



**SISTEM STARTER KONVENSIONAL PADA  
MITSUBISHI LANCER 4G-13 SOHC 12 VALVE**

**Proyek Akhir**

**Diajukan dalam rangka penyelesaian studi Diploma Tiga  
guna meraih gelar Ahli Madya Teknik Mesin**

**Disusun Oleh :**

**Moh. Misbakhudin**

**5250304510**

**PERPUSTAKAAN  
UNNES**

**TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

**2007**

## ABSTRAK

Moh. Misbakhudin. 2007. **Sistem Starter Konvensional Pada Mitsubishi Lancer 4G-13 SOHC 12 valve**. Proyek Akhir. D3 Teknik Mesin. Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Tujuan penulisan Proyek Akhir ini adalah untuk mengkaji prinsip dasar, konstruksi, fungsi dari motor starter tipe konvensional pada Mitsubishi Lancer 4G-13. Yang dibahas di sini tentang komponen, cara kerja dan fungsi, serta mengenali dan memperbaiki setiap kerusakan pada motor starter tipe konvensional pada Mitsubishi Lancer 4G-13.

Motor starter tipe konvensional pada Mitsubishi Lancer 4G-13 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 konvensional pada Mitsubishi Lancer 4G-13 sama dengan motor starter konvensional pada umumnya, yang berbeda pada ukuran (spesifikasi) komponennya dan besar daya yang dihasilkan untuk memutar mesin.

Indikasi kerusakan dan cara mengatasi motor starter adalah (1) Saat kunci kontak diputar ke posisi START, *pinion gear* tidak bergerak keluar dan motor starter tidak berputar. Gangguan ini berhubungan dengan terminal 50 atau pada motor starter. (2) Kunci kontak diputar ke posisi START, menyebabkan *pinion* bergerak keluar dengan suara “klik”, tetapi motor starter tetap diam atau tidak mau berputar. 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. Permasalahan seperti ini biasanya terdapat pada motor starter, mesin itu sendiri atau pada sistem kelistrikan sampai ke terminal 30. (3) Saat kunci kontak diputar ke posisi 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. (4) Motor starter terus bekerja meskipun kunci kontak telah dikembalikan ke posisi ON dari posisi START. Masalah ini sumbernya terdapat pada kunci kontak, *relay* starter atau motor starter. (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. Masalah ini sumbernya mungkin terdapat pada kunci kontak, *relay* starter atau motor starter. (6) 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*.

## HALAMAN PENGESAHAN

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

Hari :

Tanggal :

Pembimbing:

**Rusiyanto, S.Pd., MT**

NIP. 132240461

Penguji I:

**Rusiyanto, SPd. MT.**

NIP. 132240461

Penguji II:

**Drs. Murdani, M.Pd**

NIP. 130894848

Ketua Jurusan

Teknik Mesin,

Ketua Program Studi D3

**Drs. Pramono**  
**MT.**

NIP. 131474226

**Drs. Wirawan S. SPd,**

NIP. 131876223

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik,

**Prof. Dr. Soesanto**

NIP. 130875753

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### Motto

- A.** Hidup hanyalah untuk mencari Ridho Allah SWT, dengan ridhonya segala sesuatu akan mudah diperoleh.
- B.** 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.
- C.** Keyakinan yang kuat dengan percaya diri yang tinggi akan membawamu dalam kesuksesan.
- D.** Orang sukses adalah orang yang bisa memanfaatkan waktu dengan sebaik-baiknya.

### Persembahan

- Ayah dan Ibu tercinta.
- Adik-adikku tersayang.
- Kekasihku 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 “Sistem Starter Konvensional Pada Mitsubishi Lancer 4G-13 *SOHC* 12 Valve” 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
2. Bapak Drs. Pramono, Ketua Jurusan Teknik Mesin UNNES.
3. Bapak Drs. Wirawan S. M.T., Kaprodi Teknik Mesin DIII.
4. Bapak Rusiyanto S.Pd. M.T., Dosen pembimbing laporan Proyek Akhir.
5. Bapak Drs. Widi Widayat, Dosen pembimbing lapangan.
6. 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.

Semarang, Juli 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
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1. Latar Belakang.....	1
2. Rumusan Masalah .....	2
3. Tujuan .....	2
4. Manfaat .....	3
5. Metode Penulisan.....	4
6. Sistematika Laporan.....	4
<b>BAB II. CARA KERJA MOTOR STARTER KONVENSIONAL PADA MITSUBISHI LANCER 4G-13 SOHC 12 VALVE</b>	
A. Prinsip Kerja Motor Starter .....	6
B. Konstruksi Motor Starter Tipe Konvensional Pada Mitsubishi Lancer 4G-13 SOHC 12 valve.....	12
C. Komponen Motor Starter Tipe Konvensional Pada Mitsubishi Lancer 4G-13 SOHC 12 valve.....	13
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. Starter Clutch .....	17
D. Cara Kerja Motor Starter Tipe Konvensional Pada Mitsubishi Lancer 4G-13 SOHC 12 valve.....	19
E. Tes Kemampuan Pada Bagian-bagian Motor Starter .....	23
F. Langkah-Langkah Pembongkaran, Pemeriksaan, Dan Perakitan Motor Starter Tipe Konvensional Pada Mitsubishi Lancer 4G-13 SOHC 12 valve .....	26
G. Spesifikasi Motor Starter Tipe Konvensional Pada Mitsubishi Lancer 4G-13 SOHC 12 valve .....	36
BAB III. TROUBLE SHOOTING MOTOR STARTER TIPE KONVENSIONAL PADA MITSUBISI LANCER 4G-13 SOHC 12 VALVE	
A. Gangguan Yang Sering Terjadi Pada Motor Starter Tipe Konvensional Pada Mitsubishi Lancer 4G-13 SOHC 12 valve ..	38
B. Diagnosis kerusakan pada motor starter dan cara pengetesan ....	39
BAB IV. PENUTUP	
A. Simpulan .....	48
B. Saran .....	49
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 01. Motor Starter Pada Kendaraan.....	6
Gambar 02. Kaidah Ulir Kanan.....	9
Gambar 03. <i>Fleming's Left-Hand Ruler</i> .....	9
Gambar 04. Konduktor .....	10
Gambar 05. Model Kerja Motor Sederhana .....	10
Gambar 06. Motor Seri DC Yang Dikombinasikan Pada Motor Starter .....	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> .....	17
Gambar 14. Penampang Motor <i>Starter Clutch</i> Sebelum Memutarkan Mesin .....	18
Gambar 15. Penampang Motor <i>Starter Clutch</i> Setelah Mesin Hidup .....	18
Gambar 16. Kunci Kontak Pada Posisi Start.....	20
Gambar 17. Kunci Kontak dengan <i>Ring Gear</i> Berkaitan .....	21
Gambar 18. Kunci Kontak Pada Posisi ON .....	22
Gambar 19. Tes <i>Pull-In Coil</i> .....	23
Gambar 20. Tes <i>Hold-In Coil</i> .....	24
Gambar 21. Tes Kembalinya <i>Pinion</i> .....	24
Gambar 22. Pemeriksaan Celah <i>Pinion</i> .....	25
Gambar 23. Tes Tanpa Beban .....	25
Gambar 24. Langkah Pembongkaran Motor Starter Tipe Konvensional.....	26
Gambar 25. Pemeriksaan Komutator.....	27
Gambar 26. Pemeriksaan <i>Run Out</i> Komutator .....	28
Gambar 27. Mengukur Diameter Komutator .....	29



Gambar 28. Pemeriksaan Segmen .....	29
Gambar 29. Pemeriksaan <i>Field Coil</i> .....	30
Gambar 30. Pemeriksaan <i>Plunger</i> .....	31
Gambar 31. Tes Sirkuit Terbuka <i>Pull-In Coil</i> .....	31
Gambar 32. Tes Sirkuit Terbuka <i>Hold-In Coil</i> .....	32
Gambar 33. Pemeriksaan Kopling .....	33
Gambar 34. Pemeriksaan <i>Brushes</i> .....	33
Gambar 35. Pengukuran <i>Brush Spring</i> .....	34
Gambar 36. Pemeriksaan <i>Brush Holder</i> .....	34
Gambar 37. Langkah Perakitan Motor Starter Tipe Konvensional .....	35



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 01. Karakteristik Motor Starter.....	8
Tabel 02. Spesifikasi Motor Starter .....	36
Tabel 03. Spesifikasi Servis .....	36



## DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

1. *Engine Stand* Mitsubishi Lancer 4G-13 SOHC 12 valve .....
2. Surat keterangan telah menyelesaikan proyek akhir.....
3. Surat tugas pembimbing.....
4. Surat tugas penguji.....



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### A. Latar belakang

Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan teknologi (IPTEK) terutama dalam bidang otomotif mendorong setiap perusahaan untuk bersaing menciptakan suatu auto mobil modern yang aman, nyaman dan ramah lingkungan. Perkembangan pada auto mobil yang paling pesat antara lain sistem kelistrikan. Sistem kelistrikan sendiri terbagi dalam kelistrikan *engine* dan kelistrikan *body*. Mesin mobil bekerja dengan empat langkah yaitu langkah masuk, langkah kompresi, Langkah pembakaran dan langkah buang. Diantara langkah-langkah tersebut, energi untuk menggerakkan mesin hanya dihasilkan dari langkah pembakaran, dan energi tersebut dikirim ke *flywheel*.

