

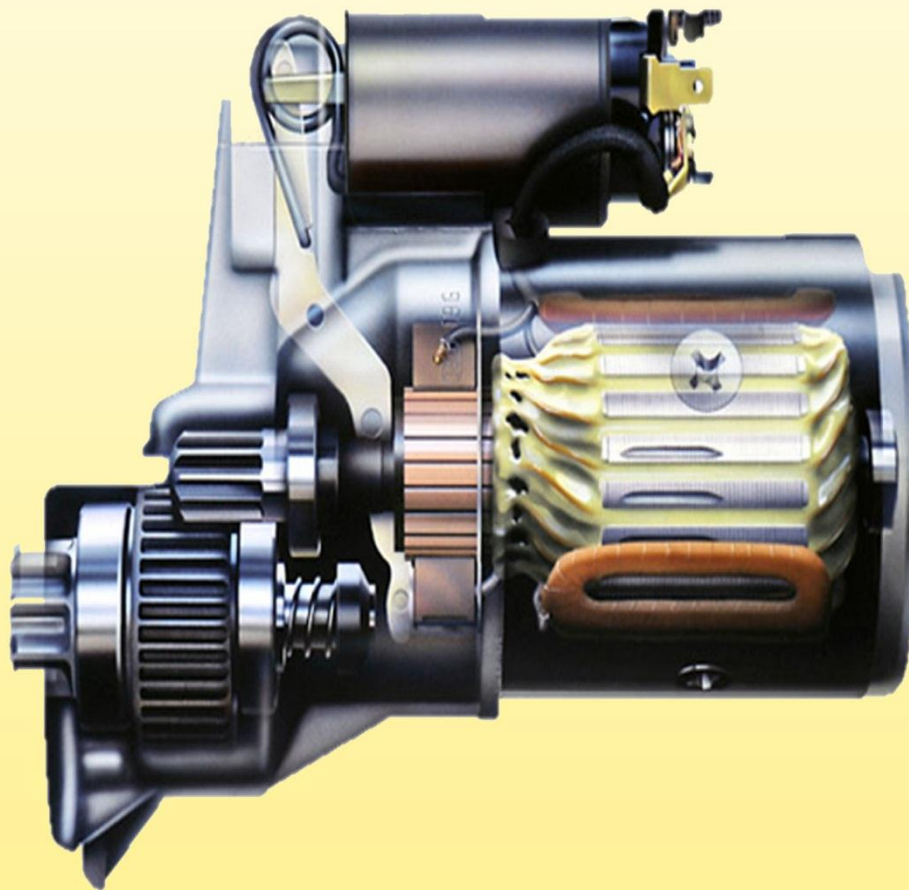


KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
REPUBLIK INDONESIA  
2013



# KELISTRIKAN ALAT BERAT MOTOR STATER

SEMESTER 3



Kelas

XI

PENULIS:

## Kata Pengantar

Kurikulum 2013 adalah kurikulum berbasis kompetensi. Di dalamnya dirumuskan secara terpadu kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan yang harus dikuasai peserta didik serta rumusan proses pembelajaran dan penilaian yang diperlukan oleh peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diinginkan.

Faktor pendukung terhadap keberhasilan Implementasi Kurikulum 2013 adalah ketersediaan Buku Siswa dan Buku Guru, sebagai bahan ajar dan sumber belajar yang ditulis dengan mengacu pada Kurikulum 2013. Buku Siswa ini dirancang dengan menggunakan proses pembelajaran yang sesuai untuk mencapai kompetensi yang telah dirumuskan dan diukur dengan proses penilaian yang sesuai.

Sejalan dengan itu, kompetensi keterampilan yang diharapkan dari seorang lulusan SMK adalah kemampuan pikir dan tindak yang efektif dan kreatif dalam ranah abstrak dan konkret. Kompetensi itu dirancang untuk dicapai melalui proses pembelajaran berbasis penemuan (*discovery learning*) melalui kegiatan-kegiatan berbentuk tugas (*project based learning*), dan penyelesaian masalah (*problem solving based learning*) yang mencakup proses mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, dan mengomunikasikan. Khusus untuk SMK ditambah dengan kemampuan mencipta .

Sebagaimana lazimnya buku teks pembelajaran yang mengacu pada kurikulum berbasis kompetensi, buku ini memuat rencana pembelajaran berbasis aktivitas. Buku ini memuat urutan pembelajaran yang dinyatakan dalam kegiatan-kegiatan yang harus **dilakukan** peserta didik. Buku ini mengarahkan hal-hal yang harus **dilakukan** peserta didik bersama guru dan teman sekelasnya untuk mencapai kompetensi tertentu; bukan buku yang materinya hanya dibaca, diisi, atau dihafal.

Buku ini merupakan penjabaran hal-hal yang harus dilakukan peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan kurikulum 2013, peserta didik diajak berani untuk mencari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Buku ini merupakan edisi ke-1. Oleh sebab itu buku ini perlu terus menerus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan.

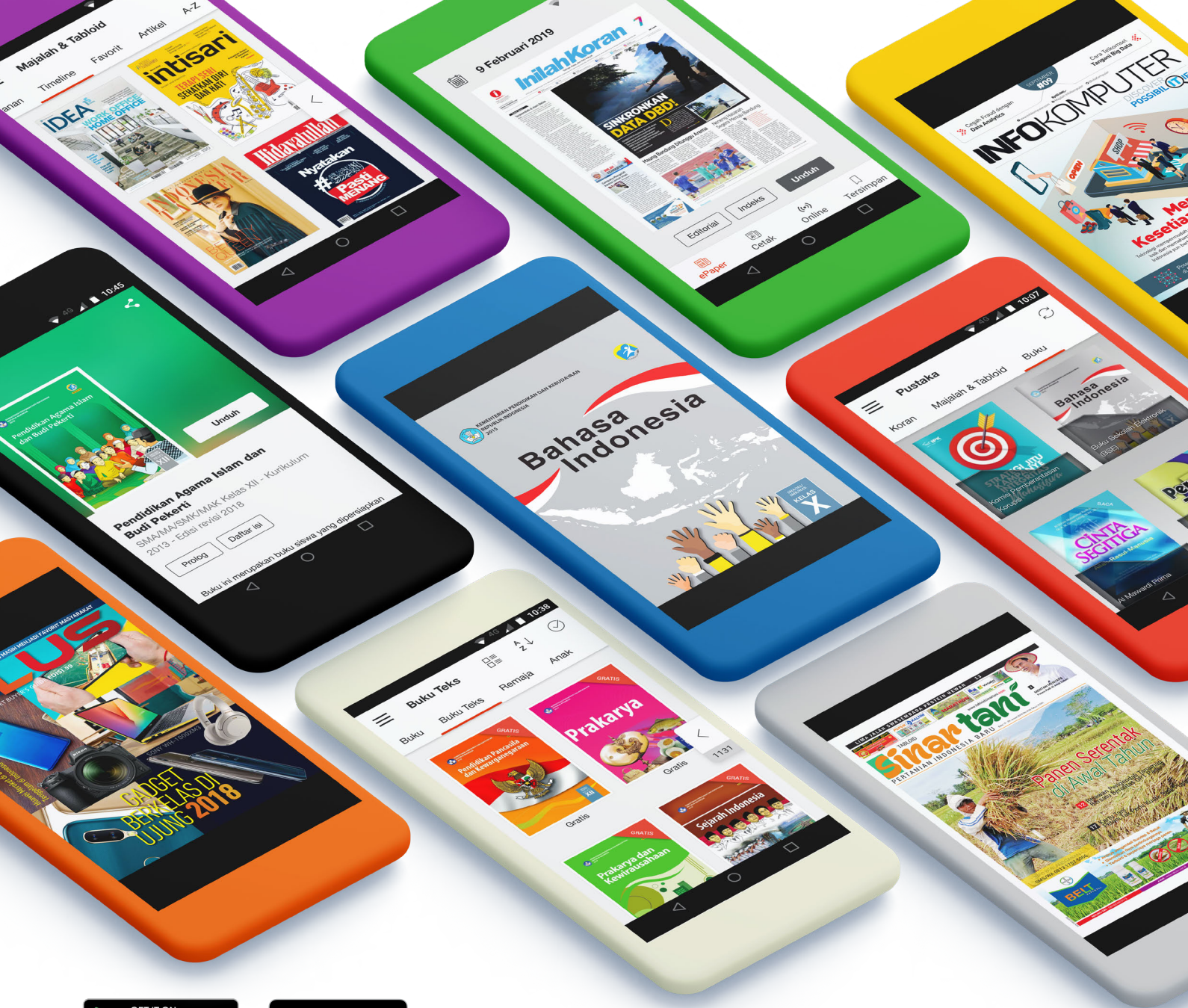
Kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya sangat kami harapkan; sekaligus, akan terus memperkaya kualitas penyajian buku ajar ini. Atas kontribusi itu, kami ucapkan terima kasih. Tak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada kontributor naskah, editor isi, dan editor bahasa atas kerjasamanya. Mudah-mudahan, kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan menengah kejuruan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

Jakarta, Januari 2014

Direktur Pembinaan SMK

Drs. M. Mustaghfirin Amin, MBA





iOS segera hadir

# Unduh buku lainnya melalui aplikasi. Gratis.

Buku BSE dilengkapi dengan daftar isi untuk memudahkan navigasi. Tersedia juga majalah, tabloid, buku dan koran yang lebih hemat hingga 80% dibanding edisi cetak.

