



MODIFIKASI SISTEM KELISTRIKAN *ENGINE STAND* TOYOTA KIJANG 5K

PROYEK AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan

Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik



Disusun Oleh :

PUJANG JAMALUDIN KHOIR

14509134026

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

JULI 2017

PERSETUJUAN

Proyek akhir yang berjudul “Modifikasi Sistem Kelistrikan *Engine Stand* Toyota kijang 5K” ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.

Yogyakarta, 29 Mei 2017

Dosen Pemimping,

Prof. Dr. H. Herminarto Sofyan.

NIP. 19540809 197803 1 005

LEMBAR PENGESAHAN

PROYEK AKHIR

**MODIFIKASI SISTEM KELISTRIKAN ENGINE STAND TOYOTA
KIJANG 5K
PUJANG JAMALUDIN KHOIR
NIM. 14509134026**

Telah Dipertahankan Di Depan Pengaji Proyek Akhir
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Tanggal 22 Juli 2017



Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Prof. Dr. H. Herminarto Sofyan, M.Pd.	Ketua Pengaji		16-08-2017
Dr. Zainal Arifin, M.T.	Sekretaris Pengaji		10-08-2017
Joko Sriyanto, M.T.	Pengaji Utama		14-08-2017

Yogyakarta, Agustus 2017

Dekan Fakultas Teknik Universitas

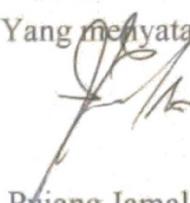


SURAT PERNYATAAN

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 Mei 2017

Yang menyatakan,


Pujang Jamaludin Khoir
NIM. 14509134026

PERSEMBAHAN

Dengan mengucap syukur Alhamdulillah, saya persembahkan untuk:

Kedua orang tuaku, Terimakasih atas segala doa, kasih sayang, perhatian, semangat serta dukungannya. Keluarga besar kakak dan adik yang telah memberi semangat dan dukungannya kepada penulis baik dalam keadaan suka maupun duka. Kepada dosen-dosen yang senantiasa memberikan ilmu pengetahuan, petunjuk dan pengarah selama proses pengerjaan proyek akhir. Serta teman-teman otomotif kelas B, terima kasih atas dukungan dan saran-saran terbaik kalian, takkan kulupakan perjuangan yang telah kita capai bersama.

MOTTO

“Dan barang siapa yang menempuh suatu perjalanan untuk mencari ilmu (agama) maka allah akan memudahkan baginya (dengan ilmu) suatu jalan menuju surga (HR. Muslim)”

Diperlukan hati yang teguh, kesabaran dan ketekunan untuk mengerjakan suatu pekerjaan yang tadinya kelihatan sulit untuk dilaksanakan. Jika telah dilaksanakan, akan Nampak celah-celah yang tidak kelihatan.

“Dan bahwasanya seseorang tidak akan memperoleh selain apa yang telah diusahakan” (Q.S. An – Najm: 39).”

MODIFIKASI SISTEM KELISTRIKAN *ENGINE STAND* TOYOTA KIJANG 5K

Oleh:

PUJANG JAMALUDIN KHOIR

NIM. 14509134026

ABSTRAK

Tujuan dari proyek akhir ini adalah : (1) Melakukan modifikasi *engine stand* kelistrikan Toyota Kijang 5K di bengkel Otomotif FT UNY (2) Melakukan uji fungsional dan kinerja sistem kelistrikan *Engine Stand* Toyota Kijang 5K.

Proses modifikasi pada sistem kelistrikan *Engine Stand* Toyota Kijang 5K dilakukan dengan tahapan sebagai berikut : (1) Mengganti kabel kelistrikan *Engine Stand* Toyota Kijang 5K, dikarenakan kondisi kabel kelistrikan pada *engine stand* yang lama banyak mengalami kerusakan, kabel yang hanya disambung, dan kurangnya pengaman pada pembungkusan kabel, pengaplikasian *fusibble link* pada sistem kelistrikan, serta membuat panel dengan desain yang baru dan melengkapi item yang tidak ada (2) Proses pelaksanaan modifikasi yaitu dengan mengidentifikasi komponen, melepas komponen kelistrikan dan juga jaringan kabel yang lama, pemasangan jaringan kabel sesuai *layout Engine Stand* Toyota Kijang 5K, melakukan pembungkusan kabel, serta pemasangan komponen kelistrikan (3) Melakukan pengujian fungsi komponen dan kinerja sistem kelistrikan *Engine Stand* Toyota Kijang 5K.

Berdasarkan hasil modifikasi *Engine Stand* Toyota Kijang 5K maka dapat disimpulkan bahwa : (1) Proses modifikasi sistem kelistrikan bodi *Engine Stand* Toyota Kijang 5K meliputi penggantian kabel kelistrikan dan panel *Engine Stand* Toyota Kijang 5K yang lama. Proses pelaksanaan modifikasi dengan mengidentifikasi komponen, melepas komponen kelistrikan dan jaringan kabel yang lama, membuat rangkaian kabel kelistrikan yang baru, pemasangan jaringan kabel yang baru sesuai *layout* penempatan kabel, pemasangan komponen kelistrikan dan menguji fungsi komponen serta kinerja sistem kelistrikan *Engine Stand* Toyota Kijang 5K yang baru (2) Hasil dari pengujian modifikasi *Engine Stand* Toyota Kijang 5K pada sistem kelistrikan dan jaringan kabel yang baru di dapatkan sistem tersebut dapat bekerja sesuai dengan fungsinya, indikator dan *ampermeter* pada panel dapat bekerja dan kabel tidak panas dan tidak putus, aman, serta kebutuhan akan daya listrik dengan penggunaan komponen yang ada dapat tercukupi.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Proyek Akhir dengan judul “Modifikasi Kelistrikan *Engine Stand* Toyota Kijang 5K”.

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. Orang Tua penulis yang telah memberikan dorongan semangat baik moril maupun materil.
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 D3 Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta.
6. Bapak Prof. Dr. H. Herminarto Sofyan selaku dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan laporan.
7. Teman-teman kelas B Teknik Otomotif D3 2014 yang banyak membantu dalam berbagai hal.

8. 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, 29 Mei 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMPAHAN	v
MOTTO	vi
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	2
C. Batasan Masalah	3
D. Rumusan Masalah.....	3
E. Tujuan	4
F. Manfaat	4
G. Keaslian Gagasan.....	5
BAB II. PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH	
A. Kajian Teori	6
1. Baterai	7
2. Komponen Penghubung.....	8
3. Komponen yang melidungi sirkuit (sekring)	8
4. Saklar	10
5. Jaringan kabel	13
6. Kelistrikan Mesin (<i>Electrical Engine</i>)	17
B. Perencanaan Proses Modifikasi	37

BAB III. KONSEP RANCANGAN MODIFIKASI

A. Analisis Kebutuhan Modifikasi	38
B. Kebutuhan Bahan Untuk Modifikasi	44
C. Rencana Langkah Kerja	46
D. Rencana Jadwal Modifikasi	51
E. Kalkulasi Biaya.....	52
F. Rancangan Pengujian.....	53

BAB IV. PROSES, HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Proses Modifikasi Kelistrikan Bodi Engine Stand Toyota Kijang 5K	68
B. Hasil	72
C. Pembahasan.....	78

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	84
B. Saran	85

DAFTAR PUSTAKA86

LAMPIRAN87

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Konstruksi baterai	7
Gambar 2. Komponen Penghubung.....	8
Gambar 3. <i>Fuse dan Fusibble Link</i>	10
Gambar 4. Kunci Kontak	11
Gambar 5. Saklar <i>Hazard</i>	12
Gambar 6. Saklar Tuas Penerangan	12
Gambar 7. <i>Relay</i>	13
Gambar 8. Rangkaian sistem starter	17
Gambar 8. <i>Motor Starter</i>	18
Gambar 10. <i>magnetic switch</i>	21
Gambar 11. rangkaian sistem pengisian	22
Gambar 12. Konstruksi <i>Alternator</i>	23
Gambar 13. Regulator	26
Gambar 14. Rangkaian sistem pengapian	27
Gambar 15. Konstruksi <i>Distributor</i>	28
Gambar 16. Koil.....	22
Gambar 17. <i>Kondensor</i>	35
Gambar 18. Busi	36
Gambar 19. rangkain kabel <i>engine stand</i> yang lama	39
Gambar 20. rancangan penempatan rangkaian kabel <i>engine stand</i> yang baru	39
Gambar 21. Desain <i>layout</i> penempatan kabel.....	40
Gambar 22. <i>Fuse</i> pada <i>engine stand</i> yang baru	41
Gambar 23. <i>Fuse</i> pada <i>engine stand</i> yang lama	41
Gambar 24. Desain panel <i>engine stand</i>	42
Gambar 25. Diagram kelistrikan <i>Engine Stand</i> Toyota Kijang 5K	42

Gambar 26. <i>Dwell tester</i>	57
Gambar 27. warna busi	59
Gambar 28. Penyetelan busi	59
Gambar 29. Pemeriksaan kabel tegangan tinggi.....	60
Gambar 30. Pemeriksaan kumparan primer.....	61
Gambar 31. Pemeriksaan kumparan sekunder.....	61
Gambar 32. <i>pull-in test</i>	63
Gambar 33. <i>hold-in test</i>	63
Gambar 34. Pengetesan kerja tanpa beban	64
Gambar 35. Pengetesan kerja tanpa beban	64
Gambar 35. Pengetesan penurunan tegangan pada kabel (+) baterai	65
Gambar 36. Pengetesan penurunan tegangan pada kabel (-) baterai	66
Gambar 37. Pengetesan penurunan tegangan pada rangkaian starter	66
Gambar 37. Melepas kabel <i>engine stand</i> yang lama.....	67
Gambar 38. Membuat rangkaian jaringan kabel.....	68
Gambar 39. Desain panel <i>engine stand</i> yang baru.....	68
Gambar 40. Panel engine stand yang baru.....	69
Gambar 41. Skun dan konektor pada kabel	69
Gambar 42. Item pada panel <i>engine stand</i>	70
Gambar 43. Membungkus rangkaian kabel dengan isolasi	70
Gambar 43.Rangkaian kabel pada <i>engine stand</i> yang baru	71
Gambar 44. Jaringan kabel <i>engine stand</i> yang lama.....	77
Gambar 45. Jaringan kabel pada <i>engine stand</i> yang baru.....	79

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. ukuran kabel terhadap panjang kabel.....	15
Tabel 2. Simbol warna <i>fuse</i>	41
Tabel 3. Tabel kebutuhan bahan modifikasi	44
Tabel 4. Tabel rencana jadwal modifikasi	52
Tabel 5. Tabel kalkulasi biaya	52
Tabel 6. Rancangan pengujian kunci kontak	54
Tabel 7. Rumus perhitungan arus, tegangan, dan daya.....	55
Tabel 8. Rancangan pengujian sistem pengisian	56
Tabel 9. Rancangan pengujian sistem pengapian	62
Tabel 10. Rancangan pengujian sistem starter.....	64
Tabel 11. Rancangan pengujian sistem starter.....	67
Tabel 12. Hasil pemakaian warna kabel pada <i>Engine Stand</i> Toyota kijang 5K	72
Tabel 13. pengujian kunci kontak	73
Tabel 14. Hasil dari pengujian sistem pengisian	74
Tabel 15. Hasil dari pengujian sistem pengapian	75
Tabel 16. Hasil dari pengujian sistem starter.....	76

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	88
Lampiran 2	89
Lampiran 3	90
Lampiran 4	91
Lampiran 5	92

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi semakin pesat dari hari kehari. Hal ini menyebabkan persaingan dunia teknologi semakin meningkat. Sehingga pemerintah pun berusaha untuk meningkatkan pendidikan, terutama pada bidang teknologi agar sumber daya manusia di Indonesia dapat bersaing di dunia Internasional. Upaya pemerintah adalah dengan meningkatkan keberadaan sekolah menengah kejuruan (SMK) dibandingkan sekolah menengah umum (SMU), menjadikan kebutuhan akan staf pengajar dan sarana prasarana penunjang pembelajaran di SMK menjadi meningkat. FT UNY sebagai salah satu lembaga pendidikan tinggi yang bertanggungjawab mempersiapkan calon staf pengajar yang kompeten dan professional juga harus mempersiapkan sarana dan prasarana yang memadai untuk menunjang proses pembelajaran khususnya di jurusan Pendidikan Teknik Otomotif FT UNY. Faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan proses belajar mengajar selain peserta didik maupun pendidik, juga dipengaruhi faktor lainnya yaitu sarana dan prasarana pembelajaran tersebut.

Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif FT UNY menyediakan media praktik berupa media pembelajaran maupun *Engine Stand* baik sepeda motor maupun mobil. Dari sekian banyak media yang disediakan, masih dijumpai beberapa *Engine Stand* yang kurang baik untuk dipergunakan.

Salah satunya adalah *Engine Stand* Toyota Kijang Seri 5K yang tidak dapat beroperasi normal karena berbagai kerusakan yang ada. Kerusakan meliputi kerusakan pada kelengkapan *engine stand* yaitu terutama pada kelistrikan bodi yang penataannya sudah tidak sempurna sehingga tidak dapat mendukung kinerja pada sistem kelistrikan *Engine Stand* sebagaimana mestinya dan juga kondisi panel *Engine Stand* yang komponennya tidak lengkap juga perlu dilakukan perbaikan dan diganti dengan desain panel yang baru. Serta perlu dilakukan pengecatan ulang pada rangka *engine stand* karena cat pada rangka *Engine Stand* sudah mengalami kerusakan yaitu cat yang sudah mengelupas dan juga banyak terdapat karat pada rangka *Engine Stand*.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan perbaikan *Engine Stand* Toyota Kijang 5K sebagai media atau *training object* pembelajaran paktek kelistrikan di bengkel otomotif FT UNY dengan cara memodifikasi *Engine Stand* Toyota Kijang Seri 5K.

B. Identifikasi Masalah

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

1. Adanya beberapa *Engine Stand* yang kondisinya kurang layak.
2. Kurangnya perawatan media *Engine Stand* yang ada di bengkel otomotif FT UNY.

3. Masih adanya panel *Engine Stand* yang tidak lengkap komponennya dan juga kondisi panel yang mengalami kerusakan, sehingga perlu dilakukan penambahan komponen dan penggantian panel dengan desain yang baru.
4. Masih adanya rangka *Engine Stand* yang catnya mengalami kerusakan, sehingga perlu dilakukan pengecatan ulang pada rangka *Engine Stand*.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, dapat diketahui permasalahan yang terjadi tentang pentingnya penggunaan *engine stand* sebagai sarana untuk menunjang proses belajar maupun mengajar, namun banyak *engine stand* yang mengalami kerusakan. Sehingga kegiatan belajar khususnya dalam praktikum tidak dapat berjalan dengan lancar. Dengan ini penulis ingin menyampaikan ide gagasan perlunya dilakukan modifikasi terhadap sistem kelistrikan *engine stand* yang mengalami masalah. Pada proses modifikasi sistem kelistrikan *engine stand* dengan menggunakan *engine konvensional* Toyota Kijang 5K akan dibatasi pada *electrical engine system*.

D. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana proses modifikasi pada kelistrikan *engine stand* Toyota Kijang Seri 5K di bengkel Otomotif FT UNY ?
2. Bagaimana pengujian hasil modifikasi *engine stand* kelistrikan Toyota Kijang Seri 5K ?

E. Tujuan

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

1. Melakukan modifikasi *engine stand* kelistrikan Toyota Kijang 5K di bengkel Otomotif FT UNY.
2. Melakukan uji fungsional dan kinerja sistem kelistrikan *Engine Stand* Toyota Kijang 5K.

F. Manfaat

Manfaat yang diharapkan dengan adanya modifikasi kelistrikan *engine stand* Toyota Kijang 5K ini adalah antara lain :

1. Komponen utama *electrical engine stand* Toyota Kijang 5K tidak mengalami kerusakan atau sesuai standar yang ada, sehingga mempermudah peserta didik dalam memahami sistem kelistrikan *engine* Toyota Kijang 5 K
2. Setelah seluruh sistem yang mengalami permasalahan pada *engine stand* dimodifikasi kelistrikannya maka *engine stand* Toyota Kijang

5K ini dapat difungsikan kembali sebagai *training object* di bengkel Otomotif FT UNY.

3. Dapat dijadikan pengalaman yang sangat berharga untuk menambah wawasan bagi penulis dalam melakukan modifikasi kelistrikan *Engine Stand* Toyota Kijang 5K.

G. Keaslian Gagasan

Gagasan dalam modifikasi *engine stand* Toyota Kijang 5K ini merupakan gagasan penulis berdasarkan diskusi dengan dosen otomotif didasari dengan adanya sarana dan prasarana kampus khususnya *engine stand* Toyota Kijang 5K yang tidak dapat dioperasikan secara optimal karena adanya kerusakan yang ada. Dengan modifikasi yang dilakukan pada *engine stand* Toyota Kijang 5K ini, diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai *training object* di bengkel Otomotif FT UNY.

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

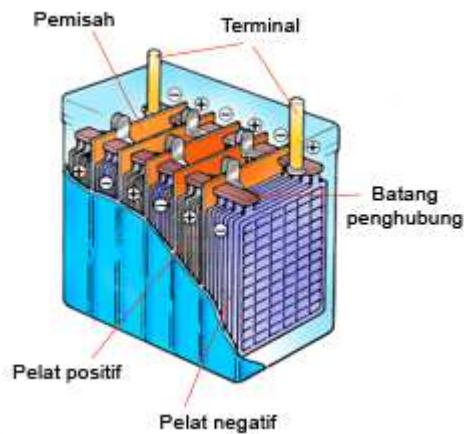
Adanya permasalahan-permasalahan yang ada pada sistem kelistrikan *Engine Stand* Toyota Kijang 5K, maka permasalahan tersebut dicariakan solusi melalui pendekatan masalah. Untuk memperoleh gambaran yang lebih terperinci tentang sistem kelistrikan pada *engine stand* penting untuk diuraikan beberapa teori dasar dan komponen-komponen kelistrikan otomotif dari berbagai sumber (*literature*) yang relevan dengan judul tugas akhir ini.