Pada saat *starting* mesin, diperlukan daya untuk *intake* awal dan langkah kompresi harus disuplai dari luar untuk memutar *crankshaft*. Pada saat tersebut diperlukan *battery*, *starting motor*, *ignition switch* dan *wiring*.

Motor starter digunakan untuk memutar poros engkol dan kemudian menggerakkan torak-torak sehingga mesin dapat hidup. Pada umumnya mobil menggunakan motor listrik seri arus searah yang mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik, dimana motor seri artinya kumparan medan dihubungkan seri dengan armature, kemudian digabung dengan *magnetic switch* untuk memindahkan gigi pinion ke *ring gear* yang dipasang mengelilingi *fly wheel* (roda gila) yang dibuat pada poros engkol.

Motor starter harus dapat menghasilkan momen yang besar dari tenaga yang kecil yang tersedia pada baterai. Momen besar ini diharapkan dapat memutar poros engkol dan dapat mengabutkan bahan bakar sehingga mesin dapat hidup dengan mudah.

Perkembangan motor starter sendiri sampai saat ini ada tiga tipe yaitu *konvensional*, *reduksi* dan *planetary*, meskipun motor starter berbeda-beda, tetapi fungsi dan prinsip kerjanya sama, yaitu sebagai penggerak awal suatu mobil. Pada Mitsubishi lancer sendiri menggunakan motor starter tipe konvensional sebagai penggerak awalnya. Motor bakar tidak bisa dihidupkan dengan tenaga motor itu sendiri, maka starter digunakan untuk memutar motor bakar pertama kali sampai tercapai putaran tertentu sampai motor dapat hidup.

## **B. Rumusan Masalah**

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

1. Bagaimana kontruksi motor starter tipe konvensional pada Mitsubishi lancer 4G-13 *SOHC* 12 *valve*.
2. Bagaimana cara kerja motor starter tipe konvensional pada Mitsubishi lancer 4G-13 *SOHC* 12 *valve*.
3. Bagaimana *trouble shooting* motor starter tipe konvensional pada Mitsubishi lancer 4G-13 *SOHC* 12 *valve*.

### C. Tujuan

Tujuan yang ingin penulis capai pada analisis ini adalah:

1. Untuk mengkaji konstruksi dan fungsi motor starter tipe konvensional Mitsubishi Lancer 4G-13 *SOHC* 12 *valve*.
2. Untuk menganalisis cara kerja dan sistem motor starter konvensional.
3. Mengetahui *trouble shooting* pada motor starter tipe konvensional.

### D. Manfaat

Manfaat yang dapat diambil setelah mengetahui permasalahan-permasalahan yang terjadi adalah sebagai berikut:

1. Dapat menjelaskan setiap komponen motor starter tipe konvensional dan mengerti penempatan setiap komponennya.
2. Mengerti akan cara kerja dan fungsi dari setiap komponen motor starter tipe konvensional.
3. Mempermudah mengenali setiap kerusakan yang terjadi pada motor starter tipe konvensional beserta cara penyetesannya.

### E. Metode Penulisan

Metode pengumpulan data dalam penyusunan laporan proyek akhir ini ada beberapa cara yaitu:

#### E. Metode Abservasi

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

#### **F. Metode Interview**

Penulis mengadakan Tanya jawab secara langsung. Data yang diperoleh dari metode ini adalah tentang kemungkinan penyebab kerusakan pada system starter dan bagaimana cara perbaikannya.

#### **G. Metode Pustaka**

Metode ini bertujuan untuk melakukan kajian-kajian teoritis sistem starter pada Mitsubishi Lancer dilakukan dengan cara mencari data melalui buku-buku literatur yang berhubungan dengan system starter pada Mitsubishi Lancer.

### **F. Sistematika Laporan**

Untuk memberikan gambaran yang menyeluruh dalam memahami penulisan laporan Proyek Akhir ini, maka secara garis besar sistematika penulisan laporan Proyek Akhir ini dibagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian awal, bagian isi dan bagian akhir.

Bagian awal penulisan laporan Proyek Akhir ini terdiri dari : halaman judul, halaman pengesahan, abstrak, halaman motto dan persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel dan daftar lampiran.

Bagian isi laporan Proyek Akhir ini terdiri dari :

C. Bab I Pendahuluan, berisi latar belakang, permasalahan, tujuan, manfaat, metode pengumpulan data dan sistematika laporan.

- D. Bab II Sistem Kerja Motor Starter Tipe Konvensional Pada Mitsubishi Lancer 4G-13 *SOHC* 12 *VALVE*, berisi prinsip kerja motor starter tipe konvensional, konstruksi motor starter tipe konvensional pada Mitsubishi Lancer, komponen motor starter tipe konvensional pada Mitsubishi Lancer, proses kerja dari motor starter tipe konvensional pada Mitsubishi Lancer, tes kemampuan motor starter, pembongkaran, pemeriksaan, perakitan motor starter, dan spesifikasi motor starter dan servis.
- E. Bab III Sistem Starter Tipe Konvensional Pada Mitsubishi Lancer 4G-13 *SOHC* 12 *VALVE*, gangguan yang terjadi pada motor starter tipe konvensional pada Mitsubishi Lancer, diagnosis kerusakan, dan tabel *trouble shooting*.
- F. Bab IV Penutup, bagian akhir laporan ini berisi tentang daftar pustaka, daftar gambar, daftar tabel dan daftar lampiran.

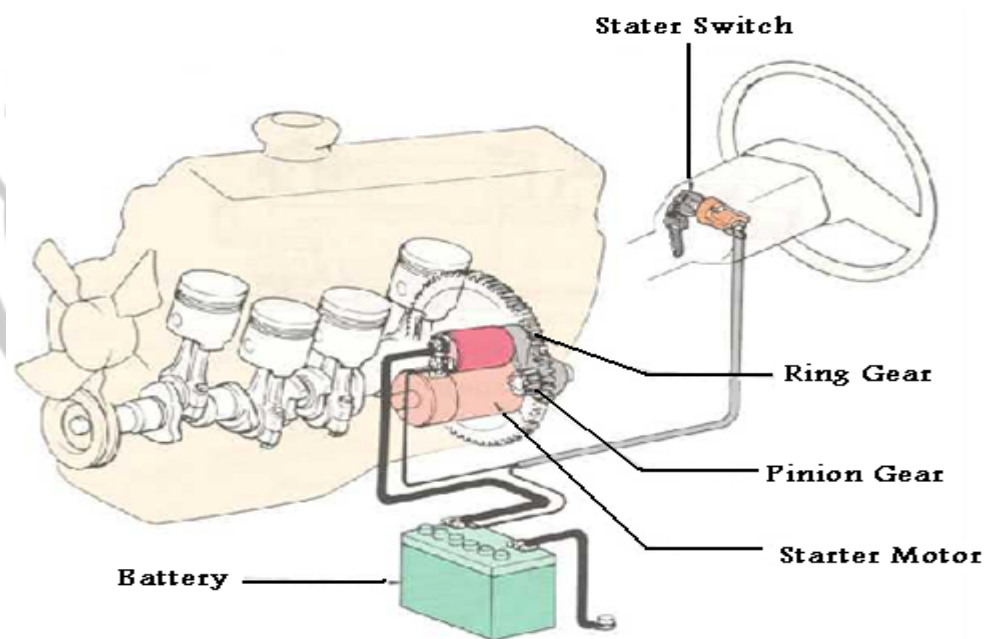


## BAB II

### CARA KERJA MOTOR STARTER TIPE KONVENSIONAL PADA MITSUBISHI LANCER 4G- 13 SOHC 12 VALVE

#### A. Prinsip Kerja Motor Starter

Mesin membutuhkan tenaga dari luar untuk menggerakkan poros engkol dan membantunya agar mudah hidup. Pada saat ini, mobil 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.



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 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. 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.

Mesin tidak akan hidup sampai kecepatan putar 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

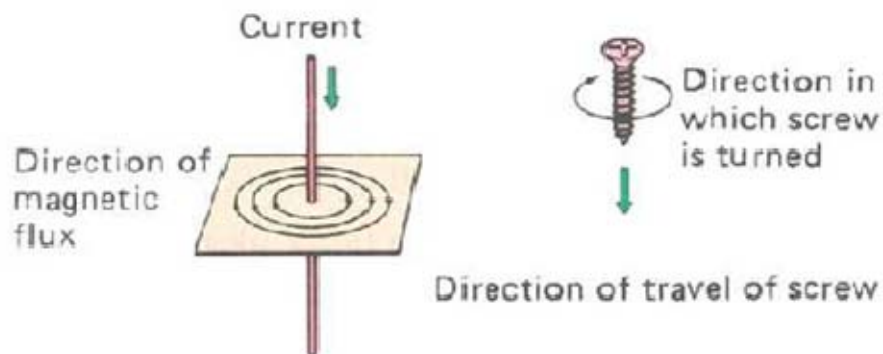
tenaga yang cukup ke sistem pengapian (pada motor bensin) selama putaran awal, karena tegangan pada terminal baterai yang turun. Bila ini terjadi, maka kemampuan pembakaran akan menurun, karena tegangan yang masuk ke kumparan primer dari *ignition coil* tidak cukup, menyebabkan tegangan sekunder yang dikirim ke busi tidak cukup.

