



**MEKANISME DAN TROUBLESHOOTING SERTA
PENGUJIAN ARUS MOTOR STARTER
PADA TOYOTA KIJANG SERI 5K**

TUGAS AKHIR

**Disusun Dalam Rangka Menyelesaikan Studi Diploma III
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya**

Oleh :

Nama : Setyo Hadi Utomo

NIM : 5250304041

Progrdi : Teknik Mesin DIII

Jurusan : Teknik Mesin

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2007

ABSTRAK

Setyo Hadi Utomo.2007. **Mekanisme dan *Troubleshooting* Serta Pengujian Arus Motor Starter Pada Toyota Kijang Seri 5K.** Proyek Akhir. Teknik Mesin D III. Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Tujuan dari penulisan Proyek Akhir ini adalah untuk mengkaji prinsip dasar, konstruksi, fungsi, menganalisis cara kerja dan *troubleshooting* serta pengujian arus pada motor starter pada Toyota Kijang seri 5K., sehingga penulis dapat memperoleh manfaat tentang pengetahuan dan mampu menjelaskan tentang komponen, cara kerja dan fungsi, serta mengenali dan memperbaiki setiap kerusakan pada motor starter pada Toyota Kijang Seri 5K.

Motor starter pada Toyota Kijang seri 5K terdiri dari *pinion gear* yang ditempatkan satu poros dengan *armature* dan berputar dengan kecepatan yang sama. *Drive lever* yang dihubungkan dengan *plunger magnetic switch* mendorong *pinion gear* dan menyebabkan berkaitan dengan *ring gear*. Pada prinsipnya fungsi dan cara kerja motor starter pada Toyota Kijang seri 5K sama dengan motor starter konvensional pada umumnya, yang berbeda pada ukuran (spesifikasi) komponennya dan besar daya yang dihasilkan untuk memutar mesin.

Permasalahan dan indikasi kerusakan yang terjadi pada motor starter adalah (1) Saat kunci kontak diputar ke posisi START, *pinion gear* tidak bergerak keluar dan motor starter tidak berputar. (2) Kunci kontak diputar ke posisi START, menyebabkan *pinion* bergerak keluar dengan suara “klik”, tetapi motor starter tetap diam atau tidak mau berputar. (3) Saat kunci kontak diputar keposisi START, *pinion* akan bergerak keluar masuk berulang-ulang. (4) Motor starter terus bekerja meskipun kunci kontak telah dikembalikan ke posisi ON dari posisi START. (5) Saat kunci kontak diputar ke posisi START, akan menyebabkan *pinion gear* bergerak keluar, starter berputar, dan menimbulkan suara yang berisik yang tidak wajar tetapi mesin tidak mau berputar. (6) Saat kunci dikembalikan ke posisi START setelah mesin sudah gagal hidup, maka *pinion gear* akan membuat suara berisik yang tidak wajar.

Pemeriksaan komponen- komponen motor starter pada Toyota Kijang Seri 5K dilakukan dengan cara visual dan pengukuran sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Pengujian arus motor starter dilakukan dengan pengujian motor starter tanpa beban, ada beban saat kompresi los, ada beban saat kompresi aktif dengan menggunakan Ampermeter.

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Proyek Akhir ini telah dipertahankan di hadapan sidang pengujian Proyek Akhir Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada :

Hari :

Tanggal :

Pembimbing:

Drs. M. Burhan R.W, M.Pd
NIP. 131764025

Penguji II:

Penguji I:

Drs. Winarno DR, M.Pd
NIP. 130914969

Drs. M. Burhan R.W, M.Pd
NIP. 131764025

Ketua Jurusan
Teknik Mesin,

Ketua Program Studi,

Drs. Pramono
NIP. 131474226

Drs. Wirawan S. SPd, MT.
NIP. 131876223

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik,

Prof. Dr. Soesanto
NIP. 130875753

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

1. Hidup hanyalah untuk mencari Ridho Allah SWT, dengan ridhonya segala sesuatu akan mudah diperoleh.
2. Kemuliaan manusia bukan pada bentuk rupa, banyaknya harta benda, dan kepangkatan. Tetapi kesantunan dan kerendahan hati serta taqwa membuat kita disukai oleh yang di langit dan mahluk bumi.
3. Keyakinan yang kuat dengan percaya diri yang tinggi akan membawamu dalam kesuksesan.
4. Orang sukses adalah orang yang bisa memanfaatkan waktu dengan sebaik-baiknya.

Persembahan :

1. Ayah dan Ibu tercinta.
2. Kakaku tersayang.
3. Teman seperjuangan yang selalu mendukung dalam pembuatan laporan ini.
4. Nila Surya Atmaja tersayang.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat, Hidayah dan Inayah-Nya, sehingga penyusunan laporan Proyek Akhir dengan judul “ Mekanisme dan *Troubleshooting* Serta Pengujian Arus Motor Starter Pada Toyota Kijang Seri 5K” dapat terselesaikan.

Selesainya laporan Proyek Akhir ini tak lepas dari kerjasama dan jasa baik dari berbagai pihak, dengan segala kerendahan hati Penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Prof. Dr. Soesanto, Dekan Fakultas Teknik yang telah memberikan ijin dalam pelaksanaan Proyek Akhir ini.
2. Bapak Drs. Pramono, Ketua Jurusan Tehnik Mesin UNNES.
3. Bapak Drs. Wirawan S., SPd. MT, Kaprodi Teknik Mesin DIII.
4. Bapak Drs. M. Burhan R.W, M.Pd, Dosen pembimbing laporan Proyek Akhir.
5. Bapak Widi Widayat, S.Pd, Dosen pembimbing lapangan.
6. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Mesin D III angkatan 2004.
7. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya laporan Proyek Akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Semoga jasa baik dan kerjasamanya selama pelaksanaan sampai terselesaikannya laporan Proyek Akhir mendapat balasan dari Allah SWT. Penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya serta penulis pada khususnya. Saran dan kritik yang membangun selalu penulis nantikan, sehingga dapat menambah nilai tambah dalam penyusunan laporan ini.

Semarang, Agustus 2007

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan	3
D. Manfaat	3
E. Metode Pengumpulan Data	4
F. Sistematika Penulisan	5
BAB II. CARA KERJA MOTOR STARTER PADA TOYOTA KIJANG SERI 5K	6
A. Prinsip Kerja Motor Starter.....	6
B. Konstruksi Motor Starter Pada Toyota Kijang Seri 5K	12

1. <i>Magnetic Switch</i>	13
2. <i>Field Coil</i>	14
3. <i>Brush/ Sikat</i>	15
4. <i>Armature</i>	15
5. <i>Drive Lever</i>	16
6. <i>Starter Clutch</i>	16
C. Cara Kerja Motor Starter Pada Toyota Kijang Seri 5K	18
1. Kunci Kontak Pada Posisi ” START ”	18
2. <i>Pinion Gear Dengan Ring Gear Berkaitan</i>	20
3. Kunci Kontak Pada Posisi “ ON “	21
D. <i>Troubleshooting</i> Motor Starter Pada Toyota Kijang Seri 5K	22
1. Pembongkaran.....	22
2. Langkah Pemeriksaan	24
3. Prosedur <i>Troubleshooting</i>	30
4. Perakitan.....	36
E. Pengujian Arus Motor Starter Pada Toyota Kijang Seri 5K.....	39
1. Pengujian Arus Motor Starter Tanpa Beban	41
2. Pengujian Arus Motor Starter Ada Beban Kompresi Los.....	42
3. Pengujian Arus Motor Starter Ada Beban Kompresi Aktif	42
BAB III. PENUTUP	43
A. Simpulan	43
B. Saran.....	44

DAFTAR PUSTAKA 46

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 01. Motor Starter Pada Kendaraan.....	7
Gambar 02. Grafik Karakteristik Motor Starter.....	8
Gambar 03. Kaidah Ulir Kanan	9
Gambar 04. <i>Fleming's Left-Hand Rule</i>	10
Gambar 05. Motor seri DC Yang Dikombinasikan Pada Motor Starter.....	11
Gambar 06. Model Kerja Motor Sederhana.....	11
Gambar 07. Motor Starter Tipe Konvensional Sebelum Dibongkar.....	12
Gambar 08. <i>Magnetic Switch</i>	13
Gambar 09. <i>Field Coil</i>	14
Gambar 10. Sikat Dan Pemegangnya	15
Gambar 11. <i>Armature</i>	15
Gambar 12. <i>Drive Lever</i>	16
Gambar 13. <i>Starter Clutch</i>	16
Gambar 14. Penampang Motor <i>Starter Clutch</i> Sebelum Memutarkan Mesin.....	17
Gambar 15. Penampang Motor <i>Starter Clutch</i> Setelah Mesin Hidup.....	18
Gambar 16. Kunci Kontak Pada Posisi Start	19
Gambar 17. Kunci Kontak dengan <i>Ring Gear</i> Berkaitan	20
Gambar 18. Kunci Kontak Pada Posisi ON	21
Gambar 19. Langkah Pembongkaran Motor Starter Tipe Konvensional.....	22
Gambar 20. Pemeriksaan Komutator	24

Gambar 21. Pemeriksaan <i>Run Out</i> Komutator.....	25
Gambar 22. Mengukur Diameter Komutator	25
Gambar 23. Pemeriksaan Segmen.....	26
Gambar 24. Pemeriksaan <i>Field Coil</i>	27
Gambar 25. Pemeriksaan <i>Plunger</i>	27
Gambar 26. Tes Sirkuit Terbuka <i>Pull-In Coil</i>	28
Gambar 27. Tes Sirkuit Terbuka <i>Hold-In Coil</i>	28
Gambar 28. Pemeriksaan Kopling	29
Gambar 29. Pemeriksaan <i>Brusher</i>	29
Gambar 30. Pemeriksaaan <i>Brush Holder</i>	30
Gambar 31. Langkah Perakitan Motor Starter Tipe Konvensional.....	36
Gambar 32. Tes <i>Pull-In Coil</i>	39
Gambar 33. Tes <i>Hold-In Coil</i>	40
Gambar 34. Tes Kembalinya <i>Pinion</i>	40
Gambar 35. Tes Tanpa Beban.....	41

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 01. Karakteristik Motor Starter	9
Tabel 02. Hasil Pemeriksaan Komponen-Komponen Motor Starter Pada Toyota Kijang Seri 5K.....	38

DATAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Motor Starter Tipe Konvensional Pada Toyota Kijang Seri 5K	47
2. Surat keterangan telah menyelesaikan proyek akhir	49
3. Surat tugas pembimbing.....	50
4. Surat pernyataan selesai bimbingan.....	51
5. Surat tugas penguji.....	52

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Perkembangan ilmu pengetahuan dewasa ini berkembang dengan pesat terutama di bidang Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Terapan. Perkembangan teknologi otomotif selalu mengikuti kemajuan IPTEK dan tuntutan konsumen. Pada perkembangannya mangacu tiga hal pokok yaitu kenyamanan, keamanan dan ramah lingkungan, diantara perkembangan pada auto mobil yang paling pesat adalah sistem kelistrikan. Sistem kelistrikan sendiri terbagi dalam kelistrikan *engine* dan kelistrikan *body*. Mesin membutuhkan suatu sistem kelistrikan otomatis untuk menghidupkan mesin dan mempertahankannya agar tetap hidup, yaitu dengan menggunakan motor starter.

Motor starter digunakan untuk memutar poros engkol dan kemudian menggerakkan torak-torak sehingga mesin dapat hidup. Pada umumnya mobil menggunakan motor listrik yang digabung dengan *magnetic switch* yang memindahkan *pinion gear* yang berputar ke *ring gear* yang dipasang mengelilingi *fly wheel* (roda penerus) yang dibaut pada poros engkol. Motor starter harus dapat menghasilkan momen yang besar dari tenaga yang kecil yang tersedia pada baterai. Dengan momen yang besar ini diharapkan dapat memutar poros engkol dan dapat mengabutkan bahan bakar sehingga mesin dapat hidup dengan mudah.