Unduh aplikasi myedisi reader gratis  
[myedisi.com/reader](https://myedisi.com/reader)

myedisi 

Buku BSE terbaru belum tersedia di myedisi? Sampaikan melalui email [bse@myedisi.com](mailto:bse@myedisi.com)

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>III</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>V</b>
<b>BAB I.....</b>	<b>1</b>
A. PERINSIP KERJA MOTOR STATER.....	1
B. KOMPETENSI DASAR DAN PENGALAMAN BELAJAR .....	2
C. PETA KONSEP .....	3
D. MATERI PELAJARAN .....	4
1. PENGERTIAN MOTOR STATER.....	7
2. PRINSIP KERJA MOTOR STARTER.....	10
3. CARA KERJA SISTEM STATER .....	18
4. JENIS MOTOR STARTER.....	43
<b>BAB II.....</b>	<b>76</b>
A. KOMPONEN MOTOR STATER .....	76
B. KOMPETENSI BELAJAR DAN PENGALAMAN BELAJAR .....	77
C. PETA KOMPETENSI.....	78
D. MATERI PEMBELAJARAN .....	79
1. KOMPONEN MOTOR STARTER .....	79
a. Yoke.....	80
b. Field Coil.....	80
c. Armature .....	81
d. Brush Atau sikat dan pemegang sikat.....	81
e. Drive Lever Atau tuas penggerak .....	82
f. Mekanisme Starter Drive .....	83
g. Drive end bracket .....	85
h. Pinion Gear.....	85
i. Magnetic Switch Magnetic.....	87
j. Comm End Bracket.....	88
k. Planetary Gear and shaft.....	89
l. Dust Cover .....	89
m. DE Bush / Needle Bearing .....	90
<b>BAB III.....</b>	<b>100</b>

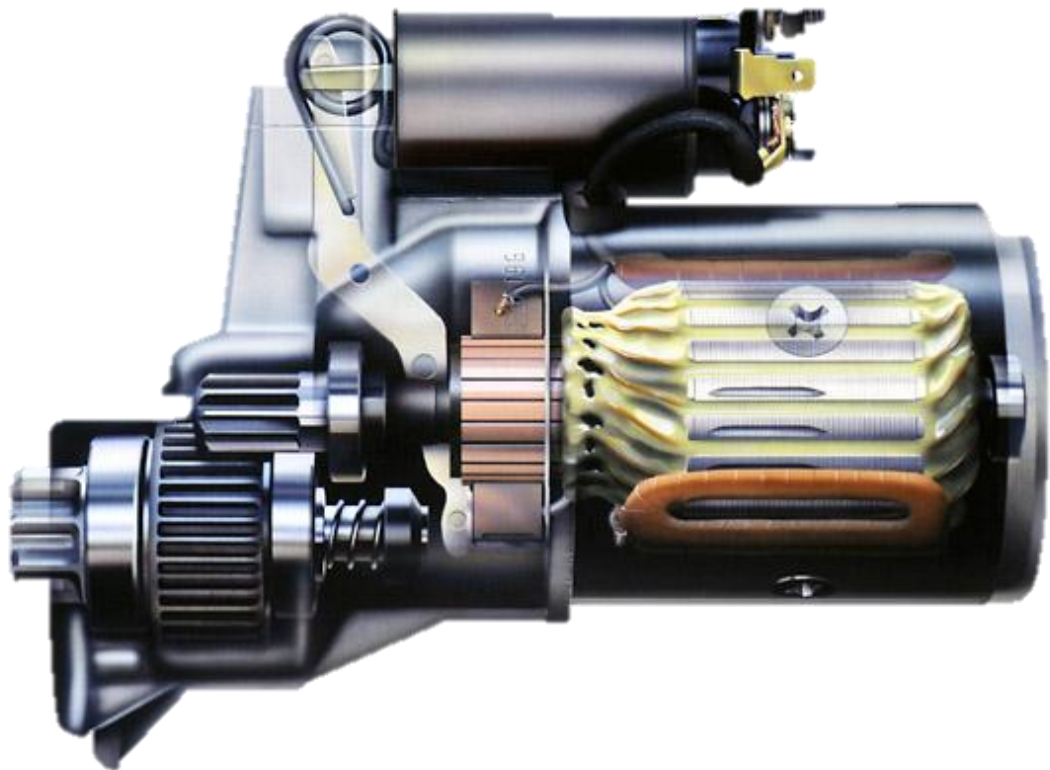
A. GANGGUAN PADA SISTIM STARTER .....	100
B. KOMPETENSI DASAR DAN PENGALAMAN BELAJAR .....	101
C. PETA KONSEP .....	102
D. MATERI PEMBELAJARAN .....	103
E. MEMAHAMI GANGGUAN-GANGGUAN PADA SISTIM STARTER DAN KOMPONENNYA	104
F. MENGAMATI KOMPONEN-KOMPONEN SISTEM STARTER MELALUI PROSES PEMBONGKARAN SESUAI SERVICE LITERATUR .....	133

#### **BAB IV .....** 145

A. PERBAIKAN PADA SISTIM STARTER .....	145
B. KOMPETENSI DASAR DAN PENGALAMAN BELAJAR .....	146
C. PETA KONSEP .....	148
D. MATERI PELAJARAN .....	149
E. MENETAPKAN MASALAH .....	154
F. MENGISOLASIKAN MASALAH.....	154
G. INSPEKSI VISUAL.....	155
H. PENGUJIAN BATTEREI .....	158
I. PENGUJIAN SISTEM STARTER.....	159
J. PENGUJIAN MOTOR STARTER PADA MESIN.....	160
K. PROSES PEMBONGKARAN DAN PEMASANGAN .....	172
L. PROSEDUR PEMBONGKARAN.....	174
M. PROSEDUR PEMASANGAN .....	180
N. PENGUJIAN KOMPONEN / COMPONENT TEST .....	192