Secara garis besar sistem kelistrikan suatu mobil dapat dikelompokan menjadi dua bagian yaitu, (1) Sistem kelistrikan mesin, (2) Sistem kelistrikan untuk kelengkapan bodi dan aksesoris. Sistem kelistrikan mesin merupakan bagian kelistrikan yang melekat pada mesin (*electrical engine*) sedangkan sistem kelistrikan bodi adalah bagian kelistrikan yang melekat pada bodi mobil. Bagian inilah yang menentukan apakah mobil layak dipergunakan atau beroperasi di jalanan. Secara singkat media pembelajaran sistem kelistrikan *engine stand* dapat diartikan sebagai alat yang menggambarkan secara gamblang prinsip dan cara kerja komponen-komponen ataupun sub-sub sistem kelistrikan mesin.

A. Kajian Teori

1. Baterai, Komponen Penghubung, Pengaman dan Saklar (*Switch*)

a. Baterai



Gambar 1. Konstruksi Baterai

Baterai merupakan sumber energi listrik yang digunakan oleh sistem stater dan sistem kelistrikan yang lain. Baterai ada dua tipe yaitu baterai basah dan kering. Baterai yang digunakan pada motor, mobil, truk adalah baterai jenis basah.

Pada kendaraan secara umum baterai berfungsi sebagai sumber energi pada listrik kendaraan, namun bila kita amati lebih detail maka fungsi baterai adalah:

- 1) Saat mesin mati sebagai sumber energi untuk menghidupkan aksesoris, penerangan, dan sebagainya.
- 2) Saat *start* untuk menghidupkan sistem stater

- 3) Saat mesin mati sebagai *stabilizer* (menstabilkan) suplai listrik pada kendaraan, dimana pada saat hidup energi listrik bersumber dari *alternator*.

b. Komponen Penghubung

Rangkaian kelistrikan mobil sangat membutuhkan komponen penghubung. Dalam hal ini, fungsi dan manfaat komponen penghubung sebagai berikut; untuk mempermudah servis, pada waktu mencari dan memperbaiki kerusakan rangkaian kelistrikan, kabel harus diperiksa satu per satu atau per bagian. Apabila terdapat kabel tanpa sambungan dengan komponen penghubung maka kabel-kabel tersebut harus dipotong sesuai keperluannya. Untuk mempermudah pencabangan harus dilengkapi dengan komponen penghubung (Boentarto, 2000:63).



Gambar 2. Komponen Penghubung

c. Komponen yang melindungi sirkuit (Sekering).

Sekering adalah komponen yang digunakan untuk mengamankan rangkaian listrik dari kerusakan akibat panas yang timbul oleh adanya arus lebih ataupun akibat dari hubungan pendek dari sistem listrik tersebut ataupun dari rangkaian yang lain (Boentarto, 2000:65).

1) Beberapa alat pengaman yang sering kita jumpai, yaitu;

a) *Fuse* atau Sekring

Fuse adalah alat pengaman listrik yang paling familiar dan sering kita jumpai. *Fuse* terpasang dalam rangkaian listrik tersusun secara seri, sehingga jika terlewati arus yang melebihi kapasitas kerja dari *fuse* tersebut, maka *fuse* akan terbakar dan memutus arus yang ada dalam rangkaian tersebut. Elemen penghantar yang terdapat dalam *fuse* tersebut akan meleleh, dan memutus rangkaian listrik tersebut sebagai pengaman terhadap komponen-komponen lain dalam rangkaian listrik tersebut dari bahaya arus besar.

b) *Fuseble Link*

Fungsi dan konstruksi *fusible link* sama dengan sekring. Perbedaan utama pada *fusible link* adalah dapat digunakan untuk arus yang lebih besar karena yang lebih besar karena ukurannya lebih besar dan mempunyai elemen yang tebal, seperti juga sekring, *fusible link* juga dapat terbakar atau putus, dan harus diganti dengan yang baru. *Fusible link* diklasifikasikan kedalam tipe *link* dan *catridge* (Tim Toyota, 2003:6-43).



Gambar 3. *Fuse dan Fuseble Link*

c) *Circuit breaker (CB)*

Circuit breaker adalah alat proteksi yang bekerja untuk memutuskan sirkuit saat terjadi gangguan. Digunakan sebagai pengganti sekring untuk melindungi dari kesulitan pengiriman tenaga dalam sirkuit, seperti *power window*, *sunroof* dan sirkuit pemanas (Tim Toyota, 2003:6-44).

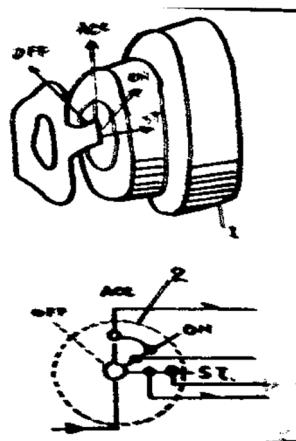
d. **Saklar (switch)**

Untuk mengoperasikan komponen-komponen kelistrikan dan alat bantu mobil, diperlukan saklar. Pada umumnya, saklar yang terdapat pada mobil menggunakan satu atau dua model saklar, yaitu saklar manual dan saklar otomatis. Saklar manual adalah saklar yang digerakan dengan tangan (Boentarto, 2000:68).

1) Jenis-Jenis saklar manual sebagai berikut :

a) Saklar putar

Saklar ini memiliki titik kontak yang diatur oleh satu sumbu di atas sebuah permukaan pelat. Mekanisme pengoperasiannya dengan cara diputar, contohnya adalah kunci kontak.



Gambar 4. Kunci kontak

b) Saklar tekan

Contoh saklar tekan pada mobil, antara lain klakson dan lampu *hazard*.



Gambar 5. Saklar *hazard*

c) Saklar tuas

Saklar tuas biasanya dipasang pada kolom kemudi. Saklar tuas dioperasikan oleh adanya gerakan tuas ke atas, ke bawah, ke kiri, dan ke kanan. Contoh penggunaan saklar itu adalah saklar tanda belok. Saklar ini mudah dioperasikan oleh pengemudi dengan cara menekan atau menarik sedikit saja.



Gambar 6. Saklar tuas penerangan.

d) *Relay*

Relay adalah saklar (switch) elektrik yang bekerja berdasarkan medan magnet. *Relay* terdiri dari suatu lilitan dan *switch* mekanik. *Switch* mekanik akan bergerak jika ada arus listrik yang mengalir melalui liitan.

e) Susunan kontak pada *relay*, yaitu;

- 1) *Normally open*; *relay* akan menutup apabila dialiri arus listrik.
- 2) *Normally close*; *relay* akan membuka apabila dialiri arus listrik

3) *Changeover*; relay akan memiliki kontak tengah yang akan melepaskan diri dan akan membuka kontak lainnya berhubungan (Anonim, 2017).



Gambar 7. *Relay*

e. Jaringan kabel

Jaringan kabel adalah sekumpulan kabel dan berbagai macam warna didalamnya dan semuanya disatukan dalam satu unit yang masing masing terisolasi yang berfungsi untuk menghubungkan arus listrik dari satu komponen ke komponen lainnya. Kabel yang digunakan dalam kelistrikan ada 3 yaitu kabel tegangan rendah, kabel tegangan tinggi, dan kabel yang di isolasi (Tim Toyota, 2003:6-39).

1) Kabel Tegangan Rendah

Sebagian besar kawat dan kabel yang terdapat dalam kendaraan adalah kabel yang bertegangan rendah (low-voltage wire). Masing-masing kabel bertegangan rendah terdiri dari elemen kabel dan isolasinya. Elemen kabel ini berfungsi sebagai

konduktor untuk mengalirkan sumber tegangan listrik yang akan digunakan ke sistem-sistem pada kendaraan. Isolasi berfungsi sebagai pelindung luar dan hubungan singkat antar kabel saat disatukan dengan sistem kelistrikan lain. Contoh penggunaan kabel tegangan rendah yaitu pada kabel positif dan negatif koil, kabel penggerak *motor wipper*, kabel klakson, dll (Tim PPPPTK, 2013:170).

2) Kabel Tegangan Tinggi

Kabel tegangan tinggi biasanya digunakan pada sistem pengapian untuk mengalirkan arus listrik yang bertegangan tinggi dihasilkan oleh ignition coil ke busi melalui distributor tanpa adanya kebocoran, dipakai kabel tegangan tinggi (Tim PPPPTK, 2013:170).

3) Kabel Yang Diisolasi

Kabel yang diisolasi (*shielded cable*) digunakan pada saluran kabel *antene radio*, *ignition signal line*, sensor-sensor, dan lain sebagainya (Tim PPPPTK, 2013:171).

4) Ukuran Kabel

Kabel adalah suatu komponen yang digunakan untuk menghubungkan komponen satu dengan komponen yang lainnya yang terbuat dari tembaga dan diberi isolasi supaya tidak terjadi konseleting.

Kabel yang digunakan pada kendaraan (mobil, motor, truk, dll) dikategorikan sebagai *Auto-Cable* yaitu kabel yang spesifikasinya disesuaikan dengan keperluan kendaraan pada umumnya, dengan tegangan kerja 12 / 24 volt DC. Tidak seperti kabel lainnya, *Auto-Cable* diukur dari diameter luar keseluruhan atau tebal kabel.

Diameter kabel terdiri atas berbagai ukuran. Penggunaan kabel berbeda-beda ukurannya, bergantung pada berapa besar arus yang mengalir. Bila arus yang mengalir besar, berarti harus menggunakan kabel yang berdiameter besar, tetapi bila arus yang mengalir kecil, cukup menggunakan kabel yang berdiameter kecil. Untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada tabel di bawah :

Tabel 1. Ukuran kabel terhadap panjang kabel (Tim PPPPTK, 2013:173)

Accu 12 Volt		Diameter Kabel terhadap Panjang Kabel		
Arus	Daya	1 m	1,5 m	2 m
0 to 5 A	30 W	0,8 mm	0,8 mm	0,8 mm
6 A	36 W	0,8 mm	0,8 mm	0,8 mm
7 A	42 W	0,8 mm	0,8 mm	0,8 mm
8 A	48 W	0,8 mm	0,8 mm	0,8 mm
10 A	60 W	0,8 mm	0,8 mm	0,8 mm
11 A	66 W	0,8 mm	0,8 mm	0,8 mm
12 A	72 W	0,8 mm	0,8 mm	0,8 mm
15 A	90 W	0,8 mm	0,8 mm	0,8 mm
18 A	108 W	0,8 mm	0,8 mm	1 mm
20 A	120 W	0,8 mm	0,8 mm	1 mm
22 A	132 W	0,8 mm	0,8 mm	1 mm
24 A	144 W	0,8 mm	0,8 mm	1 mm
30 A	180 W	0,8 mm	1 mm	1 mm
40 A	240 W	0,8 mm	1 mm	2 mm
50 A	300 W	1 mm	2 mm	3 mm
100 A	600 W	3 mm	3 mm	5 mm
150 A	900 W	5 mm	5 mm	8 mm
200 A	1200 W	5 mm	8 mm	8 mm

Cara pembacaan tabel, untuk sumber tegangan 12 V untuk pemakaian arus 5 A dengan daya listrik yang digunakan 30 Watt maka butuh diameter kabel 0,8 mm (Tim PPPPTK, 2013:173).

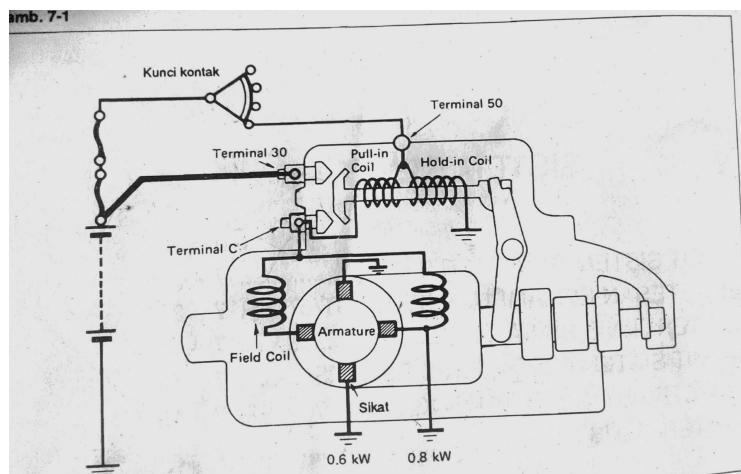
Pemakaian warna kabel dalam suatu kendaraan membutuhkan banyak kabel dan membutuhkan banyak warna kabel. Warna pada kabel ada satu warna dan dua warna (kabel bergaris). Untuk kabel yang bergaris, warna di depan strip menunjukkan warna dasar dan untuk di belakang strip menunjukkan warna garis. Contoh W-R (*white-red*), R-B (*red-black*) (Anonim, 2001: 13).

2. Kelistrikan Mesin (*Electrical Engine*)

Kelistrikan mesin ialah sistem kelistrikan pada kendaraan yang dipergunakan untuk menghidupkan mesin serta mempertahankannya agar tetap hidup (Tim Toyota, 2011:312). Bagian-bagiannya terdiri dari baterai sebagai sumber yang akan menyuplai listrik ke komponen kelistrikan lainnya, sistem pengisian yang mengisi (*charging*) listrik ke baterai, sistem starter yang memutarkan mesin pertama kali, sistem pengapian yang membakar capuran udara dengan bahan bakar serta perlengkapan kelistrikan lainnya (Tim Toyota, 2011:312).

a. Sistem Starter

Stater mengubah energi listrik menjadi kerja mekanik. Konstruksi starter bersamaan dengan konstruksi *generator DC* yaitu yang mempunyai *armature* dan sepatu-sepatu magnet yang ditempatkan pada rumah starter. Prinsip *elektromagnet* adalah dasar kerja dari suatu *stator*. Jika suatu penghantar melalui arus yang berada di dalam lapangan magnet maka penghantar itu akan tertolak keluar dari lapangan magnet, sekarang terdapat suatu tenaga, tenaga itu dihasilkan karena lapangan magnet pada suatu bagian dari penghantar itu ditegangkan sehingga sisi yang lain dilemahkan (Daryanto, 2005:36).

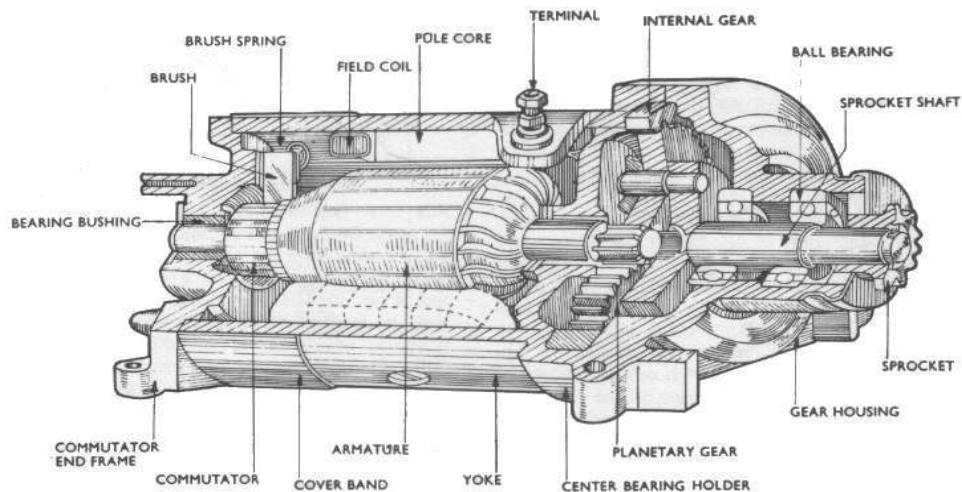


Gambar 8. Rangkaian sistem starter (Tim Toyota, 1981:7-2)

1) Motor Starter

Motor starter yang dipergunakan pada kendaraan dilengkapi dengan *magnetic switch* yang memindahkan gigi yang berputar (selanjutnya disebut *pinion*) untuk berkaitan atau lepas dari *ring gear*

yang dipasangkan mengelilingi *flywheel* yang dibaut pada *crankshaft* (Tim Toyota,2011:337).



Gambar 9. Motor stater

a) Fungsi Komponen-Komponen *Motot Stater*

- *Yoke dan Pole Core*

Yoke dibuat dari logam yang berbentuk selinder dan berfungsi sebagai tempat *Pole Core* yang diikat dengan sekrup *pole core* berfungsi sebagai penopang *fiel coil* dan memperkuat medan medan magnet yang ditimbulkan oleh *fiel coil*.

- *Fiel Coil*

Fiel Coil dibuat dari lempengan tembaga, dengan maksud dapat memungkinkan mengalirnya arus listrik yang cukup besar untuk membangkitkan medan magnet

(pembangkit medan magnet) pada steter biasanya digunakan empat *fiel coil* yang bererti punya empat *core*.

- *Armature dan Shaft*

Armature tardiri sebatang besi yang berbentuk selinder dan di beri slot- slot, poros, komutator serta kumparan pada *armature*. Dan berfungsi untuk merubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gerak putar.

- *Brush*

Brush terbuat dari lembaga unit yang berfungsi meneruskan arus listrik dari *fiel coil* ke *armature coil* langsung dari *massa* ke *monutator*. Umumnya stater memiliki empat buar brush yang di kelompokan menjadai dua yaitu: Dua buah *brush* positif, dua buah *brush* negatif.

- *Armature Brake*

Armature Brake berfungsi sebagai penggereman putaran *armature* setelah lepas dari perkaitan dengan roda penerus.