Perkembangan motor starter sampai saat ini ada tiga tipe yaitu konvensional, reduksi, dan planetari. Meskipun motor starter berbeda-beda, tetapi

fungsi dan prinsip kerjanya sama, yaitu sebagai penggerak awal suatu mobil. Pada Toyota Kijang Seri 5K sendiri menggunakan motor starter tipe konvensional sebagai penggerak awalnya.

Dalam motor starter terdapat tes kemampuan. Pengetesan kemampuan motor starter dilakukan pada tes *pull-in coil*, tes *hold-in coil*, dan tes kembalinya pinion untuk memastikan motor starter dalam keadaan baik. Pengujian arus pada motor starter dilakukan pada pengujian motor starter tanpa beban, ada beban saat kompresi los dan ada beban saat kompresi aktif. Pengujian arus motor starter tanpa beban, motor starter terlepas dari *engine*. Pengujian arus motor starter ada beban saat kompresi los, motor starter terpasang dalam engine, kabel busi dilepas, sehingga tidak ada kompresi. Pengujian arus motor starter ada beban kompresi aktif, motor starter terpasang dalam *engine*, kabel busi terpasang, sehingga ada kompresi. Untuk mengetahui besarnya arus pada motor starter digunakan Ampermeter. Atas dasar tersebut penulis tertarik untuk mengambil judul “ Mekanisme dan *Troubleshooting* Serta Pengujian Arus Motor Starter Pada Toyota Kijang Seri 5K”

B. RUMUSAN MASALAH

Kerja motor starter adalah merubah energi listrik menjadi energi mekanik. Tenaga dari baterai digunakan sebagai penggerak pertama starter yang akan memutar poros engkol melalui roda penerus menurut langkah-langkah hisap, kompresi, usaha dan buang. Dengan demikian mesin akan dapat hidup. Dalam hal ini motor starter berfungsi untuk menghidupkan mesin pertama kali.

Perkembangan motor starter sampai saat ini ada tiga tipe yaitu konvensional, reduksi, dan planetari. Meskipun motor starter berbeda-beda, tetapi fungsi dan prinsip kerjanya sama, yaitu sebagai penggerak awal suatu mobil. Pada Toyota Kijang Seri 5K sendiri menggunakan motor starter tipe konvensional sebagai penggerak awal.

Berdasarkan uraian yang kami kemukakan di atas, maka penulis mengambil permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana konstruksi dari motor starter pada Toyota Kijang Seri 5K.
2. Bagaimana cara kerja dari motor starter pada Toyota Kijang Seri 5K.
3. Bagaimana *troubleshooting* dari motor starter pada Toyota Kijang Seri 5K.
4. Bagaimana cara pengujian arus pada motor starter tanpa beban pada Toyota Kijang Seri 5K.
5. Bagaimana cara pengujian arus pada motor starter ada beban saat kompresi los, ada beban saat kompresi aktif pada Toyota Kijang Seri 5K

C. TUJUAN

Tujuan yang ingin penulis capai pada analisis ini adalah :

1. Untuk mengkaji konstruksi dan fungsi motor starter pada Toyota Kijang Seri 5K.
2. Untuk mengetahui cara kerja motor starter pada Toyota Kijang Seri 5K.
3. Untuk mengetahui *troubleshooting* motor starter pada Toyota Kijang Seri 5K.
4. Untuk mengetahui cara pengujian arus pada motor starter tanpa beban pada Toyota Kijang Seri 5K.

5. Untuk mengetahui cara pengujian arus pada motor starter ada beban saat kompresi los, ada beban saat kompresi aktif pada Toyota Kijang Seri 5K.

D. MANFAAT

Manfaat penulis yang diperoleh setelah mengetahui permasalahan-permasalahan yang terjadi adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui konstruksi dan fungsi dari setiap komponen motor starter pada Toyota Kijang Seri 5K.
2. Dapat menjelaskan cara kerja motor starter pada Toyota Kijang Seri 5K.
3. Mempermudah mengenali setiap kerusakan yang terjadi pada motor starter pada Toyota Kijang Seri 5K.
4. Dapat melakukan pengujian arus pada motor starter tanpa beban pada Toyota Kijang seri 5K.
5. Dapat melakukan pengujian arus pada motor starter ada beban saat kompresi los, ada beban saat kompresi aktif pada Toyota Kijang Seri 5K.

E. METODE PENGUMPULAN DATA

Metode pengumpulan data dalam menyusun laporan Proyek Akhir ini ada beberapa cara yaitu :

1. Metode Observasi

Metode ini dilakukan untuk mengumpulkan data pada bahan Proyek Akhir dengan jalan mengamati obyek motor starter.

2. Metode Interview

Penulis mengadakan tanya jawab secara langsung dengan Bapak Widi Widayat, S.Pd, selaku dosen pembimbing lapangan. Data yang diperoleh dari metode ini adalah tentang kemungkinan penyebab kerusakan pada motor starter, bagaimana cara memperbaikinya dan cara pengujian arus pada motor starter

3. Metode Pustaka

Metode ini bertujuan untuk melakukan kajian-kajian teoritis motor starter pada Toyota Kijang Seri 5K dilakukan dengan cara mencari data melalui buku-buku literature yang berhubungan dengan motor starter pada Toyota Kijang Seri 5K.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Adapun sistematika laporan proyek akhir adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, permasalahan, tujuan, manfaat, metode pengumpulan data dan sistematika laporan

BAB II MEKANISME DAN TROUBLESHOOTING SERTA PENGUJIAN ARUS MOTOR STARTER PADA TOYOTA KIJANG SERI 5K

Berisi prinsip kerja motor starter, konstruksi motor starter, komponen motor starter, cara kerja motor starter, *troublelshooting* motor starter, pengujian arus yang dibutuhkan pada motor starter tanpa beban, ada beban saat kompresi los, ada beban saat kompresi aktif pada Toyota Kijang Seri 5K

BAB III PENUTUP

Berisi simpulan yang merupakan gambaran singkat laporan, sedangkan saran merupakan masukan yang diberikan penulis kepada objek proyek akhir.

BAB II

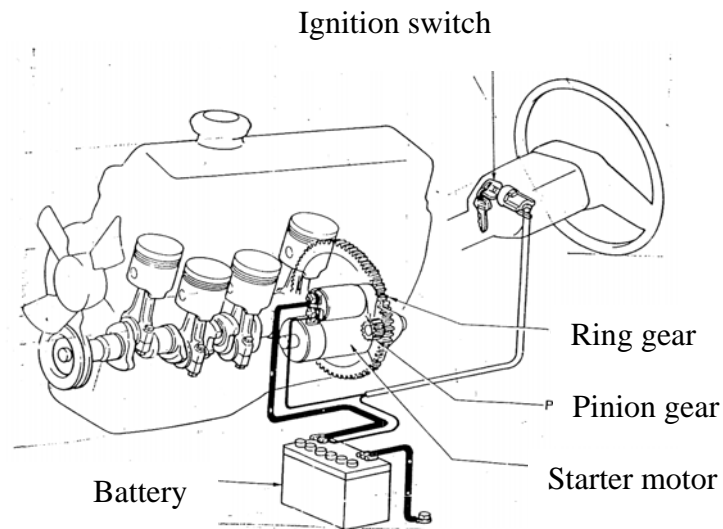
CARA KERJA MOTOR STARTER PADA TOYOTA KIJANG SERI 5K

A. PRINSIP KERJA MOTOR STARTER

Motor bakar tidak bisa dihidupkan dengan tenaga motor itu sendiri, maka starter digunakan untuk memutar motor bakar pertama kali sampai tercapai putaran tertentu agar motor dapat hidup. Mesin membutuhkan tenaga dari luar untuk menggerakkan poros engkol dan membantunya agar mudah hidup. Diantara berbagai peralatan yang ada, salah satunya menggunakan motor listrik yang dikombinasikan dengan *magnetic switch* untuk mendorong *pinion gear* yang berputar ke dalam atau keluar dari hubungan dengan *ring gear* yang ada pada roda gila (*fly wheel*) mesin.

Motor starter sebagai penggerak mula harus dapat mengatasi tahanan-tahanan motor, misalnya :

1. Tekanan kompresi
2. Gesekan, pada semua bagian yang bergerak
3. Hambatan dari minyak pelumas, sewaktu masih dingin kekentalannya masih tinggi



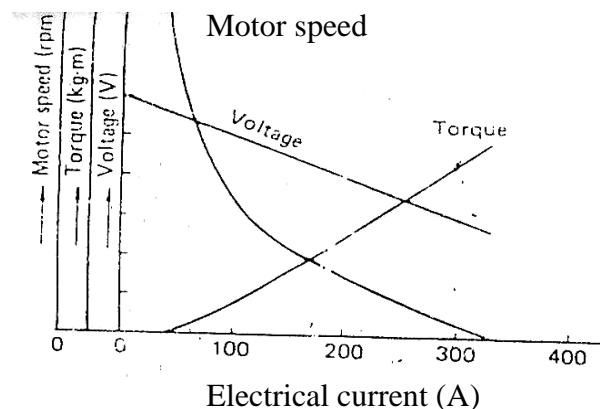
Gambar 01. Motor Starter Pada Kendaraan
(PT. Toyota Astra Motor *Training Manual Step1*, 1995, 15-2)

Motor starter harus dapat membangkitkan momen puntir yang besar dari sumber tenaga baterai yang terbatas. Pada waktu yang bersamaan harus ringan dan kompak. Oleh karena itu maka dipergunakan motor seri DC (*Direct Current*).

Mesin tidak dapat start sebelum melakukan siklus operasionalnya berulang-ulang yaitu langkah hisap, kompresi, usaha, dan buang. Langkah pertama untuk menghidupkan mesin, kemudian memutarannya dan menyebabkan siklus pembakaran pendahuluan. Motor starter minimal harus dapat memutar mesin pada kecepatan minimum yang diperlukan untuk memperoleh pembakaran awal. Kecepatan putar minimum yang diperlukan untuk menghidupkan mesin berbeda tergantung pada kondisi dan struktur operasinya tetapi pada umumnya 40-60 rpm untuk motor bensin, dan 80-100 rpm untuk motor diesel.

Alasannya mengapa mesin tidak akan hidup sampai kecepatan putarnya mencapai tingkat tertentu meliputi:

1. Bahan bakar tidak teratomisasi sepenuhnya pada putaran rendah. Pada motor bensin, kecepatan udara masuk berpengaruh terhadap kerja karburator. Pada motor diesel, kecepatan putar pompa injeksi yang rendah tidak memungkinkan terjadinya atomisasi bahan bakar secara sempurna.
2. Temperatur yang terlalu rendah. Pada motor bensin, temperatur silinder yang rendah akan menghambat pengabutan bahan bakar. Pada mesin diesel, hingga temperatur udara yang dikompresikan didalam silinder tercapai, bahan bakar masih dapat saja gagal terbakar.
3. Karakteristik motor starter semakin rendah putarannya akan mengambil arus lebih besar dari baterai, dan baterai mungkin tidak mampu untuk memberikan tenaga yang cukup ke sistem pengapian (pada motor bensin) selama putaran awal, karena tegangan pada terminal baterai yang turun. Bila ini terjadi, maka kemampuan pembakaran akan menurun, karena tegangan yang masuk ke kumparan primer dari *ignition coil* tidak cukup, menyebabkan tegangan sekunder yang dikirim ke busi tidak cukup. Di bawah ini terdapat gambar tentang grafik karekteristik dari motor stater.