Tabel 01. Karakteristik Motor Starter

Item \ Tahap	Pemutaran awal	Pemutaran meningkat
Kecepatan motor	Rendah	Tinggi
Gaya <i>elektromotive</i> lawan yang dibangkitkan pada <i>armature coil</i>	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

Prinsip kerja dari motor starter adalah sebagai berikut:

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



Gambar 02. Kaidah Ulir Kanan  
( PT. Toyota Astra Motor *Training Manual Step 2*, 1995, 15-2)

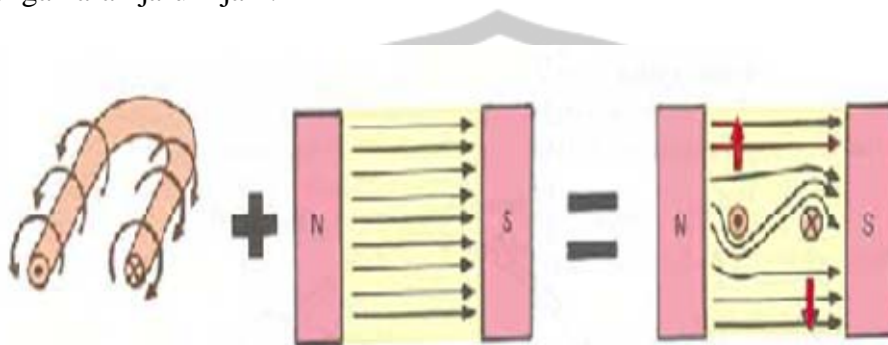
2. Bila penghantar ditempatkan diantara kutup N dan S dari sebuah magnet permanen, maka garis gaya magnet yang terjadi oleh arus listrik dalam penghantar dan garis gaya magnet dari magnet permanen saling berpotongan menyebabkan *magnetic flux* bertambah dibagian bawah penghantar dan berkurang dibagian atas penghantar.

*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. Hal ini berakibat penghantar memperoleh gaya yang cenderung mendorongnya ke atas (kaidah tangan kiri *fleming's*).



Gambar 03. *Fleming's Left-Hand Rule*  
( PT. Toyota Astra Motor *Training Manual Step 2*, 1995, 15-2)

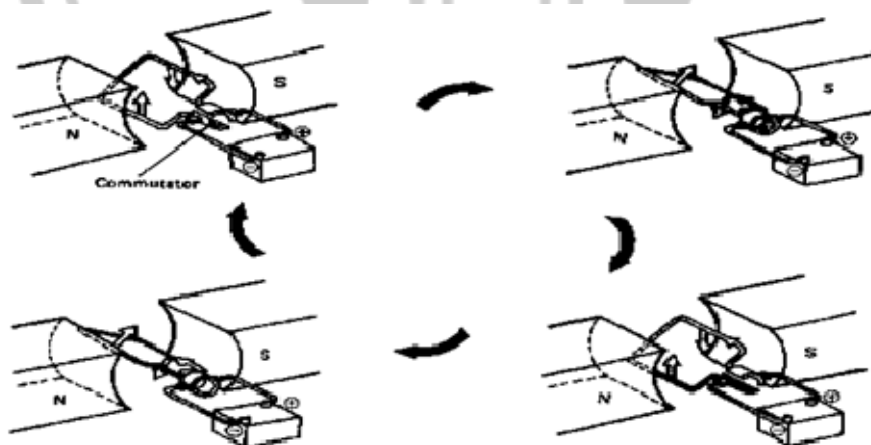
Lilitan kawat yang diletakkan diantara kutup magnet permanen akan mulai berputar bila diberi arus. Hal ini disebabkan arus mengalir dengan arah yang berlawanan pada masing-masing lilitan, jadi gaya yang saling memotong dari lilitan dengan magnet itu sendiri, akibatnya lilitan kawat akan berputar searah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



Gambar 04. Konduktor

( PT. Toyota Astra Motor *Training Manual Step 2*, 1995, 15-3)

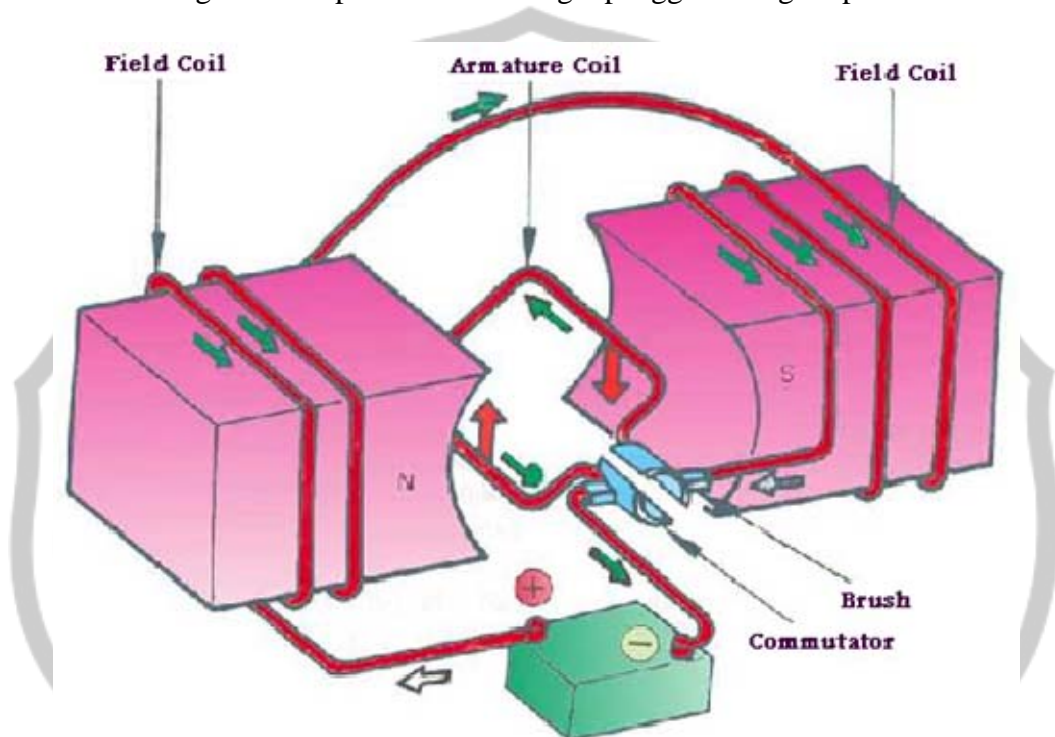
Waktu yang tepat diperoleh dengan membalikan arah aliran arus dengan menggunakan komutator, maka lilitan akan terdorong berputar terus pada arah yang sama. Gambar 05. Menunjukkan model yang paling sederhana dari kerjanya motor.



Gambar 05. Model Kerja Motor Sederhana

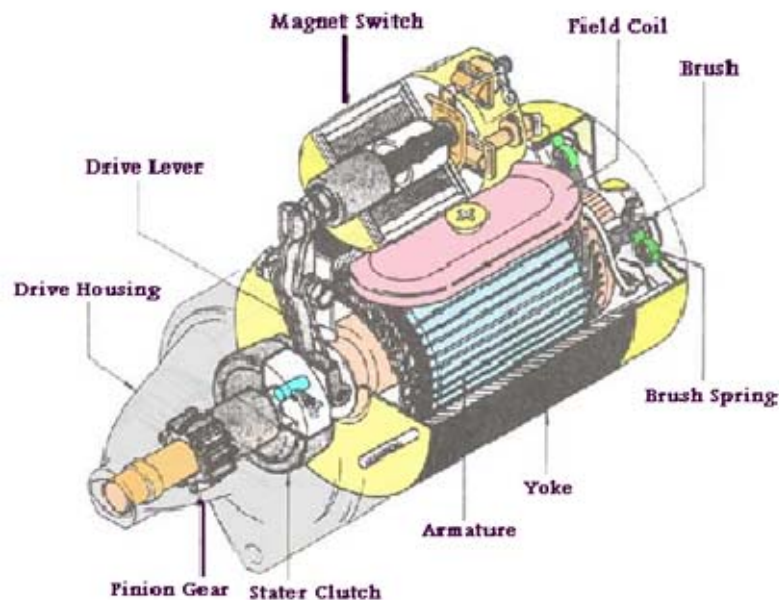
( PT. Toyota Astra Motor *Training Manual Step 2*, 1995, 15-3)

Motor yang sebenarnya, terdapat beberapa set kumparan dipergunakan untuk membatasi ketidakaturan putaran dan menjaga kecepatan agar tetap konstan, tetapi prinsipnya sama. 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.



Gambar 06. Motor Seri DC Yang Dikombinasikan Pada Motor Starter

## B. Konstruksi Motor Starter Tipe Konvensional Pada Mitsubishi Lancer 4G-13 SOHC 12 valve.



Gambar 07. Motor Starter Tipe Konvensional Sebelum Dibongkar  
(PT. Toyota Astra Motor *Training Manual Step2* ,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*.