## BAB I

### A. PERINSIP KERJA MOTOR STATER

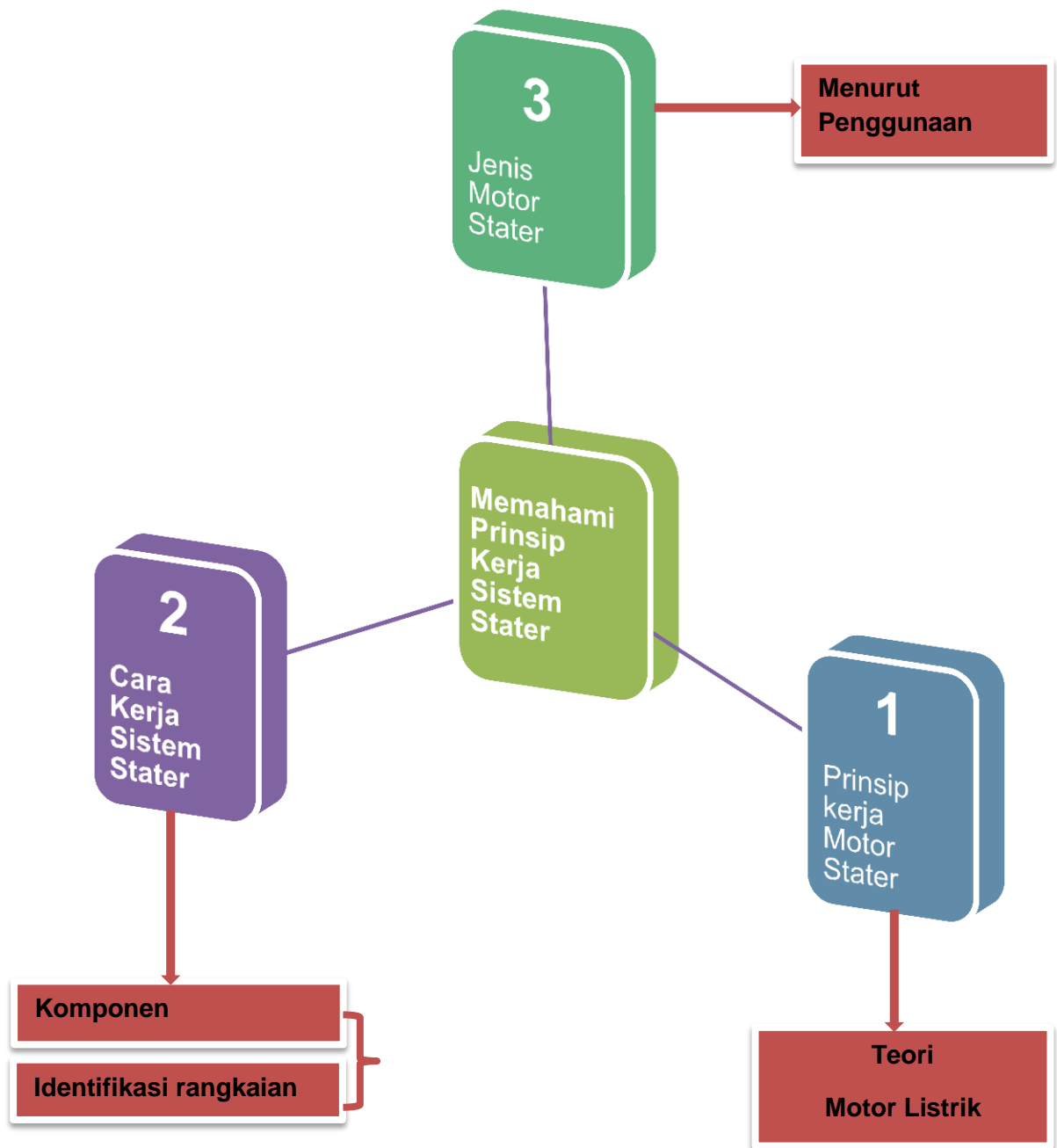




## B. KOMPETENSI DASAR DAN PENGALAMAN BELAJAR

KOMPETENSI DASAR	PENGALAMAN BELAJAR
<p>Setelah mengikuti pembelajaran dengan kompetensi prinsip kerja sistem stater siswa dapat:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Menghayati perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong-royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif</li><li>2. Menjelaskan prinsip kerja motor stater, system stater dan jenis motor starter sesuai penggunaannya.</li><li>3. Mengidentifikasi komponen-komponen sistem stater</li><li>4. Menentukan hubungan antara prinsip motor listrik dengan sistem stater</li></ol>	<p>Dari pembelajaran kompetensi prinsip kerja motor stater ini siswa mendapatkan pengalaman belajar :</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Mengkomunikasikan dengan sistem starter yang meliputi prinsip kerja, cara kerja sistem starter, dan identifikasi.</li><li>2. Mengidentifikasi komponen-komponen motor state.r</li><li>3. Mengkomunikasikan rangkaian kerja antar komponen pada motor starter.</li><li>4. Mengkomunikasikan fungsi sistem stater.</li><li>5. Mengkomunikasikan pemeriksaan dan perbaikan yang dilakukan pada komponen system stater yang meliputi pemeriksaaan solenoid dan komponen motor stater.</li></ol>

### C. PETA KONSEP



#### **D. MATERI PELAJARAN**

Suatu mesin tidak dapat hidup dengan sendirinya, maka mesin tersebut memerlukan tenaga dari luar untuk memutar poros engkol dan membantu untuk menghidupkan. Dari beberapa cara yang ada, mobil umumnya mempergunakan motor listrik, digabungkan dengan magnetic switch yang memindahkan gigi pinion yang berputar ke ring gear yang dipasang pada bagian luar fly wheel, sehingga ring gear berputar (dan juga poros engkol).

Agar mesin dapat berputar, motor starter harus menghasilkan momen yang besar dari tenaga yang kecil yang tersedia pada baterai.



Gambar 1.1 Wheel Loader

Tidak jauh berbeda dengan sebuah alat berat dapat dihidupkan mesinnya karena awal dari kerja sebuah komponen, yang mana dapat memutar poros engkol (crank shaft ) melalui beberapa dukungan komponen-komponen lainnya

. Dalam gambar 1.1 wheel loader, alat berat ini dapat dioperasikan karena mesin yang sudah dapat difungsikan/hidup. Semua itu memang tidak lepas

juga dari fungsi sebuah alat yang dapat memutar komponen mesin pada saat mesin distart.

Engine yang digunakan untuk kendaraan alat berat komersial khususnya engine diesel, memerlukan stater yang daya out putnya yang jauh lebih tinggi dari pada kendaraan ringan pada umumnya. Stater merupakan alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dan out put nya dalam kilowatt akan selalu lebih kecil dari inputnya.

Salah satu cara untuk meningkatkan jumlah daya out put pada motor stater unit endaraan berat adalah merancang motor stater dengan tegangan yang lebih tinggi. Mengingat daya berbanding lurus dengan tegangan dan arus, maka apabila input arus sama, out put akan meningkat ketika tegangan yang diterapkan meningkat.

Dengan demikian sistem tegangannya volt banyak digunakan pada kendaraan dengan kebutuhan tenaga stater yang tinggi. Kelebihan lain dari sistem tegangan yang tinggi adalah penurunan tegangan akan memberikan pengaruh yang lebih kecil.

Untuk dapat mengerti komponen apa yang diperlukan untuk start sebuah mesin khususnya pada alat berat yang menggunakan kapasitas mesin yang besar, dapat dipelajari dengan melihat pada gambar 1.1 wheel loader.

Sebagai langkah awal dalam mempelajari komponen ini dengan melakukan pengamatan. Untuk pengamatan dapat dilakukan dengan melihat salah satu unit mesin yang ada di work shop sekolah. Untuk mengamati komponen pada suatu unit dan dilaksanakan dalam work shop, terapkanlah aturan apabila melakukan kerja dalam workshop yaitu memakai peralatan pelindung diri atau disebut dengan APD.

## Pengamatan

Untuk pengamatan disini peserta didik dengan menyalakan sebuah engine untuk mengetahui proses starting engine. Yang harus dilakukan adalah peserta didik memakai/melengkapi diri dengan APD (alat pelindung diri)

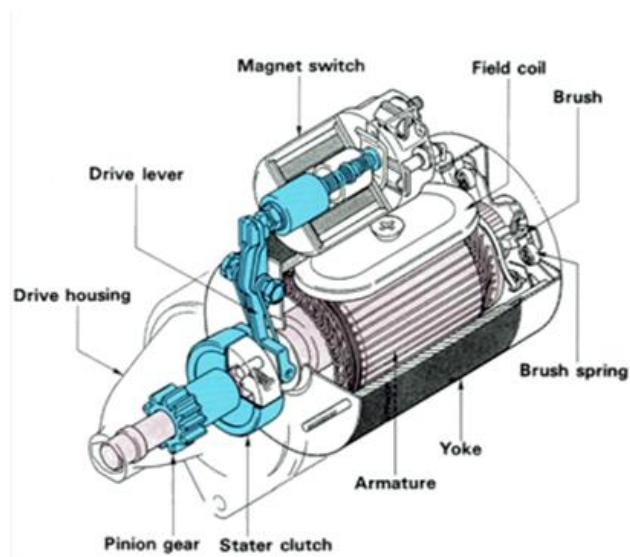
1. Putar kunci kontak sampai menyala, start mesin sampai bisa hidup!
2. Amati dari manakah mesin itu bisa hidup yang dapat memutar poros engkol!
3. Tahan mesin untuk tetap hidup sampai beberapa menit (kurang lebih 3 menit), kemudian matikan.
4. Ulangi langkah tersebut sampai 3 (tiga) kali, sampai bisa menemukan komponen yang bisa membuat hidup mesin tersebut yang memutar poros engkol!

Bagaimanakah hasil pengamatanmu? Temuan apakah yang dapat kamu ambil sebuah kesimpulan untuk menjelaskan cara kerja komponen stater!

Dari hasil temuan dilapangan silahkan sesuaikan dengan gambar 1.2 motor stater dengan gambar 1.3 komponen motor stater



Gambar 1.2 motor stater



**Gambar 1.3 Komponen motor stater**

### 1. Pengertian Motor Stater

Dari kegiatan yang telah kalian lakukan dalam mengamati sebuah mesin pada saat dihidupkan akan ditemukan beberapa komponen stater yang membantu untuk menghidupkan mesin. Dalam hal ini yang perlu diperhatikan adalah sudah dapat ditemukannya komponen stater atau yang disebut dengan motor stater.

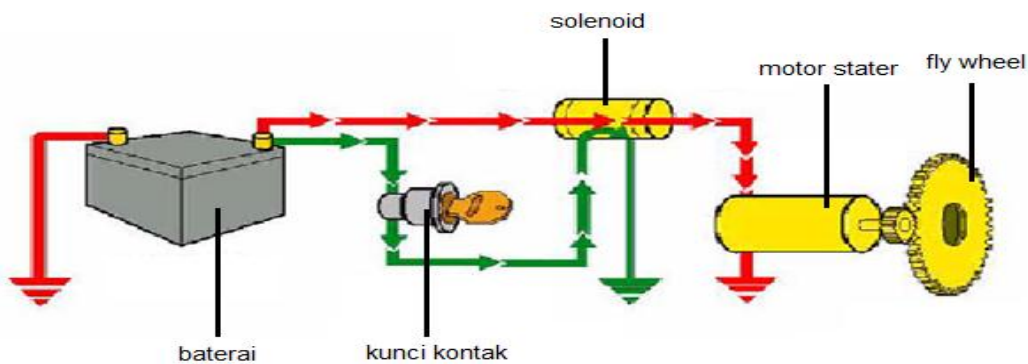
Dari sini akan timbul pertanyaan apakah motor stater itu dan bagaimana prinsip kerja dari komponen itu?

Untuk memecahkan hasil pengamatan itu semua dapat dilihat prinsip kerja dari motor stater seperti yang terdapat pada gambar 1.4 rangkaian motor stater.

Ketika sebuah mesin diperbaiki pertama start (menghidupkan) adalah hal penting yang perlu diperhatikan agar mesin dapat hidup. Jika pada saat awal start kurang baik, masalah yang timbul bisa dilihat atau didiagnosa pada sistem khususnya pada motor stater.

## Pengamatan

1. Amatilah gambar sistem stater pada gambar 1.4 rangkaian sistem motor stater!
2. Amatilah arah aliran arus pada baterai (warna hijau dan merah !
3. Diskusikan hasil dari membaca gambar system motor stater!



Gambar 1.4 rangkaian sistem motor stater

Karena mesin tidak dapat berputar dengan sendirinya dibutuhkan tenaga dari luar untuk mengengkol dan membantunya untuk hidup. Diantara berbagai peralatan yang ada sekarang khususnya alat berat 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 penerus (fly wheel) mesin.

Mesin tidak akan dapat distart sebelum melakukan siklus operasionalnya berulang-ulang yaitu langkah hisap, kompresi, pembakaran dan pembuangan. Langkah pertama untuk menghidupkan mesin, kemudian memutar 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 berbeda tergantung pada konstruksi dan kondisi operasinya.