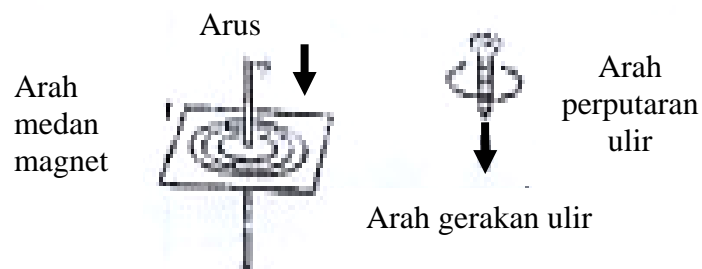
Gambar 02. Grafik Karakteristik Motor Starter
(PT. Toyota Astra Motor *Training Manual Step 2*, 1995, 15-2)

Item \ Tahap	Pemutaran awal	Pemutaran meningkat
Kecepatan motor	Rendah	Tinggi
Gaya elektromotive lawan yang dibangkitkan pada armature coil	Kecil	Besar
Arus motor	Besar	Kecil
Momen puntir yang dibangkitkan	Besar	Kecil
Penurunan tegangan pada baterai dan kabel	Besar	Kecil
Tegangan yang diberikan ke motor starter	Kecil	Besar

Tabel 01. Karakteristik Motor Starter
(PT. Toyota Astra Motor *Training Manual Step 2*, 1995, 15-6)

Prinsip kerja dari motor starter adalah sebagai berikut:

1. Bila arus mengalir dalam suatu penghantar (*conductor*), medan magnet dibangkitkan seperti arah ulir kanan.

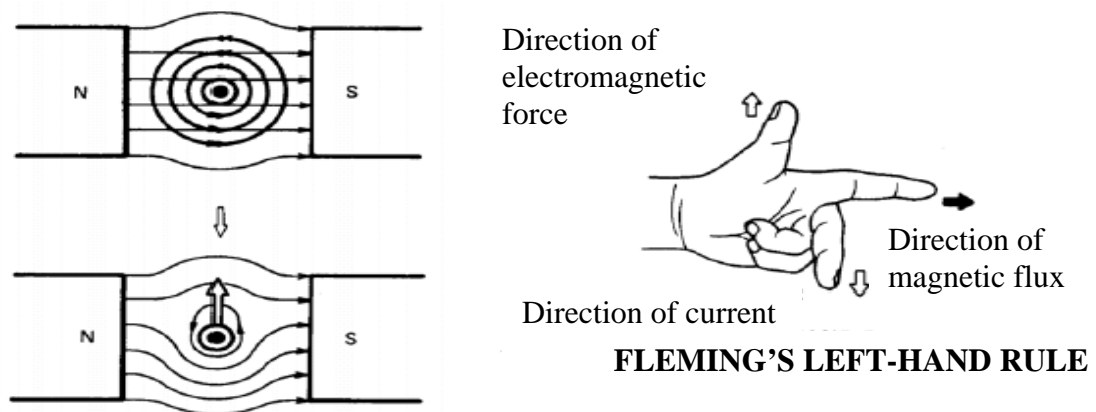


Gambar 03. Kaidah Ulir Kanan
(PT. Toyota Astra Motor *Training Manual Step 2*, 1995, 15-2)

2. Bila penghantar ditempatkan diantara kutub N dan S dari sebuah magnet permanen, maka garis gaya magnet yang terjadi oleh arus listrik dalam

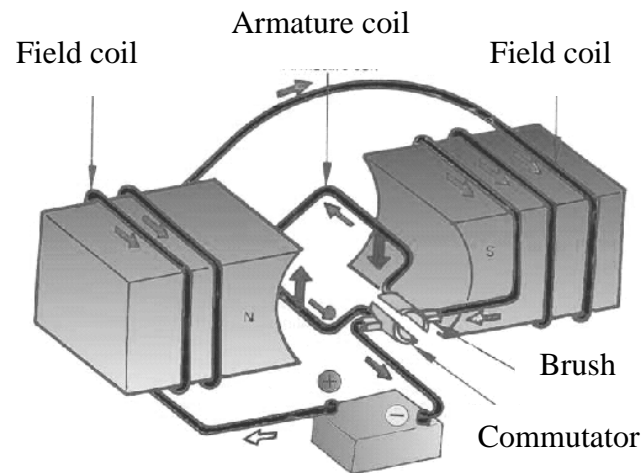
penghantar dan garis gaya magnet dari magnet permanen saling berpotongan menyebabkan *magnetic flux* bertambah dibagian bawah penghantar dan berkurang dibagian atas penghantar.

Dapat dianggap bahwa *magnetic flux* adalah sebagai sabuk karet yang telah ditegangkan. Jadi *magnetic flux* adalah gaya yang cenderung menarik pada satu garis lurus lebih kuat dibagian bawah penghantar. Akibatnya dari hal ini bahwa penghantar memperoleh gaya yang cenderung mendorongnya ke atas (kaidah tangan kiri fleming).



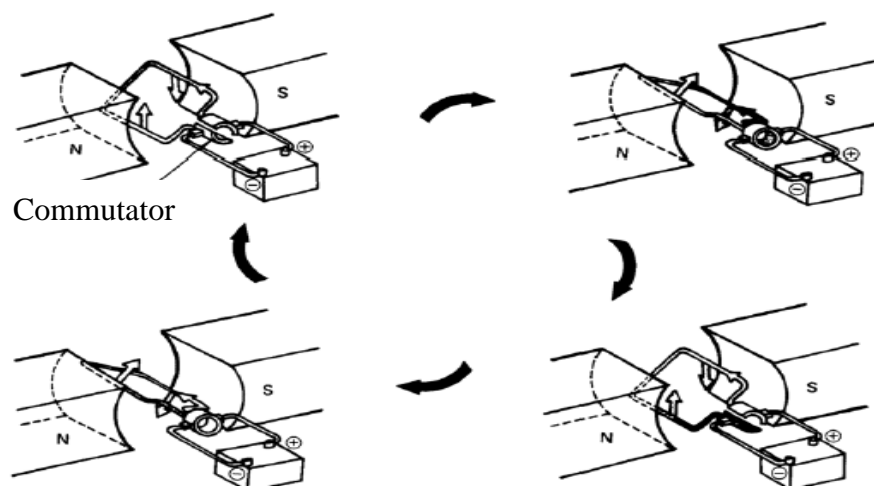
Gambar 04. *Fleming's Left-Hand Rule*
(PT. Toyota Astra Motor *Training Manual Step 2*, 1995, 15-2)

Lilitan kawat yang diletakkan diantara kutup magnet permanen akan mulai berputar bila diberi arus. Hal ini disebabkan arus mengalir dengan arah yang berlawanan pada masing-masing lilitan, jadi gaya yang saling memotong dari lilitan dengan magnet itu sendiri. Akibatnya lilitan kawat akan berputar searah dengan arah jarum jam.



Gambar 05. Motor Seri DC Yang Dikombinasikan Pada Motor Starter
(PT. Toyota Astra Motor *Training Manual Step 2*, 1995, 15-4)

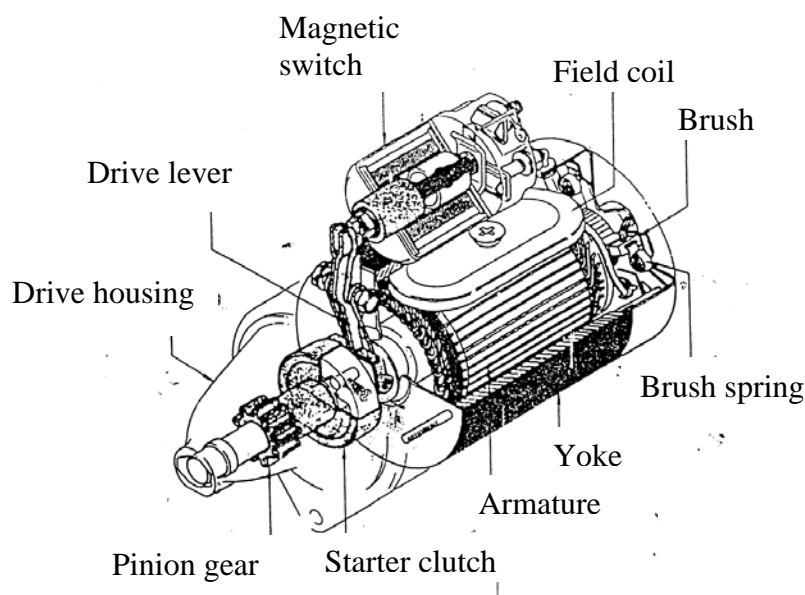
Waktu yang tepat diperoleh dengan membalikan arah aliran arus dengan menggunakan komutator, maka lilitan akan terdorong berputar terus pada arah yang sama. Gambar dibawah ini menunjukkan model yang paling sederhana dari kerjanya motor.



Gambar 06. Model Kerja Motor Sederhana
(PT. Toyota Astra Motor *Training Manual Step 2*, 1995, 15-3)

Motor yang sebenarnya, terdapat beberapa set kumparan dipergunakan untuk membatasi ketidakteraturan putaran dan menjaga kecepatan agar tetap konstan, tetapi prinsipnya sama. Selanjutnya motor seri DC yang dikombinasikan pada motor starter menggunakan sejumlah kumparan yang disebut *field coil* yang dirangkai secara seri dengan beberapa *armature* sebagai pengganti magnet permanen. Motor seri artinya kumparan medan dihubungkan seri dengan anker. Tenaga mekanik yang dihasilkan berupa tenaga putar dari poros anker ke roda penerus lewat pinion

B. KONSTRUKSI MOTOR STARTER TIPE KONVENSIONAL PADA TOYOTA KIJANG SERI 5K



Gambar 07. Motor Starter Tipe Konvensional Sebelum Dibongkar
(PT . Toyota Astra Motor Training Manual Step 2, 1995, 15-7)

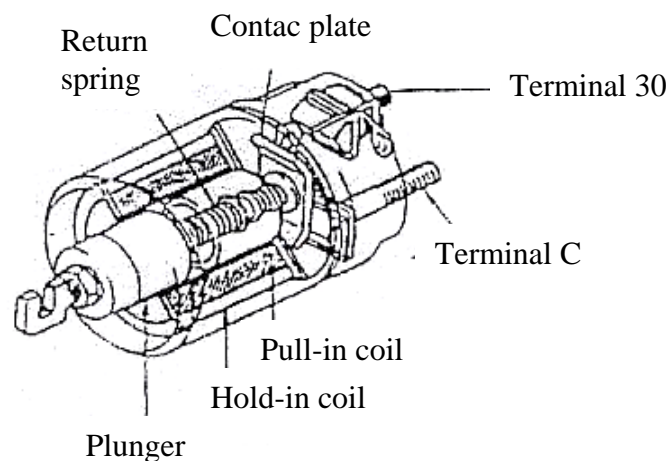
Motor tipe ini terdiri dari sebuah *magnetic switch*, *motor electric*, *drive lever*, *pinion gear*, *starter clutch*, dan lain-lain seperti terlihat pada gambar diatas. *Pinion gear* ditempatkan satu poros dengan *armature* dan berputar dengan kecepatan yang

sama. *Drive lever* yang dihubungkan dengan *plunger magnetic switch* mendorong *pinion gear* dan menyebabkan berkaitan dengan *ring gear*.

1. *Magnertic Switch*

Magnetic switch dioperasikan oleh gaya magnet yang dibangkitkan didalam kumparan dan mempunyai dua fungsi sebagai berikut:

- Menghubungkan dan melepaskan *pinion gear* ke/dari *ring gear*.
- Bekerja sebagai *main switch* atau *relay* yang memungkinkan arus yang besar dari baterai mengalir ke motor starter.



