapat mengukur apa yang seharusnya diukur. Uji *validitas* yang akan digunakan adalah *validitas* konstruk.

Validitas konstruk merupakan tipe *validitas* yang menunjukkan sejauh mana alat ukur mengungkap suatu produk atau teoritis yang hendak diukurnya. Pengujian instrumen penilaian menggunakan pengujian *validitas* konstruk dapat dilakukan dengan cara meminta pendapat dan pertimbangan ahli.

4. Teknik Analisis Data

Data hasil penilaian ini secara keseluruhan dapat digolongkan menjadi data kuantitatif. Data kuantitatif merupakan data yang berupa angka-angka yang dapat diperoleh dari angket penilaian. Analisis data yang dilakukan disesuaikan dengan data yang diperoleh yaitu analisis data kuantitatif.

Sesuai dengan tujuan awal dilaksanakannya perbaikan *engine stand* kelistrikan Toyota Kijang 5K L-4, yaitu agar *engine stand* kelistrikan Toyota Kijang 5K L-4 lebih baik dari kondisi sebelumnya. Maka penilaian yang dilaksanakan selain penilaian teknis juga dilakukan penilaian prespektif tentang kelayakan. Begitu juga dengan analisis yang digunakan yaitu analisis kelayakan.

Agar data dapat digunakan sesuai dengan maksud penilaian, maka data hasil penilaian dari angket yang berupa data kualitatif diubah ke data kuantitatif. Data kualitatif yang berupa pernyataan diubah terlebih dahulu berdasarkan bobot yang telah ditetapkan menjadi data kuantitatif dengan skala lima, empat, tiga, dua, satu. Data kuantitatif tersebut yang selanjutnya dianalisis dengan statistik deskriptif.

Untuk mendapatkan nilai rata-rata penilaian terhadap hasil perbaikan *engine stand* kelistrikan Toyota Kijang 5K L-4 dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Mn = \frac{\sum x}{N}$$

Keterangan :

Mn = Rata-rata

$\sum x$ = Jumlah Skor

N = Jumlah *responden*.

Menurut (Arikunto Suharsimi, 2013:35) “data kuantitatif yang berwujud angka-angka hasil perhitungan atau pengukuran dapat diproses dengan cara dijumlah, dibandingkan dengan jumlah yang diharapkan dan diperoleh prosentase”. Berdasarkan pendapat tersebut maka hasil yang berupa data kualitatif tersebut dapat dijumlahkan dan selanjutnya dapat dihitung prosentase kelayakannya menggunakan rumus :

$$\text{Prosentase Kelayakan (\%)} = \frac{\text{Skor yang didapatkan}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

Penilaian ini menggunakan kriteria kelayakan untuk menentukan hasil analisis data. Penetapan kriteria kelayakan dilakukan dengan cara membuat kriteria kuantitatif tanpa pertimbangan. Maksudnya yaitu

kriteria tersebut disusun hanya dengan memperhatikan rentangan bilangan tanpa mempertimbangkan apa yang dilakukan baik itu berupa kebijakan atau bobot tertentu (Arikunto Suharsimi, 2013).

Setelah didapat hasil perhitungan prosentase kelayakan maka hasilnya dapat ditentukan ke dalam kategori kelayakan. Berikut ini merupakan klasifikasi kelayakan pada hasil perbaikan *engine stand* kelistrikan Toyota Kijang 5K L-4. Klasifikasi ini merupakan adopsi dari skala prosentase oleh Arikunto Suharsimi (2013:35).

Tabel 11. Penggolongan Kategori Kelayakan

No	Skor dalam persen	Kategori Kelayakan
1	0 – 20 %	Tidak Layak
2	21 % - 40 %	Kurang Layak
3	41 % - 60 %	Cukup Layak
4	61% - 80 %	Layak
5	81% - 100 %	Sangat Layak

F. Rancangan Biaya Perbaikan

Rancangan biaya dalam proses perbaikan *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 dapat dilihat dalam tabel dibawah ini.

Tabel 12. Tabel Rencana Anggaran Biaya

No	Nama Bahan	Jumlah Satuan	Harga Per satuan	Jumlah
1	Kunci Kontak	1 buah	Rp 35.000,00	Rp 35.000,00
2	<i>Amperemeter</i>	1 buah	Rp 50.000,00	Rp 50.000,00
3	<i>Regulator</i>	1 buah	Rp 70.000,00	Rp 70.000,00
4	Kabel merah ϕ 2 mm	1,4 cm	Rp 3.000,00	Rp 4.200,00
5	Kabel merah ϕ 3 mm	1,35 m	Rp 5.000,00	Rp 6.750,00
6	Kabel merah ϕ 5 mm	1,45 m	Rp 15.000,00	Rp 21.750,00

No	Nama Bahan	Jumlah Satuan	Harga Per satuan	Jumlah
7	Kabel merah putih ϕ 3 mm	2,83 m	Rp .5.000,00	Rp 14.150,00
8	Kabel merah hitam ϕ 3 mm	6,3 m	Rp 5.000,00	Rp 3.810,00
9	Kabel hitam ϕ 2 mm	1,35 m	Rp 15.000,00	Rp 31.500,00
10	Kabel hitam putih ϕ 2 mm	1,40 m	Rp 3.000,00	Rp 42.000,00
11	Kabel hitam merah ϕ 2 mm	1,8 m	Rp 3.000,00	Rp 5.400,00
12	Kabel hitam ϕ 5 mm	1,45 m	Rp 15.000,00	Rp 21.750,00
13	Kabel hijau ϕ 2 mm	1,40 m	Rp 3.000,00	Rp 42.000,00
14	Kabel biru putih ϕ 2 mm	1,40 m	Rp 3.000,00	Rp 42.000,00
15	Kabel biru ϕ 2 mm	1,40 m	Rp 3.000,00	Rp 42.000,00
16	Kabel kuning ϕ 2 mm	1,46 m	Rp 3.000,00	Rp 42.000,00
17	<i>Tenol</i>	1 buah	Rp 7.000,00	Rp 7.000,00
18	<i>Socket isi 3</i>	1 buah	Rp 2.000,00	Rp 2.000,00
19	<i>Socket isi 6</i>	1 buah	Rp 5.000,00	Rp 5.000,00
20	<i>Socket isi 4</i>	1 buah	Rp 3.000,00	Rp 3.000,00
21	<i>Sekun</i>	25 buah	Rp 500,00	Rp 12.500,00
22	<i>Fuse blade</i>	3 buah	Rp 10.000,00	Rp 10.000,00
23	Lampu indikator	2 buah	Rp 10.000,00	Rp 10.000,00
24	<i>Acrylic 68,5 x 21</i>	1 buah	Rp 190.000,00	Rp 190.000,00
25	Mur Baut 5mm	8 buah	Rp 1.000,00	Rp 8.000,00
26	Isolasi	1 buah	Rp 7.000,00	Rp 7.000,00
27	<i>Thinner</i>	1 kaleng	Rp 15.000,00	Rp 15.000,00
28	Cat primer	1 kaleng	Rp 30.000,00	Rp 30.000,00
29	Cat <i>top coat</i> kuning	1 kaleng	Rp 45.000,00	Rp 45.000,00

No	Nama Bahan	Jumlah Satuan	Harga Per satuan	Jumlah
30	Kabel <i>ties</i> besar	10 buah	Rp 2.000,00	Rp 20.000,00
31	Kabel <i>ties</i> kecil	20 buah	Rp 1.000,00	Rp 20.000,00
32	Isolasi bakar	1 meter	Rp 5.000,00	Rp 5.000,00
33	Amplas	3 lembar	Rp 3.000,00	Rp 9.000,00
Jumlah				Rp 872.810,00

G. Rancangan Jadwal Pengerjaan

Berikut ini dipaparkan rencana jadwal kegiatan perbaikan sistem kelistrikan *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4. Kegiatan dilaksanakan setiap hari Senin, Selasa, dan Kamis pukul 08.00 WIB sampai dengan pukul 16.00 WIB di bengkel kelistrikan Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta yang dimulai sejak bulan Januari.

Tabel 13. Jadwal Kegiatan

No	Kegiatan	Waktu Bulan, Tahun, Minggu Ke...											
		Januari 2017				Februari 2017				Maret 2017			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pengajuan Judul dan Proposal	■											
2	Persiapan Alat dan Bahan yang diperlukan	■	■										
3	Pengerjaan Proyek Akhir			■	■	■	■	■	■	■	■		
4	Penyusunan Konsep Laporan		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
5	Uji kelayakan												■
6	Penyelesaian Laporan										■	■	■

BAB IV PROSES, HASIL, DAN PEMBAHASAN

A. Proses Perbaikan

Proses perbaikan sistem kelistrikan *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 ini dilakukan selama 2 (dua) bulan di bengkel jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Proses perbaikan dimulai dengan melakukan identifikasi dan analisis kebutuhan dilakukannya perbaikan *engine stand*. Berdasarkan hal tersebut di atas, maka proses perbaikan *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi Kondisi Awal *Engine Stand*.

Identifikasi kondisi awal *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 ini merupakan langkah awal yang dilakukan untuk menentukan langkah selanjutnya dalam proses perbaikan. Proses identifikasi awal yang dilakukan dengan mengamati secara langsung kondisi *engine stand*.

a. Identifikasi Komponen Kelistrikan *Engine*

Pada *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 terdapat 4 (empat) sistem kelistrikan *engine*, yaitu sistem pengapian, sistem *starter*, sistem pengisian, dan sistem indikator. Identifikasi komponen dilakukan pada masing-masing sistem tersebut. Hasil identifikasi komponen pada sistem kelistrikan *engine* ini adalah sebagai berikut :

1) Identifikasi Kondisi Kunci Kontak

Pada kondisi awal *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 ini tidak dilengkapi dengan kunci kontak, seperti terlihat pada gambar 33 di bawah ini.

2) Identifikasi Kondisi *Amperemeter*

Pada kondisi awal *engine stand* Toyota Kijang 5K ini tidak dilengkapi dengan *Amperemeter*, seperti terlihat pada gambar 33 di bawah ini.

3) Identifikasi Kondisi *Regulator* Pengisian

Pada kondisi awal *engine stand* Toyota Kijang 5K ini tidak dilengkapi dengan *Regulator* pengisian, seperti terlihat pada gambar 33 di bawah ini.