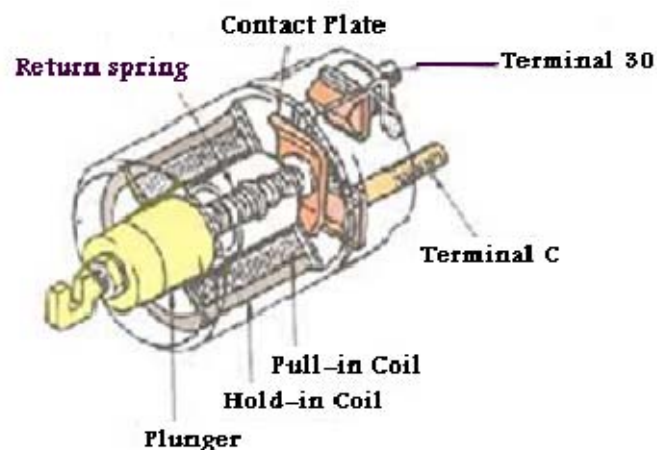
## C. Komponen Motor Starter Tipe Konvensional Pada Mitsubishi Lancer 4G-13 SOHC 12 Valve

### 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:

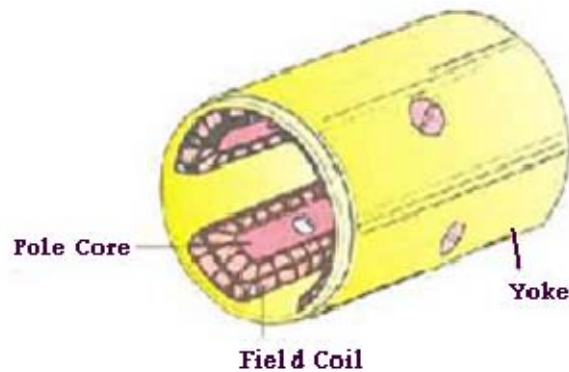
- Hold-in coil* (kumparan shunt), sebagai penahan *plunger*
- Pull-in coil* (kumparan seri), sebagai pendorong *plunger*
- Plunger*, sebagai penarik tuas penggerak
- Terminal C, sebagai penghubung arus ke kumparan medan
- Terminal 30, sebagai penghubung arus dari accu
- Contact plate*, sebagai penghubung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

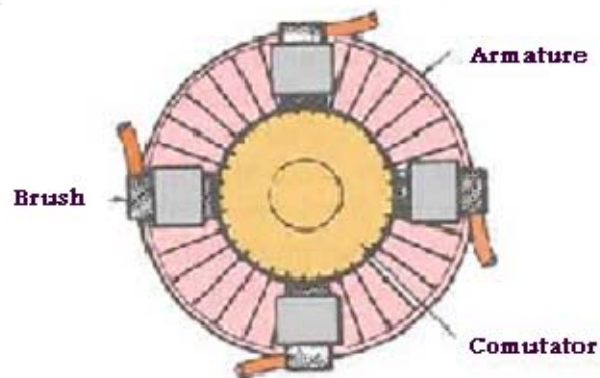
Keterangan:

- 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/ Sikat*

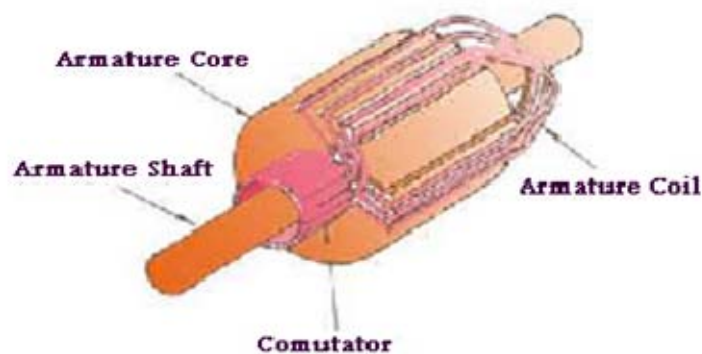


Gambar 10. Sikat Dan Pemegangnya

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.

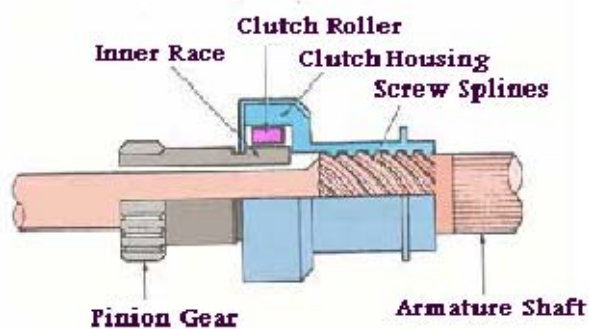
### 5. *Drive Lever*

*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. *Stater 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:

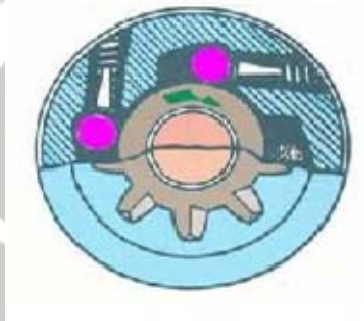
- a. *Starter clutch* selama memutar



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)

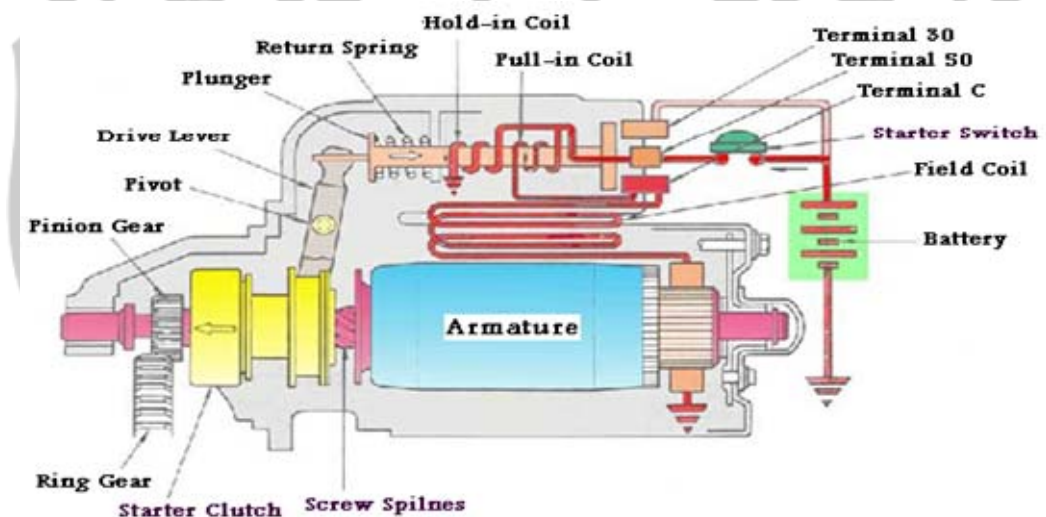
Bila mesin telah hidup momennya akan memaksa *inner race* untuk berputar jauh lebih cepat dari *clutch housing*. *Clutch roller* kemudian akan menggelinding mendorong pegas ke ruang yang lebih luas di dalam *housing*. Akibatnya *clutch housing* dan *inner race* akan saling melepas untuk mencegah *starter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

#### **D. Cara Kerja Motor Starter Tipe Konvensional Pada Mitsubishi Lancer 4G-13 SOHC 12 Valve**

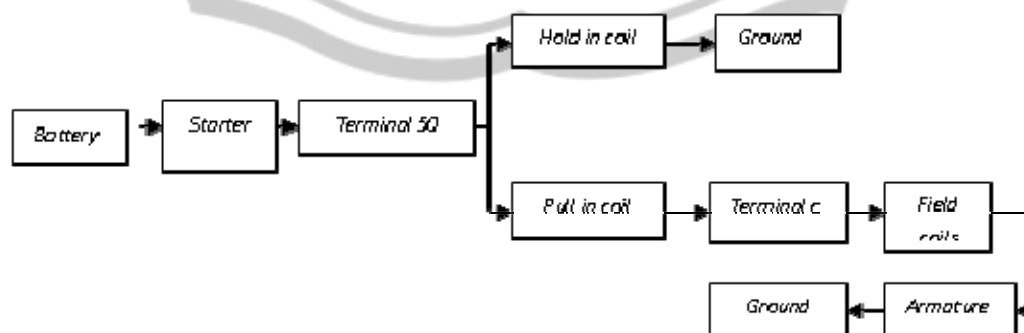
##### **1. Kunci Kontak Pada Posisi “START”**

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)