Gambar 08. *Magnetic Switch*
(PT. Toyota Astra Motor *Training Manual Step 2*, 1995, 15-8)

Keterangan:

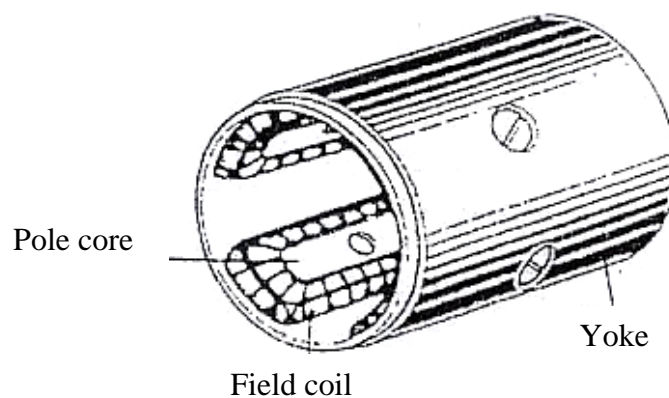
- a. *Hold-in coil* (kumparan shunt), sebagai penahan *plunger*
- b. *Pull-in coil* (kumparan seri), sebagai pendorong *plunger*
- c. *Plunger*, sebagai penarik tuas penggerak
- d. Terminal C, sebagai penghubung arus ke kumparan medan
- e. Terminal 30, sebagai penghubung arus dari accu
- f. *Contact plate*, sebagai penghubung terminal C dan terminal 30

g. Pegas pembalik, sebagai pegas pengembali *plunger*

Cara kerja:

Bila *pull-in coil* dan *hold-in coil* dialiri arus dari baterai maka kumparan akan menjadi magnet sehingga inti akan terlempar, terdorong dan berhubungan dengan *contact plate* pada terminal 30 dan terminal C.

2. *Field Coil*



Gambar 09. *Field Coil*
(PT. Toyota Astra Motor *Training Manual Step 2*, 1995, 15-7)

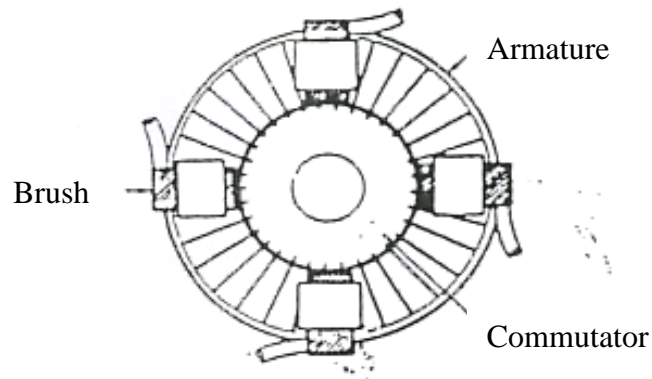
Keterangan:

- a. *Pole core*, sebagai inti kutup pembantu *flux*
- b. *Field coil*, sebagai penghasil medan magnet
- c. *Yoke*, sebagai rumah/*body*

Cara kerja:

Arus listrik dari *magnetic switch* mengalir melalui *field coil* yang selanjutnya membangkitkan medan magnet untuk memutar *armature*.

3. *Brush*

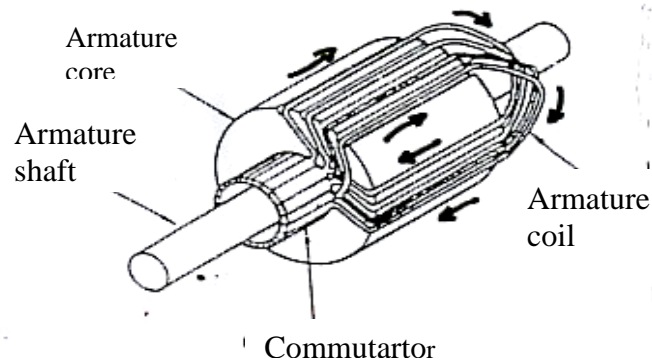


Gambar 10. Sikat Dan Pemegangnya
(PT. Toyota Astra Motor *Training Manual Step 2*, 1995, 15-8)

Keterangan:

- a. *Brush*, sebagai penghantar arus dari kumparan medan ke *armature*
- b. *Commutator*, sebagai penerus arus dari sikat
- c. *Armature*, sebagai pemotong garis-garis gaya magnet

4. *Armature*



Gambar 11. *Armature*
(PT. Toyota Astra Motor *Training Manual Step 2*, 1995, 15-8)

Keterangan:

- a. *Armature core*, sebagai tempat lilitan *armature*
- b. *Armature shaft*, sebagai dudukan *armature*

- c. *Commutator*, sebagai penerus arus dari sikat
- d. *Armature coil*, sebagai pemotong GGL (gaya gerak listrik)

Armature berputar diakibatkan dari interaksi antara medan magnet yang dibangkitkan oleh *field coil* dengan *armature coil*. *Armature* berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gerak putar.

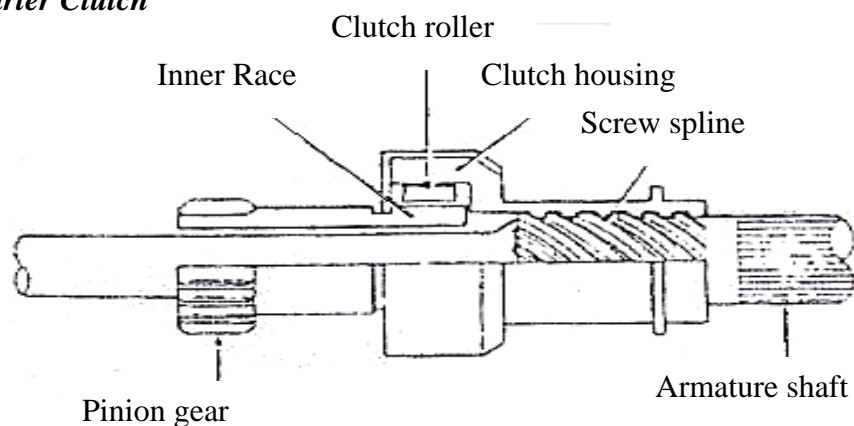
5. *Drive Lever*

Drive lever berfungsi untuk mendorong *pinion* gear ke arah posisi berkaitan dengan roda penerus, dan melepas perkaitan *pinion gear* dari perkaitan roda penerus.



Gambar 12. *Drive Lever*
(Dokumentasi)

6. *Starter Clutch*



Gambar 13. *Starter Clutch*
(PT. Toyota Astra Motor Training Manual Step 2, 1995, 15-9)

Keterangan:

- a. *Pinion gear*, sebagai penggerak roda penerus
- b. *Screw splines*, sebagai pengatur gerak *pinion*

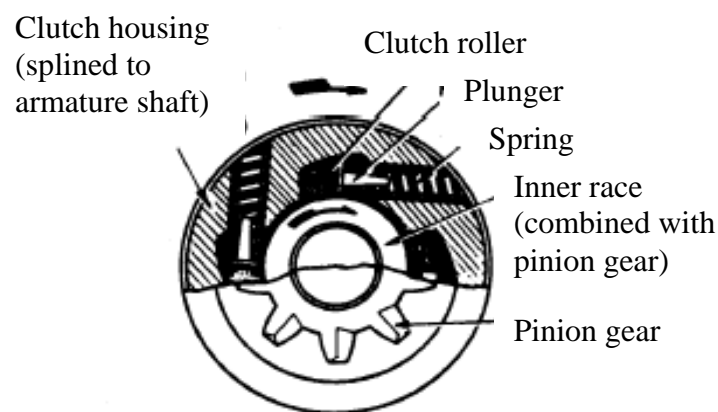
- c. *Clutch housing*, sebagai rumah kopling
- d. *Clutch roller*, sebagai penghalus putaran kopling

Starter clutch berfungsi untuk memindahkan momen puntir dari *armature shaft* kepada roda penerus, sehingga dapat berputar. *Starter clutch* juga berfungsi sebagai pengaman untuk mencegah terjadinya *over running* pada *armature* apabila gigi yang digerakkan (*driven gear*) sudah mempunyai tenaga putar karena mesin telah hidup.

Konstruksi starter clutch yang digunakan untuk motor starter tipe konvensional agak berbeda dari yang menggunakan tipe reduksi ataupun tipe planetari, tetapi prinsip dan cara kerja masing-masing sama. Bagian ini hanya menjelaskan konstruksi dan cara kerja motor starter tipe konvensional saja.

Cara kerja starter clutch adalah sebagai berikut:

- a. *Starter clutch* selama memutar

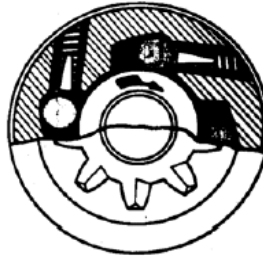


Gambar 14. Penampang Motor *Starter Clutch* Sebelum Memutar Mesin
(PT. Toyota Astra Motor *Training Manual Step 2*, 1995, 15-9)

Armature yang berputar akan memaksa *clutch housing* yang beralur untuk berputar lebih cepat dari pada *inner race* yang disatukan dengan *pinion gear*. *Clutch roller* akan menggelinding ke arah yang lebih sempit antara *clutch housing* dengan

inner race hingga terikat mati antara *clutch housing* dengan *inner race*. Sebagai akibatnya *roller* akan memindahkan momen dari *clutch housing* ke *inner race* dan selanjutnya ke *pinion gear*.

b. *Starter clutch* setelah mesin hidup



Gambar 15. Penampang Motor *Starter Clutch* Setelah Mesin Hidup
(PT. Toyota Astra Motor *Training Manual Step 2*, 1995, 15-9)

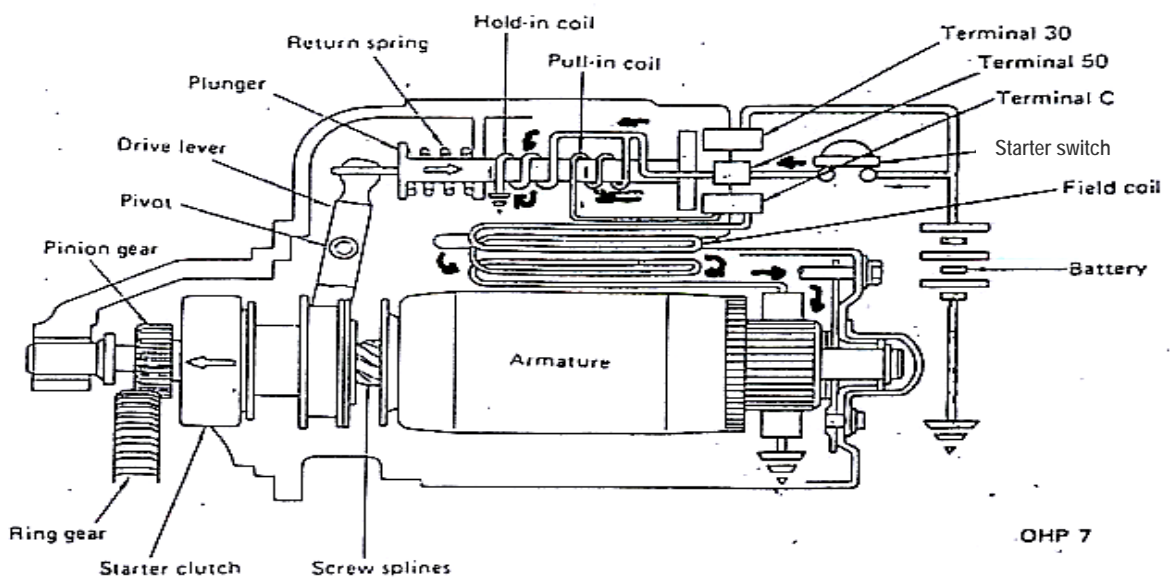
Bila mesin telah hidup momennya akan memaksa *inner race* untuk berputar jauh lebih cepat dari *clutch housing*. *Clutch roller* kemudian akan menggelinding mendorong pegas ke ruang yang lebih luas di dalam *housing*. Akibatnya *clutch housing* dan *inner race* akan saling melepas untuk mencegah *starter clutch* memindahkan momen mesin dari *pinion gear* ke motor starter.