Pada saat switch starter diaktifkan sejumlah kecil arus mengalir dari battery ke solenoid serta mengalir kembali ke battery melalui rangkaian ground (Gambar 1.4 rangkaian system motor stater). Solenoid melaksanakan dua fungsi. Solenoid mengaktifkan pinion dengan menggunakan flywheel serta menutup switch dalam solenoid di antara battery dan motor starter, yang melengkapi siklus rangkaian serta membuat arus tinggi dapat mengalir kembali ke dalam motor starter. Motor starter mengambil energi listrik dari battery dan merubahnya menjadi energi mekanik yang berputar untuk menghidupkan mesin. Dari hasil pengamatan dan melihat dilapangan maka dapat diambil sebuah kesimpulan atau dapat didefinisikan dari pengertian motor stater tersebut.

### ***Definisi***

***Motor stater adalah sebuah motor listrik yang diperlukan untuk memutar poros engkol dan membantu menghidupkan mesin***

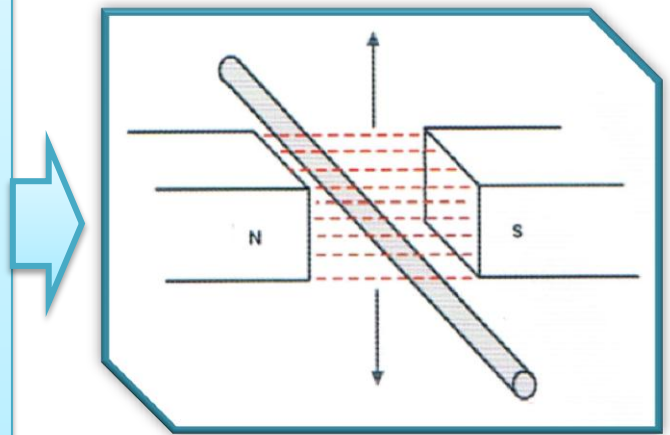


## 2. Prinsip Kerja Motor Starter

Untuk mempelajari prinsip kerja motor stater terlebih dahulu sedikit mengulang teori prinsip dasar magnet. Dalam hal ini siswa dituntut sudah mempelajari dan telah lulus kompetensi Teknik Listrik Dasar Otomotif.

### *Pengamatan*

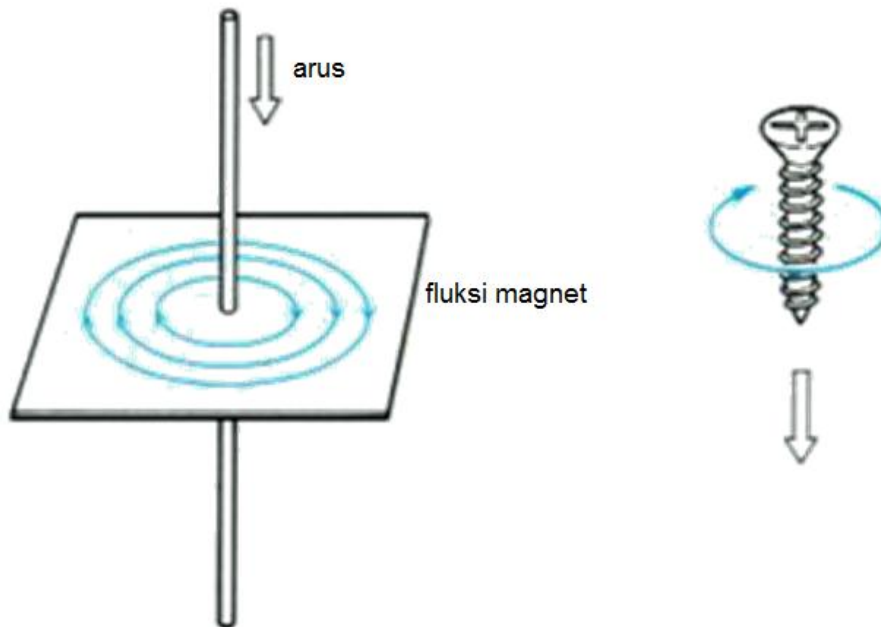
- 1. Ambilah suatu batang penghantar. Batangan magnet sejumlah 2 (dua) batang.*
- 2. Letakkan batang penghantar diantara kutub utara dan kutub selatan!*
- 3. Lihat dan amati apa yang terjadi pada batang penghantar yang diletakkan antar kedua kutub magnet!*
- 4. Hasil pengamatan didiskusikan dengan beberapa kelompok yang lain utnuk mendapat kan sebuah kesimpulan!*



Gambar 1.5 Fluksi magnet

Ada beberapa prinsip untuk mempelajari prinsip motor listrik. Pada prinsip yang pertama ini terjadi bila arus mengalir dalam suatu penghantar, maka medan magnet akan bangkit pada arah yang terlihat pada gambar 1.6 arah garis gaya

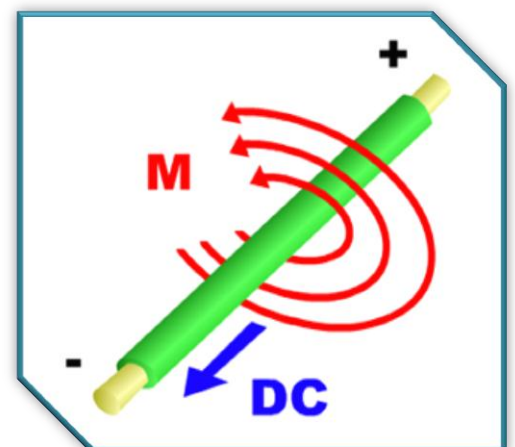
magnet, dimana terlihat sebuah gambar sesuai dengan kaidah ampere dari ulir kiri.



Gambar 1.6 Kaidah ampere

### Penerapan

Sebuah batang penghantar dengan panjang 25 centimeter dimasukkan pada celah antara dua kutub magnet (utara dan selatan) yang selanjutnya batang penghantar dialiri arus sebesar 5 ampere yang menghasilkan garis-garis gaya magnet sebesar 30

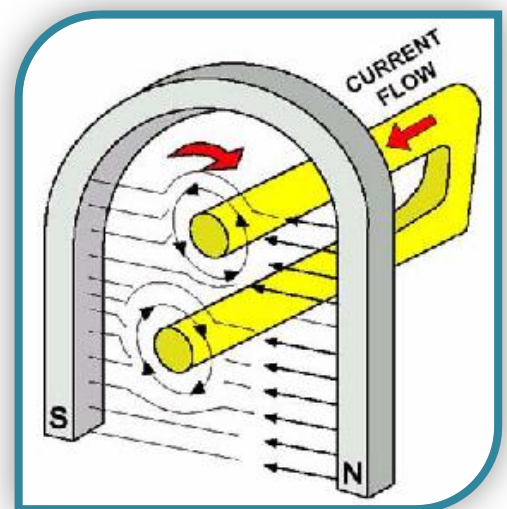


Prinsip yang kedua apabila penghantar ditempatkan diantara kutub N (Utara) dan S (Selatan) dari sebuah magnet permanen, maka garis gaya magnet yang terjadi oleh arus listrik dalam penghantar dan garis gaya magnet dari magnet permanen saling berpotongan menyebabkan magnetic flux bertambah di bagian bawah penghantar dan dibagian berkurang dibagian atas penghantar..

Pada magnetic flux gaya akan cenderung menarik pada suatu garis lurus lebih kuat di bagian bawah penghantar tampak seperti pada gambar 1.7 interaksi magnetic flux.

### ***Pengamatan***

- 1. Amatilah pada saat melakukan percobaan seperti pada gambar disamping!**
- 2. Sediakan magnet, kawat baja berbentuk U!**
- 3. Letakkan kawat tersebut pada magnet (seperti gambar)**
- 4. Amatilah kawat baja tersebut setelah ada aliran arus listrik yang menuju rangkaian. Simpulkan hasil pengamatan tersebut untuk menghasilkan sebuah kesimpulan.**

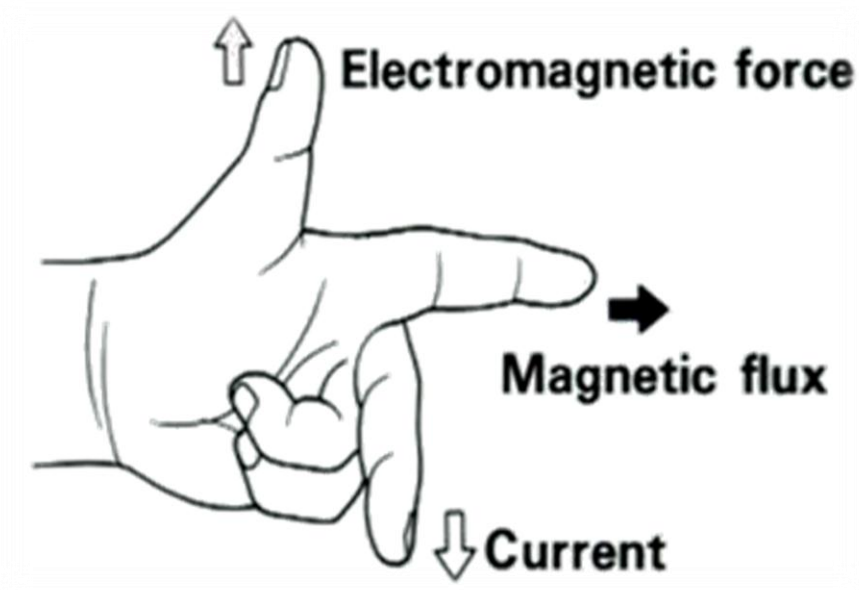


Gambar 1.7 Interaksi magnetic flux

Akibat dari hal ini bahwa penghantar akan memperoleh gaya yang cenderung mendorongnya ke atas seperti kaidah tangan kiri Fleming. Kaidah Fleming menyatakan bahwa ibu jari searah dengan gaya elektromagnetik, untuk jari telunjuk searah dengan fluksi magnet dan

pada jari tengah searah dengan arus. Terlihat seperti pada gambar 1.8 kaidah fleming tangan kiri.