- *Drive Lever*

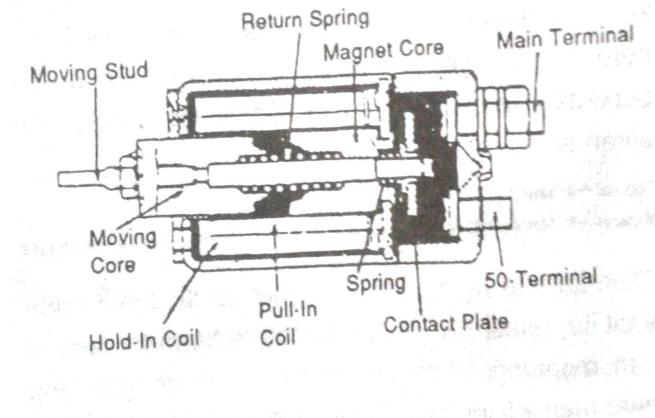
Drive Lever berfungsi untuk mendorong *pinion gear* kearah posisi yang berkaitan dengan roda penerus. Dan melepas perkaitan *pinion gear* dari perkaitan roda penerus.

- *Stater Clutch*

Stater Clutch berfungsi untuk memindahkan momen puntir dari *armature shaft* kepada roda penerus, sehingga dapat berputar.

- *Magnetic Switch*

Magnetic Switch berfungsi untuk menghubungkan dan melepaskan *pinion gear* ke dari roda penerus sekaligus mengalirkan arus listrik yang besar pada sirkuit motor stater melalui terminal utama. Magnetic switch terdiri dari kontak plate yang di hubungkan dengan *plunger* dan bekerja bersamaan. Seperti pada gambar terlihat pada plunger oleh dua buah gulungan, gulungan dalam di buat lebih tipis dan disebut juga dengan *pull in coil*, sedangkan gulungan bagian luar lebih tebal dan disebut dengan *hold in coil*. Bila kekuatan dari kumparan ini beraksi dari arah yang sama, plunger akan tertarik dan sebaliknya pada saat gaya magnet yang dihasilkan berlawanan arah dan masing-masing saling menghapuskan maka plunger akan kembali ke posisi semula dengan bantuan pegas pengembali (*return spring*), *pull in coil* dihubungkan dengan massa melalui *field coil* dan *armature*, sedangkan *hold in coil* di hubungkan langsung dengan *massa* (Anonim,2005:12-21).



Gambar 10. *Magnetic switch*

2) Persyaratan Stater:

Dalam Modul Perbaikan Ringan Pada Rangkaian Sistem Kelistrikan Otomotif Opkr-50-007B (2005:111). Di terangkan bahwa *motor stater* sebagai penggerak mula harus dapat mengatasi tahapan-tahapan motor, misalnya :

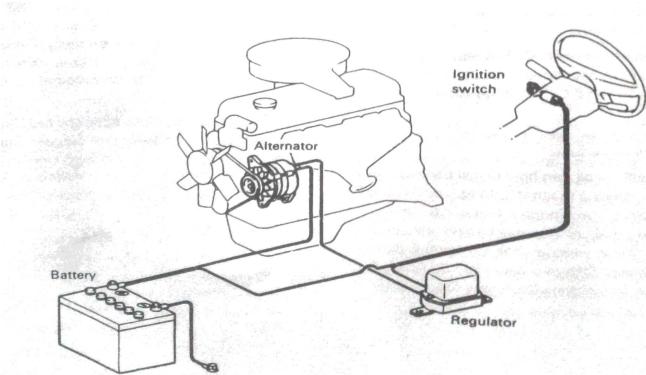
- a) Tekanan kompresi
- b) Gesekan dari bagian-bagian yang berputar
- c) Kekentalan minyak pelumas waktu dingin
- d) Viskositasnya masih tinggi.

Pinion harus dapat mengait dan melepas pada - dari roda penerus secara baik. Saat permulaan *start*, *motor stater* mempunyai momen putar yang besar dengan putaran yang kecil. *Motor stater* mempunyai bentuk yang kecil tetapi tenaga putarnya besar dari 0,1 Kw sampai 18 Kw.

b. Sistem Pengisian

Baterai sebagai sumber arus tenaga listrik diperlukan untuk sistem pengapian, sistem pengisian sendiri, kelengkapan tambahan, dan lampu-lampu, untuk hal tersebut baterai (*accu*) dengan kemampuan terbatas tidak akan mampu memenuhinya. Sistem pengisian berfungsi menyediakan daya atau tenaga listrik untuk sistem kelistrikan mobil pada saat motor hidup terutama memberikan arus pengisian pada baterai.

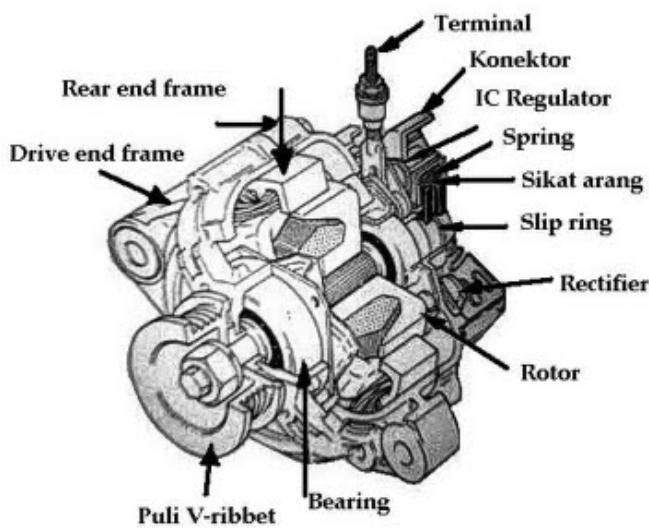
Mobil membutuhkan arus searah, maka arus bolak-balik yang diproduksi oleh alternator diserahkan (diubah menjadi searah) sebelum dikeluarkan ke baterai. Dan sebagai penyuplai kebutuhan arus listrik baterai (*accu*) untuk keperluannya, maka dibutuhkan sistem pengisian (*charging system*) di samping baterai (*accu*) itu sendiri sebagai sumber awal aliran listrik sistem pengisian.



Gambar 11. Rangkaian sistem pengisian (Tim Toyota, 2011:342)

1) Alternator

Alternator adalah pembangkit listrik sebagai penyuplai baterai (*accu*) untuk memenuhi segala kebutuhan peralatan mobil yang menggunakan listrik.



Gambar 12. Konstruksi *Alternator*

Komponen *Alternator* adalah sebagai berikut;

- Stator* (gulungan)

Stator terdiri dari *stator core* dan kumparan *stator* (*stator coil*).

Yaitu untuk membangkitkan GGL (gaya gerak listrik) Induksi yang dihasilkan oleh perpotongan GGM (gaya gerak magnet) antara kumparan *stator* dengan kumparan medan (*field coil*) pada *rotor*.

b) *Rotor*

Rotor terdiri dari besi inti yang berbentuk cakram, kumparan, dan *slip ring*. Fungsi dari *stator* ini adalah membentuk magnet pada inti besi menjadi kutub utara dan selatan, pembentukan magnet ini dikarenakan adanya arus listrik melalui *slip ring*. Karena *rotor* diputar oleh tali kipas (*fan belt*), hal tersebut akan memutus dan menghubungkan garis-garis gaya magnet yang terjadi pada besi inti dan rumah *stator*. Peristiwa akan makan mengakibatkan arus listrik tiga fase pada *stator*.

c) Penyearah arus (*dioda rectifier*)

Konstruksi dari *diode* yang terdiri dari *diode* yang terdiri dari *diode holder* dan *diode negative*. Fungsi dari *diode* adalah menyearahkan arus bolak balik (AC) yang dihasilkan oleh *stator coil* menjadi arus searah (DC) juga berfungsi mencegah arus bolak balik dari baterai ke *Alternator*.

d) Sikat-sikat (*brush*)

Sikat-sikat (*brush*) ini dilewati arus yang ke kumparan *rotor* melalui *slip ring*, yaitu media untuk menyalurkan arus dari *accu* (*battery*) ke *rotor* yang berputar melalui *slip ring*. Penempatan sikat-sikat (*brush*) tertempel pada slip ring karena tekanan pegas di ujung sikat-sikat (*brush*) yang lain.

e) *Fan* (kipas)

Fungsi kipas pada *alternator* adalah mendinginkan *diode* kumparan yang terdapat pada *alternator*. Jenis kipas pada *alternator* ada dua macam yaitu jenis lengkung dan kipas rata. Kipas lengkung yang umum digunakan karena hanya bias berputar satu arah . Sedangkan kipas rata hanya bias berputar kekiri dan kanan.

f) *Pully*

Berfungsi untuk memindahkan tenaga putar dari mesin ke *rotor alternator*. Dengan *pully* dapat juga ditentukan perbandingan putar *pully* dari *motor* dengan *alternator*.

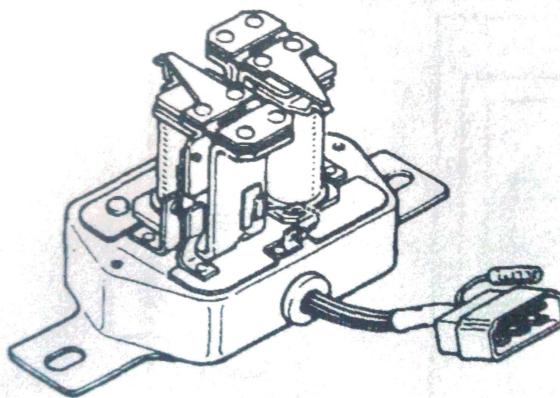
g) Rumah *Alternator*

Rumah *alternator* berfungsi untuk menyediakan tempat rotor bereputar dadalam dengan sekecil mungkin, supaya perpotongan garis-garis gaya magnet akan baik dan sempurna.

2) *Regulator*

Fungsi *regulator* adalah mengatur besar arus listrik yang masuk ke dalam *rotor coil* sehingga tegangan yang dihasilkan oleh *alternator* tetap konstant (stabil) menurut harga yang telah ditentukan walaupun putarannya berubah-ubah. Selain dari pada itu *regulator* juga berfungsi untuk mematikan tanda dari lampu

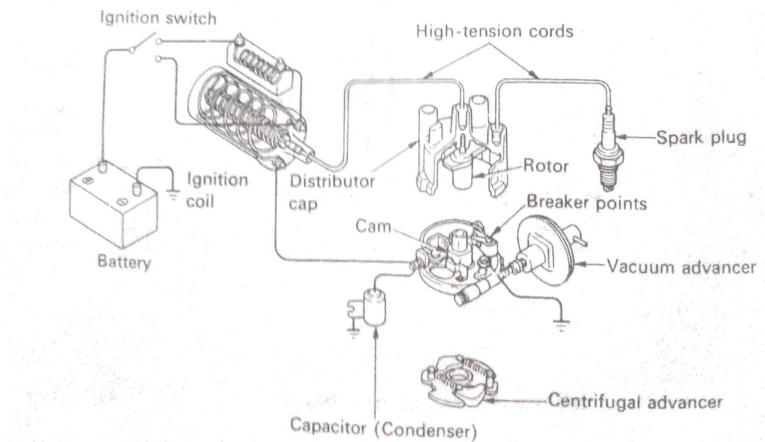
pengisian lampu tanda pengisian akan secara otomatis mati apabila *alternator* sudah menghasilkan arus listrik (Tim Toyota, 2011:344).



Gambar 13. Regulator (Tim Toyota, 2011:345)

c. Sistem Pengapian

Fungsi sistem pengapian di dalam mesin (motor bensin) adalah untuk menghasilkan tegangan yang tinggi untuk mengadakan bunga api diantara elektroda busi sehingga campuran bahan bakar udara dibakar sempurna walaupun kecepatan berubah-ubah. Pada kendaraan umumnya digunakan sistem pengapian dengan baterai. Bagian-bagian yang penting di dalam sistem pengapian ini adalah: *ignition coil* (koil), *capasitor* (kondensor), *distributor* dan busi. Secara singkat dapat dituliskan disini fungsi dari komponen-komponen pokok dari sistem pengapian, yakni:

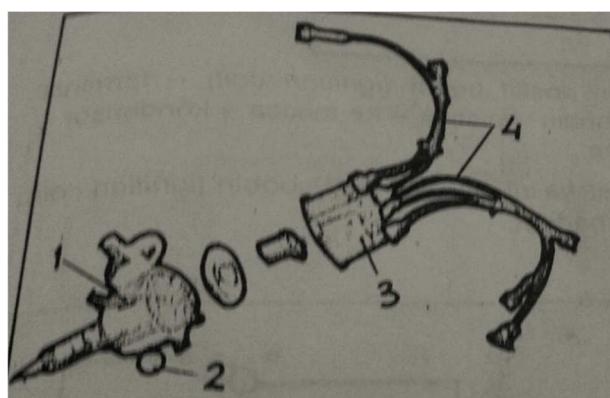


Gambar 14. Rangkaian sistem pengapian (Tim Toyota, 2011:324)

- 1) Baterai untuk memberikan arus.
- 2) Kunci kontak untuk menghubungkan dan memutuskan arus dari baterai ke koil penyalaan.
- 3) *Ignition coil* (koil) untuk menghasilkan arus induksi tegangan tinggi yang dialirkan ke busi.
- 4) Pemutus arus (*contact breaker*) untuk memutuskan dan menghubungkan arus primer dengan cepat.
- 5) Kondensor untuk mencegah timbulnya bunga api pada kontak pemutus arus sewaktu membuka dan mempercepat arus primer menjadi penuh kembali.
- 6) Busi untuk memberikan loncatan bunga api ke dalam ruang pembakaran apabila ada arus tegangan tinggi mengalir padanya.
- 7) Poros nok untuk membuka dan menutup kontak pemutus arus.

Sistem pengapian pada kendaraan berfungsi untuk menaikkan tegangan baterai menjadi 10 KV atau lebih dengan mempergunakan *ignition coil* dan kemudian membagi-bagikan tegangan tinggi tersebut ke masing-masing busi melalui distributor dan kabel tegangan tinggi. Pada motor bensin untuk menghasilkan tenaga dengan cara membakar campuran udara dan bahan bakar di dalam silinder, loncatan bunga api pada busi diperlukan untuk menyalaikan campuran udara dan bahan bakar yang telah dikompresikan oleh piston di dalam silinder (Tim Toyota, 2011:323).

Ignition coil terdiri dari arus primer dan arus sekunder (*high voltage*), arus tegangan tinggi ini dihasilkan pada saat platina membuka, arus tegangan tinggi ini mengalir melalui kabel tegangan tinggi koil ke tutup *distributor cap* (kepala distributor) ke *rotor*, diteruskan ke tiap-tiap busi melalui kabel tegangan tinggi yang terdapat pada *distributor cap*.



Gambar 15. Konstruksi Distributor

Keterangan Gambar:**1. Rumah Distributor**

Bagian-bagian penting dari distributor dipasang pada rumah ini, bagian atas berbentuk selinder dengan diameter yang cukup besar. Di dalamnya terdapat *regulator centrifugal advance*, unit pemutus arus, poros *distributor* dan nok, bagian bawahnya berbentuk tabung kecil dimana distributor ini dipasang masuk ke dalam blok mesin, pada bagian ini dipasang *seal ring* (*ring* perapat) untuk mencegah keluarnya oli melalui celah antara *distributor* dan blok mesin.

2. Poros *Distributor*

Poros *distributor* di gerakan oleh poros nok lewat roda gigi spiral, selanjutnya poros *distributor* ini menggerakan nok lewat bobot pengatur dan menggerakan *rotor*, ujung poros bagian bawah yang pipih menggerakan pompa pelumas.

3. Pemutus arus

Pemutus arus berguna untuk memutuskan arus primer sehingga terjadilah arus induksi pada *ignition coil*. Pemutus arus terdiri atas plat tetap yang dipasang pada rumah *distributor* dengan baut, terdiri dari plat pemutus (*breaker plate*) dan peralatan kontak pemutus. Plat pemutus dipasang pada plat tetap dengan dapat berputar, sedang peralatan kontak pemutus dipasang plat pemutus dengan sebuah baut. Juga dipasang sebuah baut penyetel pada plat tetap lewat celah penyetel yang ada pada plat pemutus, dengan baut

penyetel ini kita dapat mengatur besar kecilnya celah (*gap*) pembukaan pemutus arus.

4. *Spark advance*

Alat ini ada dua macam yakni: *Gevernor Centrifugal Advance* dan *Vacum Advancer*. Berfungsi sebagai alat yang memajukan saat penyalaan sesuai dengan putaran mesin dan pada *vacum advancer* memajukan saat penyalaan sesuai dengan besarnya kevakuman di dalam *intake manifold*.

Dari tutup distributor dihubungkan kabel tegangan tinggi ke koil penyalaan dan membagi arus tegangan tinggi pada tiap busi dengan menyesuaikan rotasi *rotor* yang terpasang pada ujung atas *distributor cap*. Konstruksi platina terdiri dari bagian-bagian; cam dengan 4 pinggul, *breaker arm* dan titik kontak. Pada saat *cam* diputar setiap pinggul *cam* melalui bagian bawahnya *arm rubbing block* dan titik kontak terpisah dan adanya gerakan ini dapat menyebabkan putusnya arus primer. Kondensor yang dipasangkan pada rumah distributor meredam arus primer yang dapat menyimpan aliran bila titik kontak (platina) mulai membuka, sehingga akan mengurangi kebocoran pada titik-titik kontak dan memperpanjang penggunaan titik-titik kontak.