C. CARA KERJA MOTOR STARTER PADA TOYOTA KIJANG SERI 5K

1. Kunci Kontak Pada Posisi “START”

Saat kunci kontak diputar pada posisi start, terminal 50 akan mengalirkan arus listrik dari baterai ke *pull-in coil* dan *hold-in coil*. Dari *pull-in coil* kemudian arus mengalir ke *field coil* dan *armature coil* melalui terminal C. Pada titik ini, tegangan pada *pull-in coil* turun karena mempertahankan aliran arus yang mengalir pada bagian motor (*field coil* dan *armature*) kecil, sehingga motor berputar dengan putaran lambat. Pada saat yang bersamaan *hold-in coil* dan *pull-in coil* timbul medan

magnet akibat dialiri arus, sehingga *plunger* yang ada ditengah-tengah kumparan akan tertarik kekanan melawan pegas pengembali. Gerakan ini menyebabkan *pinion gear* terdorong kekiri dan berkaitan dengan *ring gear*. Kecepatan putaran motor yang lambat akan membuat perkaitan gigi menjadi lembut. Alur spiral membantu perkaitan *pinion gear* dan *ring gear* menjadi lembut.



Gambar 16. Kunci Kontak Pada Posisi Start
 (PT. Toyota Astra Motor Training Manual Step 2, 1995, 15-11)

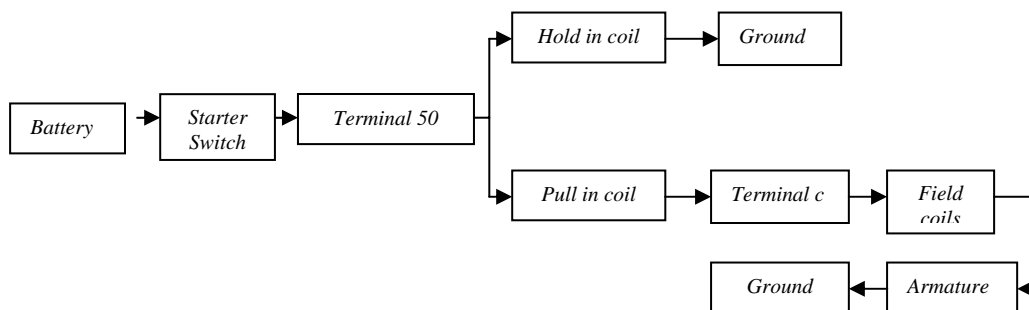
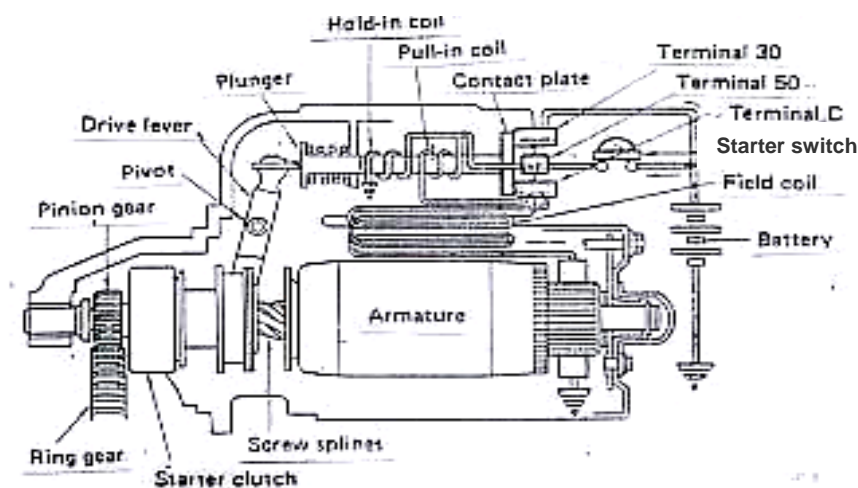


Diagram Perjalanan Arus Saat Kunci Kontak Pada Posisi Start

2. Pinion Gear Dengan Ring Gear Berkaitan

Magnetic switch dan alur spiral mendorong *pinion gear* pada posisi berkaitan penuh dengan *ring gear*, *contact plate* yang tersentuh ujung *plunger* membuat *main relay* ON dengan menghubungkan terminal 30 dan terminal C. Akibat hubungan ini maka arus yang mengalir ke motor menjadi lebih besar dan menyebabkan motor berputar dengan momen yang lebih besar. Alur spiral memperkuat perkaitan *pinion gear* dengan *ring gear*. Pada saat ini tegangan pada kedua ujung *pull-in coil* menjadi sama sehingga arus tidak mengalir pada kumparan ini, oleh karena *plunger* ditahan pada posisinya dengan gaya magnet yang dihasilkan oleh *hold-in coil*.



Gambar 17. Kunci Kontak dengan Ring Gear Berkaitan
(PT. Toyota Astra Motor Training Manual Step 2, 1995, 15-11)

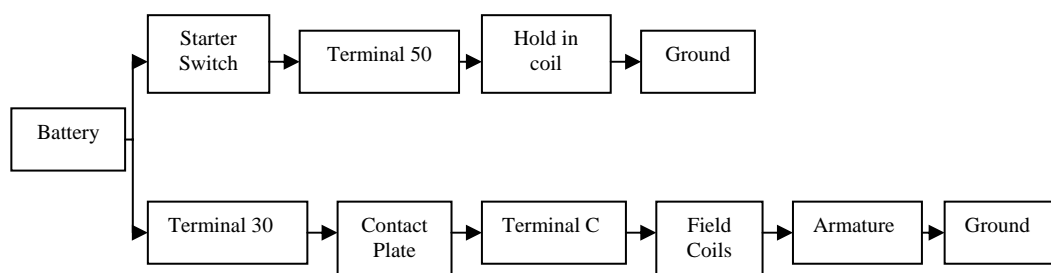
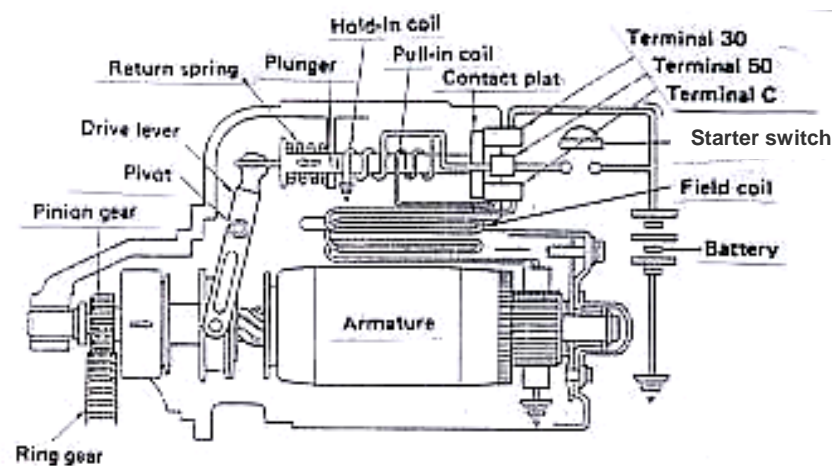


Diagram perjalanan arus saat *pinion gear* berkaitan dengan *ring gear*

3. Kunci Kontak Pada Posisi “ON”

Saat kunci kontak dikembalikan ke posisi ON dari posisi START, maka tegangan yang diberikan ke terminal 50 akan terputus. *Main switch* tetap tertutup tetapi sebagian arus mengalir dari terminal C ke *hold-in coil* melalui *pull-in coil*. Dengan mengalirnya arus melalui *hold-in coil* dengan arah yang sama pada seperti pada saat kunci kontak diposisikan start, ini akan membangkitkan medan magnet yang menarik plunger. Pada *pull-in coil* arus mengalir dengan arah yang berlawanan, dan membangkitkan medan magnet yang akan mengembalikan plunger ke posisi semula.

Medan magnet yang terjadi pada kedua kumparan tersebut akan saling meniadakan, sehingga *plunger* akan tertarik mundur kembali oleh pegas pembalik. Dengan demikian, maka arus besar yang diberikan ke motor akan terputus bersamaan dengan itu, *plunger* akan memutuskan hubungan *pinion gear* dengan *ring gear*.



Gambar 18. Kunci Kontak Pada Posisi ON
(PT. Toyota Astra Motor *Training Manual Step 2*, 1995, 15-12)

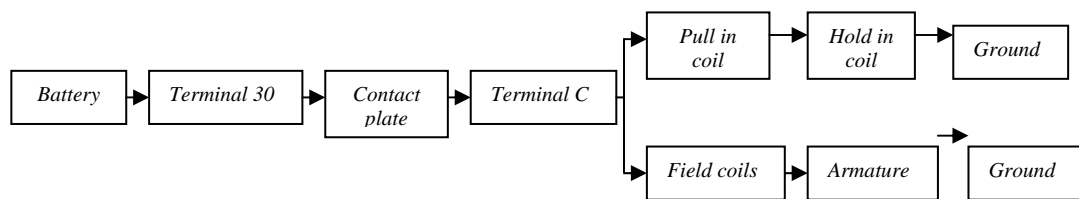


Diagram Perjalanan Arus Saat Kunci Kontak Pada Posisi “ON”

D. TROUBLESHOOTING MOTOR STARTER PADA TOYOTA KIJANG SERI 5K

1. Pembongkaran



Gambar 19. Langkah Pembongkaran Motor Starter Tipe Konvensional

Keterangan:

- | | |
|----------------------------------|--------------------------|
| 1. <i>Magnetic switch</i> | 6. <i>Field Coil</i> |
| 2. <i>Pegas pengembali</i> | 7. <i>Armature</i> |
| 3. <i>Plunger</i> | 8. <i>Drive lever</i> |
| 4. <i>End Frame</i> | 9. <i>Starter clutch</i> |
| 5. <i>Brush holder dan brush</i> | 10. <i>Drive housing</i> |

Langkah pembongkaran motor stater dilakukan dengan urutan pembongkaran yang benar agar kerusakan komponen dapat dihindari. Urutan langkah pembongkaran motor starter tipe konvensional adalah sebagai berikut:

- a. Membuka switch magnet (*magnetic switch*)
 - 1) Membuka mur dan melepas kabel dari terminal switch magnet.
 - 2) Mengendorkan dua mur pemegang switch magnet terhadap rumah switch magnet. Mengangkat dan menggoyang-goyangkan switch magnet guna melepas *plunger* dari tuas penggerak.
- b. Membuka kerangka ujung
 - 1) Membuka tutup bantalan
 - 2) Membuka plat pengunci
 - 3) Membuka dua baut panjang dan mengeluarkan kerangka ujung komutator
- c. Membuka sikat (*brush*) dan pemegang sikat (*brush holder*)
 - 1) Melepaskan pegas-pegas sikat dan sikat dari pemegangnya dengan menggunakan sepotong kawat.
 - 2) Melepaskan pemegang sikat armature.
- d. Membuka kerangka medan dari rumah penggerak. Memisahkan dan menariknya dengan tangan.
- e. Membuka *armature*
 - 1) Membuka tuas penggerak dari rumah penggerak.
 - 2) Melepas *armature* dari rumah penggerak
- f. Membuka kopling starter (*starter clutch*)
 - 1) Memukul cincin penyetop (*stop collar*) dengan menggunakan obeng.