Besarnya gaya elektromagnetik yang dihasilkan antara sebuah batang penghantar dengan yang berbentuk U sangatlah berbeda hasilnya. Dan itu bias dibuktikan dengan pengamatan yang telah dilakukan diatas.



Gambar 1.8 Kaidah fleming tangan kiri

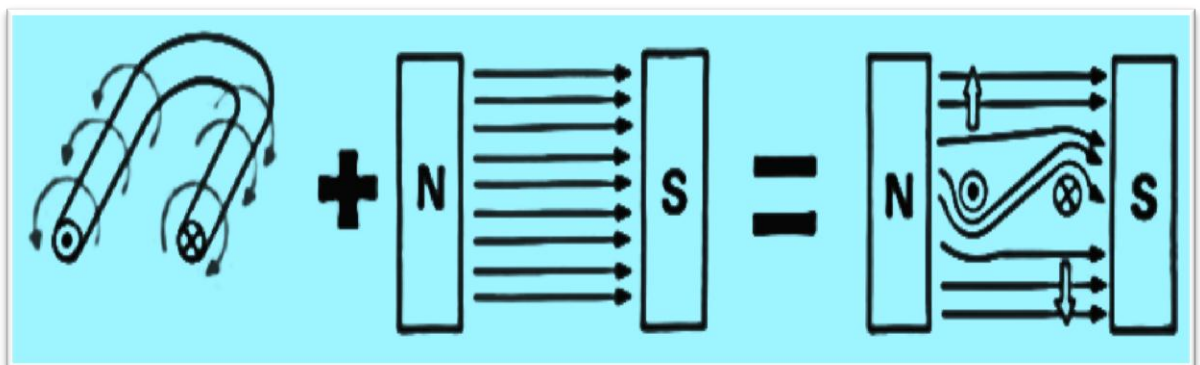
#### PENGAMATAN

Untuk memahami kaidah Fleming tangan kiri bukalah ibu jari tegak lurus terhadap jari telunjuk dan jari telunjuk tegak lurus terhadap jari tengah. Kemudian tunjukkan:

1. Jari telunjuk merupakan arah fluksi magnet
2. Jari tengah searah dengan arah arus listrik
3. Ibu jari merupakan menunjukkan arah dengan gelombang elektromagneUntutik atau arah gerakan konduktor

Jika sebuah konduktor memiliki arus yang mengalir melaluinya, maka akan terbentuk medan magnet. Sebuah magnet permanen memiliki medan di antara kedua kutubnya. Pada saat konduktor yang menghantarkan arus diletakkan dalam medan magnet permanen, maka timbul gaya yang dihasilkan pada konduktor karena medan magnet tersebut. Jika konduktor terbentuk dalam sebuah simpul dan ditempatkan dalam medan magnetik, maka hasilnya adalah sama. Karena aliran arus berada dalam arah yang berlawanan dalam coil, sebuah sisi akan tertekan ke atas dan sisi lainnya tertekan ke bawah. Hal ini akan membuat efek rotasi atau torsi pada coil.

Sama halnya dengan dengan sebuah lilitan kawat yang diletakkan diantara kutub magnet permanen akan mulai berputar bila diberi arus (gambar 1.9 arah medan magnet). Hal ini disebabkan arus mengalir dengan arah yang berlawanan pada masing-masing lilitan. Jadi gaya yang saling memotong dari lilitan dengan dari magnet itu sendiri. Akibatnya lilitan kawat akan berputar searah dengan jarum jam. Seperti terlihat pada gambar 1.9 Arah medan magnet



Gambar 1.9 Arah medan magnet

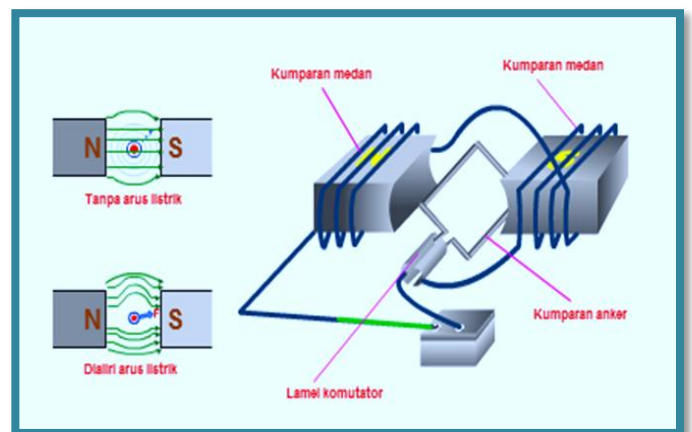
Pada motor yang sebenarnya beberapa set kumparan dipergunakan untuk membatasi ketidak teraturan putaran dan menjaga kecepatan agar tetap konstan tetapi prinsip kerjanya sama.

Selanjutnya motor seri DC yang dikombinasikan pada motor stater menggunakan sejumlah kumparan yang disebut field coil yang dirangkai secara

seri dengan beberapa kumparan armature sebagai pengganti magnet permanen (gambar 1.10 Model sederhana motor stater).

Bila penghantar (kumparan anker) bermedan magnet, ditempatkan pada area medan magnet dari kumparan medan, garis gaya magnet dari kedua medan magnet saling berpotongan. Hal ini akan menyebabkan perbedaan energi kemagnetan di sekitar pengantar dan menghasilkan gaya EMF (Elektromagnetic Force ).

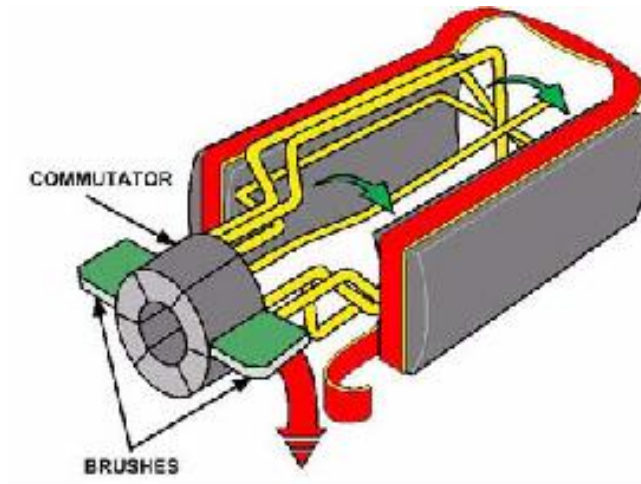
Gaya elektromagnetis (F) tersebut sebanding dengan besarnya medan magnet (B) , arus yang mengalir pada penghantar(i) dan panjang penghantar (l). Dengan kata lain gaya elektromagnetis lebih besar bila medan magnetnya makin kuat, bila arus listrik yang mengalir pada penghantar makin besar atau bila panjang penghantar yang berada pada medan magnet semakin besar.



Gambar 1.10 Model sederhana motor stater

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada sebuah rangkaian dibawah ini. Pada rangkaian ini sebuah commutator dan beberapa brush dipergunakan untuk menjaga motor listrik agar tetap berputar dengan cara mengendalikan arus yang mengalir melalui simpul kawat/wire (Gambar 1.11 rangkaian comutator dan

brush). Commutator berfungsi sebagai sebuah sambungan listrik geser antara simpul kawat/wire dan brush. Commutator memiliki banyak segmen, yang saling terisolasi satu dengan lainnya.



Gambar 1.11 Rangkaian comutator dan brush

Brush berada pada bagian atas commutator serta menggeser commutator untuk membawa arus battery ke simpul kawat/wire yang berputar. Ketika simpul kawat/wire berputar menjauh dari sepatu kutub, segmen commutator merubah sambungan listrik antara brush dan simpul kawat/wire. Hal ini akan membalikkan medan magnet pada sekeliling simpul kawat/wire.

Simpul kawat/wire akan tertarik kembali serta melalui potongan kutub (Pole Piece) yang lain. Koneksi listrik yang berubah terus-menerus akan membuat motor berputar. Sebuah gerakan tarik-dorong terus dibuat ketika setiap simpul bergerak di dalam potongan kutub (Pole Piece).

Berbagai simpul kawat/wire serta sebuah commutator dengan segmen banyak dipergunakan untuk meningkatkan daya motor beserta kehalusannya. Setiap simpul kawat/wire dihubungkan dengan segmen tersendiri pada commutator untuk menghasilkan aliran arus melalui setiap simpul kawat/wire ketika brush menyentuh setiap segmen. Pada saat motor berputar, banyak

simpul kawat/wire memberikan kontribusi pada gerakan tersebut dengan menghasilkan gaya putar yang halus dan konstan.