Komponen Sistem Pengapian Lainnya :

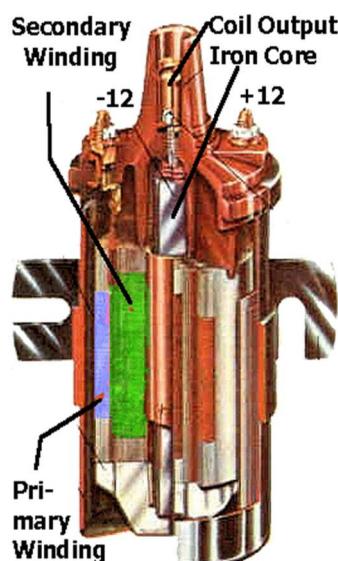
1) Koil

Koil disebut juga ‘bobin’ atau juga dikenal dengan istilah ignition coil atau coil saja (dalam bahasa indonesianya; koil penyalaan), koil adalah alat yang berfungsi untuk membangkitkan arus listrik tegangan tinggi untuk memberikan kepada busi, karena agar arus listrik sanggup untuk mengadakan loncatan ini diantara kedua elektroda pada busi maka diperlukan tegangan yang tinggi sekali, dimana arus listrik pada baterai hanya mempunyai tegangan 12 volt yang dirubah di dalam koil menjadi sekitar 15.000 sampai 20.000 volt. Cara kerja koil sama halnya dengan cara kerja *transformator* pada instalasi listrik.

Ignition coil digunakan untuk merubah tegangan baterai menjadi tegangan yang lebih tinggi lagi untuk dapat mencukupi loncatan bunga api yang dibutuhkan pada elektroda busi, terdiri dari gulungan primer dan gulungan sekunder, dimana gulungan tersebut tersusun rapi dan baik. Pada kumparan primer terdiri dari kira-kira 300 – 400 gulungan kawat yang berdiameter lebih besar dibanding dengan kawat gulungan sekunder yang terdiri dari 15.000 – 20.000 gulungan kawat halus, diantara kedua gulungan tersebut dipisahkan dengan kabel isolasi (*insulator*). Besarnya tegangan yang dihasilkan pada koil adalah tergantung dari perbandingan antara jumlah gulungan primer dan sekunder,

makin besar angka perbandingannya maka makin besar pula tegangan yang dihasilkan.

Kedua kumparan tersebut (primer dan sekunder) digulung mengelilingi sebuah inti yang terbuat dari lempengan baja dengan permeabilitas yang tinggi, kumparan sekunder digulung dibagian dalam dan kumparan primer di bagian luarnya, salah satu ujung kumparan sekunder di hubungkan pada terminal tegangan tinggi dan ujung yang lain dengan kumparan primer, sedang ujung kumparan primer di hubungkan dengan terminal positif dan negatif baterai. Kumparan-kumparan ini terletak dalam satu tempat (kotak) berbentuk tabung yang terbuat dari plat baja, pada ujung koil di pasang nipel perapat dari karet untuk mencegah masuknya air atau uap air ke dalam terminal tegangan tinggi yang dapat menyebabkan karat.



Gambar 16. Koil

Cara kerja koil adalah: arus listrik yang berasal dari baterai masuk ke koil melalui terminal (+) pada gulungan kawat primer, dengan adanya arus listrik pada gulungan primer maka besi inti menjadi magnet sehingga akan dihasilkan listrik tegangan tinggi, tegangan tersebut akan menjadi jauh lebih tinggi dengan adanya pemutusan aliran yang berulang-ulang pada platina (kontak platina), akhirnya listrik tegangan tinggi dikeluarkan dari koil melalui ujung lain gulungan sekunder pada terminal koil yang kemudian diteruskan ke distributor untuk diteruskan ke busi-busi.

Penting di ingat bahwa koil harus dihubungkan dengan benar, sebab pada terminal tegangan rendah (kawat sekunder) yang diberi tanda + dan - , kesalahan menghubungkan berarti bahwa *voltase* yang di perlukan untuk menghasilkan bunga api diantara elektroda busi harus menjadi diatas 50% lebih tinggi dari pada dengan hubungan yang benar.

2) Kondensor

Kondensor atau disebut juga kapasitor (*capasitor*) juga dengan nama resistor (*ballast resistor*). Kondensor dibuat dari bahan foil yang di isolasi dengan kertas atau dengan lainnya. Kemudian digulung sehingga foil dan isolasinya rapat sekali dan di masukkan ke tabungnya dan foil yang lain ke sebuah terminal kondensor. Kondensor itu penting pada sistem pengapian

dimana ia mempunyai kapasitas yaitu kemampuan menyimpan listrik. Kapasitas kondensor di ukur dalam satuan mikro farad (mF) yang di tentukan oleh luas metal foil dan jarak antara metal foil itu yaitu ketebalan isolasinya, kapasitas kondensor berkisar antara $0,15 - 0,4$ mF.

Kondensor biasanya di tempatkan di dalam *distributor* tetapi ada juga yang di pasang pada badan *distributor* sebelah luar. Sebuah kondensor biasanya terdiri dari beberapa lembar kertas timah masing-masing lapisan diberi isolasi kertas parafin yang digulung rapat berbentuk selinder. Fungsi kondensor adalah untuk mencegah adanya bunga api pada titik kontak akibat loncatan *elektron* pada waktu busi tidak bekerja (belum waktunya untuk meloncatkan bunga api), juga berfungsi untuk meningkatkan kerja dari koil, kapasitor di hubungkan secara paralel dengan platina. Kondensor hanya di lalui oleh arus bolak-balik, jika kondensor sudah dapat di lalui oleh arus searah maka berarti kondensor tersebut sudah bocor pada isolatornya. Jika di pakai kondensor yang kapasitasnya lebih kecil maka pada kontak platina akan terjadi bunga api akibat adanya loncatan *elektron*.



Gambar 17. *Kondensor*

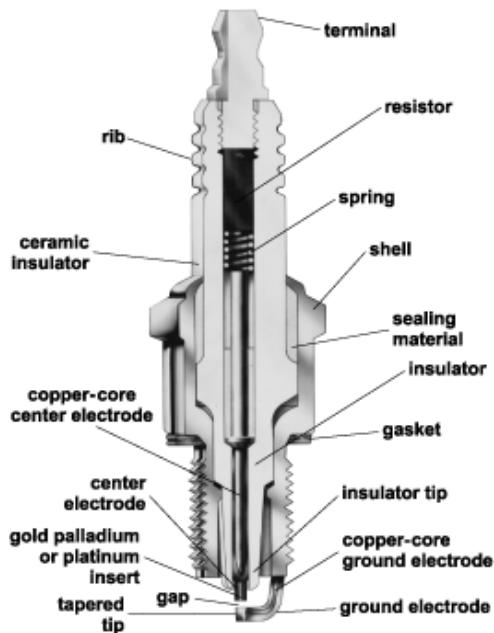
Fungsi kondesor dalam sistem penyalaan dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a) Untuk mencegah timbulnya bunga api pada kontak pemutus arus (kontak platina) sewaktu mulai membuka, tanpa kondensor, tegangan listrik 300-400 volt karena tegangan induksi sendiri akan menyebabkan timbulnya bunga api pada kontak pemutus arus sehingga kontak akan menjadi lekas rusak.
- b) Untuk mendapatkan arus induksi tegangan tinggi yang sebesar-besarnya di dalam kumparan sekunder, sehingga bunga api pada busi juga sebesar-besarnya, tanpa kondensor arus listrik induksi sendiri akan mengakibatkan arus primer tidak cepat menjadi nol sewaktu kontak membuka, akibatnya arus induksi tegangan tinggi pada kumparan sekunder kecil.
- c) Mempercepat arus tegangan primer menjadi penuh kembali sewaktu kontak pemutus arus telah menutup, dengan demikian pembangkit tegangan tinggi pada kumparan

sekunder dapat dibuat lebih cepat, pada putaran tinggi sistem penyalaan masih dapat bekerja baik.

3) Busi

Busi adalah suatu alat penyala guna meloncatkan bunga api listrik untuk mengadakan pembakaran dalam selinder motor sehingga campuran gas bensin dan udara bisa terbakar dengan sempurna dan mengadakan suatu usaha kerja (*expantion power*). Busi mempunyai tugas agar aliran listrik yang mempunyai potensi yang besar dapat dirubah di dalam ruang bakar sehingga dapat membentuk suatu percikan bunga api listrik dan akhirnya bahan bakar yang sedang bertekanan tinggi dapat terbakar yang akhirnya tekanan dan suhu segera meningkat dan bertekanan tinggi sehingga mengadakan langkah usaha.



Gambar 18. Busi

4) Pengatur vakum

Ketika mesin berputar dengan sebagian throtle dibuka dengan beban rendah, maka efisiensi volume mesin menjadi rendah karenanya pada tabung inlet terjadi vacum yang tinggi, campuran kurus bahan bakar akan lambat terbakarnya karena itu penyalaan didahului. Pengaturan *vacum* pengontrol penyalaan yang berhubungan dengan posisi *throtle* dan muatan mesin, akibat dari *vacum* itu diafragma bergerak dan menggerakan *breaker plate* melalui sebuah batang tuas, ketika pegas menekan diafragma kembali.

B. Perencanaan Proses Modifikasi

Setelah melakukan pendekatan masalah, maka langkah selanjutnya yang akan ditempuh adalah melakukan rencana proses modifikasi. Langkah ini di ambil untuk menentukan bagaimana tahapan-tahapan bagaimana proses modifikasi akan di lakukan, bertujuan agar pelaksanaan proses modifikasi dapat berjalan secara berurutan dan dapat melalui jalur yang benar agar proses modifikasi tersebut dapat berjalan dengan lancar. Adapun rencana langkah modifikasi di lakukan mulai dari bagaimana rancangan modifikasi, proses modifikasi, pengujian sistem kelistrikan dan akan di dapatkan hasilnya.

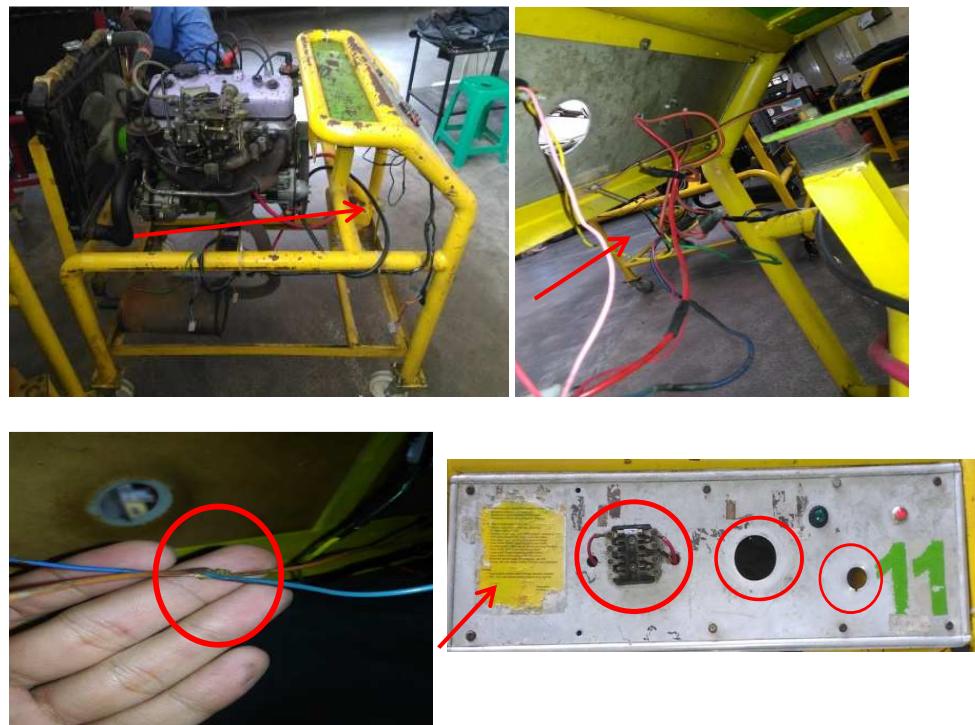
BAB III

KONSEP RANCANGAN MODIFIKASI

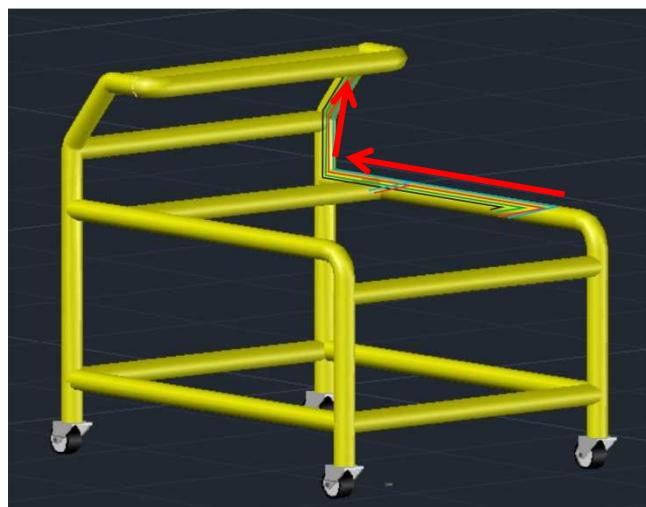
A. Analisis Kebutuhan Modifikasi

Analisis kebutuhan modifikasi kelistrikan *Engine Stand* Toyota Kijang 5K di laksanakan dengan identifikasi karakteristik *Engine Stand* Toyota Kijang 5K yang lama untuk mengetahui apa saja yang di perlukan untuk tercapainya proses modifikasi dan bagaimana konsep rancangan modifikasi tersebut. Identifikasi karakteristik tersebut antara lain:

1. Rangkaian kabel pada *engine stand* yang lama banyak mengalami kerusakan dan sebagian besar tidak lengkap komponen pada panel indikator kontrolnya. Kabel yang hanya asal tempel dan tidak di ikat menggunakan klem terlihat tidak rapi pada penempatannya, juga banyak sambungan-sambungan kabel yang tidak di lindungi dengan isolasi. Sehingga tidak dapat mendukung kinerja pada sistem kelistrikan *Engine Stand* sebagaimana mestinya. Oleh karena itu perlu dilakukan penggantian seluruh rangkain kabel kelistrikan *engine stand* yang lama dengan membuat jalur penempatan kabel pada *engine stand* yang dilawatkan pada rangka stand bagian kanan dan kabel akan di ikat menggunakan klem, sehingga kabel akan tertata rapi dan aman.



Gambar 19. Rangkaian kabel *engine stand* yang lama

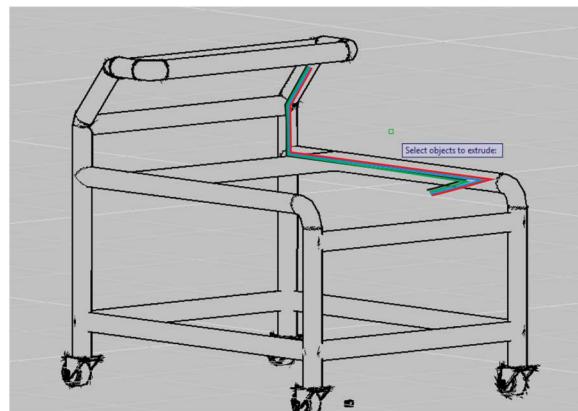


Gambar 20. Rancangan penempatan rangkaian kabel *engine stand* yang baru

2. Digunakan rancangan kabel kelistrikan *Engine Stand* yang baru yang sesuai dengan *wiring diagram* kelistrikan Toyota Kijang 5K, sehingga

akan mengalami perbedaan antara warna, ukuran, kualitas kabel, maupun komponen indikator kontrol dengan yang lama, antara lain :

- a. Panjang kabel *Engine Stand* yang lama lebih pendek dibandingkan dengan panjang kabel *Engine Stand* yang baru, sehingga pada rancangan kelistrikan *Engine Stand* yang baru panjang kabel sekitar 152 cm. Karena kabel akan di lewatkan pada rangka *Engine Stand* bagian kanan dari depan ke belakang sehingga akan terlihat rapi



Gambar 21. Desain *layout* penempatan kabel

- b. Pemakaian pengaman *fuse* dan *fuse box engine stand* yang lama menggunakan *fuse* tipe tabung dan rancangan *engine stand* yang baru memakai *fuse* tipe jepit dengan *fuse box* 3 lajur. Dari 3 lajur tersebut dapat dimaksimalkan penggunaanya untuk sistem, sehingga 3 buah *fuse* sudah cukup untuk digunakan. Penyambungan dari sumber dan *fuse box* juga memerlukan kabel dan menggunakan skun *female* pada masing-masing kabel sebanyak 9 buah.



Gambar 22. *Fuse* pada *engine stand* yang baru

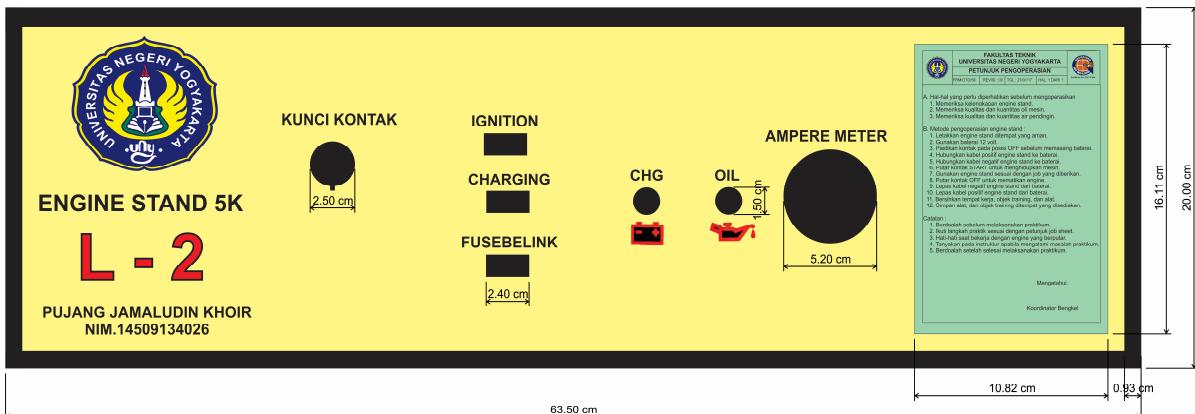


Gambar 23. *Fuse* pada *engine stand* yang lama

Tabel 2. Simbol warna *fuse* (Tim Toyota, 2003:9-43).