- 2) Melepaskan *snap ring* dengan menggunakan obeng.
- 3) Membuka cincin belakang dari poros
- 4) Membuka kopling starter (*starter clutch*)

2. Langkah Pemeriksaan

a. Armature Coil

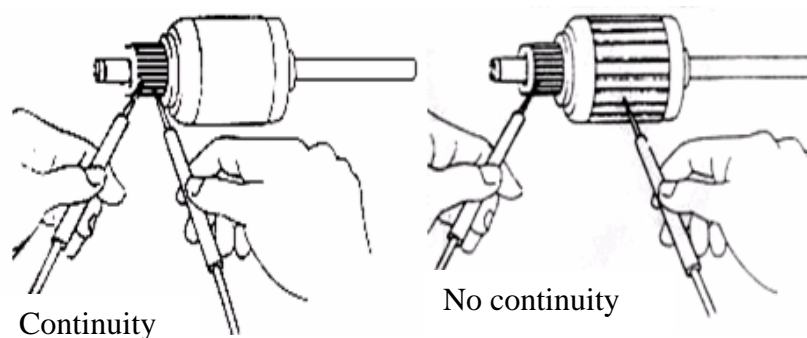
- 1). Pemeriksaan komutator dari kemungkinan sirkuit yang terbuka

Memeriksa hubungan antara segmen komutator menggunakan ohmmeter.

Jika ada segmen yang tidak berhubungan, maka *armature* segera diganti.

- 2). Pemeriksaan bahwa komutator tidak berhubungan dengan massa.

Memeriksa bahwa tidak ada hubungan antara komutator dengan *armature core* dengan menggunakan ohmmeter. Jika terdapat hubungan, maka komutator harus segera diganti.



Gambar 20. Pemeriksaan Komutator
(PT. Toyota Astra Motor *New Step* 1, 1995,2-23)

b. Commutator

- 1). Pemeriksaan permukaan komutator dari kemungkinan kotor atau terbakar.

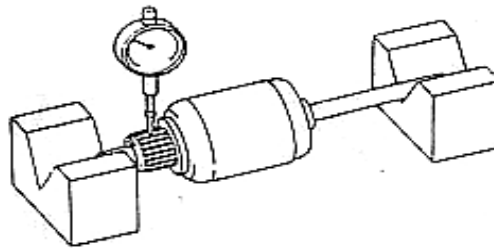
Jika keadaan permukaan kotor atau terbakar, dibersihkan dengan amplas (No. 400) atau dengan membubut.

2). Pemeriksaan *run out* komutator dengan dial gauge.

Run out standar : 0,05 mm.

Run out limit : 0,4 mm.

Jika *run out*nya lebih besar dari harga maksimumnya, harus segera diperbaiki dengan jalan membubut.



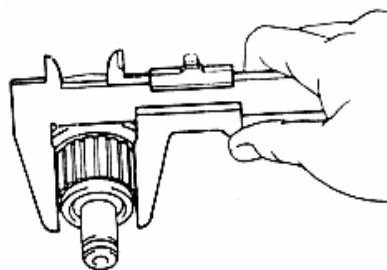
Gambar 21. Pemeriksaan *Run Out* Komutator
(PT. Toyota Astra Motor *New Step* 1, 1995,2-23)

3). Pengukuran diameter komutator

Diameter standar : 28 mm

Diameter limit : 27 mm

Jika diameter komutator kurang dari harga minimum, *armature* segera diganti.



Gambar 22. Mengukur Diameter Komutator
(PT. Toyota Astra Motor *New Step* 1, 1995,2-23)

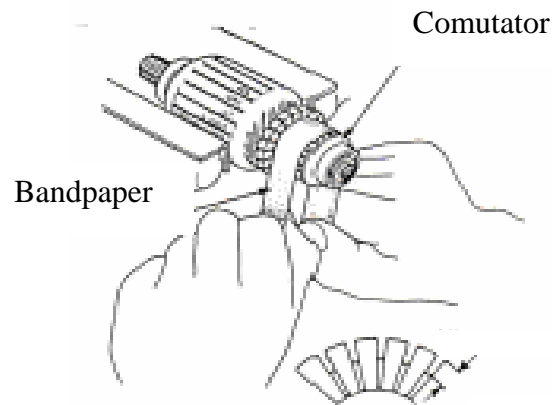
4). Pemeriksaan segmen

Memeriksa semua segmen dan keadaannya harus bersih dan terbebas dari bahan-bahan asing.

Kedalaman *undercut* standar : 0,6 mm

Kedalaman *undercut* limit : 0,2 mm

Jika kedalaman *undercut* kurang dari harga minimum, perbaiki dengan menggunakan daun gergaji dan dihaluskan sisi luarnya.



Gambar 23. Pemeriksaan Segmen
(PT. Toyota Astra Motor *New Step* 1, 1995,2-23)

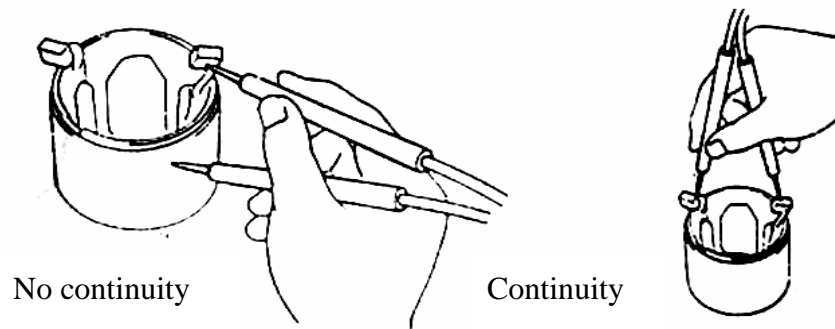
c. *Field Coil*

1). Pemeriksaan *Field Coil* dari kemungkinan sirkuit yang terbuka

Memeriksa hubungan antara kabel *brush* pada *field coil* menggunakan ohmmeter. Jika tidak ada hubungan, maka *field frame* diganti.

2). Pemeriksaan bahwa *field coil* tidak berhubungan dengan massa

Memastikan bahwa antara ujung *field coil* dari *field frame* tidak ada hubungan. Jika ada hubungan, maka *field frame* diganti.

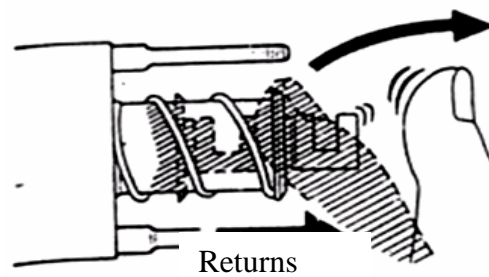


Gambar 24. Pemeriksaan *Field Coil*
(PT. Toyota Astra Motor *New Step 1*, 1995,2-23)

d. *Magnetic switch*

1). Pemeriksaan *plunger*

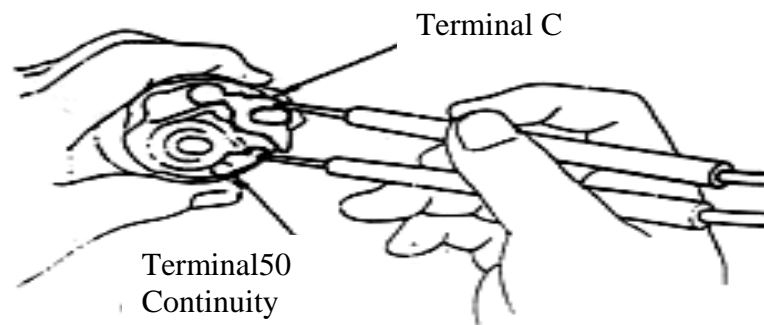
Tekan plunger dan lepaskan plunger akan kembali dengan cepat pada keadaan asalnya. jika tidak kembali dengan cepat maka harus diganti.



Gambar 25. Pemeriksaan *Plunger*
(PT. Toyota Astra Motor *New Step 1*, 1995,2-23)

2). Melakukan tes sirkuit terbuka *pull-in coil*

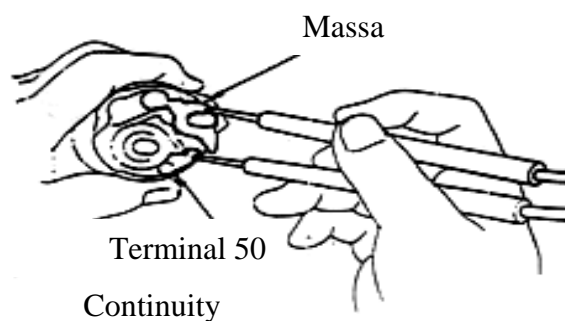
Memeriksa hubungan antara terminal 50 dengan terminal C menggunakan ohmmeter. Jika tidak ada hubungan, *magnetic switch* harus diganti.



Gambar 26. Tes Sirkuit Terbuka *Pull-In Coil*
(PT. Toyota Astra Motor *New Step* 1, 1995,2-23)

3). Melakukan Tes Sirkuit Terbuka *Hold-In Coil*

Memeriksa hubungan antara terminal 50 dengan *switch body* menggunakan ohmmeter. Jika tidak ada hubungan, *magnetic switch* segera diganti.



Gambar 27. Tes Sirkuit Terbuka *Hold-In Coil*
(PT. Toyota Astra Motor *New Step* 1, 1995,2-23)

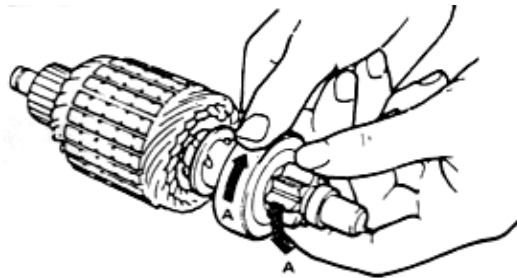
e. *Starter Clutch*

1). Pemeriksaan *pinion gear* dan *spline teeth*

Memeriksa *pinion gear* dan *spline teeth* kemungkinan terdapat kerusakan dan keausan. Jika keadaannya rusak, harus diganti. Periksa juga *ring gear* terhadap keausan dan kerusakan.

2). Pemeriksaan kopling

Memutar *pinion* searah jarum jam dan memeriksa keadaannya, serta dapat berputar dengan lembut. Putar *pinion* berlawanan dengan arah jarum jam dan periksa keadaannya harus terkunci.



A : Free rotation

Gambar 28. Pemeriksaan Kopling
(PT. Toyota Astra Motor *New Step* 1, 1995,2-23)

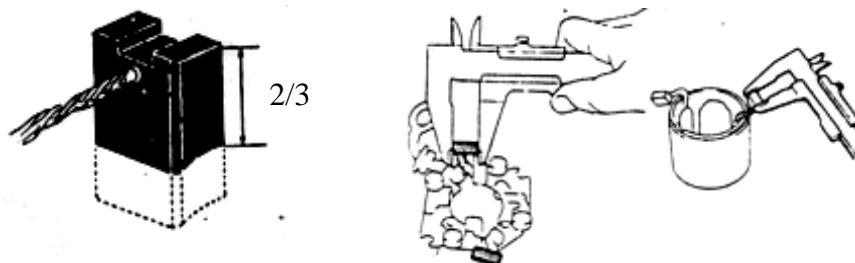
f. *Brush*

Pengukuran panjang sikat (*brush*):

Panjang standar : 16 mm

Panjang limit : 10 mm

Jika panjang sikat (*brushes*) kurang dari harga minimum, *brush* segera diganti dan dibentuk dengan jalan mengamplas.



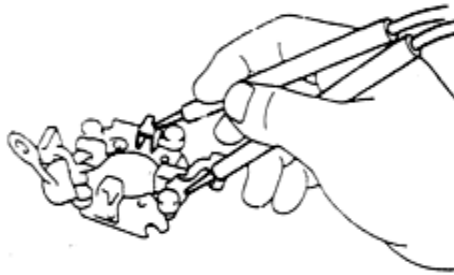
Gambar 29. Pemeriksaan *Brushes*
(PT. Toyota Astra Motor *New Step* 1, 1995,2-23)

Jika beban terpasang dibawah harga minimum, pegas sikat (*brush spring*) segera diganti.

g. *Brushes holder*

Pemeriksaan isolasi *brush holder*:

Menggunakan ohmmeter, dipastikan bahwa *brush holder* positif tidak berhubungan dengan *brush holder* negatif. Jika berhubungan, *brush holdernya* diperbaiki atau diganti.