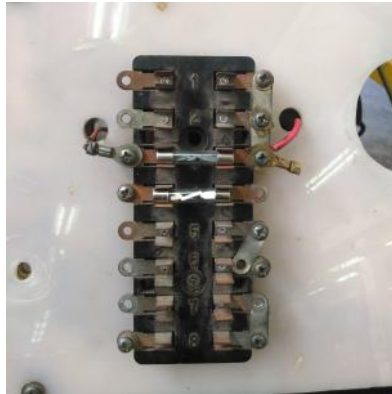


Gambar 33. Kondisi Awal *Engine Stand* Toyota Kijang 5K L-4

4) Identifikasi Kondisi *Fuse*

Pada kondisi awal *engine stand* Toyota Kijang 5K ini menggunakan *fuse* dengan bentuk tabung dengan rumah *fuse* (*fuse box*) yang tidak dilengkapi dengan tutup. Selain itu *fuse* yang dipergunakan hanya satu buah dan digunakan sebagai

pengaman seluruh rangkaian sistem kelistrikan. Kondisi awal *fuse* dapat dilihat pada gambar 35 di bawah ini.



Gambar 34. Kondisi Awal *Fuse* dan *Fuse Box*

5) Identifikasi Kondisi Lampu Indikator

Engine stand Toyota Kijang 5K L-4 menggunakan 2 (dua) buah lampu indikator, yaitu lampu indikator pengisian dan lampu indikator tekanan oli. Pada kondisi awal lampu indikator pengisian dalam keadaan putus (mati), sedangkan lampu indikator tekanan oli tidak ada.

6) Identifikasi Kondisi Koil Pengapian

Kondisi awal koil pengapian pada *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 ini masih dalam keadaan baik dan dapat berfungsi sesuai dengan fungsi kerjanya.

7) Identifikasi Kondisi Kabel Tegangan Tinggi Pengapian

Kondisi awal Kabel Tegangan Tinggi pengapian pada *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 ini masih dalam keadaan baik dan dapat berfungsi sesuai dengan fungsi kerjanya.

8) Identifikasi Kondisi *Distributor* Pengapian

Kondisi awal *distributor* pengapian pada *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 ini masih dalam keadaan baik dan dapat berfungsi sesuai dengan fungsi kerjanya.

9) Identifikasi Kondisi Motor *Starter*

Kondisi awal komponen motor *starter* pada *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 ini masih dalam keadaan baik, namun dalam kerjanya motor *starter* ini harus ditopang (diganjal) menggunakan balok kayu, agar perkaitan roda gigi *pinion* dan *fly wheel* dapat sempurna. Kondisi awal motor *starter* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 35. Kondisi Awal Motor *Starter* (diganjal kayu)

10) Identifikasi Kondisi *Alternator*

Alternator pada sistem pengisian *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 ini mengalami permasalahan berupa timbulnya panas pada kabel *output* (kabel terminal B) *alternator*. Sehingga perlu dilakukan perbaikan pada unit *alternator*.

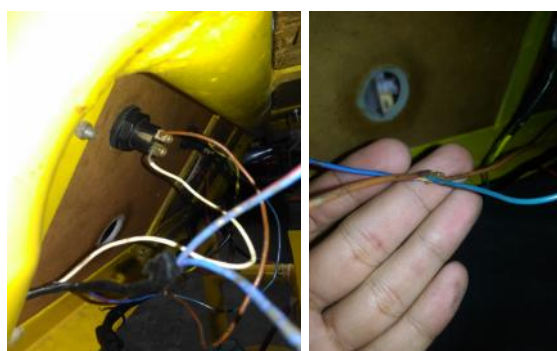
11) Identifikasi Kondisi Rangkaian Kabel

Kondisi rangkaian kabel kelistrikan yang menghubungkan antar komponen pada *engine stand* dalam kondisi yang tidak rapi, seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 36. Kondisi Kabel Rangkaian Kelistrikan

Selain kondisi kabel yang tidak rapi, pada rangkaian kabel kelistrikan juga terdapat sambungan antar kabel yang berbeda warna, seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 37. Sambungan Antar Kabel yang Berbeda Warna

b. Identifikasi Kondisi *Board Panel*

Kondisi awal *board panel* pada *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 ini menggunakan bahan *acrylic* dengan warna putih polos. Kemudian dalam *board panel* tersebut terdapat lubang-

lubang yang digunakan sebagai dudukan kunci kontak, *amperemeter*, dan baut *fuse box* maupun *regulator*, dimana lubang dibuat dengan cara manual. Selain itu terdapat juga kode *engine stand* yang ditempel menggunakan kertas dan nomor *engine stand* yang dibuat dengan *pylox*. Kemudian terdapat Standar Operasional Prosedur penggunaan dan perawatan *engine stand* yang ditempel menggunakan *sticker* dan sudah dalam keadaan rusak. Kondisi awal *board panel* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 38. Kondisi Awal *Board Panel*

Dari kondisi awal *board panel* di atas maka perlu dilakukan perbaikan agar lebih baik dari kondisi sebelumnya.

c. Identifikasi Kondisi Rangka *Engine Stand*

Kondisi awal rangka *engine stand* masih dalam keadaan baik, tidak keropos, namun banyak cat yang terkelupas, sehingga perlu dilakukan pengecatan ulang. Selain itu untuk keperluan penyeragaman dengan unit *engine stand* yang lain yang dudukan *regulator*nya berada di bagian rangka sejajar dengan dudukan koil,

maka untuk *engine stand* L-4 ini harus dirubah, karena sebelumnya dudukan *regulator* ditempatkan di bagian *board panel*.

d. Identifikasi Kondisi Knalpot

Kondisi knalpot dalam keadaan rusak, hal ini akan mengganggu kenyamanan praktikan saat melaksanakan praktikum, karena dengan kondisi knalpot yang rusak tersebut suara *engine* menjadi bising, dan gas buang mesin juga akan semakin banyak. Sehingga knalpot perlu diperbaiki. Kondisi awal knalpot dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 39. Kondisi Awal Knalpot

Setelah proses identifikasi selesai dilaksanakan, maka akan dilanjutkan dengan proses perbaikan terhadap hasil identifikasi yang sudah ada sesuai dengan tujuan awal dilaksanakannya modifikasi ini.

2. Proses Perbaikan *Engine Stand*

Proses perbaikan *engine stand* dilakukan dengan beberapa tahap, diantaranya :

a. Melepas komponen *engine stand* dari rangka.

Komponen *engine stand* dilepas dari rangka dengan tujuan agar proses pengecatan ulang rangka dan perbaikan komponen *engine stand* lebih mudah dilaksanakan. Adapun komponen-komponen *engine stand* yang dilepas antara lain *board panel*, seluruh rangkaian kabel kelistrikan, koil, *distributor*, motor *starter*, *alternator*, *radiator*, dan knalpot. Kemudian *engine* dilepas dan diturunkan menggunakan alat bantu berupa *crane*. Seperti terlihat pada gambar di bawah ini. Pada proses ini tidak ada masalah dan berjalan sesuai dengan rencana.



Gambar 40. Proses Melepas dan Menurunkan *Engine* dari Rangka

b. Proses Perbaikan Rangka *Engine Stand*

Berdasarkan identifikasi awal yang dilakukan dan analisis kebutuhan yang diharapkan, maka rangka *engine stand* harus diperbaiki agar lebih baik dari kondisi sebelumnya. Perbaikan yang dilakukan yaitu dengan menambah dudukan *regulator* pada bagian rangka *engine stand* sejajar dengan dudukan koil.

Perbaikan selanjutnya adalah dengan menghilangkan bagian *engine stand* yang dapat membahayakan praktikan saat melaksanakan praktikum, contohnya memotong kedudukan *radiator* yang terlalu panjang, seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 41. Proses Perbaikan Rangka *Engine Stand*

Perbaikan selanjutnya yaitu melakukan pengecatan ulang pada rangka engine stand. Proses ini dimulai dari proses persiapan permukaan sampai pengecatan *top coat* pada rangka *engine stand*, langkah-langkahnya yaitu :

- 1) Menghilangkan karat pada permukaan rangka.

Cat yang terkelupas pada rangka *engine stand* menyebabkan timbulnya korosi. Agar proses pengecatan dapat berjalan lancar, maka karat harus dihilangkan. Pada proses ini selain menghilangkan karat juga meratakan permukaan yang akan dicat ulang. Pada proses ini seharusnya menggunakan *sander* dengan gerak tunggal, namun karena keterbatasan biaya, dan tidak adanya *sander*, maka proses menghilangkan

karat dilakukan dengan menggunakan bor dan gerinda listrik. Proses menghilangkan karat dapat dilihat pada gambar di bawah ini yaitu menggunakan amplas nomor 60.



Gambar 42. Proses Menghilangkan Karat

Setelah proses menghilangkan karat, debu dan kotorannya dibersihkan menggunakan air bersih. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan material-material sisa pengamplasan, kotoran, minyak atau oli. Proses membersihkan debu dan kotoran ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 43. Proses Membersihkan Debu dan Kotoran

2) Proses Aplikasi Primer

Aplikasi primer bertujuan untuk mencegah terjadinya korosi dan untuk memperbaiki daya lekat (*adesi*). Proses ini dilakukan menggunakan *spray gun* seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 44. Proses Aplikasi Primer

3) Menghaluskan permukaan lapisan primer

Setelah aplikasi primer dilakukan, selanjutnya lapisan primer pada rangka diampelas menggunakan amplas halus (#1000) untuk menghaluskan permukaan agar lapisan *top coat* dapat melekat sempurna. Proses pengamplasan ini dilakukan secara perlahan menggunakan *hand block*, kemudian setelah permukaan halus, rangka kembali dibersihkan menggunakan air bersih, seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 45. Proses Menghaluskan Permukaan Lapisan Primer

4) Aplikasi *Top Coat*

Setelah permukaan primer halus dan dibersihkan dari sisa proses pengamplasan, kemudian dilanjutkan dengan pengecatan *top coat* atau pengecatan lapisan paling atas yaitu menggunakan cat warna kuning sesuai dengan rancangan kode rangka engine stand. Pengecatan ini dilakukan menggunakan *spray gun* seperti pada gambar di bawah ini.



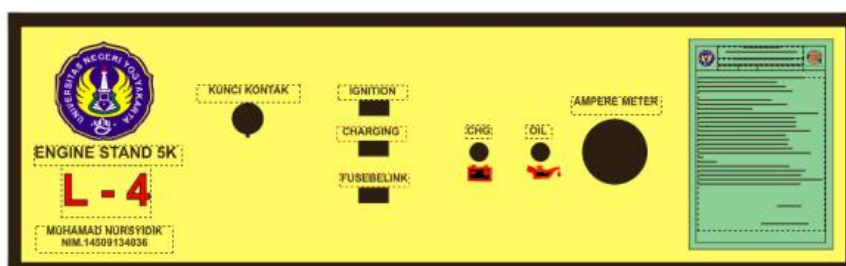
Gambar 46. Proses Pengecatan *Top Coat*

c. Membuat *board panel* dengan desain yang baru.