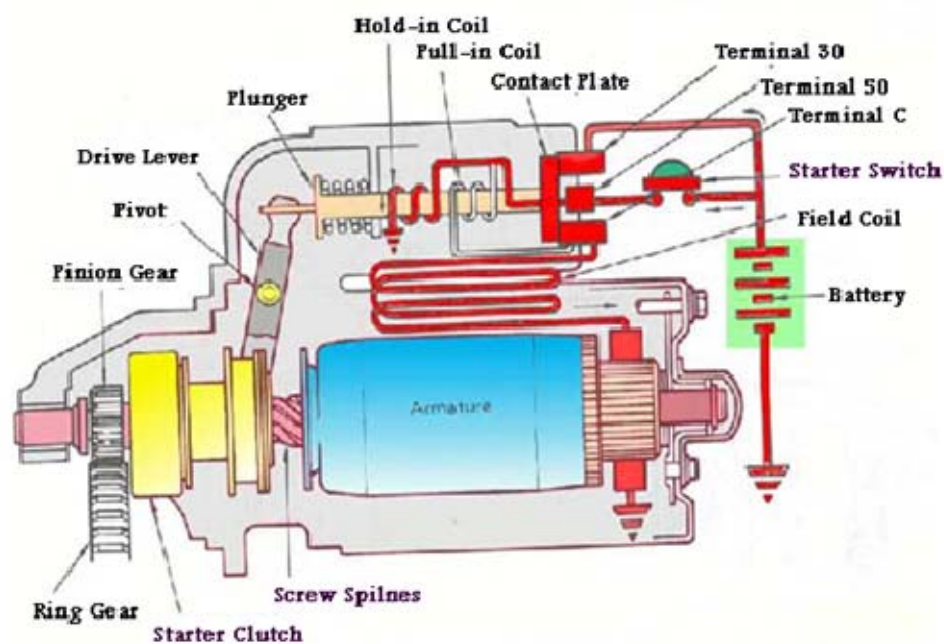


Skema Perjalanan Arus Saat Kunci Kontak Pada Posisi Start

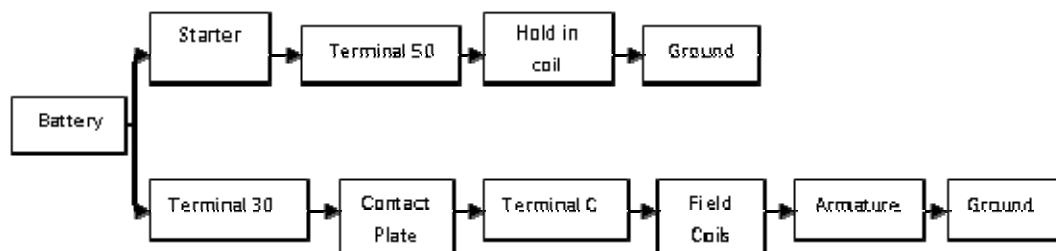


## 2. *Pinion Gear* dengan *Ring Gear* Berkaitan

*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)



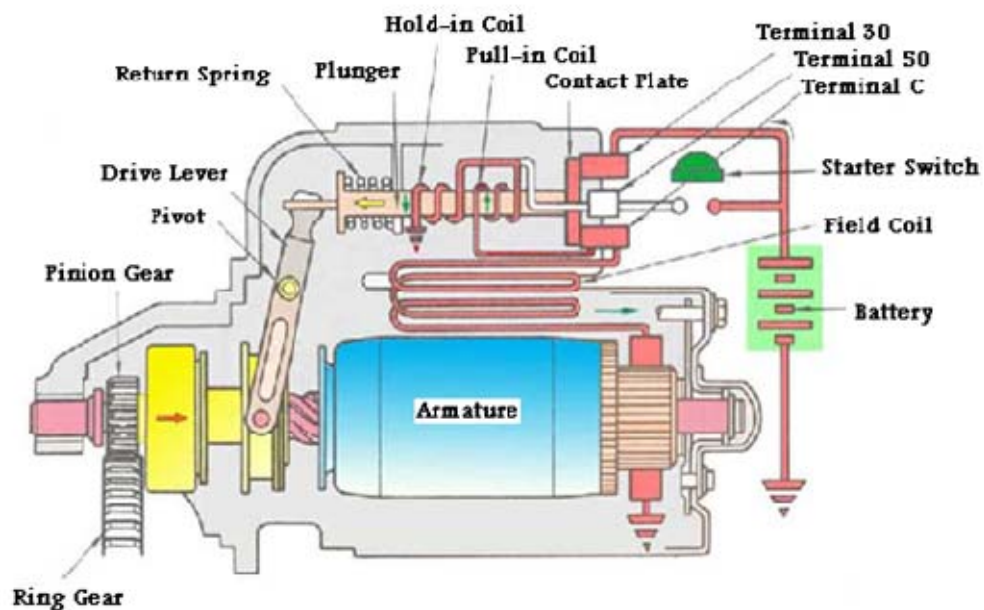
Skema perjalanan arus saat *pinion gear* berkaitan dengan *ring gear*

### 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)

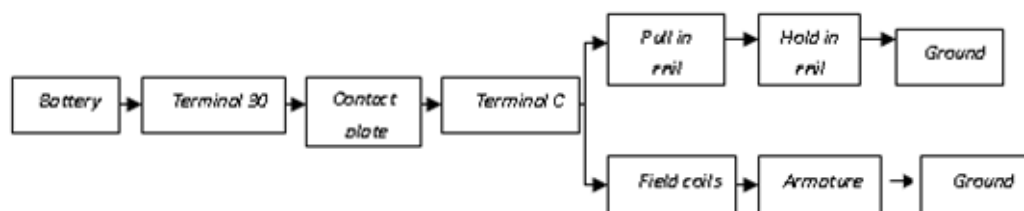


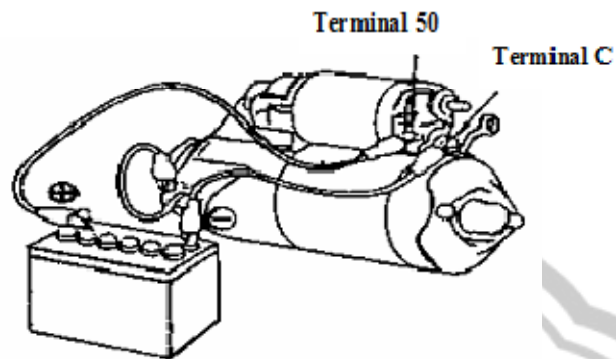
Diagram Perjalanan Arus Saat Kunci Kontak Pada Posisi “ON”

### E. Tes Kemampuan Pada Bagian-bagian Motor Starter

Sebelum melakukan pembongkaran motor starter, pertama kali harus menentukan terlebih dahulu sumber masalah secara kasar dengan melakukan tes kemampuan. Hal ini disarankan untuk membantu mempercepat proses *over haul*. Tes ini juga dilakukan setelah perakitan kembali untuk meyakinkan bahwa motor starter bekerja dengan baik. Lakukan tes secepat mungkin (dalam 3-5 detik), jika tidak kumparan pada motor starter dapat terbakar.

Macam-macam tes kemampuan adalah sebagai berikut:

1. Tes *pull-in coil*

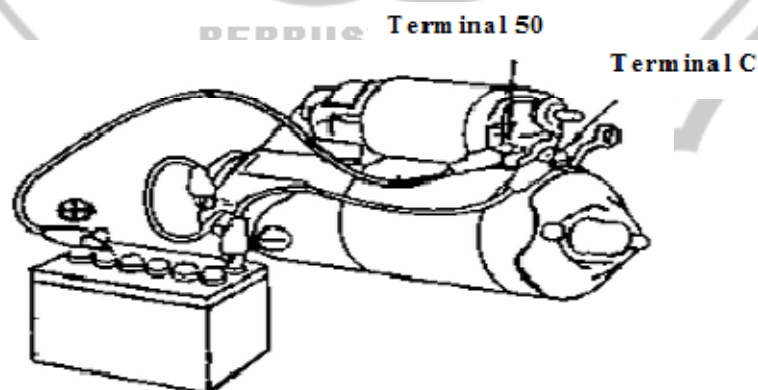


Gambar 19. Tes *Pull-In Coil*  
( PT. Toyota Astra Motor *Training Manual Step 2*, 1995, 15-30)

- Melepas kabel *field coil* dari terminal C
- 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.

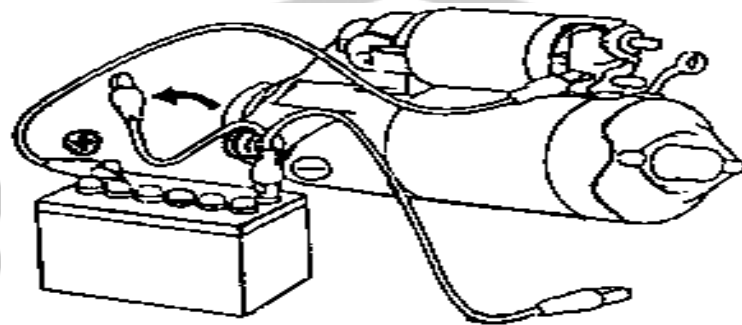
2. Tes *Hold-In Coil*



Gambar 20. 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.

### 3. Tes Kembalinya *Pinion*

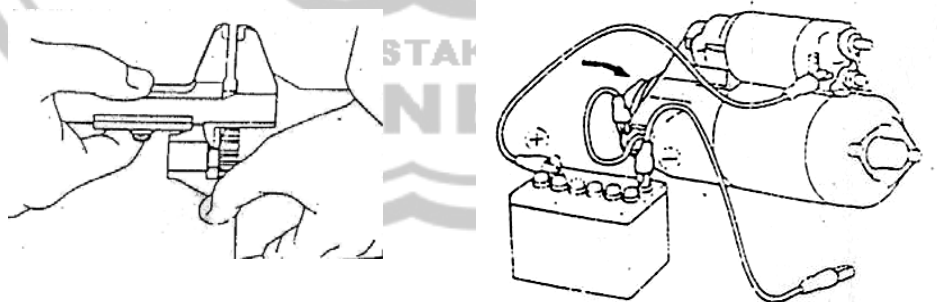


Gambar 21. Tes Kembalinya *Pinion*

( 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.