Kapasitas <i>Fuse</i>	Warna
5 A	Kekuning-kuningan/orange
7.5 A	Coklat
10 A	Merah
15 A	Biru
20 A	Kuning
25 A	Transparan
30 A	Hijau

- c. Meter kombinasi dari kedua engine stand tidak banyak perbedaan, hanya letak *ampermeter Engine Stand* yang lama pada panel bagian tengah sedangkan *Engine Stand* yang baru di bagian kanan pada panel, sehingga perlu melakukan desain ulang panel dan pembuatan panel yang baru sesuai dengan ukuran pada rangka *engine stand*.

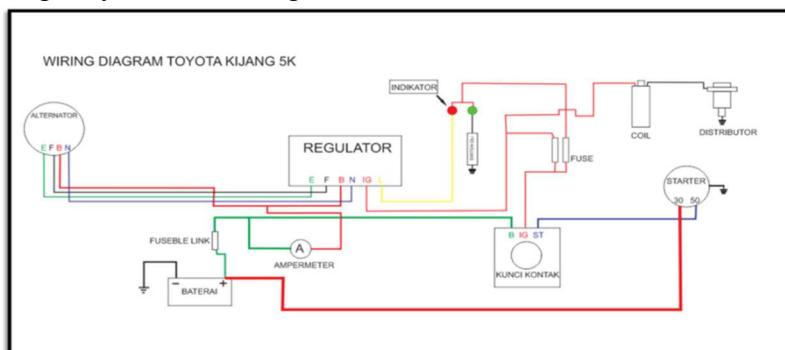


Gambar 24. Desain panel *engine stand*

- d. Pengamanan jaringan kabel menggunakan isolasi untuk melindungi panas mesin yang menyebabkan melelehnya kabel dan di ikat menggunakan kabel ties.

3. Rancangan *Wiring Diagram* Kelistrikan *Engine Stand* Toyota Kijang 5K

Setelah melakukan identifikasi komponen dan pengukuran panjang kabel pada sistem starter, sistem pengapian, sistem pengisian, maupun sistem sistem indikator kontrol, maka selanjutnya dilakukan pembuatan *wiring diagram* pada *engine stand* toyota kijang seri K. adapun rancangannya adalah sebagai berikut:



Gambar 25. Diagram kelistrikan *Engine Stand* Toyota Kijang 5K (Tim Toyota , 1981:7)

a. Perkiraan panjang kabel yang di butuhkan adalah sebagai berikut:

- 1) Kabel Hijau $\varnothing 1,5$ m

Dari *alternator* ke *regulator* = 1,52 m

- 2) Kabel Biru $\varnothing 1,5$ mm

Dari *alternator* ke *regulator* = 1,52 m

- 3) Kabel hitam $\varnothing 1,5$ mm

Dari *alternator* ke *regulator* dan (-) coil ke *distributor* = 3,22 m

- 4) Kabel Kuning $\varnothing 1,5$ mm

Dari *regulator* ke lampu indikator pengisian = 1,12 m

- 5) Kabel merah $\varnothing 1,5$ mm

Dari *regulator* ke sekering > (+) coil > lampu indikator > lampu indikator tekanan oli > *switch* oli > sekering > kunci kontak = 3,71 m

- 6) Kabel Hijau $\varnothing 2,5$ mm

Dari *motor starter* ke sekering > kunci kontak > (-) *amperemeter* = 2,13 m

- 7) Kabel Biru $\varnothing 2,5$ mm

Dari *motor starter* ke kunci kontak = 1,49 m

- 8) Kabel merah $\varnothing 2,5$ mm

Dari B *alternator* ke 1,52 m

b. Perkiraan kebutuhan konektor

Konektor-konektor yang dibutuhkan dalam pembuatan wiring diagram ini antara lain :

- 1) Konektor *female alternator* (tiga kaki) = 1 buah

- 2) Konektor *female regulator* (enam kaki) = 1 buah

- 3) Konektor *female* kunci kontak (empat kaki) = 1 buah

- 4) Konektor *ring* 8 mm untuk terminal *amperemter* = 2 buah

- 5) Konektor *ring* 8 mm untuk terminal koil = 2 buah

- 6) Konektor *ring* 8 mm untuk terminal *distributor* = 2 buah

- 7) Konektor *ring* 10 mm untuk terminal B *Alternator* = 1 buah

- 8) Konektor *ring* 12 mm untuk terminal 30 *motor starter* = 1 buah

- 9) Konektor *female* tunggal untuk terminal 50 *motor starter* = 1 buah

- 10) Konektor *female* tunggal untuk kotak sekering = 5 buah
- 11) Konektor *female* tunggal untuk *switch* oli = 1 buah

Berdasarkan analisis tersebut maka kebutuhan bahan-bahan dan alat yang digunakan untuk proses modifikasi pada sistem kelistrikan *engine stand* yang lama cukup banyak dikarenakan sebagian besar sistem sudah tidak dapat bekerja sehingga di butuhkan bahan untuk melengkapi komponen tersebut, sehingga komponen tersebut akan di tulasikan pada tabel di bawah.

B. Kebutuhan Bahan dan Alat Untuk Modifikasi

Setelah mendapatkan analisis kebutuhan untuk melakukan proses modifikasi maka kemudian akan dilakukan langkah proses modifikasi pada *Engine Stand* Toyota Kijang 5K, dikarenakan sebagian besar sistem kelistrikan bodi *Engine Stand* Toyota Kijang 5K sudah tidak dapat bekerja sehingga di butuhkan bahan untuk melengkapi guna melakukan perbaikan.

Adapun kebutuhan bahan yang digunakan dalam proses modifikasi pada sistem kelistrikan *Engine Stand* Toyota Kijang 5K sebagai berikut:

Tabel 3. Tabel kebutuhan bahan modifikasi

No	Bahan	Seharusnya	Kenyataan	Jumlah
1	Kabel Set	-	Toyota Kijang	1 Set(Rangkai Sendiri)
		1,8 Meter	1meter	(+) 60 Cm
2	Panel	-	Rancangan	1 Buah
		Plat Besi	Acrilic 3 Mm	
3	Fuse	Tabung	Blase	3 Buah
4	Piting Indikator	Variasi	Variasi	2 Buah
5	Lampu Indikator	Standard	Standard	2

6	Amplas	-	240 500 800	1 Lembar
7	Sealer	-	-	1 Buah
8	Mata Bor	-	3,5 Mm 2 Mm 5 Mm	1 Buah
9	Mata Gerinda	-	Gerinda Potong	1 Buah
10	Isolasi	-	Isolasi Plastik	1 Buah
			Isolasi Bakar	1 Meter
11	Baut	-	1,5mm	6 Buah
			4,Mm	2 Buah
			8mm	4 Buah
			10mm	4 Buah
			12mm	4 Buah
12	Skun	-	Male Dan Fimale	Secukupnya
			Ring	8 Buah
13	Soket	-	Kunci Kontak	1 Buah
			Regulator	1 Buah
			Alternator	1 Buah
			Fuse	3 Buah
			Indikator	2 Buah
14	Ampermeter	Analog	Analog	1 Buah
15	Kunci Kontak	Kijang	Kijang	1 Buah
16	Thenol	-	2 Meter	2 Meter
17	Double Tape	-		1 Buah

Setelah kebutuhan bahan di dapatkan maka kebutuhan alat yang dibutuhkan untuk modifikasi pada sistem kelistrikan *Engine Stand* Toyota kijang 5K ini antara lain :

- a. Obeng (+) dan obeng (-)
- b. Kunci Ring, Pas (menyesuaikan)
- c. Tang (menyesuaikan)
- d. Multimeter
- e. Gunting dan Cutter
- f. Bor
- g. Solder
- h. Isolas

Rancangan alat untuk pengujian sistem kelistrikan diperlukan alat *multimeter* untuk mengukur tegangan drop dan *amperemeter* untuk mengukur besar arus pada sistem. Pengujian fungsi dan kinerja sistem dilakukan dengan menghidupkan semua sistem secara berulang dan dengan jangka waktu tertentu.

C. Rencana Langkah Kerja

Sebelum melakukan modifikasi dalam perbaikan kelistrikan *Engine Stand* Toyota Kijang 5K maka terlebih dahulu membuat rencana kerja mulai dari identifikasi komponen, pengukuran sampai pengujian, sehingga langkah-langkah proses pengerjaan modifikasi dapat terencana sesuai yang diharapkan.

Adapun tahap-tahap langkah kerja modifikasi antara lain :

1. Identifikasi Karakteristik

Untuk melakukan modifikasi sistem kelistrikan ini maka terlebih dahulu melakukan identifikasi karakteristik *Engine Stand* Toyota Kijang 5K yang lama, sehingga dengan itu mendapatkan perbedaan dan persamaan antara *engine stand* yang lama dengan *engine stand* yang akan dimodifikasi sistem kelistrikannya. Dengan perbedaan tersebut maka langkah selanjutnya bagaimana rencana modifikasi. Adapun perbedaan dan persamaan antara *engine stand* yang baru dengan yang lama adalah sebagai berikut :

Perbedaan :

- a) Panjang jaringan kabel pada *Engine Stand* Toyota Kijang 5K versi baru lebih pendek di bandingkan dengan yang lama yaitu menggunakan kabel sepanjang 152 cm.
- b) Pada kebel kelistrikan untuk *engine stand* versi baru menggunakan warna kabel sesuai *wiring diagram* pada Toyota Kijang 5K sedangkan untuk *engine stand* yang lama tidak menggunakan kabel sesuai *wiring diagram* kelistrikan Toyota Kijang 5K.
- c) Penempatan jaringan kabel *Engine Stand* yang lama di buat dengan asal tanpa klem dan pelapis isolasi dengan benar dan juga terdapat kabel-kabel yang hanya disambung, sehingga terlihat tidak rapi secara fisual dan juga tidak sesuai standar, sedangkan untuk *Engine Stand* yang baru di buat dengan rapi menggunakan klem dan juga dibalut dengan isolasi yang memadai, sehingga terlihat rapi dan memenuhi standar untuk digunakan praktikum.
- d) *Fuse* pada *engine stand* yang baru menggunakan tipe jepit karena lebih mudah pengaplikasianya, sedangkan untuk *engine stand* yang lama masih menggunakan tipe tabung yang tergolong langka untuk mencarinya ditoko.
- e) Panel pada *engine stand* yang lama menggunakan plat besi yang bersifat *konduktor*, sedangkan pada engine stand yang baru di buat panel dengan bahan *acrillic* ukuran 2 mm yang bersifat *isolator* sehingga tidak beresiko menghantarkan arus dan untuk petunjuk pada

indikator kontrol pada panel di buat dengan metode printing *sehingga* gambarnya lebih awat dan mudah terbaca.

Persamaan :

- a) Masih menggunakan *ampermeter* dengan model yang sama yaitu dengan *ampermeter* model jarum (*analog*).
- b) *Wiring* kelistrikannya tergolong sama secara sistem jalurnya.
- c) Indikator CHG dan OLI masih sama-sama menggunakan model lama.
- d) Untuk *alternator*, *regulator*, *distributor*, dan kunci kontak juga masih menggunkan aslinya.

2. Identifikasi Komponen

Mengidentifikasi kerusakan dan kelengkapan komponen dengan tujuan untuk mencari data komponen apa saja yang harus diganti dan diperbaiki, dengan cara pemeriksaan melakukan pengecekan pada komponen

3. Observasi Harga Dan pembelian komponen

Semua komponen yang telah dibutuhkan akan dilakukan observasi harga dan ada tidaknya komponen. Pembelian komponen dilakukan di toko-toko *spare part* yang ada di sekitar daerah Yogyakarta.

4. Proses modifikasi

Setelah semua bahan dan alat yang di butuhkan tersedia maka proses modifikasi dapat dilakukan. Proses modifikasi dimulai dari pencarian dan pemeriksaan jaringan antar kabel *Engine Stand* Toyota kijang 5K, pengecekan kondisi sistem kelistrikan seperti sistem pengapian,

sistem pengisian, dan juga sistem starter, kemudian pengecekan saklar-saklar, melengkapi semua komponen lainnya yang belum ada, pembuatan panel dengan *design* yang baru yang meliputi dudukan *fuse box*, dudukan indikator CHG dan OLI, dudukan *ampermeter*, dan kunci kontak. Setelah itu merangkai kabel sesuai *lay out Engine Stand* Toyota Kijang 5K di lewatkan pada rangka stand bagian kanan, penyambungan kabel-kabel yang memerlukan penambahan panjang pada bagian kunci kontak, penyambungan kabel dan *skun* pada *fuse box*, penyambungan pada *amperemeter*, penyambungan pada indicator CHG dan OLI , kemudian membungkus kabel dengan isolasi.

5. Pemasangan Pada *Engine Stand*

Pemasangan dilakukan dari pemasangan jaringan kabel, dengan menghubungkan ke komponen sistem kelistrikan seperti sistem pengapian, sistem pengisian, sistem starter, serta *switch* oli. kemudian memasang panel ke rangka stand bagian depan.

6. Penyambungan

Penyambungan dilakukan pada jaringan kabel dengan penambahan panjang pada bagian kunci kontak, penyambungan kabel dan *skun* pada *fuse box*, penyambungan pada *amperemeter*, penyambungan pada indikator CHG dan OLI.

7. Pengukuran pada sistem

Menentukan luas penampang kabel pada sebuah rangkaian kelistrikan dan menentukan arus listrik yang mengalir pada kabel dapat

dituliskan dengan perhitungan menggunakan rumus-rumus dibawah ini.

Rumus untuk menentukan arus listrik yang mengalir pada kabel dan luas penampang kabel dapat dituliskan sebagai berikut:

I=V/R.....(Anonim, 2016)

Keterangan:

I = arus listrik (*ampere*)

R= hambatan

V= tegangan (*volt*)

Apabila hambatan rangkaian listrik sudah diketahui, selanjutnya menentukan luas penampang kabel dengan rumus sebagai berikut:

Keterangan:

A = luas penampang kabel (mm^2)

D= diameter kabel (mm)

8. Pengecekan Ulang Pada Sistem

Apabila terjadi permasalahan maka dicarilah dimana permasalahan yang ada, misalnya apakah penyambungan kabel mengalami kekeliruan, penyambungan kabel tidak kuat, sambungan antar soket kendor.

9. Pengukuran Ulang

Setelah permasalahan telah diketahui maka dilakukan pengukuran ulang sehingga tegangan *drop* didapat angka yang paling kecil dan arus yang mengalir dapat diterima

10. Pengujian

Setelah semua pekerjaan selesai, yang terakhir adalah pengecekan pada semua komponen, kemudian menguji kinerja kelistrikan bodi. Pengujian dilakukan pada pengujian fungsi masing-masing sistem dan kinerja semua sistem tersebut.

D. Rencana Jadwal Modifikasi

Supaya target dapat tercapai dengan tepat maka sebelum melakukan penggeraan modifikasi sistem kelistrikan bodi, terlebih dahulu dibuat program atau jadwal yang akan dilaksanakan sebagai acuan atau target yang harus dicapai. Perencanaan alokasi waktu proses modifikasi sistem kelistrikan bodi sebagai berikut :

Tabel 4. Rencana Jadwal Modifikasi

No	Uraian Kegiatan	Waktu				
		Januari	Februari	Maret	April	Mei
1	Pemikiran Gagasan					
2	Identifikasi Kerusakan					
3	Perancangan Perbaikan					
4	Observasi Dan Pembelian Komponen					
5	Proses Pengerjaan					
6	Pengujian					
7	Pembuatan Laporan					

E. Kalkulasi Biaya

Tabel 5. Kalkulasi Biaya

No	Bahan	Jumlah	Harga
1	Kabel Set	1 Set(Rangkai Sendiri)	180.000
2	Panel	1 Buah	200.000
3	Fuse	3 Buah	30.000
4	Piting Indikator	2 Buah	17.000
5	Lampu Indikator	2	4.000
6	Amplas	3 Lembar	10.500
7	Sealer	1 Buah	10.000
8	Mata Bor	3 Buah	80.000
9	Mata Gerinda	1 Buah	4.500
10	Isolasi	1 Buah	12.000
		1 Meter	10.000
11	Baut	20	27.000
12	Skun	Secukupnya	40.000
13	Soket	8	30.000
14	Ampermeter	1 Buah	50.000
15	Kunci Kontak	1 Buah	35.000
16	Thenol	2 Meter	5.000
17	Double Tape	1 Buah	12.000
18	Anti Panas	1 Gulung	30.000
10	Stik	20 Buah	20.000

11	Lain Lain	-	100.000
	Jumlah		Rp.943.000.00

F. Rancangan Pengujian

Dalam rancangan pengujian modifikasi sistem kelistrikan *Engine Stand* Toyota kijang 5K dilakukan dengan uji kinerja sistem, yaitu

1. Uji Fungsi Masing-masing Sistem

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui semua komponen dalam sistem kelistrikan *Engine Stand* Toyota kijang 5k yang dapat berfungsi dengan baik atau tidak, dimana pengujian meliputi sistem indikator lampu peringatan, meter kombinasi, sistem starter, sistem pengisian, dan sistem pengapian.

a. Indikator lampu peringatan

Pada indikator pengisian lampu akan menyala ketika kunci kontak pada posisi ON dan akan mati pada posisi *start*, apabila pada saat mesin hidup indikator Chg tetap menyala, maka terjadi masalah pada sistem pengisian atau terjadi kesalahan sambungan rangkaian pada lampu indikator. Pada indikator oli pengecekan dilakukan dengan mencabut kabel *switch* pada *switch oil*, sehingga lampu indikator oli menyala saat mesin hidup, lampu berhenti menyala jika kabel di pasang saat mesin hidup.

b. Meter kombinasi (*ampermeter*)

Pengecekan dilakukan dengan cara mencabut baterai dari kabel saat *engine* dalam keadaan menyala apakah meter kombinasi akan bergerak atau tidak, lalu cek dengan baterai setengah kosong isinya.

c. Saklar (kunci kontak)

Pengecekan kunci kontak ini dilakukan untuk mengetahui dan untuk menentukan terminal yang ada agar tidak terjadi kesalahan pada saat dioperasikan. Pengecekan biasanya dilakukan menggunakan *multimeter* dengan menghubungkan *probe* pada *multimeter* ke terminal pada kunci kontak yang dapat dilihat dari belakang komponen pada belakang panel *engine stand* tersebut.