Berdasarkan identifikasi awal yang dilakukan, maka diperlukan *board panel* dengan desain yang baru. *Board panel*

yang lama memang sudah menggunakan bahan *acrylic*, namun untuk tulisannya masih menggunakan tempelan kertas, sehingga tidak tahan lama. Untuk desain baru ini masih menggunakan bahan yang sama namun untuk tulisan ditulis dengan cara dicetak (*printing*) agar lebih awet, sedangkan untuk membuat lubang dilakukan dengan menggunakan mesin (*cutting*). Dan untuk menambah nilai estetika, *board panel* diberi warna yang disesuaikan dengan media pembelajaran kelistrikan *engine*.

Board pabel dibuat menggunakan *acrylic* ukuran 68,5 x 21 cm dengan tebal 3mm. Di atas panel tersebut akan dipasang kunci kontak, 3 (tiga) buah *fuse*, 2 (dua) buah lampu indikator, 1 (satu) buah *Amperemeter*, 1 (satu) lembar Standar Perawatan dan Pengoperasian *engine stand*, lambang Universitas Negeri Yogyakarta, nama, nomor dan kode *engine stand*, serta nama dan nomor mahasiswa. Proses pembuatan *board panel* dimulai dengan mendesain *layout* menggunakan aplikasi *corel draw*. Seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 47. Deain *Board Panel* Baru

Setelah proses desain selesai dan disetujui oleh dosen yang bersangkutan, selanjutnya pembuatan atau proses *printing* dan *cutting acrylic* ini memanfaatkan jasa dari pihak percetakan.

d. Melengkapi dan Memperbaiki Komponen Kelistrikan *Engine*

Dari identifikasi awal yang dilakukan dapat diketahui bahwa terdapat komponen kelistrikan yang kurang lengkap dan dalam kondisi rusak. Sehingga perlu dilakukan perbaikan terhadap komponen yang rusak dan melengkapi komponen yang belum ada.

Komponen kelistrikan yang perlu disiapkan adalah kunci kontak, *Fuse blade*, *Regulator*, *Amperemeter*, bola lampu indikator pengisian, dan bola lampu indikator tekanan oli. Pada proses ini pengadaan sebagian komponen seperti kunci kontak, *regulator*, dan *Amperemeter*, dibantu oleh bengkel jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Sedangkan komponen yang lain, seperti kabel, bola lampu, *fuse* dan lain-lain harus dibeli sendiri.

Kemudian komponen kelistrikan yang perlu dilakukan perbaikan adalah *alternator*. Pada identifikasi awal yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa *alternator* dalam keadaan rusak, hal ini dapat diketahui dengan munculnya panas pada kabel *output* pengisian (kabel B) saat sistem pengisian bekerja. Karena kerusakan ini berhubungan dengan rangkaian *output*, maka

diagnosis pertama adalah kerusakan pada rangkaian *output* dalam hal ini adalah rangkaian *dioda rectifier*.

Proses perbaikan dilakukan dengan melakukan pemeriksaan awal terhadap *dioda rectifier*. Pemeriksaan dilakukan menggunakan *multimeter*, yaitu dengan cara memposisikan *selector* pada posisi *Ohm*, kemudian menghubungkan kabel positif *multimeter* ke terminal B, dan kabel negatif *multimeter* ke terminal N, pada posisi ini jarum *multimeter* bergerak, menandakan adanya kontinuitas pada kedua terminal tersebut. Kemudian posisi kabel *multimeter* dibalik dan seharusnya pada posisi ini tidak ada kontinuitas, namun pada kenyataannya masih terdapat kontinuitas pada terminal B dan N. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *dioda rectifier* positif mengalami kerusakan dan harus di ganti.

Pemeriksaan selanjutnya pada *dioda rectifier* rangkaian negatif, caranya masih sama dengan pemeriksaan sebelumnya, tetapi pada proses ini kabel positif dihubungkan ke terminal N, dan kabel negatif ke terminal E, pada posisi ini terdapat kontinuitas, kemudian setelah dibalik tidak ada kontinuitas, hal ini menunjukkan bahwa *dioda rectifier* negatif masih dalam keadaan baik. Setelah pemeriksaan selesai dilakukan selanjutnya dilakukan pembongkaran unit *alternator* untuk mengganti *dioda rectifier* positif.

Perbaikan selanjutnya dilakukan pada dudukan motor *starter*, berdasarkan identifikasi awal penyebab motor *starter* harus

diganjal menggunakan kayu adalah dudukan motor *starter* yang berupa plat tersebut dalam kondisi bengkok, sehingga perlu diperbaiki dengan cara diluruskan kembali ke posisi semula menggunakan palu karet dan tang.

e. Memasang Komponen *Engine Stand*

Setelah proses perbaikan komponen *engine stand* selesai dilaksanakan, proses selanjutnya adalah proses pemasangan kembali komponen-komponen *engine stand* pada rangka. Proses pemasangan dilakukan mulai dari memasang *engine* pada rangka, pada pemasangan *engine* ini dilakukan menggunakan alat bantu berupa *crane*.

Setelah *engine* terpasang pada dudukan dan dibaut, selanjutnya dilakukan pemasangan komponen kelistrikan seperti *alternator*, motor *starter*, dan *distributor*. Kemudian memasang *board panel* beserta komponen-komponennya, seperti kunci kontak, *fuse*, lampu indikator pengisian (*CHG*), lampu indikator tekanan oli (*OIL*), dan *amperemeter*. Setelah semua komponen terpasang, kemudian proses selanjutnya adalah pemasangan kabel kelistrikan. Pemasangan kabel ini mengacu pada wiring diagram Toyota Kijang 5K. Pada proses ini pemasangan kabel dilengkapi juga dengan pemasangan *sekun* pada tiap sambungan. Setelah pemasangan kabel, selanjutnya rangkaian kabel dirapikan menggunakan kabel *ties*.

Proses pemasangan komponen dan kabel ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 48. Proses Pemasangan Komponen dan Kabel

3. Pengujian *Engine Stand* Toyota Kijang 5K

Proses selanjutnya setelah proses perbaikan dilaksanakan adalah melakukan pengujian terhadap *engine stand* Toyota Kijang 5K. Pengujian yang pertama adalah pengujian komponen kelistrikan *engine stand*. Proses pengujian komponen dilakukan setelah komponen kelistrikan *engine* selesai diperbaiki. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi komponen yang dipasang pada *engine stand*. Sehingga dengan adanya pengujian ini diharapkan komponen yang dipasang pada *engine* sudah dalam keadaan baik, dan siap pakai. Pengujian komponen kelistrikan *engine stand* Toyota Kijang 5K ini mengacu pada rencana pengujian yang telah ditentukan, mulai dari pengujian baterai, kunci kontak, *fuse*, *alternator*, *regulator*, motor *starter*, koil, dan *distributor*.

Pengujian yang kedua adalah pengujian sistem kelistrikan *engine stand*. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kinerja masing-masing sistem kelistrikan *engine* pada

media pembelajaran *engine stand* kelistrikan Toyota Kijang 5K ini. Pengujian ini dilaksanakan sesuai dengan rancangan pengujian yang telah ditentukan meliputi pengujian sistem pengapian, sistem *starter*, sistem pengisian, dan indikator.

Pengujian selanjutnya adalah pengujian *persepsional* hasil perbaikan *engine stand* Toyota Kijang 5K. Pada pengujian *persepsional* ini penilaian dilakukan oleh 3 (tiga) orang ahli dalam hal media maupun kelistrikan. Dalam pengujian ini digunakan angket yang berisi instrumen penilaian.

B. Hasil Perbaikan *Engine Stand*

Setelah proses perbaikan *engine stand* selesai dilaksanakan, mulai dari identifikasi awal kondisi *engine stand*, proses perbaikan komponen dan pengujian, selanjutnya didapatkan hasil dari masing-masing proses sebagai berikut :

1. Hasil Identifikasi Awal Kondisi *Engine Stand*

Berdasarkan identifikasi awal yang dilakukan dapat diketahui bahwa terdapat komponen *engine stand* yang berada dalam kondisi tidak lengkap, bahkan terdapat komponen yang rusak. Data hasil identifikasi dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 14. Data Hasil Identifikasi Awal Komponen *Engine Stand*

No	Nama Komponen	Kondisi Awal
1	Kunci Kontak	Tidak ada
2	<i>Amperemeter</i>	Tidak ada
3	<i>Fuse</i> (sekring)	Hanya satu
4	<i>Box fuse</i>	Tidak ada tutupnya
5	Koil	Normal
6	<i>Distributor</i>	Normal
7	Busi	Normal
8	<i>Alternator</i>	Rusak
9	<i>Regulator</i>	Tidak ada
10	Lampu Indikator Pengisian	Mati
11	<i>Motor Starter</i>	Tidak normal (diganjal kayu)
12	<i>Switch Oli</i>	Normal
13	Lampu Indikator Oli	Tidak ada
14	Kondisi Rangkaian Kabel	Tidak rapi
15	<i>Board Panel</i>	Rusak
16	Rangka <i>Engine Stand</i>	Cat terkelupas (karat)

2. Hasil Perbaikan *Engine Stand*

Proses perbaikan *engine stand* dilakukan berdasarkan hasil identifikasi yang telah dilaksanakan, setelah proses perbaikan selesai, didapatkan hasil dari proses perbaikan *engine stand* sebagai berikut :

a. Hasil Perbaikan Rangka

Dari proses perbaikan rangka yang dilakukan, diantaranya memasangudukan *regulator* pada rangka sejajar dengan dudukan koil, memotong dudukan *radiator* yang terlalu panjang, sampai proses pengecatan ulang, didapatkan hasil seperti tampak pada gambar di bawah ini.



(Sebelum)



(Sesudah)

Gambar 49. Hasil Perbaikan Rangka *Engine Stand*.b. Hasil Perbaikan *Board Panel*

Proses perbaikan *board panel* dilakukan dengan membuat *board panel* dengan desain yang baru. Proses pembuatannya dilakukan dengan memanfaatkan jasa percetakan. Proses ini berjalan lancar, dan setelah dipasang pada rangka, hasilnya seperti pada gambar di bawah ini.