### 4. Pemeriksaan celah *pinion*



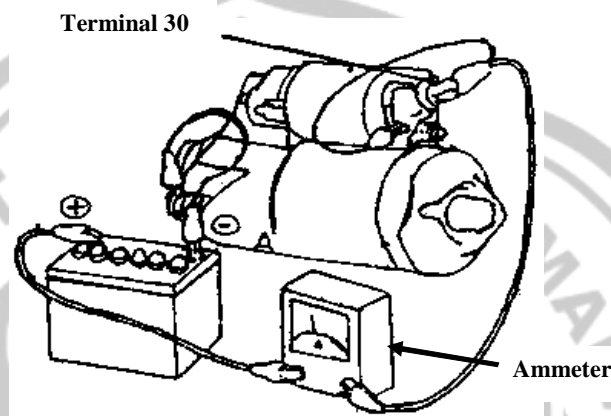
Gambar 22. Pemeriksaan Celah *Pinion*

( PT. Toyota Astra Motor *Training Manual Step 2*, 1995, 15-30)

- a. Melepas hubungan baterai dari *magnetic switch* seperti terlihat pada gambar.
- b. Gerakan *pinion gear* ke arah *armature* untuk menghilangkan renggang (celah), kemudian mengukur celah antara ujung *pinion gear* dengan *stop collar*.

Celah standar: 0,5-0,2 mm

5. Tes tanpa beban



Gambar 23. Tes Tanpa Beban

( PT. Toyota Astra Motor *Training Manual Step 2*, 1995, 15-31)

- a. Mengikat motor starter dengan kuat pada ragum atau lain-lainnya.
- 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. Memeriksa bahwa Ampermeter menunjukkan arus yang ditentukan.

Arus spesifikasi: kurang dari 50 A pada 11 V.

- f. Memeriksa bahwa *pinion gear* tertarik masuk dan motor starter segera berhenti bila kabel diputuskan dari terminal 50. Jika motor starter berhenti seketika, *armature* kemungkinan rusak.

## F. Langkah-Langkah Pembongkaran, Pemeriksaan, Dan Perakitan Motor Starter Tipe Konvensional

### 1. Langkah pembongkaran



Gambar 24. Langkah Pembongkaran Motor Starter Tipe Konvensional

Lakukan pembongkaran sesuai urutan pembongkaran pada gambar diatas.

- |                                  |                          |
|----------------------------------|--------------------------|
| 1. <i>Magnetic switch</i>        | 6. <i>Field coil</i>     |
| 2. Pegas pengembali              | 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> |

### 2. Langkah pemeriksaan.

#### a. *Armature Coil*

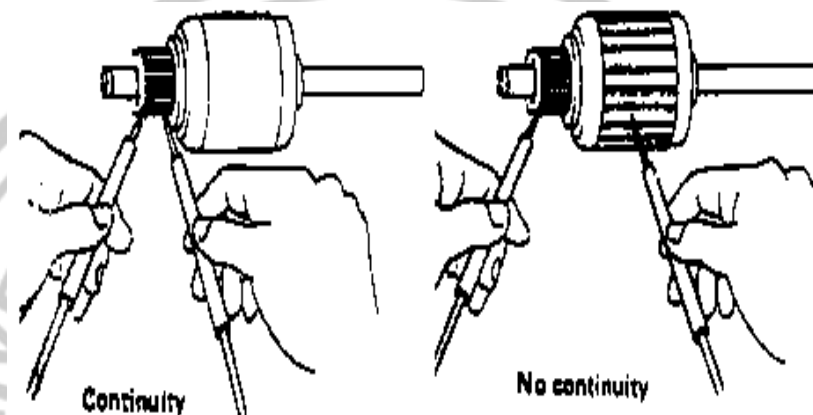
- 1). Pemeriksaan komutator dari kemungkinan sirkuit yang terbuka

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 25. Pemeriksaan Komutator

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

#### b. Commutator

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

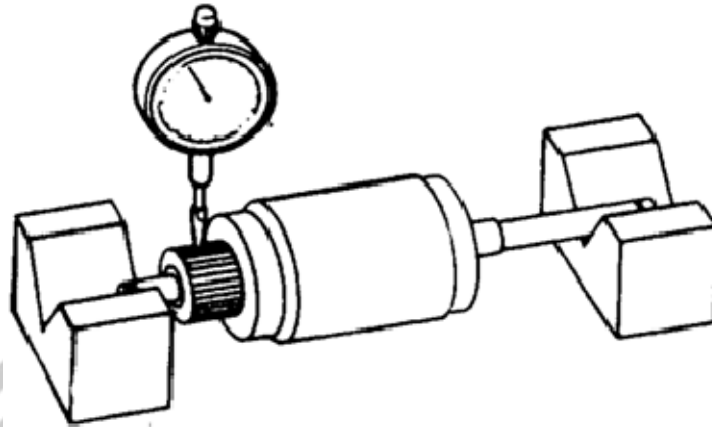
Jika keadaan permukaan kotor atau terbakar, dibersihkan dengan amplas (No. 400) atau dengan membubut.

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.

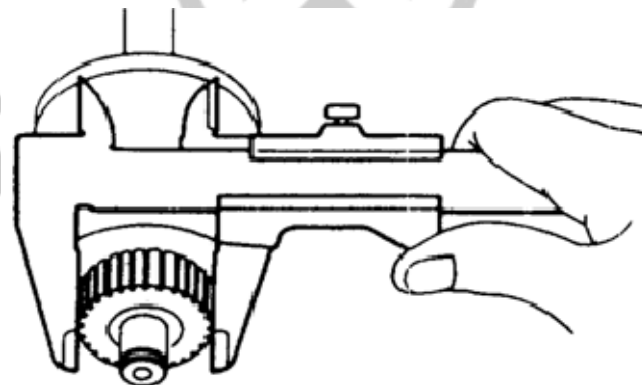


Gambar 26. Pemeriksaan *Run Out* Komutator  
( PT. Toyota Astra Motor *New Step* 1, 1995,2-23)

### 3). Pengukuran diameter komutator

- Diameter standar : 28 mm
- Diameter limit : 27 mm

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



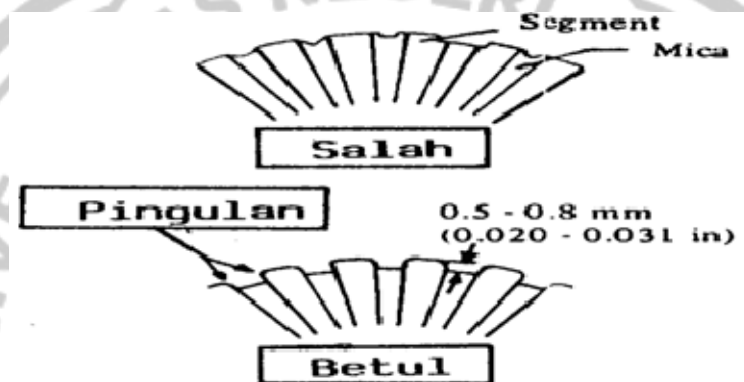
Gambar 27. Mengukur Diameter Komutator  
( PT. Toyota Astra Motor *New Step* 1, 1995,2-23)

#### 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 28. Pemeriksaan Segmen

#### c. *Field Coil*

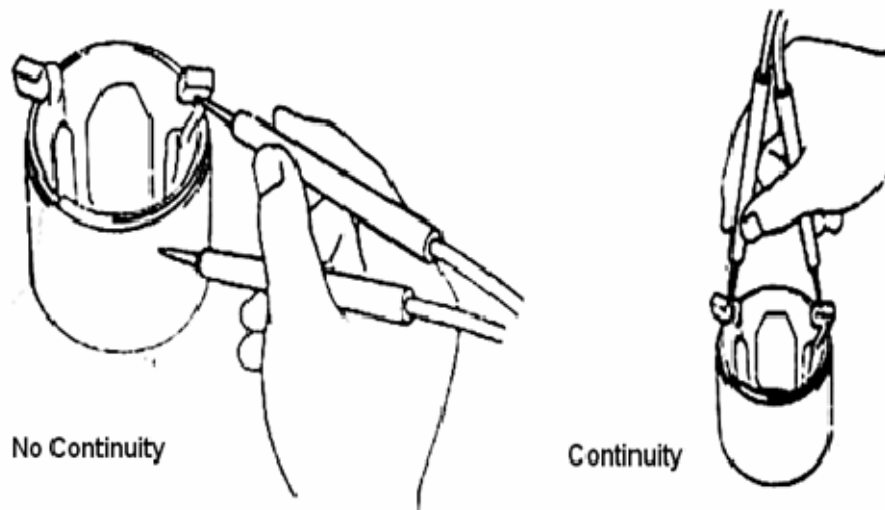
##### 1). Pemeriksaan *Field Coil* dari kemungkinan sirkuit yang terbuka

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.