Tabel 6. Rancangan pengujian kunci kontak

Kunci Kontak	Posisi	Spesifikasi	Hasil
Dari Off diputar 1x kekanan	ON	Terminal B, IG dan ACC terhubung	
Dari Off diputar 2x kekanan	ST	Terminal B, IG dan ST terhubung	
Dari Off diputar 1x kekiri	ACC	Terminal B dan ACC terhubung	

d. Pengaman rangkaian kabel (*fuse*)

Pengujian pengaman rangkaian kabel (*fuse*) ini mencangkup penghitungan daya yang akan menentukan besar kapasitas *fuse* yang akan dipakai pada *engine stand*. Berikut rancangan cara menghitung kapasitas fuse yang akan di pakai:

Tabel 7. Rumus perhitungan arus, tegangan, dan daya

Menghitung arus	$I = V / R$
Menghitung tegangan	$V = I \times R$ (hukum ohm)
Menghitung daya	$P = I \times V$

contoh perhitungan pada sistem pengapian yaitu ($I=V/R$) dengan hambatan 2Ω (hambatan didapat dari (+) koil ke (+) kunci kontak dengan platina menutup), sehingga besar arus secara normal $= 12/2 = 6$

A. Sedangkan aktual sistem pengisian kendaraan tegangannya adalah $13,8-14,8$ V (Tim Toyota,1981:9-5), jadi besar sekering yang diperlukan $= 14,2 = 7$ A. Karena kapasitas sekering di pasaran 7 A tidak ada, maka kapasitas sekring yang digunakan adalah 10 A.

e. Sistem pengisian

Untuk Mengetahui kondisi Sistem Pengisian pada *Engine Stand* Toyota Kijang 5K dalam posisi siap pakai atau suatu saat terjadi kerusakan, kita perlu mengetahui bagaimana cara pemeriksaannya. Ada beberapa pemeriksaan secara bertahap yaitu :

1) Pemeriksaan tegangan dan arus tanpa beban

Langkah-langkah pemeriksaan arus dan tegangan pengisian tanpa beban meliputi:

- Pemeriksaan menggunakan *multimeter* dengan selektor pada posisi dc *volt* dengan menghubungkan positif *multimeter*

dengan terminal positif baterai dan negatif *multimeter* dengan terminal negatif baterai.

b) Hidupkan mesin, atur putaran mesin dari putaran *idle* sampai putaran 2000 rpm. Periksa penunjukan angka hasil pengukuran pada *voltmeter* dan *ampermeter*. Standar penunjukan untuk sistem pengisian regulator mekanik: Arus kurang dari 10 A dan tegangan: 13,8-14,8 volt (Tim Toyota, 1981:9-5)

2) Pemeriksaan lampu chg

periksa kemungkinan sekering IG atau kontaknya tidak baik, ukur tegangan output pada teminal B *alternator*. Bila tegangannya kurang dari ketentuan (13,8 V – 14,8 V), altenator tidak membangkitkan listrik. Bila tegangan diatas spesifikasi ini berarti pengisian berlebihan. Bila *voltage relay* tidak bekerja, maka tegangan tidak diatur oleh *voltage regulator*.

Tabel 8. Rancangan pengujian sistem pengisian

No	Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi	Kesimpulan
1	Saat mesin mati (pada (+) dan (-) baterai)	-	12,3-12,7 Volt	-
2	Saat mesin hidup (pada (+) dan (-) baterai)	-	13,8-14,8 Volt	-
3	Dari terminal (B) ke bodi <i>alternator</i>	-	13,4 V-14 Volt	-
4	Dari terminal (B) ke (-) baterai	-	11,8-14,7 Volt	-
5	Dari bodi <i>alternator</i> ke (+) baterai	-	13-13,5 Volt	-

f. Sistem pengapian

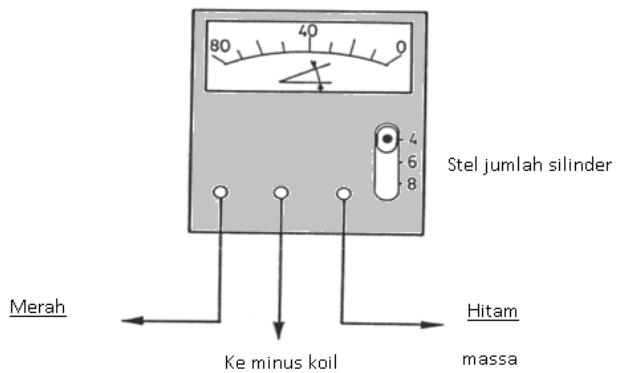
Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem pengapian apakah mengalami permasalahan atau tidak, pada sistem pengapian *Engine stand* Toyota Kijang 5K terdapat beberapa bagian sistem yang harus di lakukan pengujian antara lain:

1) Sudut dwell

Sudut *dwell* yang tidak sesuai bisa berakibat buruk bagi mesin, biasanya gejala umum yang timbul karena sudut dwell ini tidak sesuai adalah mesin susah untuk hidup, Sehingga sudut *dwell* ini sangat perlu untuk di setel. Berikut proses penyetelan sudut *dwell* Toyota kijang 5K dengan *dwell Tester*.

a) Spesifikasi celah platina adalah 0,45 mm (Tim Toyota, 1981:10-16).

b) Hidupkan mesin, kemudian pasang *dwell tester*. Terdapat 3 macam warna kabel pada *dwell tester* :



Gambar 26. *Dwell tester*

Kabel merah : dihubungkan ke terminal positif baterai

Kabel hitam : *massa*

Kabel kuning/hijau : dihubungkan ke minus (-) koil

- c) Setelah itu putar selektor pemilih jumlah silinder, sesuaikan dengan jumlah silinder mesin mobil yang anda periksa.
- d) Hidupkan mesin kemudian baca besar sudut *dwell* pada *dwell tester*. Dan cocokkan dengan spesifikasi yang ada. Pada kendaraan 4 silinder khusunya Toyota seri K spesifikasinya adalah 52 ± 56 derajat (Tim Toyota, 1981:10-18).
- e) Jika sudah sesuai, lepaskan kembali kabel merah, hitam, dan kuning *dwell tester* yang dihubungkan tadi. Dan lakukan pemeriksaan yang selanjutnya.
- f) Jika belum sesuai ,penyetelan sudut *dwell* dapat dilakukan dengan cara merubah celah platina. Untuk memperbesar sudut *dwell* caranya adalah dengan memperkecil celah platina, dan untuk memperkecil sudut *dwell* caranya adalah memperbesar celah platina.

2) Pemeriksaan busi

Pada tahap ini kita akan melakukan pemeriksaan terhadap busi pada *Engine Stand* Toyota Kijang 5K. Yang mana busi termasuk bagian terpenting di kendaraan. Apabila busi sudah tidak sesuai standar (rusak) maka kinerja mesin tidak akan normal dikarenakan pembakaran yang tidak sempurna akibat busi yang sudah tidak

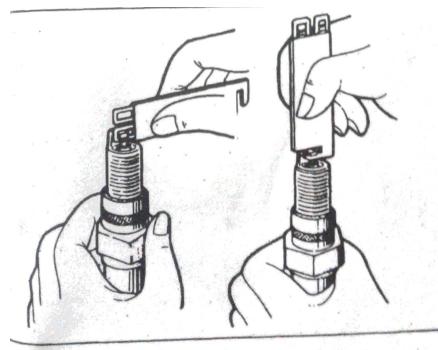
sesuai standar tadi. Berikut cara pemeriksaan dan penyetelan celah busi :

- periksa elektroda jika aus/rusak ganti busi dengan yang baru.
- Periksa insulator jika warna tidak normal ganti busi dengan yang baru (warna normal putih ke abu-abuan)



Gambar 27. warna busi

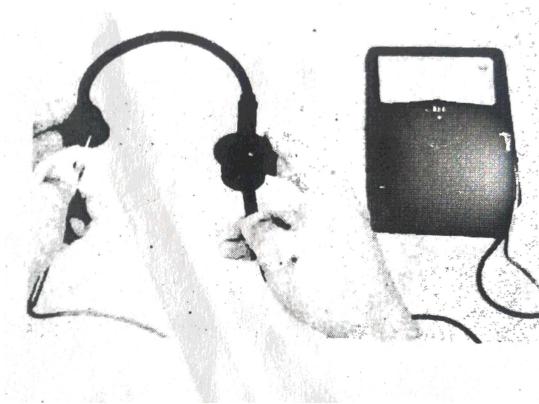
- Ukur celah busi dengan *feuler gauge* (ukuran spesifikasi 0,7-0,8mm) jika tidak ada pada harga spesifikasi, maka lakukan penyetelan menekuk elektroda *massa* (bagian luar) (Tim Toyota, 1981:8-21).



Gambar 28. Penyetelan busi

d) Kabel tegangan tinggi

Resistensi kabel tegangan tinggi dan tutup distributor diperiksa dengan menggunakan multimeter dengan selektor pada posisi ohm. Rentang nilai resistensi kabel tegangan tinggi berkisar kurang dari 25 K ohm (Tim Toyota, 1981:8-20).



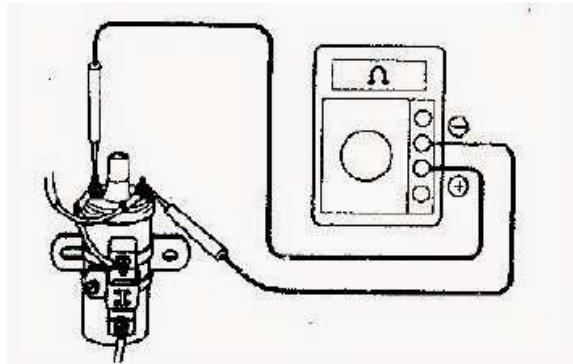
Gambar 29. Pemeriksaan kabel tegangan tinggi

e) Pemeriksaan koil

Berikut adalah langkah-langkah pada pemeriksaan koil:

1) Memeriksa kumparan primer

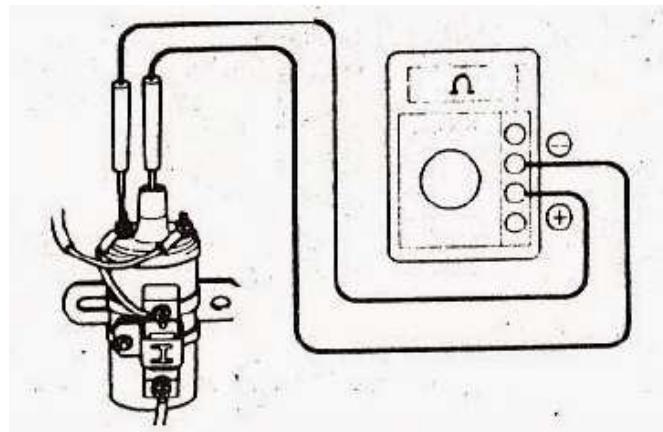
Pemeriksaan kumparan primer koil dengan menggunakan ohmmeter, antara positif (+) koil dengan negatif (-) koil, kemudian baca hasilnya dengan spesifikasi 1,3-1,6 ohm (Tim Toyota, 1981:8-5).



Gambar 30. Pemeriksaan kumparan primer

2) Memeriksa kumparan sekunder

Pemeriksaan kumparan sekunder koil dengan menggunakan ohmmeter, antara teminal (+) koil dengan terminal tegangan tinggi, kemudian baca hasilnya dengan spesifikasi 10,7-14,5 K ohm (Tim Toyota, 1981:8-6).



Gambar 31. Pemeriksaan kumparan sekunder

Tabel 9. Rancangan pengujian sistem pengapian

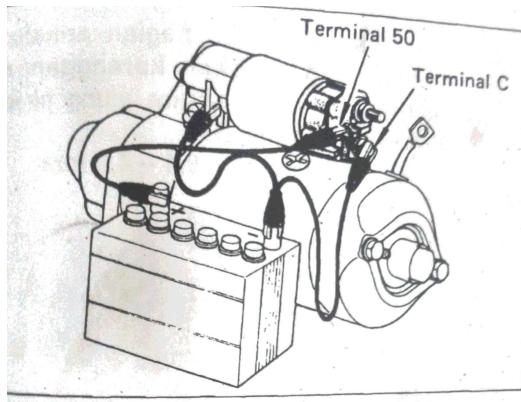
No	Komponen	Hasil	Spesifikasi	Kesimpulan
1	Sudut Dwell		52-56 derajat	
2	Busi		0,5 – 0,8 mm	
3	Kabel tegangan tinggi		Max 25 KΩ	
4	Tutup Distributor		-	
5	Coil		1,3 – 1,6 Ω 10,7 – 14,5 KΩ	
6	Vaccum advancer		-	

g. Sistem starter

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem starter apakah mengalami permasalahan atau tidak, seperti jika terjadi *drop* tegangan yang disebabkan oleh faktor tertentu, dan kurangnya daya yang masuk pada starter yang menyebabkan starter tidak dapat berputar secara maksimal, sehingga kita dapat mencari titik dimana permasalahan itu terjadi. Berikut langkah-langkah pengujian sistem starter :

1) *Test pull-in coil*

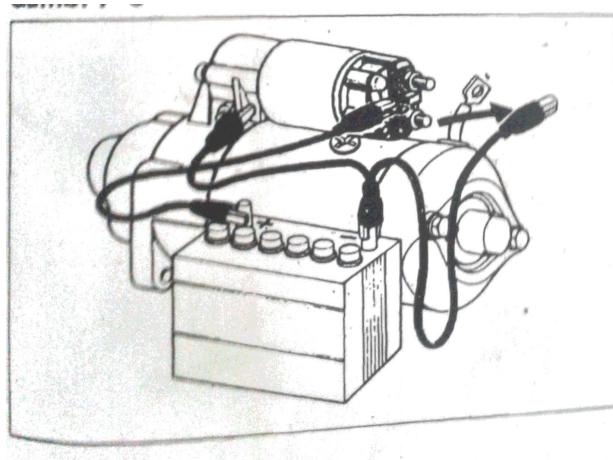
Hubungkan swit magnit dengan baterai seperti pada gambar. Bagian negatif (-) baterai ke bodi starter dan terminal C dan bagian (+) baterai ke terminal 50. Jika *pinion* menonjol, *pull-in coil* dalam keadaan baik (Tim Toyota, 1981:7:3).



Gambar 32. *Pull-in test*

2) *Hold-in test*

Lepaskan terminal C, pinion harus masih dalam keadaan menonjol. Kondisi tersebut menandakan bahwa kondisi hold-in coil dalam kondisi baik (Tim Toyota, 1981:7:3)

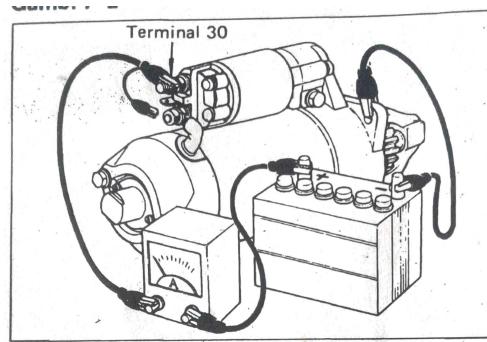


Gambar 33. *Hold-in test*

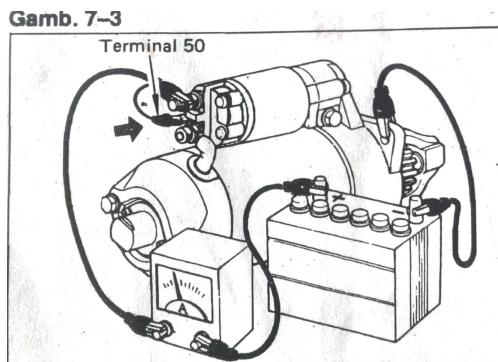
- 3) Periksa kembalinya plunyer. Pada waktu melepaskan bodi swit, *pinion* harus kembali dengan segera.
- 4) Pengujian kinerja tanpa beban

Hubungkan starter ke baterai seperti pada gambar. Bagian (+) baterai ke (+) armatur dan (-) armatur ke terminal 30, kemudian pada bagian

(-) baterai ke bodi starter. Hubungkan ke terminal 5, jika starter berputar dengan halus dan tetap dengan pinion meloncat keluar serta mempergunakan arus kurang dari spesifikasi (55A pada 12 V), berarti dalam keadaan baik (Tim Toyota, 1981:7-2).