(Sebelum)



(Sesudah)

Gambar 50. Hasil Perbaikan *Board Panel*.

c. Hasil Perbaikan Knalpot

Dari hasil identifikasi awal diketahui bahwa knalpot dalam kondisi rusak. Setelah dilakukan perbaikan, hasilnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



(Sebelum)



(Sesudah)

Gambar 51. Hasil Perbaikan Knalpot.

d. Hasil Melengkapi Komponen Kelistrikan

Kondisi awal *engine stand* tidak dilengkapi dengan, kunci kontak, *amperemeter*, *regulator*, dan *fuse*. Setelah dilengkapi dapat dilihat perbedaan kondisi *engine stand* seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



(Sebelum)



(Sesudah)

Gambar 52. Perbedaan Kondisi Kelengkapan Kelistrikan *Engine Stand*

Dari gambar 52 di atas dapat diketahui bahwa kondisi *board panel* lebih baik dari kondisi sebelumnya, *board panel* yang baru dilengkapi dengan lambang Universitas Negeri Yogyakarta, nama, nomor dan kode *engine stand*, nama komponen, serta nama dan nomor mahasiswa. Selain itu *board panel* juga dibuat berwarna untuk menambah nilai estetika.

e. Hasil Perbaikan Komponen Kelistrikan

Selain komponen yang tidak lengkap, juga terdapat komponen *engine stand* yang rusak dan harus dilakukan perbaikan maupun penggantian, contohnya *Alternator*. Setelah proses perbaikan *alternator* selesai dilaksanakan, hasilnya yaitu *dioda recifier* harus diganti dengan yang baru.

3. Hasil Pengujian Komponen

Setelah proses perbaikan komponen selesai dilakukan maka selanjutnya dilakukan pengujian komponen, berikut ini disampaikan hasil pengujian yang disajikan dalam sebuah tabel di bawah ini.

Tabel 15. Hasil Pengujian Komponen Kelistrikan

No	Nama Komponen	Yang Diuji	Standar	Hasil
1	Baterai	a. Kondisi visual	Tidak bocor	Tidak bocor
		b. Tegangan	12 V	11 V
		c. Berat jenis	1,26 – 1,28 kg/l	1,27 kg/l
2	Kunci kontak	a. Kondisi visual	Tidak pecah	Tidak pecah
		b. Kontinuitas	Terhubung	Terhubung

No	Nama Komponen	Yang Diuji	Standar	Hasil
3	<i>Fuse</i>	a. Kondisi visual	Tidak putus Tidak berkarat	Tidak putus Tidak berkarat
		b. Kontinuitas	Terhubung	Terhubung
4	Koil	a. Kondisi visual	Tidak pecah	Tidak pecah
		b. Hambatan primer koil	1,35 – 2,09 Ω	2 Ω
		c. Hambatan sekunder koil	8,5 – 14,5 Ω	14 Ω
5	Platina	a. Kondisi visual	Tidak kotor	Tidak kotor
6	<i>Kondensor</i>	a. Kondisi visual	Tidak pecah	Tidak pecah
		b. Kapasitas	0,27 μf	0,25 μf
7	<i>Vacum Advancer</i>	a. Kondisi visual	Tidak pecah	Tidak pecah
		b. Kebocoran	Tidak Bocor	Tidak bocor
8	<i>Centrifugal Advancer</i>	a. Kondisi visual	Tidak pecah	Tidak pecah
		b. Rotor diputar ke kiri	Kembali ke posisi semula	Kembali
9	<i>Rotor</i>	a. Kondisi visual	Tidak kotor	Tidak kotor
10	Kabel tegangan tinggi	a. Kondisi visual	Tidak putus	Tidak putus
		b. Tahanan	25 K Ω	25 K Ω
11	Busi	Kondisi visual	Tidak Pecah	Tidak pecah
12	<i>Kumparan Armature</i>	a. Kontinuitas antar segmen	Terhubung	Terhubung
		b. Kontinuitas dengan komutator	Tidak terhubung	Tidak terhubung

No	Nama Komponen	Yang Diuji	Standar	Hasil
12	<i>Komutator</i>	a. Kondisi visual	Tidak Kotor	Tidak kotor
		b. <i>Run Out</i>	0,005 mm	0,005 mm
		c. Diameter	27- 28 mm	27 mm
	<i>Field Coil</i>	a. <i>Grounding</i> dengan <i>body field coil</i>	Tidak terhubung	Tidak terhubung
		b. Kontinuitas dengan <i>brush</i>	Terhubung	Terhubung
	Sikat (<i>Brush</i>)	a. Panjang	14,0 mm	13,8 mm
		b. <i>Grounding</i> sikat positif dan negatif	Tidak terhubung	Tidak terhubung
	Kopling <i>Starter</i>	a. Kondisi Visual	Tidak aus	Tidak aus
		b. Kerja Kopling	Berputar satu arah	Berputar satu arah
	<i>Magnetic Switch</i>	a. Gerakan <i>plunyer</i>	Lancar	Lancar
		b. Kontinuitas <i>pull in coil</i>	Terhubung	Terhubung
		c. Kontinuitas <i>hold in coil</i>	Terhubung	Terhubung
13	<i>Rotor</i>	a. Kondisi visual	Tidak Kotor	Tidak kotor
		b. Kontinuitas dengan <i>slip ring</i>	Tidak terhubung	Tidak terhubung
	<i>Slip Ring</i>	a. Kondisi visual	Tidak kotor	Tidak kotor
		b. Kontinuitas antar <i>slip ring</i>	Terhubung	Terhubung
		c. Diameter	32 – 32,5 mm	32 mm

No	Nama Komponen	Yang Diuji	Standar	Hasil
13	<i>Stator</i>	a. Kontinuitas antar kabel	Terhubung	Terhubung
		b. Kontinuitas dengan <i>stator core</i>	Tidak terhubung	Tidak terhubung
	Sikat	a. Kondisi visual	Tidak kotor	Tidak kotor
		b. Panjang	5,5 – 12,5 mm	11 mm
	<i>Rectifier Positif</i>	a. Kontinuitas terminal B dan N	Terhubung	Terhubung
		b. Kontinuitas terminal N dan B (posisi dibalik)	Tidak terhubung	Tidak terhubung
	<i>Rectifier Negatif</i>	a. Kontinuitas terminal N dan E	Terhubung	Terhubung
		b. Kontinuitas terminal N dan E (posisi dibalik)	Tidak terhubung	Tidak terhubung
	<i>Bearing</i>	Kondisi Visual	Tidak aus	Tidak aus
	14	<i>Regulator</i>	a. Kondisi visual kontak <i>point</i>	Tidak kotor
b. Tahanan terminal IG dan F (<i>resistor</i>)			Posisi bebas : 0 Ω Ditarik : 11 Ω	0 Ω 10 Ω
c. Tahanan terminal E dan L			Posisi bebas : 0 Ω	0 Ω
d. Tahanan terminal B dan E			Posisi bebas : tak terbatas Ditarik : 0 Ω	Tak terbatas 0 Ω
e. Tahanan terminal N dan E			23 Ω	20 Ω

Dari data hasil pengujian di atas dapat diketahui bahwa kondisi komponen dalam keadaan baik dan siap untuk digunakan.

4. Hasil Pemasangan Komponen *Engine Stand*

Setelah semua komponen diuji dan dinyatakan layak untuk digunakan, selanjutnya dilakukan proses pemasangan komponen. Proses pemasangan atau perakitan komponen ini diharapkan mampu menghasilkan produk yang lebih baik, sesuai dengan tujuan awal dilaksanakannya perbaikan ini yaitu untuk menghasilkan *engine stand* yang lebih baik dari kondisi sebelumnya.

a. Hasil Pemasangan *Engine* Pada Rangka

Pada proses pemasangan *engine* ini juga dilakukan penggantian *engine mounting*, dikarenakan kondisi *engine mounting* yang sudah rusak.



(Hasil penggantian *Engine Mounting*)



(Hasil Pemasangan *Engine*)

Gambar 53. Hasil Penggantian *Mounting* dan Pemasangan *Engine*

b. Hasil Pemasangan Motor *Starter*



Gambar 54. Hasil Pemasangan Motor *Starter*.

Dari gambar 54 di atas dapat diketahui bahwa motor *starter* tidak lagi diganjal menggunakan kayu, dan kabel baterai sudah tertata rapi.

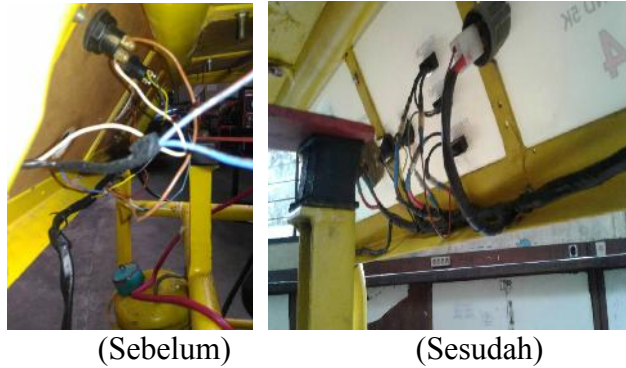
c. Hasil Pemasangan *Regulator*

Dudukan *regulator* dipasang pada rangka sejajar dengan dudukan koil. Hasil pemasangan *regulator* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 55. Hasil Pemasangan *Regulator* pada Dudukan Baru

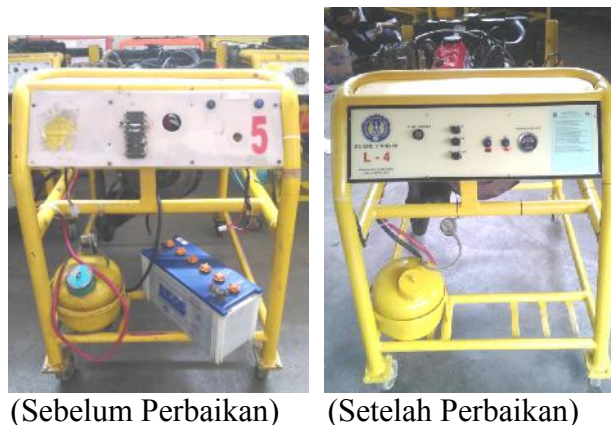
d. Hasil Pemasangan Rangkaian Kabel



Gambar 56. Hasil Pemasangan Rangkaian Kabel.

Berdasarkan gambar di atas dapat diketahui bahwa kondisi rangkaian kabel terlihat lebih rapi dari kondisi sebelumnya. Jalur kabel dibuat mengikuti bentuk rangka agar tidak ada kabel yang terurai dan mengganggu komponen yang lain.

e. Hasil Perakitan Komponen *Engine Stand*



Gambar 57. Hasil Perakitan Komponen *Engine Stand*.

5. Hasil Pengujian *Engine Stand* Toyota Kijang 5K

Proses pengujian *engine stand* Toyota Kijang 5K meliputi pengujian unjuk kerja sistem kelistrikan dan pengujian persepsional.