No continuity

Gambar 30. Pemeriksaan *Brush Holder*
(PT. Toyota Astra Motor *New Step 1*, 1995,2-23)

3. Prosedur Troubleshooting

Gangguan yang terjadi pada saat kendaraan di start, misalnya mesin sukar hidup, motor starter tidak mau berputar atau dapat berputar tetapi perputarannya berat, menyebabkan listrik aki (baterai) cepat habis.

Mesin yang sulit dihidupkan kemungkinan disebabkan oleh pengapian yang tidak tepat atau pemasukan bahan bakar yang tidak lancar. Tetapi masalah tidak berputarnya atau tidak bekerjanya mortor starter harus diperiksa secara teliti karena penyebabnya berkaitan dengan sistem lain, misalnya:

1. Baterai lemah,
2. Hubungan kabel positif atau negatif pada terminal baterai kendur,
3. Kabel penghubung dimotor starter putus atau kendur.

Tiga gejala di atas merupakan masalah yang sering terjadi. Motor yang berat saat di start mengakibatkan listrik di aki (baterai) cepat habis. Hal ini disebabkan rumah (bush) poros (as) depan kumparan jangkar sudah aus sehingga jangkar bersinggungan dengan kumparan medan.

Jika motor mau berputar tetapi mesin tidak mau berputar, penyebabnya adalah penghantar gigi (*solenoid*) tidak mau bekerja. Kerusakan pada *solenoid* biasanya terjadi karena terbakar, hubungan kabel putus, dan gerakan kembali *solenoid* rusak. Oleh sebab itu, *solenoid* harus diganti baru.

Jika *solenoid* baru serta aliran listrik dalam kondisi baik, tetapi motor starter tetap tidak mau bekerja, indikasi kerusakan terakhir disebabkan *brush* (sikat) sudah habis dan kumparan medan atau jangkar terbakar. Untuk mengetahui habisnya arang serta terbakarnya kumparan medan dan jangkar motor starter harus dibongkar atau diganti baru.

Untuk memudahkan pengecekan, motor starter sebaiknya dilepas, lalu dijepit pada ragum. Siapkan kabel-kabel untuk menghubungkan aliran listrik dari aki. Setelah siap hubungkan kabel negatif pada body motor starter. Hubungan kabel positif pada kutub positif yang berada di *solenoid* dan jangan lupa mengencangkan pada murnya. Setelah kabel-kabel penghubung sudah terpasang dengan baik, untuk mengetahui kerja tidaknya motor starter, “jumper” dengan kabel pendek yang menghubungkan antara kutub positif dan kutub negatif pada *solenoid* dengan kutub

saklar starter yang berada disebelahnya. Jika setelah dihubungkan motor starter bekerja, berarti motor starter dalam keadaan baik. Tetapi jika sebaliknya, berarti motor starter mengalami kerusakan.

Beberapa prosedur *troubleshooting* antara lain :

- a. Saat Kunci Kontak Diputar Ke Posisi START, Motor Starter Tidak Bekerja (*Pinion Gear* Tidak Bergerak Keluar Dan Motor Starter Tidak Berputar).

Gangguan ini berhubungan dengan terminal 50 atau pada motor starter.

Langkah-langkah pengetesan:

- 1) Mengukur tegangan terminal baterai

Saat kunci kontak pada posisi START, tegangan pada terminal baterai harus 9,6 V atau lebih tinggi. Bila hasil pengukuran ternyata lebih rendah, lakukan pengisian atau ganti baterai. Periksa juga kerak atau kotoran yang ada pada terminal baterai.

- 2) Mengukur tegangan pada terminal 50 motor starter dengan massa

Pada saat kunci kontak pada posisi START, tegangan harus 8 V atau lebih tinggi. Bila tegangan dibawah harga tersebut, periksa bagian-bagian *wiring* antara baterai dengan terminal 50 dan perbaiki atau ganti bagian-bagian yang rusak.

- 3) Sebelum membongkar motor starter, menentukan masalah secara kasar sehingga akan membantu dalam proses perbaikan.

Dalam hal ini gangguan mungkin saja terjadi karena gangguan pada *pull-in coil*, *field coil*, kabel-kabel dari terminal C dengan bagian-bagian motor dan sebagainya.

- b. Kunci Kontak Diputar Ke Posisi START, Menyebabkan *Pinion* Bergerak Keluar Dengan Suara “Klik”, Tetapi Motor Starter Tetap Diam Atau Tidak Mau Berputar.

Permasalahan seperti ini biasanya terdapat pada motor starter, mesin itu sendiri atau pada sistem kelistrikan sampai ke terminal 30.

Langkah-langkah pengetesan:

1) Pemeriksaan tahanan putaran mesin

Periksa apabila diperlukan momen yang lebih besar dari biasanya untuk memutar mesin dengan cara memutar poros engkol dengan kunci sock, dan sebagainya.

2) Mengukur tegangan terminal baterai

Pada saat kunci kontak pada posisi START, tegangan pada terminal baterai harus 9,6 V atau lebih tinggi. Bila hasil pengukuran ternyata lebih rendah, lakukan pengisian atau ganti baterai. Periksa juga kerak atau kotoran yang ada pada terminal baterai.

3) Mengukur tegangan antara terminal 30 motor starter dengan massa

Pada saat kunci kontak pada posisi START, tegangan harus 8 V atau lebih besar. Bila hasil pengukuran dibawah harga tersebut, periksa kabel antara terminal baterai dengan terminal 30 dan perbaiki atau ganti jika perlu.

4) Sebelum membongkar motor starter, menentukan masalah secara kasar sehingga akan membantu dalam proses perbaikan.

Dalam hal ini gangguan mungkin timbul pada *contact plate* yang keadaannya kurang baik, tahanan listrik antara komutator dengan *brush* terlalu tinggi, starter slip dan lain-lain.

c. Saat Kunci Kontak Diputar Keposisi START, *Pinion* Akan Bergerak Keluar
Masuk Berulang-Ulang.

Masalah ini biasanya disebabkan tegangan pada terminal 50 tidak cukup, atau kerusakan pada motor starter itu sendiri.

Langkah-langkah pengetesan:

1) Mengukur tegangan terminal baterai

Pada saat kunci kontak pada posisi START, tegangan pada terminal baterai harus 9,6 V atau lebih tinggi. Bila hasil pengukuran ternyata lebih rendah, lakukan pengisian atau ganti baterai. Periksa juga kerak atau kotoran yang ada pada terminal baterai.

2) Mengukur tegangan pada terminal 50 motor starter dengan massa

Pada saat kunci kontak pada posisi START, tegangan harus 8 V atau lebih tinggi. Bila tegangan dibawah harga tersebut, periksa bagian-bagian *wiring* antara baterai dengan terminal 50 dan perbaiki atau ganti bagian-bagian yang rusak.

3) Sebelum membongkar motor starter, menentukan masalah secara kasar sehingga akan membantu dalam proses perbaikan.

Dalam hal ini gangguan mungkin saja terjadi karena gangguan pada *hold-in coil* yang rusak, massa *hold-in coil* yang kurang baik, dan sebagainya.

d. Motor Starter Terus Bekerja Meskipun Kunci Kontak Telah Dikembalikan Ke Posisi ON Dari Posisi START.

Masalah ini sumbernya mungkin terdapat pada kunci kontak, *relay* starter atau motor starter.

Langkah-langkah pengetesan:

1) Periksa kunci kontak

Pada saat kunci kontak dikembalikan ke posisi ON, hubungan ke motor starter harus putus.

2) Periksa *relay* starter jika ada

Periksa dan pastikan bahwa *relay* bekerja normal.

3) Sebelum membongkar motor starter, menentukan masalah secara kasar sehingga akan membantu dalam proses perbaikan.

Dalam hal ini gangguan mungkin disebabkan *return spring* yang sudah lemah, *plunger* macet, dan sebagainya.

e. Saat Kunci Kontak Diputar Ke Posisi START, Akan Menyebabkan *Pinion Gear* Bergerak Keluar, Starter Berputar, Dan Menimbulkan Suara Yang Berisik Yang Tidak Wajar Tetapi Mesin Tidak Mau Berputar.

Masalah ini biasanya disebabkan oleh *pinion gear* atau *ring gear* yang rusak. Jika ditemukan kerusakan maka *gear* harus diganti.

f. Saat Kunci Dikembalikan Ke Posisi START Setelah Mesin Sudah Gagal Hidup, Maka *Pinion Gear* Akan Membuat Suara Berisik Yang Tidak Wajar.

Dalam hal ini gangguan biasanya terletak pada *mekanisme brake*. Lakukan tes motor starter tanpa beban dan lihat bahwa *pinion gear* segera berhenti berputar bila daya diputuskan. Jika tidak berhenti dengan segera, perbaiki *mekanisme brake*.

4. Perakitan

Langkah-langkah perakitan motor starter tipe konvensional harus dengan urutan yang benar agar proses perakitan menjadi mudah. Langkah urutan perakitan motor starter tipe konvensional adalah sebagai berikut:



Gambar 31. Langkah Perakitan Motor Starter Tipe Konvensional

Keterangan:.

1. Drive *Housing*

6. *Brush holder dan brush*

2. *Starter clutch*

7. *End frame*

3. *Drive lever*

8. *Plunger*

4. *Armature*

9. *Pegas pengembali*

5. *Field coil*

10. *Magnetic switch*

a. Memasang kopleng starter pada *armature*

1) Menempatkan cincin penyetop (*stop collar*) baru *armature*.

2) Memasang *snap ring* lalu dipasang ke dalam mur poros.

- 3) Menekan *snap ring* dengan menggunakan ragum.
 - 4) Memukul pinion dengan menggunakan obeng dalam usaha memasukkan *snap ring*, cincin penyetop ke dalam *snap ring*.
- b. Memasang rumah penggerak, tuas penggerak dan kerangka medan pada *armature*.
- 1) Memberi gemuk pada tuas penggerak dan bos rumah *armature*.
 - 2) Memasang tuas pengerak pada rumah penggerak.
 - 3) Memasang kerangka medan pada *armature*.
- c. Memasang pemegang sikat dan sikat (*brush*)
- 1) Menempatkan pemegang sikat di atas poros *armature*.
 - 2) Memegang pegas sikat dengan sepotong kawat kemudian memasang sikat pada pemegang sikat.
- d. Memasang kerangka ujung
- 1) Memberi gemuk pada bos kerangka ujung.
 - 2) Memasang kerangka ujung pada poros *armature* dan mengamankannya dengan baut panjang.
- e. Memasang tutup bantalan
- 1) Memasang karet, pegas dan plat pengunci.
 - 2) Memasang tutup bantalan dengan dua sekrup.
- f. Memasang *switch* magnet
- 1) Mengaitkan hubungan *switch* magnet di bawah pegas tuas penggerak.
 - 2) Memasang dua baut pemegang *switch* magnet.