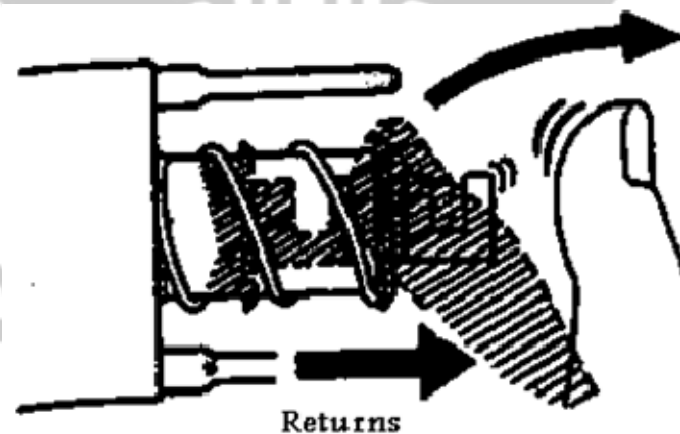


Gambar 29. Pemeriksaan *Field Coil*  
( PT. Toyota Astra Motor *New Step 1*, 1995,2-23)

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.

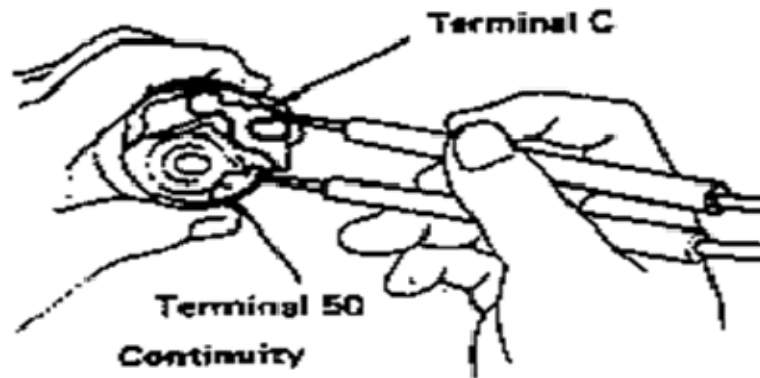


Gambar 30. Pemeriksaan *Plunger*

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

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

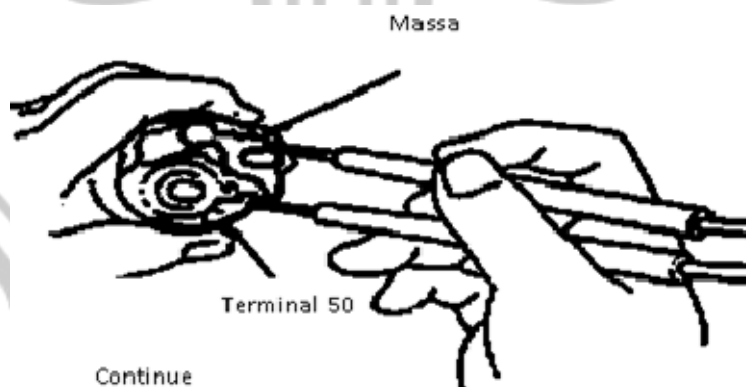
Memeriksa hubungan antara terminal 50 dengan terminal C menggunakan ohmmeter. Jika tidak ada hubungan, *magnetic switch* harus diganti.



Gambar 31. 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 32. Tes Sirkuit Terbuka *Hold-In Coil*  
( PT. Toyota Astra Motor *New Step 1*, 1995,2-23)

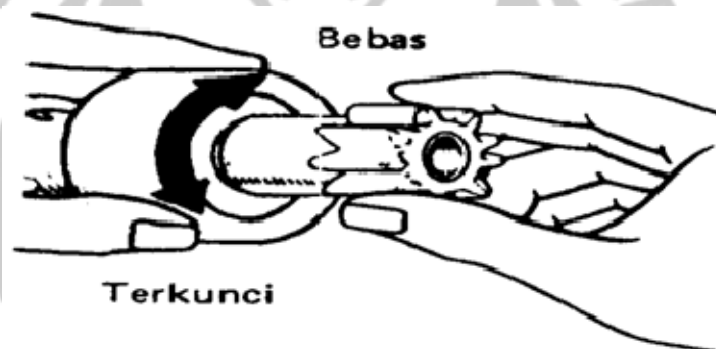
e. *Starter Clutch*

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.



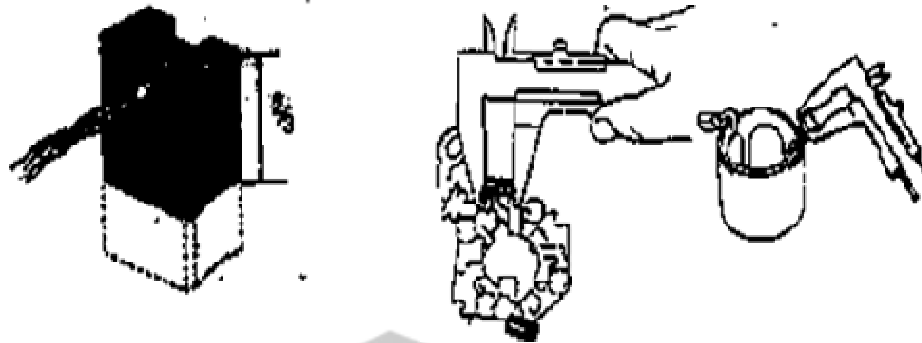
Gambar 33. Pemeriksaan Kopling  
( PT. Toyota Astra Motor *New Step* 1, 1995,2-23)

f. *Brushes*

Pengukuran panjang sikat (*brushes*):

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

g. *Brush spring*

Pengukuran beban *brush spring* dengan menggunakan *pull scale*:

*Pull scale* dibaca saat *brush spring* terpisah dari *brush*.

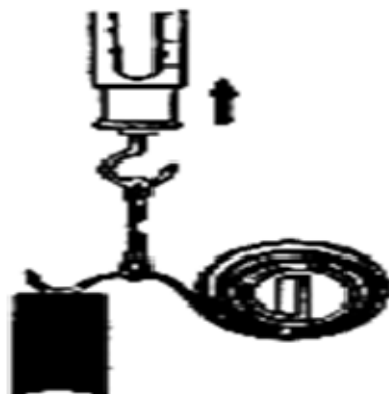
→ Standar beban terpasang :

1,4-1,6 kg (3,1-3,53 lb; 14-16 N)

→ Minimum beban terpasang :

1,0 kg (2,2 lb; 10 N)

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

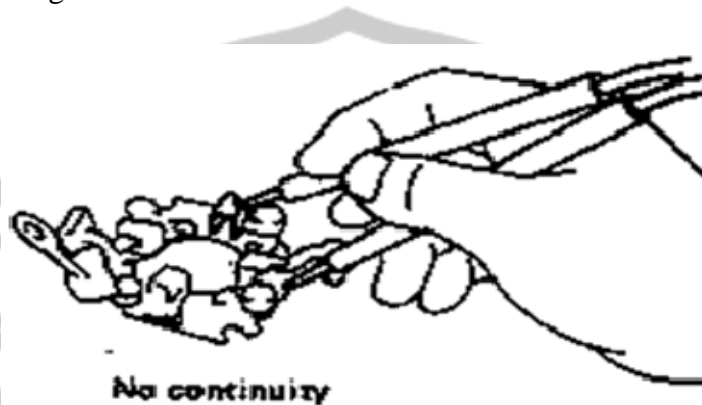


Gambar 35. Pengukuran *Brush Spring*  
( PT. Toyota Astra Motor *New Step* 1, 1995,2-23)

#### h. *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.



Gambar 36. Pemeriksaan *Brush Holder*  
( PT. Toyota Astra Motor *New Step* 1, 1995,2-23)

### 3. Langkah perakitan



Gambar 37. Langkah Perakitan Motor Starter Tipe Konvensional  
( PT. Toyota Astra Motor *New Step* 1, 1995,2-23)

Langkah perakitan kebalikan dengan langkah pembongkaran. Lakukan perakitan sesuai urutan pada gambar 37 :

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

#### G. Spesifikasi Motor Starter Tipe Konvensional Pada Mitsubishi Lancer 4G-13 SOHC 12 Valve

Tabel 02. Spesifikasi Motor Starter

Keterangan		Spesifikasi
Type		<i>Direct Drive</i>
No. identifikasi		M3T 32593
Kapasitas <i>output</i>	(kW)	1,6
<i>Voltage</i>	(V)	12
Jumlah gigi <i>pinion</i>		8
Battery		12 Volt 60 A
Maximum <i>Cranking</i> Ampere		162 – 198 A
Tipe Starter		<i>Overhang electromagnetic</i>
<i>Rotating Speed</i>		3000 rpm
<i>Magnetic Switch Operating Voltage</i>		8 Volt
<i>Current</i>		80 A

Tabel 03. Spesifikasi Servis

Keterangan		Spesifikasi
<b><i>Commutator</i></b>		
<i>Runout</i> standar	mm	0.05
Limit	mm	0,4
Diameter standar	mm	28
Limit	mm	27
<i>Undercut</i> standar	mm	0,6
Limit	mm	0,2
<b><i>Brush</i></b>		
Panjang standar	mm	15
Limit	mm	10
<b><i>Brush spring</i></b>		
Beban standar	kg	15 N
Limit	kg	10 N
<b><i>Celah pinion</i></b>	mm	0,5 – 0,2

### **BAB III**

#### ***TROUBLESHOOTING MOTOR STARTER TIPE KONVENSIONAL***

##### ***MITSUBISHI LANCER 4G-13 SOHC 12 VALVE***

#### **A. Gangguan Yang Terjadi Pada Motor Starter Tipe Konvensional Pada Mitsubishi Lancer 4G-13 SOHC 12 Valve**

Gangguan yang terjadi pada saat kendaraan di starter, 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 motor 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 diatas merupakan masalah yang sering terjadi. Motor yang berat saat di starter mengakibatkan listrik di aki (baterai) cepat habis. Hal ini disebabkan rumah (*brush*) 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. Persiapkan kabel-kabel untuk menghubungkan aliran listrik dari aki. Setelah siap hubungkan kabel negatif pada body motor starter. Hubungan kabel positif pada kutup 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 lakukan “jumper” dengan kabel pendek yang menghubungkan antara kutup positif dan kutup negatif pada *solenoid* dengan kutup 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.