Pengujian unjuk kerja sistem kelistrikan berjalan sesuai dengan rencana pengujian. Pengujian dilakukan menggunakan alat ukur, antara lain *multimeter*, *voltmeter* terpisah, dan *amperemeter* terpisah. Hasil pengujian pada masing-masing sistem ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 16. Hasil Pengujian Sistem Kelistrikan *Engine Stand*

No	Sistem	Pengujian	Standar	Hasil
1	Sistem Starter	a. <i>Pull-in coil test</i>	<i>Pinion</i> menonjol keluar	<i>Pinion</i> menonjol keluar
		b. <i>Hold-in coil test</i>	<i>Pinion</i> tertahan/tetap keluar	<i>Pinion</i> tetap keluar
		c. Pengujian tanpa beban	<i>Pinion</i> keluar dan berputar halus	<i>Pinion</i> keluar dan berputar halus
		d. <i>Voltage drop test</i>	Sirkuit positif : $\leq 0,5$ V Sirkuit negatif : $\leq 0,2$ V Rangkaian : $\leq 0,1$ V	0,4 V 0,2 V 0,1 V
2	Sistem Pengapian	a. <i>Input Tegangan</i>	12 V	11,5 V
		b. Bunga Api Busi	Ada / memercik	Memercik
3	Sistem Pengisian	a. <i>Output Pengisian</i>	13 – 15 V 6 – 10 A	14 V 7 A
		b. <i>Voltage drop test</i>	$\leq 0,2$ V pada 2000 rpm	0,1 V

Pengujian selanjutnya adalah pengujian *persepsional*. Pengujian ini dilakukan menggunakan angket penilaian yang diajukan atau dinilai kepada 3 orang dosen kelistrikan *engine*

Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.

Hasil pengujian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 17. Hasil Pengujian Persepsional

No	ASPEK PENILAIAN	RESPON					Rata-Rata
		1	2	3	4	5	
A. Aspek Pemilihan Media							
1	Media pembelajaran / <i>Engine stand</i> kelistrikan Toyota Kijang 5K ini lebih rapi dari kondisi sebelumnya				2	1	4,34
2	Warna yang digunakan pada <i>Engine stand</i> kelistrikan Toyota Kijang 5K lebih menarik				3		4
3	Perpaduan warna yang dipilih pada <i>engine stand</i> kelistrikan Toyota Kijang 5K lebih cocok				2	1	4,34
4	Media pembelajaran / <i>Engine stand</i> kelistrikan Toyota Kijang 5K dapat membantu kegiatan belajar praktik				1	2	4,6
5	Media pembelajaran / <i>Engine stand</i> kelistrikan Toyota Kijang 5K berkaitan erat dengan materi yang diajarkan				1	2	4,6
6	Media pembelajaran / <i>Engine stand</i> kelistrikan Toyota Kijang 5K mampu meningkatkan pemahaman materi				3		4
7	Media pembelajaran / <i>engine stand</i> kelistrikan Toyota Kijang 5K lebih mudah dioperasikan				3		4

No	ASPEK PENILAIAN	RESPON					Rata-Rata
		1	2	3	4	5	
A. Aspek Pemilihan Media							
8	Media pembelajaran / <i>engine stand</i> kelistrikan Toyota Kijang 5K ini dapat digunakan di tempat yang berpindah pindah (<i>mobilitas</i>)				1	2	4,6
9	Media pembelajaran / <i>engine stand</i> kelistrikan Toyota Kijang 5K lebih mudah dalam perawatan				2	1	4,34
10	Media pembelajaran / <i>engine stand</i> kelistrikan Toyota Kijang 5K lebih mudah dalam penyimpanan				2	1	4,34
11	Media pembelajaran / <i>engine stand</i> kelistrikan Toyota Kijang 5K menggunakan komponen yang lebih berkualitas			1	1	1	4
12	Ukuran atau dimensi dari media pembelajaran / <i>engine stand</i> kelistrikan Toyota Kijang 5K ini sudah proporsional				2	1	4,34
13	Dengan menggunakan media pembelajaran ini materi sistem kelistrikan <i>engine</i> Toyota Kijang 5K lebih mudah dipelajari				1	2	4,6
14	Dengan menggunakan media pembelajaran ini pemeriksaan komponen kelistrikan <i>engine</i> Toyota Kijang 5K menjadi lebih mudah				3		4

No	ASPEK PENILAIAN	RESPON					Rata-Rata
		1	2	3	4	5	
A. Aspek Pemilihan Media							
15	Dengan menggunakan media pembelajaran ini cara kerja sistem kelistrikan <i>engine</i> Toyota Kijang 5K lebih mudah dipelajari				2	1	4,34
B. Aspek Keselamatan Kerja							
16	Media pembelajaran / <i>engine stand</i> kelistrikan Toyota Kijang 5K menggunakan komponen pengaman yang lebih baik				2	1	4,34
17	Tidak terdapat komponen yang membahayakan pada media pembelajaran / <i>engine stand</i> kelistrikan Toyota Kijang 5K ini.				3		4
18	Media pembelajaran / <i>engine stand</i> kelistrikan Toyota Kijang 5K ini dilengkapi dengan Standar Pengoperasian yang lebih jelas				2	1	4,34
19	Media pembelajaran / <i>engine stand</i> kelistrikan Toyota Kijang 5K ini lebih aman dalam penggunaannya				3		4
20	Media pembelajaran / <i>engine stand</i> kelistrikan Toyota Kijang 5K ini lebih nyaman dalam penggunaannya				3		4
Jumlah							85,12
Rata-rata							4,256

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan angket di atas dapat diketahui jumlah rata-rata skor adalah 4,256. Apabila diambil persentase dari hasil di atas didapatkan hasil $4,256 : 5 \times 100 \% = 85,12 \%$.

C. Pembahasan

Proses perbaikan sistem kelistrikan *engine stand* Toyota Kijang 5 K L-4, dimulai dengan adanya permasalahan pada *engine stand* khususnya pada sistem kelistrikan. Dari permasalahan yang ada kemudian dianalisis untuk mendapatkan solusi dan penyelesaian masalah tersebut. Setelah proses analisis ini selesai, didapatkan beberapa rancangan atau rencana proses perbaikan untuk mengatasi permasalahan pada *engine stand* kelistrikan Toyota Kijang 5K. Rancangan itulah yang dijadikan acuan dalam proses perbaikan sampai didapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan awal.

Berdasarkan proses perencanaan, proses perbaikan dan pengujian media pembelajaran *engine stand* kelistrikan Toyota Kijang 5K setelah diperbaiki. Secara umum proses tersebut berjalan dengan lancar dan sesuai dengan rencana yang dibuat. Beberapa tahapan yang perlu dibahas pada proses tersebut adalah sebagai berikut :

1. Proses Perancangan Perbaikan

Proses perancangan perbaikan ini didasari oleh analisis kebutuhan. Dari analisis kebutuhan itu selanjutnya disusun rencana proses perbaikan untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan tersebut. Untuk menjadikan *engine stand* Toyota Kijang 5K ini lebih baik dari kondisi sebelumnya maka komponen *engine stand* yang rusak dan tidak lengkap, diperbaiki dan dilengkapi, sehingga fungsi *engine stand* dapat dimaksimalkan.

Agar *engine stand* terlihat lebih rapi dari kondisi sebelumnya maka dilakukan perbaikan dan perubahan pada rangkaian kabel kelistrikan yaitu dengan mengganti dan menyesuaikan panjang kabel serta mengatur ulang jalur kabel di setiap sistem pada *engine stand* berdasarkan gambar kerja dan *layout* yang telah dibuat. Kemudian untuk menjadikan *engine stand* ini lebih baik dari sisi keselamatan dan kenyamanan, maka dilakukan perubahan pada konstruksi *board panel*, mengganti dan melengkapi *fuse*, dan menghilangkan komponen yang dianggap berbahaya.

Selanjutnya agar *engine stand* Toyota Kijang 5K ini lebih baik dari segi penampilan, maka dilakukan pengecatan ulang rangka *engine stand* yang sudah berkarat. Pengecatan ini dilakukan juga sebagai salah satu bagian dari kode *engine stand* yang baru. Untuk dapat melaksanakan rancangan di atas maka harus disusun beberapa rancangan proses perbaikan yaitu meliputi perancangan proses, perancangan kebutuhan alat dan bahan, dan perancangan pengujian.

Proses perancangan ini berjalan lancar, akan tetapi memerlukan waktu yang lama, karena harus melewati proses konsultasi dengan dosen. Setelah proses perancangan selesai dan disetujui oleh dosen maka selanjutnya dilaksanakan proses perbaikan.

2. Proses Perbaikan *Engine Stand*

Proses perbaikan *engine stand* dilaksanakan berdasarkan rancangan yang telah ditentukan, proses tersebut meliputi Proses identifikasi yang dilakukan dengan melakukan pengamatan terhadap kondisi awal *engine stand* sebelum dilakukan perbaikan. Dari hasil proses identifikasi ini dapat diketahui kondisi komponen *engine stand* yang berada dalam keadaan rusak yaitu *alternator*, kerusakan *alternator* terjadi pada rangkaian *dioda rectifier*. Kerusakan yang lain terdapat pada lapisan cat rangka *engine stand*, kerusakan knalpot, dudukan *starter* dan *board panel*. Sedangkan komponen yang kurang lengkap yaitu kunci kontak, *amperemeter*, *regulator*, dan lampu indikator. Proses identifikasi ini berjalan lancar dan tidak terdapat permasalahan.

Setelah proses identifikasi selesai dilaksanakan, selanjutnya hasil identifikasi tersebut ditindak lanjuti untuk dilakukan perbaikan maupun penggantian. Perbaikan yang dilakukan meliputi perbaikan rangka, perbaikan rangka dilakukan dengan menambah plat besi ukuran 14 x 4 cm yang dipasang pada bagian rangka sejajar dengan dudukan koil, plat ini digunakan sebagai dudukan *regulator*. Perbaikan rangka selanjutnya yaitu dengan memotong dudukan *radiator* yang terlalu panjang dan runcing, karena dapat menimbulkan bahaya saat *engine stand* digunakan. Proses perbaikan rangka selanjutnya adalah pengecatan ulang rangka *engine stand*, pengecatan dilakukan karena lapisan cat yang lama sudah terkelupas dan banyaknya bagian rangka

yang berkarat, selain itu pengecatan ini dilakukan untuk menambah nilai estetika dan sebagai bagian dari kode *engine stand*. Proses perbaikan rangka berjalan lancar walaupun terdapat sedikit masalah dalam proses pengecatan ulang, yaitu kesalahan dalam menggunakan *thinner*. *Thinner* yang digunakan berbeda dengan spesifikasi, dan menyebabkan sulit tercampurnya cat dengan *thinner*, sehingga hasil pengecatan menjadi jelek. Akibatnya cat yang sudah terlanjur disemprotkan harus diampelas lagi karena permukaannya kasar. Proses ini memakan banyak waktu, karena harus memulai proses persiapan dari awal lagi.