### *Tugas Kelompok*

- 1. Dari hasil pengamatan yang dilakukan berdasarkan paraktek untuk yang batang kawat lurus dan yang berbentuk U terjadi perbedaan gaya elektromagnetik!**
- 2. Buatlah sebuah portofolio dari hasil kedua pengamatan pada batang kawat yang berbeda tersebut!**
- 3. Bandingkan besarnya gaya elektromagnetik yang**



## ***Tugas Individu***

**Tugas ini berdasarkan pengetahuan yang kalian dapatkan dari hasil membaca buku atau membaca dari media lain yang menunjang**

- 1. Jelaskan pengertian dari motor stater menurut kalian yang didapat dari hasil pengamatan!**
- 2. Ada beberapa jenis pada prinsip kerja motor listrik. Sebutkan dan jelaskan dengan gambar prinsip motor listrik tersebut!**
- 3. Jelaskan prinsip kerja motor listrik yang disertai dengan gambar dari hasil percobaan yang telah dilakukan!**
- 4. Bagaimanakah bunyi kaidah flaming tangan kiri, jelaskan kaidah tersebut !**

### **3. Cara Kerja Sistem Stater**

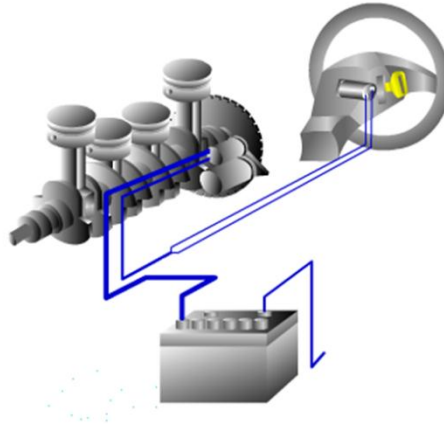
Sistem starter menggunakan motor listrik sebagai pemutar sehingga sistem bahan bakar dan sistem pengapian (pada mesin bensin) dapat bekerja. Motor starter menggerakkan atau memutar mesin pada saat gigi pinion dan gigi ring gear pada roda penerus (fly wheel) berkaitan.

Motor Starter tidak dapat bekerja jika tidak ada sumber tenaga yang menggerakkannya. Sistem Starter adalah serangkaian komponen yang terkait satu sama lain untuk menghidupkan starter.

Komponen – komponen rangkaian sistem starter pada umumnya seperti pada gambar 1.12 rangkaian system starter yang terdapat pada kendaraan ringan. Untuk kendaraan unit alat berat sudah berbeda lagi rangkaian system starter yang dipakai. Komponen-komponen tersebut meliputi :

- a. Kunci kontak (ignition switch)
- b. Baterai
- c. Fuse ( fusibel link
- d. Kabel penghubung
- e. Motor Starter

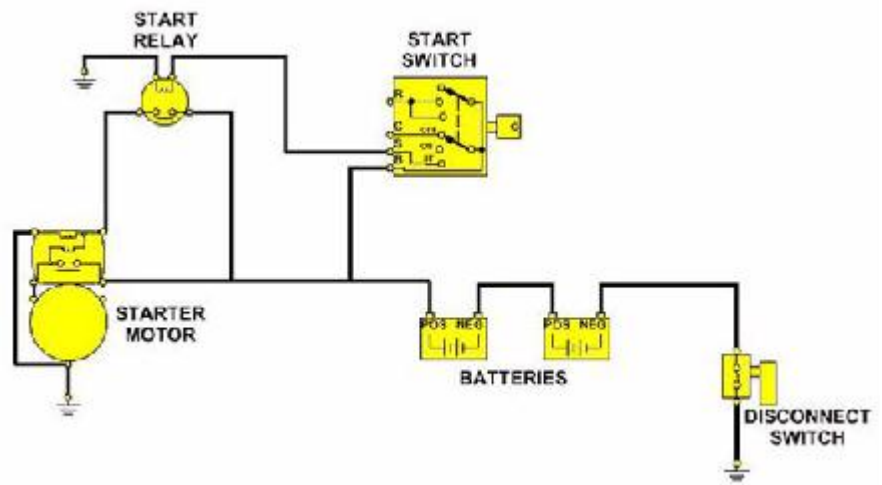
Dibawah ini ada beberapa rangkaian system stater untuk kendaraan ringan dan untuk kendaraan unit alat berat.



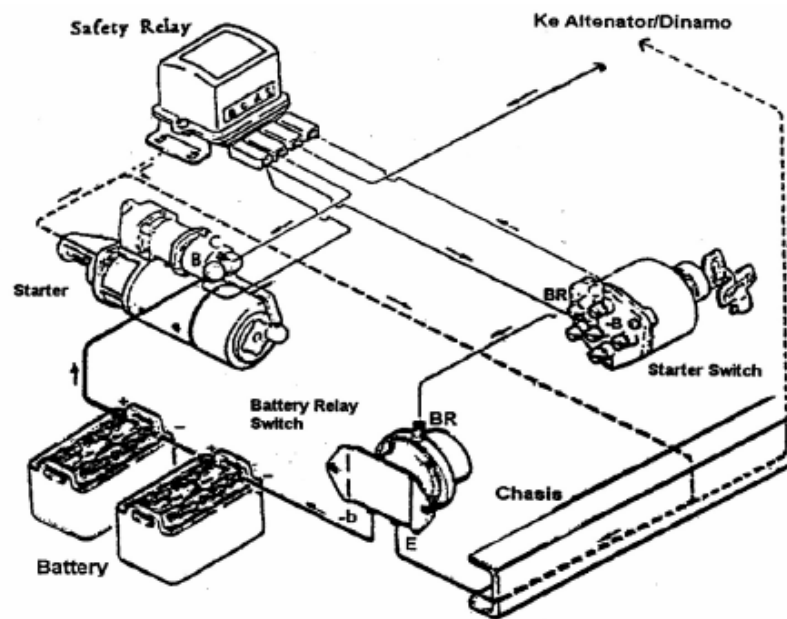
Gambar 1.12 rangkaian system stater

Rangkaian starting pada unit alat berat memiliki perangkat pengontrol dan pelindung. Perangkat ini dibutuhkan untuk operasi alternatif motor starter serta untuk mencegah operasi saat mesin sedang berada dalam mode operasi karena alasan keamanan. Rangkaian system starter pada unit alat kendaraan alat berat terdiri atas perangkat berikut ini:

- Battery
- Cable & wire
- Key start switch
- Switch pengaman netral/switch pengaman clutch
- Starter relay
- Starter solenoid



Gambar 1.13 Rangkaian system stater



a  
r 1.14 Rangkaian system starter

## **Pengamatan**

**Untuk melaksanakan pengamatan ini yang harus diperhatikan apabila mengerjakan pekerjaan di area work shop untuk melengkapi diri dengan APD (safety glass, helm, kaos tangan, safety shoes).**

- 1. Nyalakan kunci kontak (amati kemana arah arus mengalir)**
- 2. Start unitnya sampai hidup, tahan mesin hidup kurang lebih sampai 3 menit**
- 3. Mesin hidup sudah sampai kurang lebih 3 menit kemudian matikan.**
- 4. Ulangi kegiatan ini sampai bisa membedakan cara kerja sistem stater saat kunci kontak pada posisi start (ST), Saat pinion gear dengan ring gear berkaitan dan saat kunci kontak posisi on.**



Gambar 1.13 Gen Set

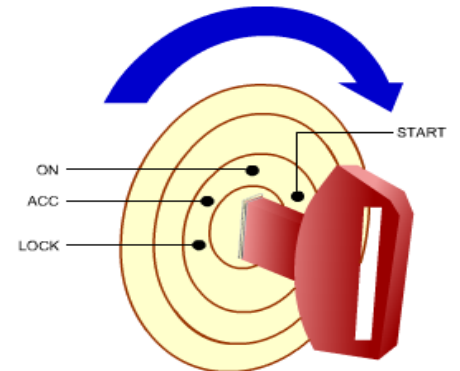


## **K**unci kontak atau

disebut dengan ignition switch berfungsi untuk mengaktifkan sistem stater dengan memberikan arus dari terminal ST (stater) pada kunci kontak ke solenoid. Off : terputus dari sumber tegangan (baterai) ACC : Terhubung dengan arus baterai , tetapi hanya untuk kebutuhan acecoris

ON / IG : Terhubung ke sistem pengapian (Ignition )

START : untuk Start



Gambar 1.15 Kunci kontak



## **K**eystartswitch

mengaktifkan motor starter dengan cara menyediakan daya ke starter relay dari battery. Switch tersebut dapat dioperasikan secara langsung dengan menggunakan kunci atau tombol atau diaktifkan dari jarak jauh dengan menggunakan kunci pengontrol, serta dapat ditempatkan pada dashboard assembly atau pada kolom kemudi.



Gambar 1.16 Key Start Switch



**B**aterai berfungsi sebagai sumber energi

yang menyediakan arus listrik sehingga dapat bekerja dan memutar mesin. Battery menyuplai semua kebutuhan energi listrik ke starter, sehingga starter dapat menggerakkan crank shaft engine. Adalah penting bahwa battery terisi penuh serta berada dalam kondisi baik agar sistem starter dapat beroperasi pada potensi penuh.

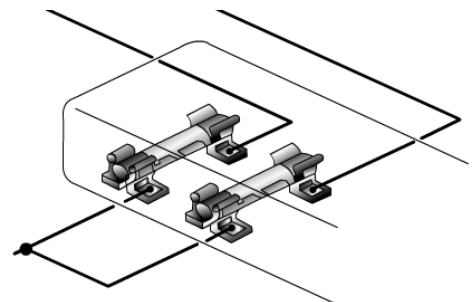


Gambar 1.17 Baterai



**S**ekering (Fuse) :

berfungsi sebagai pembatas arus (pengaman) agar tidak terjadi kelebihan tegangan yang akan menyebabkan kerusakan pada setiap komponen sistem kelistrikan.