Gambar 34. Pengetesan kerja tanpa beban



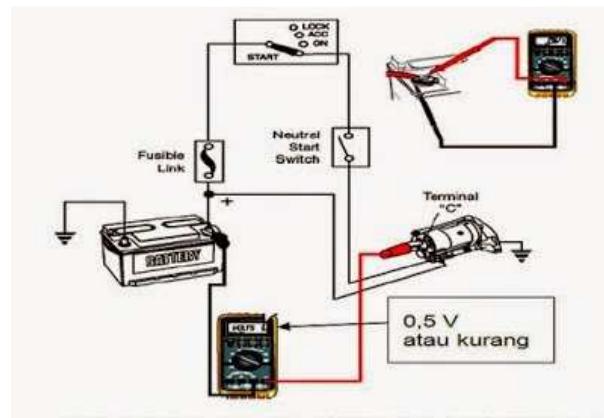
Gambar 35. Pengetesan kerja tanpa beban

Tabel 10. Rancangan pengujian sistem starter

NO	PROSES	Hasil	KESIMPULAN
1	<i>Pull-in test</i>	-	-
2	<i>Hold-in test</i>	-	-
3	<i>Plunger dan pinion</i>	-	-
4	Tes kinerja tanpa beban	-	-

5) Pengujian penurunan tegangan/rugi tegangan (*voltage drop*)

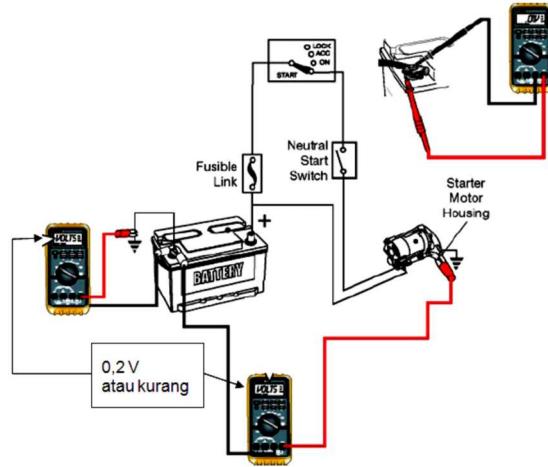
Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui penurunan tegangan antara terminal baterai dengan kabel baterai dan penurunan tegangan antara baterai dengan motor starter (lihat gambar di bawah). Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:



Gambar 35. Pengetesan penurunan tegangan pada kabel (+) baterai

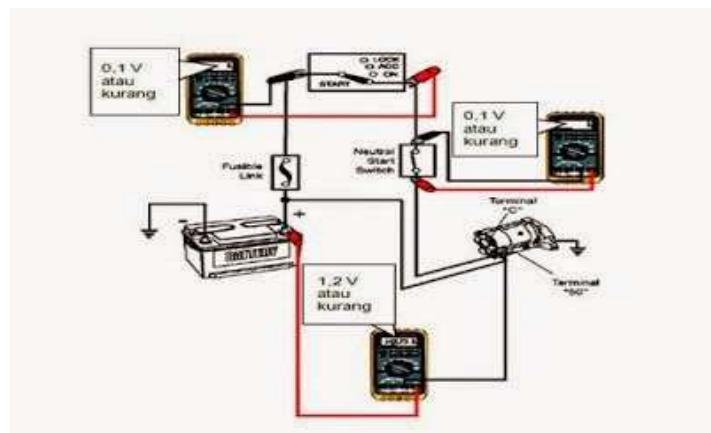
- Starter mesin dan catat pembacaan tegangannya pada *voltmeter*, jangan menstarter lebih dari 10 detik.
- Penurunan tegangan tidak melebihi 0,5 V. Jika tegangannya lebih dari 0,5 V berarti terdapat tahanan yang berlebih.
- Pengetesan penurunan tegangan pada kabel (-) baterai

Pengetesan penurunan tegangan pada kabel (-) baterai dapat dilakukan langkah seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 36. Pengetesan penurunan tegangan pada kabel (-) baterai

- d) Pengetesan penurunan tegangan juga dilakukan di seluruh rangkaian starter. Pengetesan di berbagai tempat akan memudahkan dalam pencarian bagian mana yang bermasalah atau terjadi penurunan tegangan. Pengetesan ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 37. Pengetesan penurunan tegangan pada rangkaian starter

Tabel 11. Rancangan pengujian sistem starter

No	Pemeriksaan	Tegangan		Kesimpulan
		Spesifikasi	Hasil	
2.	Uji penurunan tegangan pada kabel (+) baterai	≤ 5 V		
	Uji penurunan tegangan pada kabel (-) baterai	≤ 2 V		
	Uji Penurunan tegangan pada rangkaian sistem starter	$\leq 1,2$ V		

3. Uji Kinerja Sistem

Uji kinerja sistem dilakukan dengan cara mengaktifkan sistem kelistrikan secara berulang-ulang dalam jangka waktu tertentu, sehingga yakin sistem yang di buat dapat berfungsi baik. Kriteria pengujiannya yaitu dapat berfungsinya sistem kelistrikan *engine stand* meliputi sistem pengapian, sistem pengisian, sistem starter, bekerjanya alat ukur (*gauge*), bekerjanya indikator CHG dan OLI, tidak panasnya kabel atau putusnya *fuse*, tidak mengalami masalah saat dilakukan penyalaan mesin atau sistem dan komponen secara berulang-ulang.

BAB IV

PROSES, HASIL, DAN PEMBAHASAN

A. Proses Modifikasi Sistem Kelistrikan Bodi *Engine Stand* Toyota Kijang 5K

Proses modifikasi sistem kelistrikan bodi pada *Engine Stand* Toyota Kijang 5K ini dilakukan agar fungsi semua sistem kelistrikan bodi pada *Engine Stand* Toyota Kijang 5K dapat bekerja sesuai fungsinya masing-masing, sehingga sistem kelistrikan dapat digunakan pada engine tersebut.

Tugas akhir ini Memodifikasi sistem kelistrikan bodi pada keseluruhan sistemnya karena sebagian besar komponen dan indikator pada panel kelistrikan *engine stand* sudah tidak berfungsi dan tidak ada. Maka pada keseluruhan sistem kelistrikan bodi dilakukan perbaikan dan melengkapi komponen yang belum ada. Adapun proses modifikasi sistem kelistrikan bodi diantaranya:

1. Proses Modifikasi Sistem Kelistrikan Bodi

- a. Melepas semua jaringan kabel kelistrikan pada engine stand dan mengganti rangkaian kabel kelistrikan yang sesuai dengan menggunakan lambang kabel *wiring diagram* pada Toyota Kijang 5K.



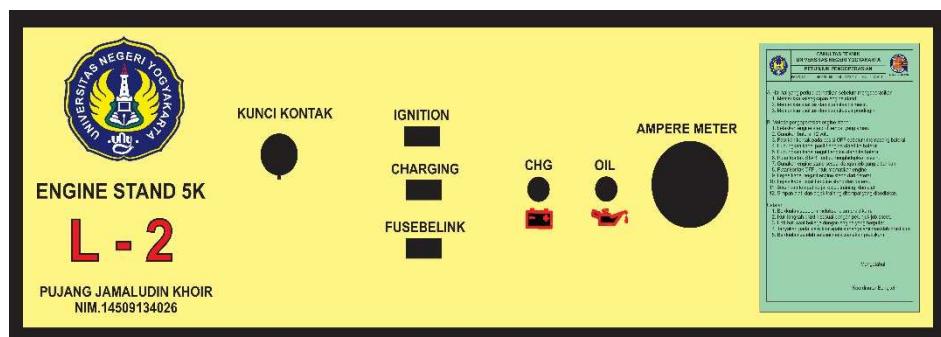
Gambar 37. Melepas kabel *engine stand* yang lama

- b. Melepas semua komponen kelistrikan bodi dari *engine stand* yang masih tersedia. Hal ini dilakukan agar lebih mudah dalam pengecekan *kontinuitas* kabel serta komponen.
- c. Melakukan pengecekan kondisi komponen lampu indikator dan melakukan pengecekan kondisi saklar. Dalam hal ini hanya ada 1 saklar saja, yaitu kunci kontak.
- d. Membuat rangkaian jaringan kabel yang baru dengan lambang kabel sesuai *wiring diagram* pada Toyota Kijang 5K.

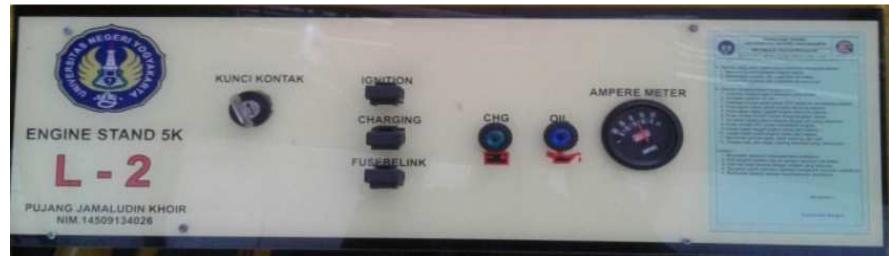


Gambar 38. Membuat rangkaian jaringan kabel

- e. Membuat panel *Engine Stand* dengan desain panel yang baru menyesuaikan dengan ukuran pada rangka *engine stand*.



Gambar 39. Desain panel *engine stand* yang baru



Gambar 40. Panel engine stand yang baru

- f. Melakukan pengecekan *kontinuitas* jaringan kabel yang baru.
- g. Membuat dudukan kunci kontak dan *fuse box* pada panel *engine stand* dengan kikir menyesuaikan didiameter kunci kontak dan ukuran *fuse box*, Karena diameter pada saat proses *cutting* kurang besar.
- h. Pemasangan kabel bodi sesuai *lay out* yang terdapat pada *Engine Stand* Toyota kijang 5K yaitu dengan dilewatkan pada rangka *stand* bagian kanan.
- i. Pemasangan *skun* (konektor) yang kemudian dipasangkan pada soket-soket sambungan maupun soket ke masing-masing komponen, seperti dilakukan penambahan skun pada *fuse box*.



Gambar 41. Skun dan konektor pada kabel

- j. Pemasangan panel *engine stand* dan pemasangan *switch, fuse box, amperemeter*, serta lampu indikator CHG dan Oli pada panel *engine stand*.



Gambar 42. Item pada panel *engine stand*

- k. Pengecekan fungsi masing-masing item dan membungkus jaringan kabel dengan isolasi hitam untuk proses pembungkusan. Pembungkusan dengan isolasi sebagai pengaman pada jaringan kabel karena terletak berdekatan dengan mesin untuk melindungi jaringan kabel dari panas mesin dan juga air.



Gambar 43. Membungkus rangkaian kabel dengan isolasi

1. Pemasangan rangkaian kabel ke masing masing sistem pada *engine stand* dan penyambungan jaringan kabel yang menuju ke *switch kunci kontak, ampermeter*, serta indikator CHG dan Oli



Gambar 43.Rangkaian kabel pada *engine stand* yang baru

- m. Penyambungan jaringan kabel sumber dengan *fuse box* dan jaringan kabel yang menuju ke masing-masing beban.
- n. Penyambungan jaringan kabel dengan komponen yang telah terpasang, pemasangan konektor sambungan antar kabel dan penyambungan konektor jaringan kabel ke masing-masing komponen dan dilanjutkan penyambungan jaringan kabel dengan sumber.
- o. Pengecekan akhir. Hal ini dilakukan untuk memastikan komponen kelistrikan bodi sudah terangkai dan terpasang dengan baik.

B. Hasil

Hasil tugas akhir dari modifikasi Sistem kelistrikan *Engine Stand* Toyoya Kijang 5K ini sesuai dengan rancangan yang sudah dipersiapkan dari awal langkah perancangan modifikasi kelistrikan ini. Berikut hasil dari modifikasi Sistem kelistrikan *Engine Stand* Toyoya Kijang 5K

1. Hasil pemakaian warna kabel dan pengukuran rangkaian kelistrikan pada *Engine Stand* Toyota kijang 5K

- a. Pemakaian warna kabel dan diameter kabel merupakan standar dari Toyota kijang 5K, dimaksudkan sebagai pendukung untuk membaca pada *wiring diagram* yang terdapat pada gambar.

Tabel 12. Hasil pemakaian warna kabel pada *Engine Stand* Toyota kijang 5K

Warna Kabel	Dari terminal	Ke terminal	Diameter Kabel
Merah	B	(+) Baterai	2.5 mm
Hijau	E <i>regulator</i>	E <i>Alternator</i>	1.5mm
Hitam	F <i>Regulator</i>	F <i>Alternator</i>	1.5mm
Kuning	L <i>Regulator</i>	(-) Indikator CHG	1.5mm
Biru	N <i>Regulator</i>	N <i>Alternator</i>	1.5mm
Merah	IG Kontak	<i>Fuse</i> <i>IG (+) Coil</i> Indikator	2.5mm
Hijau	(+) Baterai	<i>Fusible link</i> B Kunci kontak (+) <i>Ampermeter</i>	2.5mm
Biru	ST Kunci Kontak	50 Starter	2.5mm
Merah	(+) Baterai	30 starter	Kabel jumper

- b. Untuk menentukan besarnya arus yang mengalir pada kabel dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan rumus dan menggunakan ampermeter dengan mengecek secara bertahap pada bagian kabel yang akan dicek besar arusnya, untuk perhitungan secara rumus dan pengukuran menggunakan alat ampermeter hasilnya sama. Kapasitas sekering dapat dibulatkan ke atas dari hasil yang didapat, contoh perhitungan pada sistem pengapian yaitu ($I=V/R$) dengan

hambatan 2Ω (hambatan didapat dari (+) koil ke (+) kunci kontak dengan platina menutup).

$$I = V/R$$

$$I = 12/2$$

$$I = 6 A$$

- c. Menentukan luas penampang kabel dengan rangkaian kelistrikan tersebut membutuhkan kabel sepanjang 1,52 m.

$$A = 3.14 \times D^2/4$$

$$= 3.14 \times 2.5/4$$

$$= 4.9 \text{ mm}^2$$

2. Pengecekan saklar (kunci kontak)

Pengecekan kunci kontak ini dilakukan untuk mengetahui dan untuk menentukan terminal yang ada agar tidak terjadi kesalahan pada saat dioperasikan. Pengecekan biasanya dilakukan menggunakan *multimeter* dengan menghubungkan *probe* pada *multimeter* ke terminal pada kunci kontak yang dapat dilihat dari belakang komponen pada belakang panel *engine stand* tersebut.

Tabel 13. pengujian kunci kontak

Kunci Kontak	Posisi	Spesifikasi	Hasil
Dari Off diputar 1x kekanan	ON	Terminal B, IG dan ACC terhubung	Ada hubungan
Dari Off diputar 2x kekanan	ST	Terminal B, IG dan ST terhubung	Ada hubungan
Dari Off diputar 1x kekiri	ACC	Terminal B dan ACC terhubung	Ada hubungan

3. Hasil dari pengujian sistem pengisian

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sistem pengisian apakah mengalami permasalahan seperti tidak ada pengisian pada sistem yang disebabkan oleh faktor tertentu, dan terjadi *over charging* saat pengisian sehingga kita dapat mencari titik letak dimana permasalahan itu terjadi.

Tabel 14. Hasil dari pengujian sistem pengisian

No	Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi	Kesimpulan
1	Saat mesin mati	12,26 V	12,34 V	Normal
2	Saat mesin hidup	14,2 V	13,8-14,7 V	Normal
3	Dari terminal B ke bodi <i>alternator</i>	13,9 V	13,4-14 V	Normal
4	Dari terminal B ke (-) baterai	13,3 V	11,8 –14,7 V	Normal
5	Dari bodi <i>alternator</i> ke (+) baterai	13,9 V	13-13,5 V	Normal

4. Hasil dari pengujian sistem pengapian

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem pengapian apakah mengalami permasalahan atau tidak, seperti pada settingan *timing* pengapian sehingga mempengaruhi kinerja dari *engine Stand*, sehingga kita dapat mencari titik letak dimana permasalahan itu terjadi.

Tabel 15. Hasil dari pengujian sistem pengapian

No	Komponen	Hasil	Spesifikasi	Kesimpulan
1	Sudut <i>Dwell</i>	Distel 52 derajat	52-56 derajat	Normal
2	Busi	Busi 1 : 1 mm	0,5 – 0,8 mm	Setel ulang
		Busi 2 : 0,6 mm		
		Busi 3 : 0,8 mm		
		Busi 4 : 0,8 mm		
3	Kabel tegangan tinggi	Kabel 1 : 5 Ω Kabel 2 : 5,5 Ω Kabel 3 : 4 Ω Kabel 4 : 4,7 Ω Kabel coil : 9 Ω	Max 25 K Ω	Masih Baik
4	Tutup Distributor	Tidak ada korosi	-	Masih baik
5	Coil	Primer : 1,7 Ω	1,3 – 1,6 Ω	Masih baik
		Sekunder : 14 K Ω	10,7 – 14,5 K Ω	
6	Vaccum advencer	Berfungsi	-	Masih baik

5. Hasil dari pengujian sistem starter

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem starter apakah mengalami permasalahan atau tidak, seperti jika terjadi *drop* tegangan yang disebabkan oleh faktor tertentu, dan kurangnya daya yang masuk pada starter yang menyebabkan starter tidak dapat berputar secara maksimal, sehingga kita dapat mencari titik dimana permasalahan itu terjadi.