Proses perbaikan selanjutnya adalah proses perbaikan *board panel*. Proses ini dilakukan dengan membuat *board panel* baru dengan desain yang berbeda dari desain sebelumnya. Proses pembuatan *board panel* ini dimulai dengan membuat desain menggunakan aplikasi *correl draw*, setelah itu hasil desain dikonsultasikan dengan dosen, selanjutnya dosen akan memberi masukan atau koreksi terhadap desain tersebut. Proses ini juga memerlukan banyak waktu karena harus berulang kali konsultasi. Setelah desain disetujui, proses selanjutnya adalah mencetak *board panel* menggunakan bahan *acrilyc*. Proses pencetakan ini memanfaatkan jasa percetakan, karena proses mencetak dan memotongnya menggunakan mesin khusus.

Proses perbaikan selanjutnya adalah melengkapi dan memperbaiki komponen. Seperti telah diketahui bahwa kondisi awal

komponen *engine stand* ini tidak lengkap, maka harus dilengkapi. Pada proses melengkapi komponen ini sebagian komponen disediakan dari bengkel jurusan, dan sebagian lagi harus diusahakan sendiri oleh mahasiswa. Permasalahan muncul ketika pengadaan kabel, jika mengacu pada rancangan awal, kabel yang dibutuhkan terdiri dari kabel dengan warna kombinasi. Namun di pasaran persediaan kabel dengan warna kombinasi ini sulit diperoleh. Sehingga perlu melakukan pemesanan, dan harus menunggu.

Proses selanjutnya yaitu proses pemasangan komponen. Proses pemasangan komponen ini diawali dengan memasang *engine* pada rangka, namun pada saat memasang permasalahan yang timbul adalah *engine mounting* yang tidak bisa dipasang kembali karena sudah rusak. Sehingga perlu dilakukan penggantian *engine mounting*. Selain hal tersebut, proses pemasangan berjalan lancar dan tidak terdapat masalah.

3. Proses pengujian dilakukan bertahap, yaitu pengujian komponen, pengujian sistem, dan pengujian *persepsional*. Pada pengujian komponen dilakukan sesuai dengan rancangan dan dari hasil yang didapatkan dapat disimpulkan bahwa komponen sistem kelistrikan dalam keadaan baik, dan masih layak digunakan. Pengujian selanjutnya adalah pengujian sistem, pengujian sistem ini dilakukan pada masing-masing sistem sesuai dengan rancangan pengujian, dan dari hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa sistem kelistrikan bekerja dengan

normal sesuai dengan fungsi kerjanya. Pengujian yang terakhir adalah pengujian *perseptional*, pengujian ini merupakan penilaian dari para ahli media, dalam hal ini adalah dosen kelistrikan *engine* dari jurusan otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta. Pengujian dilakukan menggunakan angket yang diisi sesuai dengan pendapat ahli tersebut. Dari hasil penilaian tersebut kemudian dilakukan analisis data. Dari analisis tersebut dapat diketahui hasil perhitungan adalah 85,12%. Berdasarkan tabel penggolongan kategori kelayakan (tabel 12) dapat disimpulkan dengan hasil penilaian sebesar 85,12% ini berarti bahwa media pembelajaran *Engine Stand* Kelistrikan Toyota Kijang 5K dengan kode L4 ini “sangat layak digunakan”.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan pembahasan dari langkah-langkah proses perbaikan media pembelajaran berupa *engine stand* kelistrikan Toyota Kijang 5K yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Rancangan perbaikan sistem kelistrikan *engine stand* Toyota Kijang 5K ini didasari oleh beberapa analisis masalah yang terjadi, khususnya pada sistem kelistrikan *engine stand* Toyota Kijang 5K. Berdasarkan hasil analisis tersebut disimpulkan bahwa *engine stand* harus diperbaiki dengan melakukan beberapa perubahan dari kondisi awal untuk mendapatkan *engine stand* yang lebih baik dari kondisi sebelumnya. Perbaikan yang dilakukan yaitu memperbaiki dan melengkapi komponen *engine stand* yang rusak dan tidak lengkap, memperbaiki dan melakukan perubahan pada rangkaian kabel kelistrikan yaitu dengan mengganti dan menyesuaikan panjang kabel serta mengatur ulang jalur kabel di setiap sistem pada *engine stand* berdasarkan gambar kerja dan *layout* yang telah dibuat, melakukan perubahan pada konstruksi *board panel*, mengganti dan melengkapi *fuse*, dan menghilangkan komponen yang dianggap berbahaya, melakukan pengecatan ulang rangka *engine stand* yang sudah berkarat. Pengecatan ini dilakukan juga sebagai salah satu bagian dari kode *engine stand* yang baru. Untuk dapat melaksanakan rancangan di atas maka harus

disusun beberapa rancangan proses perbaikan yaitu meliputi perancangan proses, perancangan kebutuhan alat dan bahan, dan perancangan pengujian.

2. Proses perbaikan *engine stand* dimulai dengan melakukan identifikasi kondisi awal *engine stand*, melepas komponen *engine stand* dari rangka, melengkapi dan memperbaiki komponen *engine stand*, memasang kembali komponen pada rangka, melakukan pengujian terhadap *engine stand*. Proses identifikasi meliputi identifikasi kondisi komponen kelistrikan *engine*, kondisi komponen *engine stand* seperti rangka dan kelengkapan yang lain. Proses melengkapi komponen meliputi komponen *engine stand* seperti kunci kontak, *fuse*, lampu indikator pengisian dan tekanan oli, *amperemeter*, *regulator*, *engine mounting*, kabel dan *sekun*. Sedangkan untuk proses perbaikan komponen meliputi perbaikan rangka *engine stand*, memperbaiki komponen kelistrikan *engine*, dan membuat *board panel* dengan desain baru. Proses selanjutnya adalah proses pengujian, proses pengujian ini meliputi pengujian komponen kelistrikan *engine stand* yang dilakukan dengan pengamatan dan pengukuran, pengujian kinerja sistem kelistrikan *engine* yang dilakukan dengan percobaan dan pengukuran, dan pengujian *persepsional* kondisi *engine stand* setelah dilakukan perbaikan yang dinilai oleh ahli media.

3. Dari proses pengujian tersebut didapatkan hasil pengujian komponen, pengujian kinerja sistem kelistrikan *engine*, dan pengujian *persepsional*. Berdasarkan hasil pengujian komponen, dapat disimpulkan bahwa komponen kelistrikan masih dalam kondisi baik, dan layak untuk digunakan. Dari hasil pengujian kinerja sistem kelistrikan dapat disimpulkan bahwa semua sistem kelistrikan *engine* (sistem pengapian, sistem pengisian, dan sistem *starter*) bekerja dengan baik dan sesuai dengan fungsi kerjanya. Selanjutnya dari hasil pengujian *persepsional* yang dinilai oleh 3 ahli, didapatkan skor 85,12%, dari nilai tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa *engine stand* kelistrikan Toyota Kijang 5K dengan kode L-4 ini “sangat layak digunakan”.

B. Keterbatasan

Dari keseluruhan proses perbaikan *engine stand* Toyota Kijang 5K dengan kode L-4 ini terdapat beberapa keterbatasan diantaranya

1. Proses pengerjaan perbaikan *engine stand* dibatasi waktu yang singkat, sehingga pengerjaan tidak bisa lebih maksimal. Proses pengerjaan mulai dari perancangan sampai pengujian terakhir dikerjakan dalam waktu 3 minggu, hal ini dikarenakan *engine stand* akan segera digunakan untuk perkuliahan.
2. Kabel yang digunakan dalam rangkaian kelistrikan *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4 ini tidak menggambarkan kondisi asli pada kendaraan,

dikarenakan varian warna kabel yang ada di kendaraan terlalu banyak, dan di pasaran kurang lengkap.

C. Saran

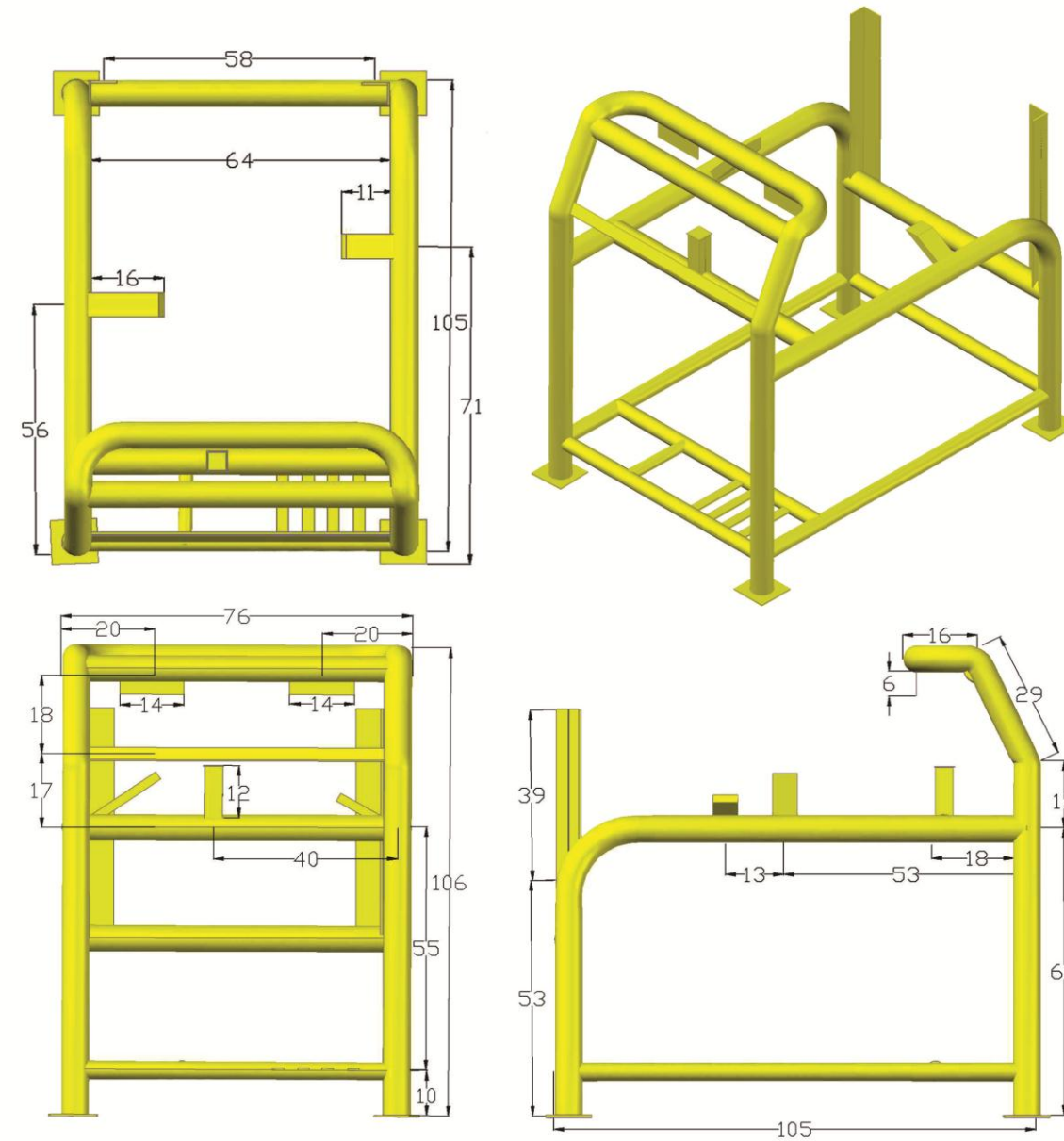
Berdasarkan proses dan kesimpulan hasil perbaikan *engine stand* Toyota Kijang 5K dengan kode L-4 ini, muncul beberapa saran untuk menyempurnakan hasil perbaikan yaitu sebagai berikut