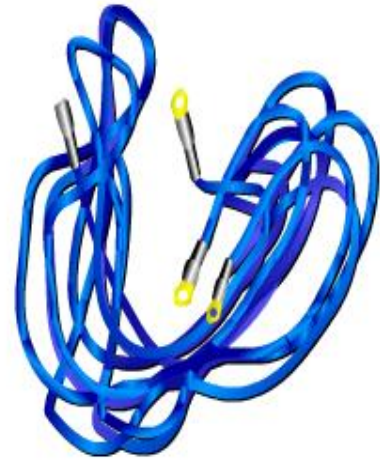


Gambar 1.18 Fuse/sekring



**K**abel adalah konduktor yang

dibungkus isolator dan berfungsi sebagai penghubung komponen – komponen sistem kelistrikan pada mobil, kabel dibedakan ukuran diameternya menurut penggunaannya. Kabel kecil digunakan untuk arus kecil dan kabel besar digunakan untuk arus yang besar. Untuk penghubung pada sistem starter digunakan kabel yang cukup besar karena perlu arus yang besar. Aliran arus tinggi yang melalui motor starter membutuhkan kawat/wire yang harus berukuran cukup besar agar memiliki resistansi rendah. Dalam sebuah rangkaian seri, setiap resistansi tambahan dalam rangkaian akan mempengaruhi operasi muatan karena pengurangan dalam jumlah total aliran arus di dalam rangkaian.



Gambar 1.19 Kabel

Dalam beberapa sistem, kabel akan menghubungkan battery dengan relay dan relay dengan motor starter, sementara dalam sistem yang lain kabel akan dihubungkan langsung dari battery ke starter. Kabel pembumian juga harus berukuran cukup besar untuk dapat menangani aliran arus. Semua konektor dan sambungan dalam sistem starter harus memiliki resistansi sekecil mungkin.



**M**otor stater berfungsi

untuk mengubah energi listrik yang berasal dari baterai menjadi energi mekanik atau energi gerak. Tenaga yang di hasilkan digunakan sebagai penggerak awal untuk memutarakan poros engkol melalui roda penerus atau fly wheel sehingga proses kerja mesin dimulai dari langkah hisap,



Gambar 1.20 Motor stater



**S**tarter relay (switch

magnet) /safety relay dapat dipergunakan dalam beberapa sistem starter. Switch ini terletak diantara key start switch dan starter solenoid. Switch ini merupakan sebuah switch magnet yang diaktifkan oleh daya dari battery yang disuplai melalui key start switch. Relay umumnya ditempatkan sedemikian rupa sehingga kabel antara starter dan battery adalah sependek mungkin.



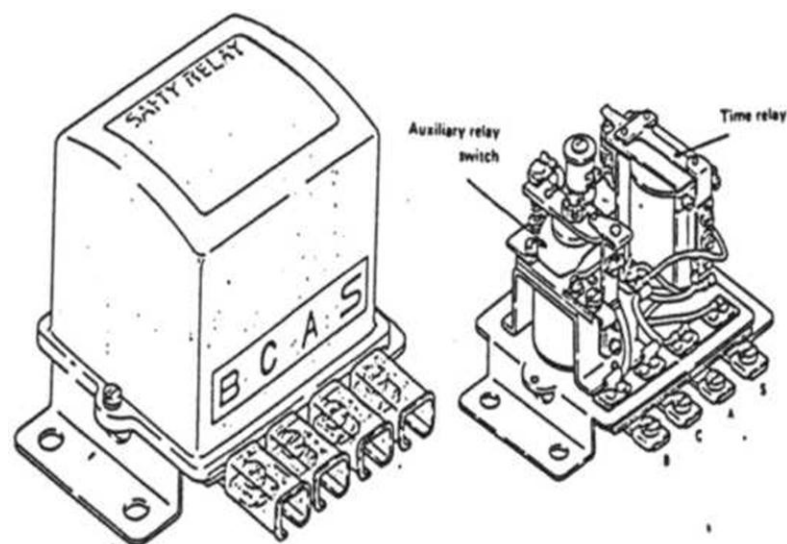
Gambar 1.21 Stater Relay



Starter relay menggunakan sejumlah kecil arus dari key start switch untuk mengendalikan arus yang lebih besar ke starter solenoid serta mengurangi beban pada key start switch. Melakukan energising pada relay winding akan menyebabkan plunger tertarik ke atas karena gaya magnet yang dihasilkan dari aliran arus melalui lilitan. Disk kontak juga akan tertarik ke atas serta akan menyentuh ujung battery dan ujung terminal starter. Arus akan mengalir dari battery memasuki starter solenoid.

Safety relay pada kendaraan alat-alat berat berfungsi untuk menghidupkan saring switch dengan motor starter. Selain itu safety relay untuk mengamankan starter dengan cara:

- a. Mencegah pengaliran arus listrik ke motor starter jika starter switch diputar ke posisi start apabila engine sudah hidup.
  - b. Secara otomatis memuus arus ke motor starter sehingga otor sstarter lepas (disengaged) dari engine ke fly wheel ( setelah engine hidup) sementara starting switch diposisi senentara.
  - c. Untuk safety model lama relay ibi dapat mencegah arus mengalir ke motor starter berputar karena gagal menghidupkan engine.
- Konstruksi dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 1.22 Safety relay

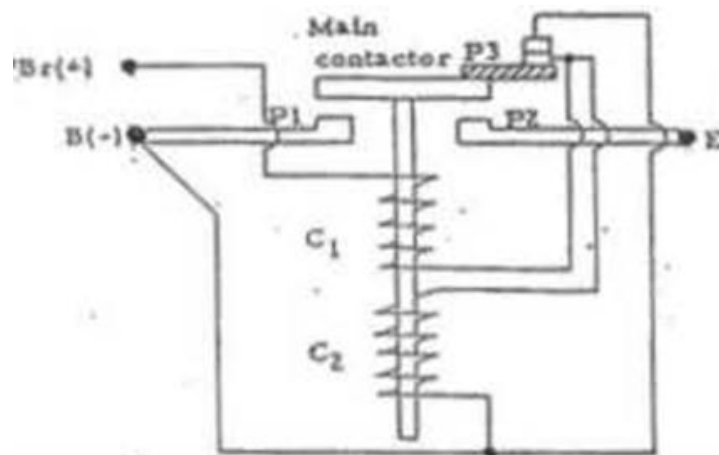


**B**attery relay switch adalah untuk memutuskan atau

menghubungkan negatif battery dengan body / chasis, ini disebut negative relay. Pada unit -unit tertentu, battery relay switch berfungsi untuk memutuskan atau menghubungkan positif battery dengan starting motor dan ini biasa dinamakan positif relay. Dan type inilah yang sekarang ini paling banyak digunakan.

Terdapat 2 ( dua ) jenis battery relay switch yaitu :

- Battery relay switch 3 terminal.
- Battery relay switch 4 terminal



Gambar 1.23 Battery relay switch 3 terminal.

Dari gambar 1.22 batterey relay switch 3 terminal dapat dibaca pada saat starting switch posisi ON, maka jalannya arus adalah :

BR - C1 - P3 - (-B)



magnet



P1 - P2 terhubung, (- B ) dan E berhubungan



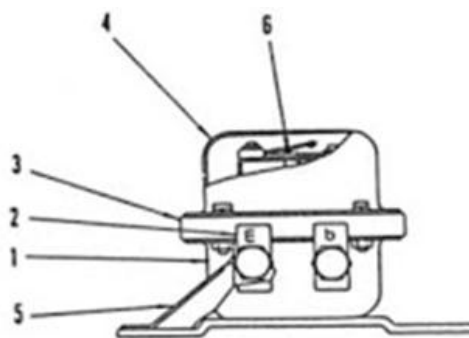
P3 terbuka



BR - C1 - C2 - (-B)

Arus melewati C1 diperlukan untuk menarik kontaktor P1 - P2, sedangkan arus melewati C1 dan C2 diperlukan untuk menahan kontaktor P1 dan P2.

Konstruksi battery relay switch 4 terminal adalah sebagai berikut :



1. Case.

5. Plate.

2. Terminal.

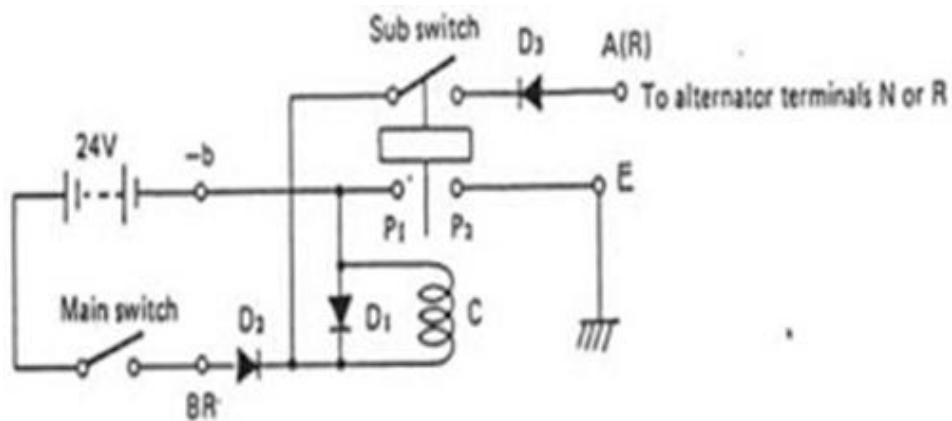
6. Sub

switch

3. Base.

4. Cover.

Gambar 1.24 Battery relay switch 4 terminal



Prinsip kerja battery relay switch 4 terminal adalah sebagai berikut :

Pada saat starting switch posisi ON, maka jalannya arus adalah

BR - D2 - C - (-B)



magnet



Sub switch dan P1- P2 terhubung, (-B) dan E

berhubungan

Bila engine sudah hidup dan tegangan pengisian battery mencapai 28 - 29 volt, arus dari alternator ke :

R - D3 - Sub switch - C - (-B)

Dengan demikian, jika engine hidup dan starting switch di-OFF-kan, P1 - P2 dan sub switch tidak terbuka secara mengejut hingga tegangan dari alternator turun menjadi 9 volt.