## **B. Diagnosis kerusakan pada motor starter dan cara pengetesan**

1. 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:

a. 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.

b. 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.

c. 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.

2. 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:

a. 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.

b. 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.

c. 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.

d. 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.

3. 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:

a. 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.

- b. 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.

- c. 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.
4. 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:

- a. Periksa kunci kontak

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

- b. Periksa *relay* starter jika ada

Periksa dan pastikan bahwa *relay* bekerja normal.

- c. 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.

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.

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

6. 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*.

1. **Kontak dinyalakan (START), motor starter tidak bekerja (*pinion gear* tidak bergerak keluar dan motor tidak berputar).**

Penyebab	Perbaikan
Tegangan terminal baterai terlalu rendah (saat distart tegangan dibawah 9,6 V)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Periksa kerak atau kotoran pada terminal baterai.</li> <li>- Lakukan pengukuran tegangan terminal baterai menggunakan avometer.</li> <li>- Lakukan pengisian ulang (<i>recharge</i>) jika tegangan kurang dari 9,6 V atau ganti baterai.</li> </ul>
Tegangan terminal 50 motor starter terlalu rendah (saat distart tegangan dibawah 8 V)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Periksa bagian <i>wiring</i> antara baterai dengan terminal 50.</li> <li>- Lakukan pengukuran tegangan terminal</li> </ul>

	<p>50 motor starter dengan massa menggunakan avometer.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki atau ganti jika ada bagian-bagian yang rusak.</li> </ul>
Kabel-kabel pada motor starter putus	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Periksa <i>Pull-in coil</i></li> <li>- Periksa <i>field coil</i></li> <li>- Periksa kabel terminal C</li> </ul>

**2. Kontak dinyalakan (START), *pinion gear* bergerak keluar dengan suara “klik” tetapi motor starter tidak berputar.**

Penyebab	Perbaikan
Momen motor starter terlalu kecil	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Periksa apakah diperlukan momen yang lebih besar dari biasanya.</li> <li>- Gunakan kunci sock untuk memutar mesin dengan cara memutar poros engkol.</li> </ul>
Tegangan terminal baterai terlalu rendah (saat distart tegangan baterai kurang dari 9,6 V)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Periksa kotoran dan karat terminal baterai.</li> <li>- Lakukan pengukuran tegangan terminal baterai menggunakan avometer.</li> <li>- Lakukan pengisian ulang (<i>recharge</i>) atau ganti baterai.</li> </ul>
Tegangan terminal 30 motor starter dengan massa kurang dari 8 V.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lakukan pengukuran terminal 30 dengan massa (saat kunci kontak posisi start, tegangan harus 8 V atau lebih besar).</li> <li>- Jika hasilnya kurang dari 8 V, periksa kabel antara terminal baterai dengan terminal 30 dan perbaiki atau ganti jika perlu.</li> </ul>
<i>Switch</i> kontak keadaannya kurang baik.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Periksa <i>switch</i> kontak.</li> <li>- Perbaiki atau ganti jika perlu.</li> </ul>
Tahanan listrik antara komutator	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Periksa keadaan komutator dan <i>brush</i>.</li> </ul>

dengan <i>brush</i> terlalu tinggi	- Perbaiki atau ganti jika perlu.
<i>Starter clutch</i> slip.	- Periksa keadaan <i>starter clutch</i> . - Perbaiki atau ganti jika perlu.

**3. Kontak dinyalakan (START), *pinion gear* bergerak keluar masuk berulang-ulang.**

Penyebab	Perbaikan
Tegangan terminal baterai terlalu rendah (saat distart tegangan dibawah 9,6 V)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Periksa kerak atau kotoran pada terminal baterai.</li> <li>- Lakukan pengukuran tegangan terminal baterai menggunakan avometer.</li> <li>- Lakukan pengisian ulang (<i>recharge</i>) jika tegangan kurang dari 9,6 V atau ganti baterai.</li> </ul>
Tegangan terminal 50 terlalu rendah (saat distart tegangan dibawah 8 V)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Periksa bagian <i>wiring</i> antara baterai dengan terminal 50.</li> <li>- Lakukan pengukuran tegangan terminal 50 motor starter dengan massa menggunakan avometer.</li> <li>- Perbaiki atau ganti jika ada bagian-bagian yang rusak.</li> </ul>
<i>Hold-in coil</i> dan massa <i>hold-in coil</i> yang rusak atau kurang baik.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Periksa <i>hold-in coil</i> dan massanya.</li> <li>- Ganti jika mengalami kerusakan.</li> </ul>

**4. Motor starter terus bekerja meskipun kunci kontak telah dikembalikan ke posisi ON dari posisi START.**

Penyebab	Perbaikan
Kunci kontak rusak	- Periksa kunci kontak (hubungan ke motor starter harus terputus saat kunci kontak

	dikembalikan ke posisi ON). - Perbaiki atau ganti jika perlu.
<i>Relay</i> starter tidak bekerja secara normal.	- Periksa keadaan <i>relay</i> starter. - Perbaiki atau ganti jika diperlukan.
- <i>Return spring</i> sudah lemah. - <i>Plunger</i> macet	- Periksa keadaan <i>return spring</i> . - Periksa keadaan <i>plunger</i> .

5. Kontak dinyalakan (START), *pinion gear* bergerak keluar dan starter berputar tetapi menimbulkan suara berisik yang tidak wajar dan mesin tidak berputar.

Penyebab	Perbaikan
<i>Pinion gear</i> atau <i>ring gear</i> rusak.	Ganti <i>gear</i>

6. Kontak dikembalikan ke posisi start lagi setelah mesin gagal hidup, *pinion gear* akan membuat suara berisik yang tidak wajar.

Penyebab	Perbaikan
<i>Mekanisme brake</i> mengalami gangguan.	- Lakukan tes motor starter tanpa beban. - Periksa apakah <i>pinion gear</i> segera berhenti berputar jika daya diputuskan atau tidak. - Perbaiki <i>mekanisme brake</i> jika tidak tidak berhenti dengan segera.



## BAB IV

### PENUTUP

#### A. Simpulan

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

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. Prinsip 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 *pinion gear* tidak bergerak keluar dan motor starter tidak berputar, *pinion* bergerak keluar dengan suara “klik”, motor starter tetap diam atau tidak mau berputar, *pinion* bergerak keluar masuk berulang-ulang, *pinion gear* bergerak keluar, starter berputar, dan menimbulkan suara yang berisik yang tidak wajar tetapi mesin tidak mau berputar, *pinion gear* membuat suara berisik yang tidak wajar.

## 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 ini akan mempercepat kerusakan motor starter yaitu terutama pada kumparan *armature*, karena kumparan ini akan cepat panas, di samping 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

Anonim. 1995. *New Step 1*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.

Anonim. 1995. *Step 2 "Fundamental Electric"*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.

Anonim. 1993. *Step-II"Electrical"Buku Panduan Siswa* . Jakarta: PT. Krama  
Yudha Tiga Berlian Motor.

Anonim, 1981. *Pedoman Reparasi Mesin Seri K*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor



Lampiran:

**FOTO *ENGINE STAND***



*Engine Stand Mitsubishi Lancer 4 G 13 Tampak Dari Depan*



*Engine Stand Mitsubishi Lancer 4-G 13 Tampak Dari Belakang*



*Engine Stand Mitsubishi Lancer 4-G13 Tampak Dari Samping kanan*



*Engine Stand Mitsubishi Lancer 4-G13 Tampak Dari Samping kiri*



Starter konvensional pada Mitsubishi Lancer 4-G 13



Tipe starter konvensional





Pembongkaran



Pembongkaran



Pembongkoran pinion



Urutan pasang starter *clutch* pada armature





Periksa komutator



Test hubungan



Test sirkuit terbuka



Periksa *field coil*



Periksa *plunger*



Test terbuka HOLD-IN COIL



Ukur panjang *BRUSH*



*Ohmmeter*



Rangkaian perakitan