1. Sebaiknya dilengkapi buku manual penggunaan dan perawatan *engine stand* agar memudahkan dalam penggunaan maupun perawatan.
2. Sebaiknya dilengkapi lembar *chek list* kelengkapan dan kondisi *engine stand* sebelum dan sesudah digunakan agar dapat mengontrol kondisi *engien stand* secara periodik.

DAFTAR PUSTAKA

- Amir Hamzah Suleiman. (1985). *Media Audio Visual Untuk Pengajaran, Penerangan dan Penyuluhan*. Jakarta : PT. Gramedia
- Anonim. (1995). *New Step 1 Training Manual*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Anonim. (1999). *Manual Training Pengecatan Step 1*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Anonim. (1981). *Pedoman Reparasi Mesin Seri K*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Anonim. (2009). *Sistem Kelistrikan dan Elektronika Pada Kendaraan*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Anonim. (2017). *Jenis Kabel Kelistrikan Kendaraan*. Diambil pada 20 Mei 2017 dari <https://www.saff7.com/pilih-kabel-yang-tepat/>
- Anonim. (2017). *Korosi*. Diambil pada 20 Mei 2017 dari <https://id.wikipedia.org/wiki/Korosi>
- Asyhar Rayanda. (2012). *Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran*. Jakarta: Gaung Persada (GP) Press Jakarta
- Azhar Arsyad. (2011). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Ebta Setiawan. (2017). *Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI)*. Diambil pada 13 Oktober 2017 dari <https://kbbi.web.id/index.php?w=perbaikan>
- Nana Sudjana. (1990). *Media Pengajaran*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Paryanto, dkk. (2011). *Buku Pedoman Proyek Akhir*. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sugiyono. (2011). *Metode Penelitian Administrasi Dilengkapi dengan Metode R&D*. Bandung : Alfabeta
- Suharsimi Arikunto. (2013). *Prosedur Penelitian*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Sulasmi Darma Prawira (1989). *Warna Sebagai Salah Satu Unsur Seni & Desain*. Jakarta : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Tarwaka. (2004). *Ergonomi Untuk Keselamatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta: UNIBA PRESS.

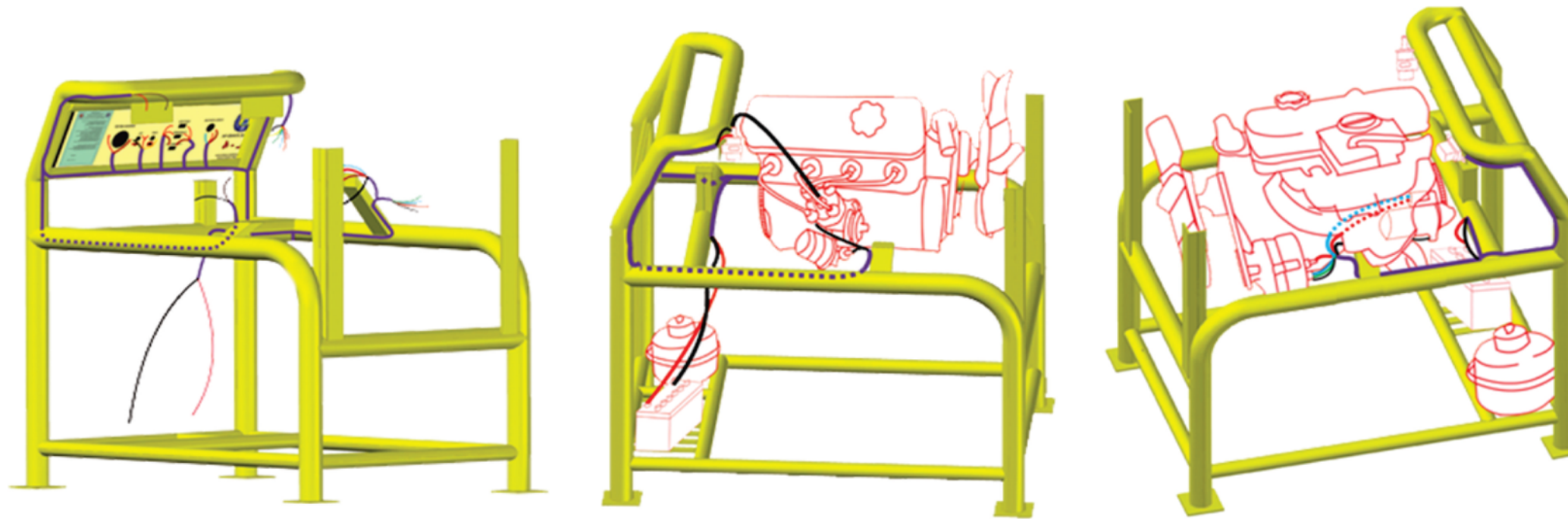
LAMPIRAN












GAMBAR KERJA ENGINE STAND TOYOTA 5K

TEKNIK OTOMOTIF FT UNY

SKALA 1 : 10	DIGAMBAR	22-08-17	M.Nursyidik
	DIPERIKSA		
	DIPERBAIKI		
	DILIHAT		

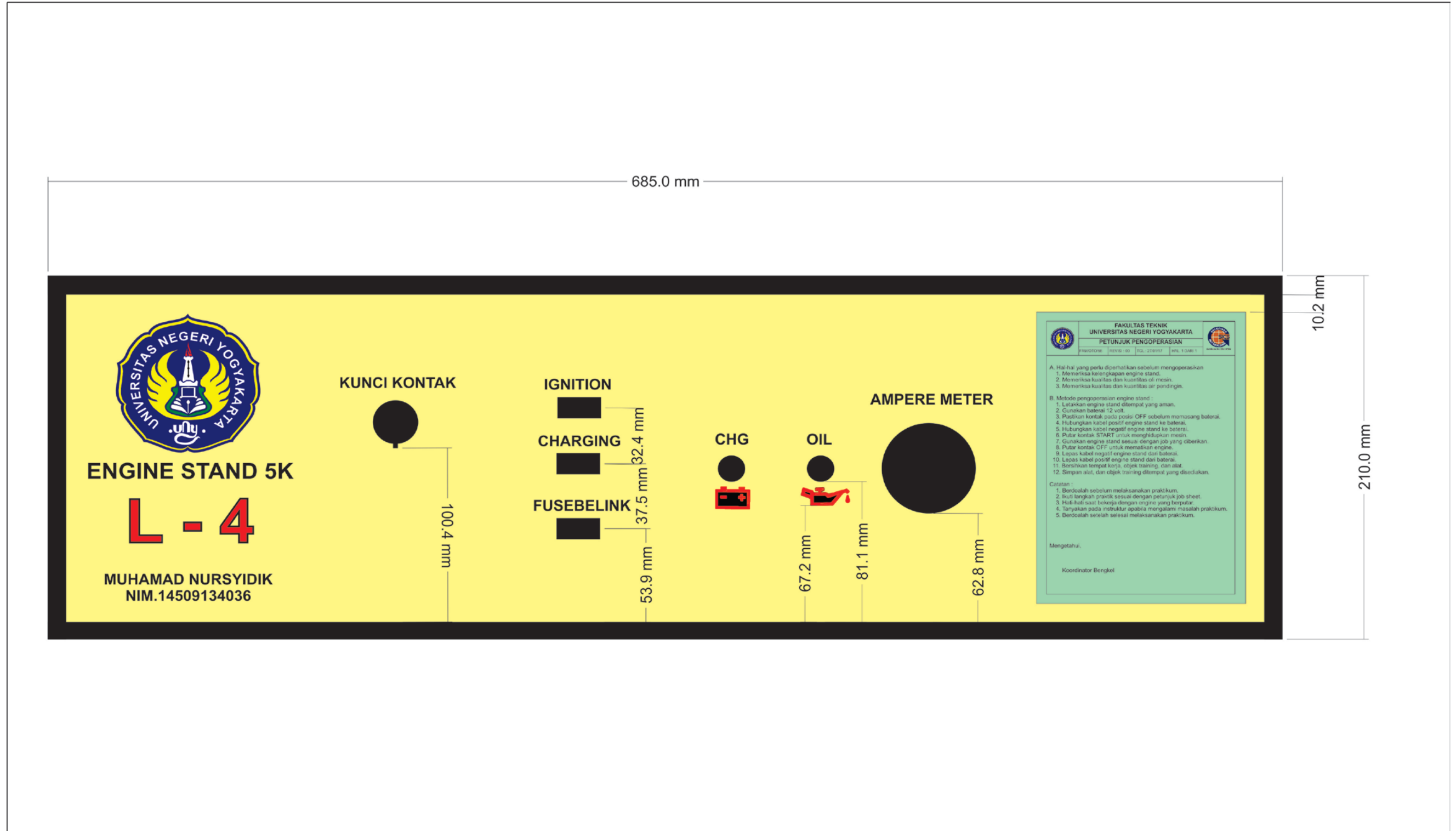


WARNA KABEL	DIAMETER (mm)	JALUR KABEL	WARNA KABEL	DIAMETER (mm)	JALUR KABEL
Merah 	3 mm	1. Dari Terminal B Alternator ke Regulator 2. Dari Terminal 30 St ke Kunci Kontak 3. Dari Terminal B Regulator ke + Amperemeter 4. Dari Terminal - Amperemeter ke Fusebelink 5. Dari dari Fusebelink ke Terminal B Kunci Kontak	Hitam 	2 mm	1. Dari Terminal E Alternator ke Regulator 2. Dari Terminal Lampu Indikator Oli ke Switch Oil
Biru 	2 mm	1. Dari Terminal N Alternator ke Regulator 2. Dari Terminal 50 St ke Terminal St Kunci Kontak	Kuning 	2 mm	1. Dari Terminal L Regulator ke Lampu Indikator Pengisian 2. Dari Fuse Pengisian ke Lampu Indikator Pengisian
Hijau 	2 mm	Dari Terminal F Alternator ke Regulator	Merah 	2 mm	1. Dari Fuse IG ke Terminal + Koil 2. Dari Terminal IG Kunci Kontak ke Fuse IG dan Fuse CHG
Hitam 	2 mm	1. Dari Terminal E Alternator ke Regulator 2. Dari Terminal Lampu Indikator Oli ke Switch Oil 3. Dari Terminal - Koil ke Terminal - Distributor	Hitam 	5 mm	Dari Terminal - Baterai ke Body (Masa)
			Merah 	5 mm	Dari Terminal + Baterai ke Terminal 30 St