Item Pengujian	Hasil Pemeriksaan/Pengukuran	Standar/Spesifikasi	Keterangan
1. <i>Armature Coil</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tidak ada hubungan antara <i>comutator</i> dengan <i>armature coil core</i>. ➤ Tiap segmen berhubungan 	-	Baik
2. <i>Comutator</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Run Out</i> Lingkaran : 0,3 mm ➤ Diameter <i>comutator</i> : 27,90 mm ➤ Kedalaman <i>undercut</i> : 0,4 mm 	Run out Max : 0,4 mm Standar : 28 mm Minimum : 27 mm Standar : 0,6 mm Minimum : 0,2 mm	Baik
3. <i>Field Coil</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ada hubungan antara kabel brush pada <i>field coil</i> ➤ Tidak ada hubungan antara ujung <i>field coil</i> dan <i>field frame</i> 	-	Baik
4. <i>Magnetic Switch</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Plunger</i> cepat kembali ke posisi semula ➤ Ada hubungan antara terminal 50 dan C (tes sirkuit terbuka <i>pull-in coil</i>) ➤ Ada hubungan antara terminal 50 dengan <i>switch body</i> (tes sirkuit terbuka <i>hold-in coil</i>) 	-	Baik
5. <i>Starter clutch</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Pinion gear</i> dan <i>spline teeth</i> tidak ada kerusakan tetapi sedikit aus ➤ <i>Pinion</i> berputar searah jarum jam dengan lembut, saat diputar berlawanan keadaannya terkunci 	-	Masih bisa digunakan

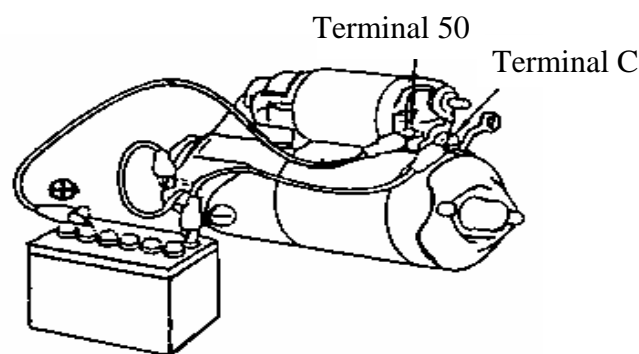
6.Brush	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Panjang <i>brush</i> : 8,6 mm ➤ <i>Brush holder</i> positif tidak berhubungan dengan brush holder negatif 	Standar : 16 mm Minimum : 10 mm -	Ganti <i>brush</i>
---------	--	---	--------------------

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Komponen-Komponen Motor Starter Pada Toyota Kijang Seri 5K

E. PENGUJIAN ARUS MOTOR STARTER PADA TOYOTA KIJANG SERI 5K

Sebelum melakukan pengujian arus motor starter, hal pertama yang dilakukan adalah memastikan motor starter dalam kondisi baik untuk dapat dilakukan tes kemampuan. Hal ini dimaksudkan untuk membantu mempercepat proses pengujian arus. Tes ini juga dilakukan setelah perakitan kembali untuk meyakinkan bahwa motor starter bekerja dengan baik. Pengetesan dilakukan secepat mungkin (dalam 3-5 detik), jika tidak kumparan pada motor starter dapat terbakar. Macam-macam pengetesan adalah sebagai berikut:

a. Tes *pull-in coil*

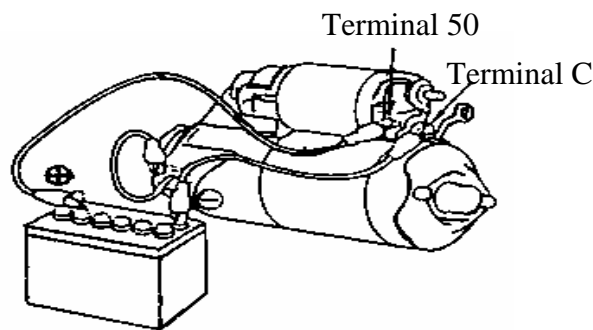


Gambar 32. Tes *Pull-In Coil*
(P.T. Toyota Astra Motor Training Manual Step 2, 1995, 15-30)

- 1) Melepas kabel *field coil* dari terminal C
- 2) Menghubungkan baterai ke *magnetic switch* seperti terlihat pada gambar.

Periksa bahwa *pinion* bergerak keluar. Jika *pinion gear* tidak bergerak keluar, periksa kerusakan pada *pull-in coil*, kemungkinan *plunger* macet atau penyebab lain.

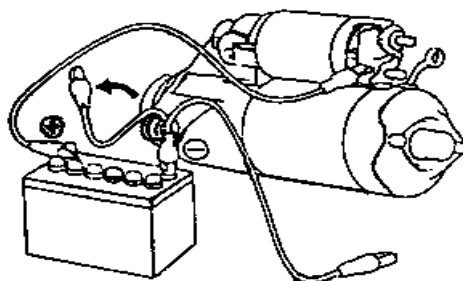
b. Tes *hold-in coil*



Gambar 33. Tes *Hold-In Coil*
(PT. Toyota Astra Motor *Training Manual Step 2*, 1995, 15-30)

Menggunakan baterai seperti diatas dan *pinion* keluar, lepaskan kabel negatif dari terminal C. Periksa bahwa *pinion* tetap keluar. Jika *pinion gear* tertarik masuk, periksa kerusakan pada *hold-in coil*, massa *hold-in coil* yang kurang baik atau penyebab lain.

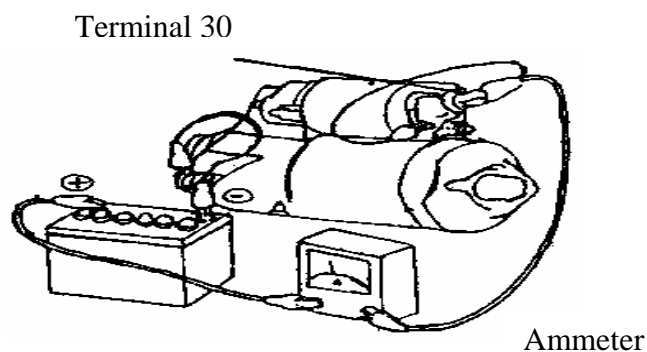
c. Tes kembalinya *pinion*



Gambar 34. Tes Kembalinya *Pinion*
(PT. Toyota Astra Motor *Training Manual Step 2*, 1995, 15-30)

Melepas kabel negatif dari *switch body* dan periksa bahwa *pinion* tertarik masuk. *Pinion gear* tertarik, periksa *return spring* kemungkinan lemah, *plunger* macet atau kemungkinann penyebab lain.

1. Pengujian Arus Motor Starter Tanpa Beban



Gambar 35 Tes Tanpa Beban
(PT. Toyota Astra Motor *Training Manual Step 2*, 1995, 15-31)

- a. Mengikat motor starter dengan kuat pada ragum.
- b. Menghubungkan kabel *field coil* ke terminal C, pastikan bahwa kabel tersebut tidak berhubungan dengan *body*.
- c. Menghubungkan baterai dan *armature* seperti pada gambar.
- d. Memeriksa bahwa starter berputar dengan lembut dan *pinion gear* bergerak ke luar.
- e. Hasil pengujian arus motor starter tanpa beban pada putaran awal selama 3-5 detik, Ampermeter menunjukkan arus 45 A pada tegangan 12,7 V.

2. Pengujian Arus Motor Starter Ada Beban Saat Kompresi Los

Dalam melakukan pengujian arus pada motor starter ini, motor starter sudah terpasang dalam *engine*. Saat pengujian arus motor starter ada beban saat kompresi los, semua busi dilepas. Sehingga tidak ada kompresi dalam *engine* tersebut. Alat ukur yang digunakan untuk pengujian arus adalah Ampermeter. Dengan cara start kendaraan selama 3-5 detik. Sehingga diperoleh besarnya arus yang dibutuhkan oleh motor starter.

Hasil pengujian arus motor starter putaran awal, ada beban saat kompresi los menggunakan Ampermeter, menunjukkan arus 70 A pada tegangan 12,7 V

3. Pengujian Arus Motor Starter Ada Beban Saat Kompresi Aktif

Dalam melakukan pengujian arus pada motor starter ini, motor starter sudah terpasang dalam *engine*. Saat pengujian arus motor starter ada beban saat kompresi aktif, semua busi dipasang kembali. Sehingga ada kompresi dalam *engine* tersebut. Alat ukur yang digunakan untuk pengujian arus adalah Ampermeter. Dengan cara start kendaraan selama 3-5 detik. Sehingga diperoleh besarnya arus yang dibutuhkan oleh motor starter.

Hasil pengujian arus motor starter putaran awal, ada beban saat kompresi aktif menggunakan Ampermeter, menunjukkan arus 100 A pada tegangan 12,7 V

BAB III

PENUTUP

A. SIMPULAN

Laporan proyek akhir dari uraian yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, dapat ditarik beberapa kesimpulan bahwa:

1. Motor starter tipe konvensional terdiri dari *pinion gear* yang ditempatkan satu poros dengan *armature* dan berputar dengan kecepatan yang sama. *Drive lever* yang dihubungkan dengan *plunger magnetic switch* mendorong *pinion gear* dan menyebabkan berkaitan dengan *ring gear*.
2. Cara kerja dari motor starter yaitu apabila penghantar dialiri arus listrik, maka pada sekeliling dan sepanjang penghantar tersebut akan timbul medan magnet. Dengan arah berlawanan dari arah arus, kemudian apabila konduktor tersebut diletakkan diantara kedua magnet utara dan selatan maka akan menimbulkan momen puntir.
3. Permasalahan yang terjadi pada motor starter adalah (a) Saat kunci kontak diputar ke posisi START, *pinion gear* tidak bergerak keluar dan motor starter tidak berputar. (b) Kunci kontak diputar ke posisi START, menyebabkan *pinion* bergerak keluar dengan suara “klik”, tetapi motor starter tetap diam atau tidak mau berputar. (c) Saat kunci kontak diputar ke posisi START, *pinion* akan bergerak keluar masuk berulang-ulang. (d) Motor starter terus bekerja meskipun kunci kontak telah dikembalikan ke posisi ON dari posisi START. (e) Saat kunci kontak diputar ke posisi START, akan menyebabkan

pinion gear bergerak keluar, starter berputar, dan menimbulkan suara yang berisik yang tidak wajar tetapi mesin tidak mau berputar. (f) Saat kunci dikembalikan ke posisi START setelah mesin sudah gagal hidup, maka *pinion gear* akan membuat suara berisik yang tidak wajar.

4. Cara pengetesan kemampuan motor starter dilakukan pada tes *pull-in coil*, tes *hold-in coil*, tes kembalinya pinion, untuk memastikan motor starter dalam kondisi baik. Pegujian arus motor starter dilakukan pegujian arus tanpa beban, ada beban saat kompresi los dan ada beban kompresi aktif

B. SARAN

Akhir dari laporan ini, penulis akan menyampaikan beberapa saran sebagai masukan bagi pengguna kendaraan, karena dalam penggunaannya perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

1. Saat melakukan start untuk menghidupkan mesin tidak lebih dari 5 detik, karena hal ni akan mempercepat kerusakan motor starter yaitu terutama pada kumparan *armature*, karena kumparan ini akan cepat panas, disamping itu pula baterai akan kehilangan tegangan dan lama kelamaan baterai lemah.
2. Motor starter membutuhkan arus yang besar dari baterai untuk memutar mesin. Untuk itu diperlukan baterai yang sehat, maka diperlukan pemeliharaan baterai agar awet yaitu dimulai dari pemeliharaan baterai dari kerak yang timbul, mengecek ketinggian larutan elektrolit (air aki) dan berat jenisnya agar tetap terjaga dengan baik.

3. Dalam pemasangan kabel pada terminal harus kuat agar arus dari baterai tidak berkurang akibatnya ada hambatan pada terminal baterai.

DAFTAR PUSTAKA

- Darmawan Iwan. 1997. *Merawat dan Memperbaiki Mobil Bensin*, Jakarta: Puspa Swara
- Daryanto. 2002. *Memahami dan Merawat Sistem Kelistrikan Mobil*. Bandung: CV. Yrama Widya.
- Anonim, 1995, *New Step 1 Training Manual*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- _____, 1995, *Toyota New Steep 2*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- _____, 1981, *Pedoman Reparasi Mesin seri K*. Jakarta: PT Toyota Astra Motor.

Lampiran I



Tampak Depan



Tampak Samping



Gambar Tugas Akhir Mobil Toyota Kijang seri 5K



Motor Starter Type Konvensional Pada Toyota Kijang Seri 5 K