Tabel 16. Hasil dari pengujian sistem starter

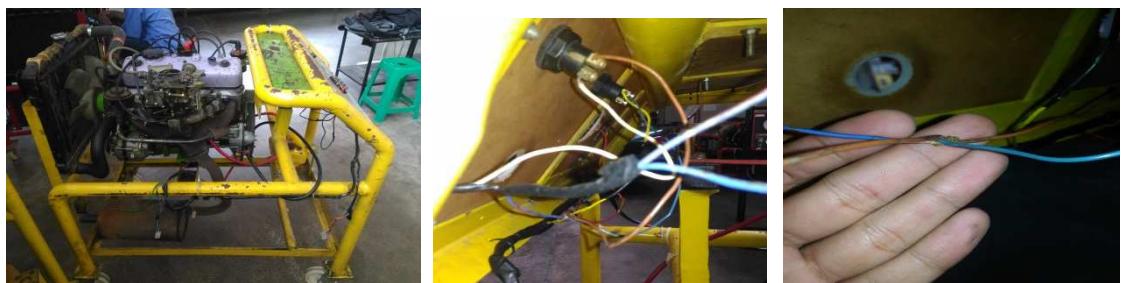
No	Pemeriksaan	Hasil	Kesimpulan
1	<i>Pull-in-test</i>	Berfungsi	Normal
2	<i>Hold-in-test</i>	Berfungsi	Normal
3	Test plunger dan pinion	Berfungsi	Normal
4	Test kinerja tanpa beban	51 A pada 12 V	Sesuai spesifikasi (55 A max 12 V)

No	Pemeriksaan	Tegangan		Kesimpulan
		Spesifikasi	Hasil	
1	Uji penurunan tegangan pada kabel (+) baterai	≤ 5 V	2 V	Normal
2	Uji penurunan tegangan pada kabel (-) baterai	≤ 2 V	0 V	Normal
3	Uji Penurunan tegangan pada rangkaian sistem starter	$\leq 1,2$ V	2 V	Normal

C. Pembahasan

1. Langkah Proses Modifikasi Kelistrikan Bodi *Engine stand*

Dilihat dari kondisi awal *engine stand* banyak mengalami kerusakan pada sistem kelistrikannya terutama pada jaringan kabel dan juga panel yang sudah tidak berfungsi sebagai tempat komponen indikator, *fuse* dan saklar. Sehingga indikator dan pengaman *fuse* tidak dapat berfungsi karena banyak kabel yang putus dan juga hanya disambung.



Gambar 44. Jaringan kabel *engine stand* yang lama

Penempatan kabel pada *engine stand* sebelum di modifikasi masih belum tertata rapi sehingga perlu melakukan desain ulang dan penggunaan kabel serta warna kabel juga belum sesuai dengan simbol diagram kelistrikan Toyota Kijang 5K. Langkah awal dalam proses modifikasi ini yaitu melakukan perencanaan apa saja yang akan dibutuhkan dalam proses modifikasi dan langkah apa saja yang perlu dilakukan untuk proses modifikasi ini. Setelah semua kebutuhan bahan dan juga alat telah terpenuhi maka langkah selanjutnya adalah proses pengerjaan, proses pengerjaan ini diawali dengan melepas semua

jaringan kabel pada *engine stand* dan menggantinya dengan jaringan kabel yang baru sesuai dengan warna kabel sesuai dengan *wiring diagram* kelistrikan Toyota Kijang 5K.

Proses penggantian ini meliputi pemilihan kabel yang sesuai standar kemudian melakukan pengukuran panjang kabel yang akan digunakan dari masing-masing sistem yaitu panjang kabel dari sistem pengisian, sistem starter, dan sistem pengapian. Kabel yang akan digunakan lebih panjang dari rangkaian kabel *engine stand* yang lama karena akan dilewatkan pada rangka *engine stand*, sehingga akan terlihat rapi dan aman. Setelah dilakukan pengukuran kabel dipasang *skun* (konektor) pada ujung kabel yang kemudian dipasangkan pada soket-soket sambungan maupun soket ke masing-masing komponen.

Pemasangan item-item pada panel seperti *switch* (kunci kontak) *fuse box*, indikator Chg dan Oli, serta *ampermeter* pada panel yang nantinya akan dilakukan penyambungan pada item – item tersebut dengan jaringan kabel yang sudah jadi dan mengecek fungsi masing-masing item. Jaringan kabel yang sudah jadi kemudian dilakukan pembungkusan dengan isolasi hitam, sedangkan pembungkusan dengan *corrugate tube* pengaman pada jaringan kabel terletak berdekatan dengan mesin untuk melindungi jaringan kabel dari padas dan juga air.

Langkah terakhir yaitu pemasangan kabel bodi sesuai *lay out* yang terdapat pada *engine stand* Toyota kijang 5K yaitu dilewatkan pada rangka bagian kiri.



Gambar 45. Jaringan kabel pada *engine stand* yang baru

Setelah dilakukan modifikasi pada sistem kelistrikan *Engine Stand* dengan membuat rancangan sistem kelistrikan yang baru dan telah dilakukan pengujian pada sistem kelistrikan *engine*, maka sistem kelistrikan dapat berfungsi kembali setelah dilakukan penggantian ulang seluruh kabel kelistrikannya. Juga pada indikator , sekring, dan ampermeter pada panel dapat bekerja.

Modifikasi sistem kelistrikan bodi *engine stand* ini mengacu pada *wiring diagram* sistem Kelistrikan Toyota Kijang 5K dan sesuai dengan rencana serta aman ketika digunakan praktikum nanti. Penempatan komponen-komponen pada panel dan pemasangan jaringan kabel sudah sesuai dengan rencana dan komponen diletakan secara aman.

Kebutuhan kabel dalam modifikasi sistem kelistrikan *engine stand* ini dapat disesuaikan dengan jarak antara kabel dari komponen ke panel yang melewati rangka *stand*. Jadi jaringan kabel pada *engine stand* tersebut dapat terlihat dengan rapi dan aman karena dibalut dengan isolasi dan diikat dengan klem.

Lampu indikator tekanan oli dapat menyala saat belum ada tekanan dan mati saat adanya tekanan oli pada mesin. Jika mesin mati titik kontak pada oil *pressure switch* berhubungan dengan massa bodi sehingga lampu indikator oli akan hidup. Jika mesin hidup oli memberikan tekanan pada *switch* maka titik kontak akan lepas sehingga lampu akan mati.

Lampu indikator CHG dapat menyala. Pada sistem pengisian dapat bekerja dengan normal ketika mesin pada *engine stand* hidup maka lampu CHG akan mati, dan jika kunci kontak ON dan mesin mati maka lampu CHG menyala.

Ampermeter juga dapat berfungsi untuk mengukur kuat arus listrik yang mengalir pada suatu sirkuit listrik.

2. Pengujian

Pengujian dari hasil modifikasi sistem kelistrikan bodi *Engine Stand* toyota Kijang 5K ini dapat dilakukan sesuai dengan rencana yaitu dilakukan uji fungsional pada *engine stand*.

Hasil dari uji fungsional setelah dilakukan pengukuran/pemeriksaan komponen-komponen sistem dan jaringan kabel. Pada pemakaian dan pemeriksaan kabel seperti diketahui pada *tabel 4* Penggunaan warna kabel dan ukuran sesuai dengan diagram kelistrikan Toyota Kijang 5K, kemudian pada pengujian dari sistem pengisian didapatkan hasil pada *tabel 5* dimana pengukuran pada saat mesin mati hasil pengukuran tegangan 12,26 V dengan spesifikasi 12,34 V sehingga masih dalam keadaan normal, sedangkan pada saat mesin hidup pengukuran tegangan 14,2 V dengan spesifikasi 14,7 V sehingga masih dalam keadaan normal juga. Pada pengujian sistem pengapian didapatkan hasil pada *tabel 6* pada pengujian ini dilakukan beberapa pengukuran komponen yaitu pada pengukuran celah platina hasilnya 52 derajat dengan spesifikasi 54 derajat sehingga masih dalam keadaan normal. Kemudian pada pemerikasaan busi terdapat satu busi yang celahnya terlalu besar yaitu 1 mm pada busi no 1 dengan spesifikasi 0,5 - 0,8 mm sehingga perlu dilakukan penyetelan celah busi. Kemudian pemeriksaan pada kabel tegangan tinggi untuk semua kabel masih baik karena hasil pengukuran masih sesuai dengan spesifikasi. Kemudian pada pemeriksaan coil dilakukan pengukuran

primer coil hasilnya 1,7 ohm dengan spesifikasi 1,3 – 1,9 ohm dan pengukuran sekunder coil hasilnya 14 K Ω dengan spesifikasi 10,7 – 14,5 K Ω sehingga masih dalam kondisi baik. Pada pengujian sistem starter didapatkan hasil pada *tabel 7* dimana semua pemerikasaan masih dalam kondisi normal. Sistem kelistikan, indikator Chg dan oli, serta *ampermeter* juga dapat bekerja setelah dilakukan pengujian.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan uraian pada bab - bab sebelumnya serta pelaksanaan proses modifikasi sistem kelistrikan bodi *Engine Stand* Toyota Kijang 5K, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses modifikasi sistem kelistrikan bodi *Engine Stand* Toyota Kijang 5K meliputi persiapan rancangan, penempatan komponen dan persiapan bahan serta komponen yang akan digunakan, selanjutnya melakukan pemasangan komponen dan merangkai sistem kelistrikannya beserta pemasangan sambungan atau soket ke masing – masing komponen, kemudian mencoba apakah sistem tersebut berjalan atau tidak.
2. Hasil pengujian modifikasi *engine stand* Toyota Kijang 5K pada sistem kelistrikan dan jaringan kabel yang baru menunjukkan bahwa sistem tersebut dapat bekerja sesuai dengan fungsinya, indikator dan *ampermeter* pada panel dapat bekerja ketika *engine* hidup maupun mati dan juga mesin dalam posisi ON dan kabel tidak panas ataupun tidak putus, aman, serta kebutuhan akan daya listrik dengan penggunaan komponen yang ada dapat tercukupi.

B. Saran

Saran yang dapat diambil dari proses modifikasi sistem kelistrikan bodi *Engine Stand* Toyota Kijang 5K adalah:

1. Bagi Mahasiswa/Peserta Didik dalam penggunaan media pembelajaran *Engine Stand* Kelistrikan Toyota Kijang 5K harus berpedoman pada *wiring diagram* pada saat melaksanakan praktikum sehingga nantinya mahasiswa dapat merangkai dan mempelajari Sistem kelistrikan *Engine Stand* yang terdapat pada obyek yang sesungguhnya.
2. Proyek akhir modifikasi sistem kelistrikan bodi *Engine Stand* Toyota kijang 5K , saran yang dapat diberikan pada pembaca sebagai yaitu untuk perbaikan berikutnya sebaiknya menggunakan komponen asli serta penggunaan kabel yang sesuai standar agar kondisi *engine* benar-benar dapat bekerja secara maksimal dan awet dalam penggunaanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim.(2008). http://p_musa.staff.gunadarma.ac.id. Di akses 17 Maret 2017
- Anonim.(2016).<https://ilmukabel.wordpress.com/2016/04/21/menghitung-penampang-size-berat-konduktor-kabel-listrik-part-02/>. Di akses 15 Juni 2017
- Anonim.(2016).<https://www.teknik-otomotif.com/2016-09/fuse-atau-sekering-fungsi-dan-jenis.html?m=1>. Di akses 17 Juni 2017
- Anonim.(2005).OPKR-50-007B, *Modul Perbaikan Ringan Pada Rangkaian Sistem Kelistrikan Otomotif OPKR-50-007 B*. Sidoarjo
- Anonim.(2005).OPKR-50-002B, *Modul Perbaikan Ringan Pada Rangkaian Sistem Kelistrikan Otomotif*. Sidoarjo
- Boentarto.(2000). *Mengatasi Kerusakan Listrik Mobil*. Jakarta: Puspa Swara
- Daryanto.(2005). *Reparasi Sistem Kelistrikan Mobil*. Jakarta : Bumi Aksara
- Tim PPPPTK.(2013). *Teknik Dasar Listrik Otomotif*. Malang
- Tim Toyota.(1981). *Pedoman Reparasi Mesin Seri K*. Jakarta : PT. Toyota-Astra Motor.
- Tim Toyoya.(2011). *New Step 1 Trainning Manual*. Jakarta : PT. Toyota-Astra Motor.
- Tim Toyota.(2003). *New Step 1 Trainning Manual*. Jakarta : PT. Toyota-Astra Motor.
- Tim FT UNY.(2011). *Pedoman Tugas Akhir*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta

LAMPIRAN

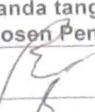
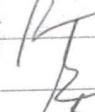
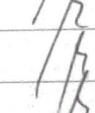
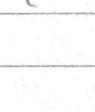
Lampiran 1. Kartu bimbingan proyek akhir


UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR

FRM/OTO/04-00
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa	:	Pujang Jamaludin Khoir
No. Mahasiswa	:	14509134026
Judul PA/TAS	:	"Modifikasi Engine Stand Toyota Kijang Seri 5K"
Dosen Pembimbing	:	Prof. Dr. Herminarto Sofyan, M.pd.

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda tangan Dosen Pemb.
1	Kamis, 30/2/07	Konstruksi Jabot	Jabot Seru! Ig Konsep dan Langkap Laporan	
2	Rabu 2/3	Bab I - V	Penurunan (bentuk) dan Pemasangan - Langkap	
3	Senin 5/3	Bab I - V	Penurunan + penjelasan abstrik dan perasot	
4	Kamis 8/3			
5	Sen 3/3/07		Ker. buku plan tata kunci & partel	
6	Selasa 4/3		Penutupan - Langkap	
7	Kamis 7/3/07		Dapat dobra uji	
8				
9				
10				

Keterangan :

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

Lampiran 2. 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 : Pujang Jamaludin Khoir
 No. Mahasiswa : 14509134026
 Judul PA D3/S1 : Modifikasi Kelistrikan Engine Stand Toyota Kijang 5K
 Dosen Pembimbing : Prof.Dr.H. Herminarto Sofyan, M.Pd.

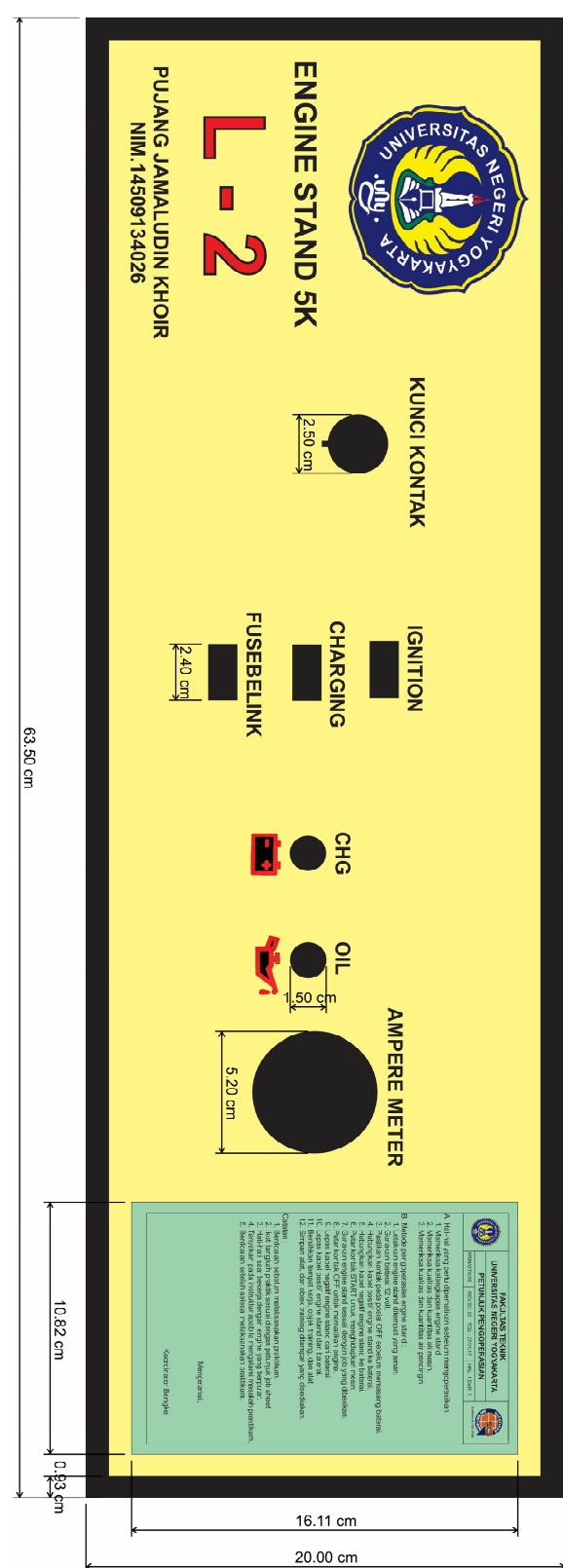
Dengan ini Saya menyatakan Mahasiswa tersebut telah selesai revisi.

No	Nama	Jabatan	Paraf	Tanggal
1	Prof.Dr.H. Herminarto Sofyan, M.Pd.	Ketua Pengudi		08-07-2017
2	Dr. Zainal Arifin, M.T.	Sekretaris Pengudi		28-07-2017
3	Joko Sriyanto, M.T.	Pengudi Utama		03-08-2017

Keterangan :

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

Lampiran 3. Desain panel *Engine Stand*



Lampiran 4. Kalkulasi biaya

NO	BAHAN	JUMLAH	HARGA
1	KABEL SET	1 SET(RANGKAI SENDIRI)	180.000
2	PANEL	1 BUAH	200.000
3	FUSE	3 BUAH	30.000
4	PITING INDIKATOR	2 BUAH	17.000
5	LAMPU INDIKATOR	2	4.000
6	AMPLAS	3 LEMBAR	10.500
7	SEALER	1 BUAH	10.000
8	MATA BOR	3 BUAH	80.000
9	MATA GERINDA	1 BUAH	4.500
10	ISOLASI	1 BUAH	12.000
		1 METER	10.000
11	BAUT	20	27.000
12	SKUN	20	40.000
13	SOKET	8	30.000
14	AMPERMETER	1 BUAH	50.000
15	KUNCI KONTAK	1 BUAH	35.000
16	THENOL	2 METER	5.000
17	DOUBLE TAPE	1 BUAH	12.000
18	ANTI PANAS	1 GULUNG	30.000
10	STIK	20 BUAH	20.000
11	LAIN LAIN	-	100.000
JUMLAH			RP.943.000.00

Lampiran 5. Wiring Diagram Kelistrikan Toyota Kijang 5K