GAMBAR LAYOUT ENGINE STAND TOYOTA 5K

TEKNIK OTOMOTIF FT UNY

SKALA 1 : 10	DIGAMBAR	22-08-17	M.Nursyidik
	DIPERIKSA		
	DIPERBAIKI		
	DILIHAT		



LAYOUT BOARD PANEL ENGINE STAND TOYOTA 5K

TEKNIK OTOMOTIF FT UNY

SKALA 1 : 1.5	DIGAMBAR	22-08-17	M.Nursyidik
	DIPERIKSA		
	DIPERBAIKI		
	DILIHAT		

Lampiran 4. Lembar Validasi Instrumen Penilaian

**LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN PENILAIAN MEDIA
PEMBELAJARAN**

***ENGINE STAND* KELISTRIKAN TOYOTA KIJANG 5K**

Nama : Muhkamad Wakid, M.Eng.

Jabatan : Asisten Ahli

Prodi/Fakultas : Teknik Otomotif / Fakultas Teknik

Pengantar:

1. Mohon ketersediaan Bapak untuk memberikan penilaian terhadap instrumen penilaian hasil perbaikan media pembelajaran sistem kelistrikan *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4.
2. Lembar validasi ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat anda tentang instrumen penilaian yang akan digunakan untuk menilai hasil perbaikan media pembelajaran sistem kelistrikan *engine stand* Toyota Kijang 5K L-4.

Petunjuk:

1. Berikan tanda *check list* (✓) pada kolom yang tersedia, dengan memilih alternatif jawaban yang tersedia. Terdapat lima alternatif jawaban, yaitu:
 - 5 = Sangat setuju/ sangat jelas/ sangat tepat/ sangat baik/ sangat layak.
 - 4 = Setuju/ jelas/ tepat/ baik/ layak.
 - 3 = Kurang setuju/ kurang jelas/ kurang tepat/ kurang baik/ kurang layak.
 - 2 = Tidak setuju/ tidak jelas/ tidak tepat/ tidak baik/ tidak layak.
 - 1 = Sangat tidak setuju/ sangat tidak jelas/ sangat tidak tepat/ sangat tidak baik/ sangat tidak layak.
2. Apabila Bapak menilai kurang sesuai atau ada yang perlu diperbaiki, mohon untuk memberikan tanda, sehingga dapat segera dilakukan revisi lebih lanjut.
3. Komentar atau saran perbaikan mohon ditulis pada baris yang telah disediakan.
4. Berilah kesimpulan akhir dengan cara melingkari alternatif jawaban yang tersedia.
5. Atas bantuan Bapak, kami ucapkan terima kasih.

No	ASPEK PENILAIAN	RESPON				
		1	2	3	4	5
1.	Media pembelajaran dibuat dapat menarik perhatian anda					✓

No	ASPEK PENILAIAN	RESPON				
		1	2	3	4	5
A. Aspek Pemilihan Media						
1	Media pembelajaran / <i>Engine stand</i> kelistringan Toyota Kijang 5K ini lebih rapi dari kondisi sebelumnya					
2	Warna yang digunakan pada <i>Engine stand</i> kelistringan Toyota Kijang 5K lebih menarik					
3	Perpaduan warna yang dipilih pada <i>engine stand</i> kelistringan Toyota Kijang 5K lebih cocok					
4	Media pembelajaran / <i>Engine stand</i> kelistringan Toyota Kijang 5K dapat membantu kegiatan belajar praktik					
5	Media pembelajaran / <i>Engine stand</i> kelistringan Toyota Kijang 5K berkaitan erat dengan materi yang diajarkan					
6	Media pembelajaran / <i>Engine stand</i> kelistringan Toyota Kijang 5K mampu meningkatkan pemahaman materi					
7	Media pembelajaran / <i>engine stand</i> kelistringan Toyota Kijang 5K lebih mudah dioperasikan					
8	Media pembelajaran / <i>engine stand</i> kelistringan Toyota Kijang 5K ini dapat digunakan di tempat yang berpindah pindah (<i>mobilitas</i>)					
9	Media pembelajaran / <i>engine stand</i> kelistringan Toyota Kijang 5K lebih mudah dalam perawatan					
10	Media pembelajaran / <i>engine stand</i> kelistringan Toyota Kijang 5K lebih mudah dalam penyimpanan					
11	Media pembelajaran / <i>engine stand</i> kelistringan Toyota Kijang 5K menggunakan komponen yang lebih berkualitas					

No	ASPEK PENILAIAN	RESPON				
		1	2	3	4	5
A. Aspek Pemilihan Media						
12	Ukuran atau dimensi dari media pembelajaran/ <i>engine stand</i> kelistrikan Toyota Kijang 5K ini sudah proporsional					
13	Dengan menggunakan media pembelajaran ini materi sistem kelistrikan <i>engine</i> Toyota Kijang 5K lebih mudah dipelajari					
14	Dengan menggunakan media pembelajaran ini pemeriksaan komponen kelistrikan <i>engine</i> Toyota Kijang 5K menjadi lebih mudah					
15	Dengan menggunakan media pembelajaran ini cara kerja sistem kelistrikan <i>engine</i> Toyota Kijang 5K lebih mudah dipelajari					
B. Aspek Keselamatan Kerja						
16	Media pembelajaran / <i>engine stand</i> kelistrikan Toyota Kijang 5K menggunakan komponen pengaman yang lebih baik					
17	Tidak terdapat komponen yang membahayakan pada media pembelajaran / <i>engine stand</i> kelistrikan Toyota Kijang 5K ini.					
18	Media pembelajaran / <i>engine stand</i> kelistrikan Toyota Kijang 5K ini dilengkapi dengan Standar Pengoperasian yang lebih jelas					
19	Media pembelajaran / <i>engine stand</i> kelistrikan Toyota Kijang 5K ini lebih aman dalam penggunaannya					
20	Media pembelajaran / <i>engine stand</i> kelistrikan Toyota Kijang 5K ini lebih nyaman dalam penggunaannya					

Komentar/ Saran:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Kesimpulan:

Media pembelajaran ini dinyatakan :

- a) Layak digunakan tanpa revisi.
- b. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran.
- c. Tidak layak digunakan dan harus revisi.

Yogyakarta, 6 September 2017

Validator,



Muhkamad Wakid, M.Eng.
NIP : 19770717 200212 1 001

Lampiran 5. Kartu Bimbingan



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR /TUGAS AKHIR SKRIPSI

FRM/OTO/04-00
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Muhamad Nursyidik
No. Mahasiswa : 14509134036
Judul PA/TAS : Modifikasi Engine Stand Kelistrikan Toyota Kijang 5K Nomor 5
Dosen Pembimbing : Muhkamad Wakid, M.Eng.

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda tangan Dosen Pemb.
1	Rabu 28/6/2007		keseluruhan	
2			elemente	
3			lampu selat	
4				
5	Senin 3/6/2007		Iskandari	
6			Iskandari	
7				
8				
9				
10				

Keterangan :

- Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali
Bila lebih dari 6 kali. Kartu ini boleh dicopy.
- 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 : Muhamad Nursyidik
No. Mahasiswa : 14509134036
Judul PA/TAS : Modifikasi Engine Stand Kelistrikan Toyota Kijang 5K Nomor 5
Dosen Pembimbing : Muhkamad Wakid, M.Eng.

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda tangan Dosen Pemb.
1	Senin 24/3 2017	Revisi BAB II	Diperbaiki	
2		Instrumen	Gambar.	
3	Rabu 28/3 2017	Revisi BAB III	Gambar kerja	
4		(Desain gambar).	+ Lay out.	
5				
6	Senin 28/3 2017	Revisi BAB IV V	Kalimat lap.	
7			Perbaiki simpulan	
8	Rabu 30/3 2017	Revisi BAB V		
9		(Kesimpulan)	Diperbaiki	
10				

Keterangan :

- Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali
Bila lebih dari 6 kali, Kartu ini boleh dicopy.
- 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 : Muhamad Nursyidik
No. Mahasiswa : 14509134036
Judul PA/TAS : Modifikasi Sistem Kelistrikan *Engine Stand* Toyota Kijang 5K
Dosen Pembimbing : Muhkamad Wakid, M.Eng.

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda tangan Dosen Pemb.
1	Senin 4/9/2017		apa perhentian terakhir?	
2				
3				
4				
5	Rabu 6/9/2017		Kartu bimbingan sebelumnya	
6			Di tentukan.	
7				
8	Senin 11/9/2017		Di revisi	
9			full revisi!	
10				

Keterangan :

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

Lampiran 6. Bukti Selesai Revisi Proyek Akhir



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

BUKTI SELESAI REVISI PROYEK AKHIR D3/S1

FRM/OTO/11-00
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Muhamad Nursyidik
No. Mahasiswa : 14509134036
Judul PA D3/S1 : Perbaikan Sistem Kelistrikan *Engine Stand* Toyota Kijang
5K Kode L-4

Dosen Pembimbing : Muhkamad Wakid, M.Eng.

Dengan ini Saya menyatakan Mahasiswa tersebut telah selesai revisi.

No	Nama	Jabatan	Paraf	Tanggal
1	Muhkamad Wakid, M.Eng.	Ketua Penguji		29/10/2017
2	Joko Sriyanto, M.T.	Sekretaris Penguji		18/10/2017
3	Lilik Chaerul Yuswono, M.Pd.	Penguji Utama		20/10-2017

Keterangan :

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