D1 yang dihubungkan parallel dengan coil C adalah flywheel diode yang digunakan untuk mengalirkan tegangan yang timbul pada coil C ketika sirkuit ground terputus.

D2 untuk mencegah terbaliknya polaritas terminal BR dan (- B).

D3 untuk mencegah arus menuju alternator ketika sub switch terhubung.



## **S**witch Pengaman Netral atau Switch Pengaman Clutch

Semua kendaraan yang dilengkapi dengan power shift atau transmisi otomatis memerlukan switch pengaman netral yang hanya memungkinkan operasi starter dalam posisi parkir atau netral. Switch ini dapat ditempatkan pada transmisi, pada shifter atau pada linkage. Kontak switch akan menutup pada saat selektor transmisi berada dalam kondisi parkir atau netral serta membuka pada saat selektor transmisi berada dalam posisi gigi yang lain.

Beberapa kendaraan dapat menggunakan switch pengaman clutch yang akan membuka pada saat clutch berada dalam posisi aktif dan menutup pada saat operator menekan pedal clutch. Hal ini mencegah operasi starter selama clutch diaktifkan.

Beberapa transmisi juga menggunakan sebuah switch gear netral untuk mencegah operasi, kecuali jika transmisi berada dalam posisi netral. Semua switch pengaman jenis ini harus dijaga kondisinya serta tidak boleh di-bypass atau disingkirkan.




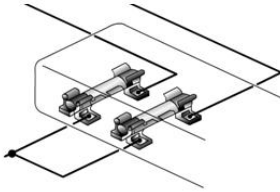

### Diskusi

1. Lakukan diskusi dengan membentuk beberapa kelompok!
2. Isilah tabel yang ada dibawah untuk menghasilkan sebuah jawaban berdasar identifikasi di workshop!
3. Untuk mendapatkan sebuah kesimpulan lakukan diskusi dalam beberapa kelompok lain!

Tabel 1.1

#### IDENTIFIKASI KOMPONEN RANGKAIAN SISTEM STATER

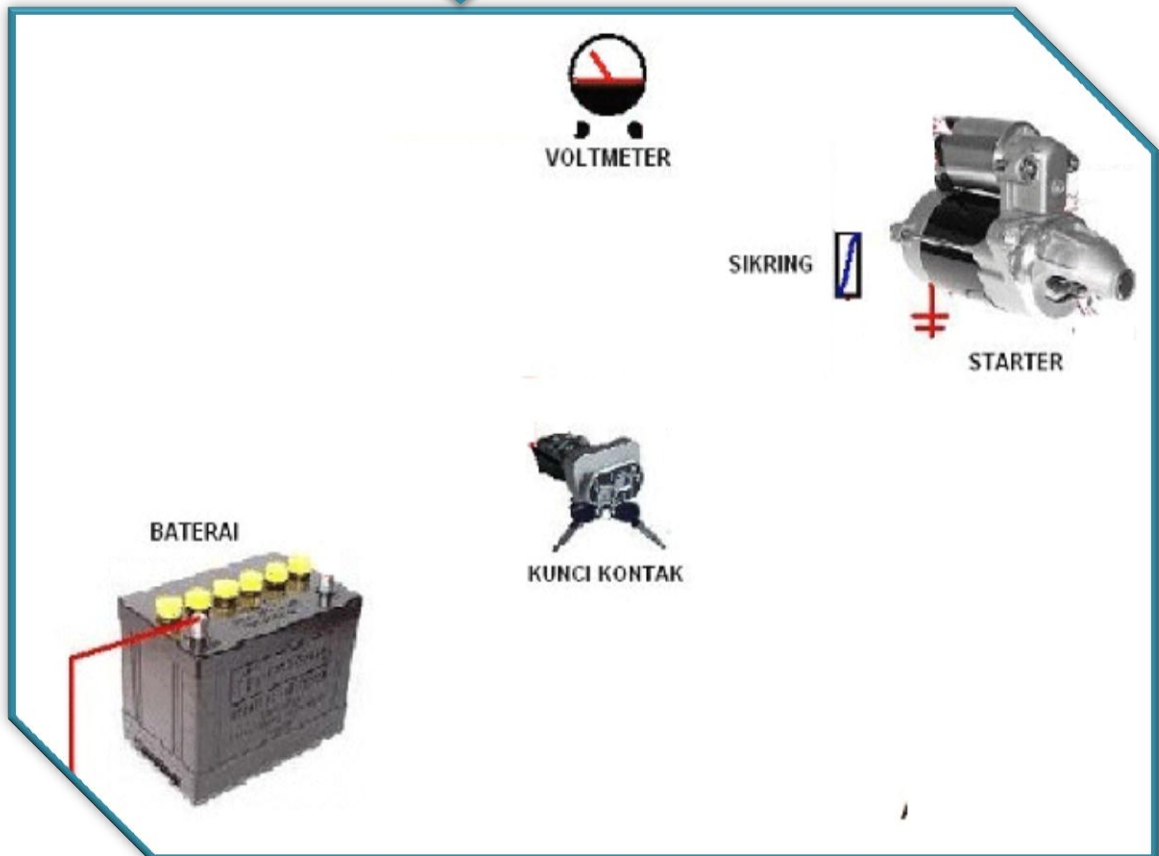
No	Gambar	Nama komponen	Fungsi	Bagian Utama
1		<p>.....</p> <p>.....</p>	<p>.....</p>	<p>.....</p> <p>....</p>
2		<p>.....</p>	<p>.....</p> <p>...</p>	<p>.....</p> <p>....</p>

3		<p>.....</p> <p>...</p>	<p>.....</p> <p>...</p>	<p>.....</p> <p>...</p>
4		<p>.....</p> <p>....</p>	<p>.....</p> <p>....</p>	<p>.....</p>
5		<p>.....</p>	<p>.....</p> <p>....</p>	<p>.....</p>

Kerja sistem starter ini dibagi menjadi tiga keadaan, yaitu saat kunci kontak pada posisi start (ST), saat gigi pinion berhubungan dengan gigi pada roda penerus (flywheel), dan saat kunci kontak kembali pada posisi ON atau IG. Untuk dapat mengetahui kerja sistem stater peserta didik melaksanakan identifikasi cara kerja pada rangkaian sistem stater untuk ke tiga keadaan.

### *Tugas individu*

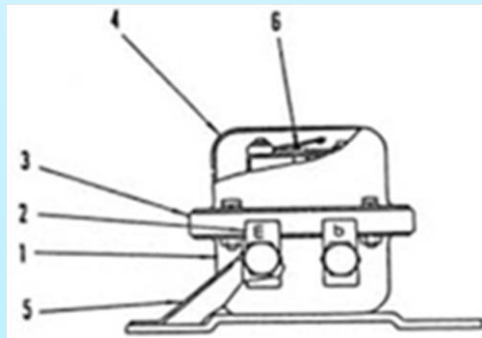
*Hubungkan gambar dibawah ini dimana ada beberapa komponen yang kalau dihubungkan dapat menghidupkan motor stater*



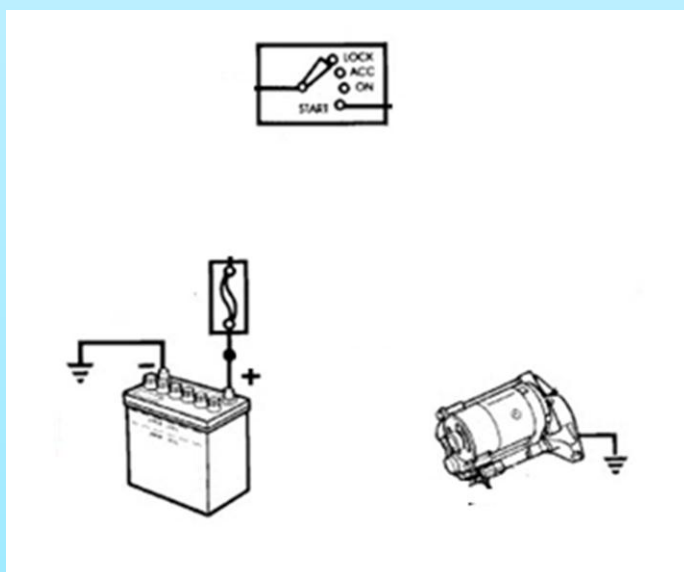


## *Tugas Portofolio*

- Jelaskan komponen-komponen dibawah ini**
  - Kunci kontak (ignition switch)**
  - Baterai**
  - Fuse ( fusibel link**
  - Kabel penghubung**
  - Motor Starter**
- Dari pertanyaan no 1 buatlah sebuah tabel untuk menjelaskan fungsi dari komone tersebut yang disertai dengan gambar!**
- Apakah nama komponen pada gambar baterai relay switch 4 terminal dibawah ini!**

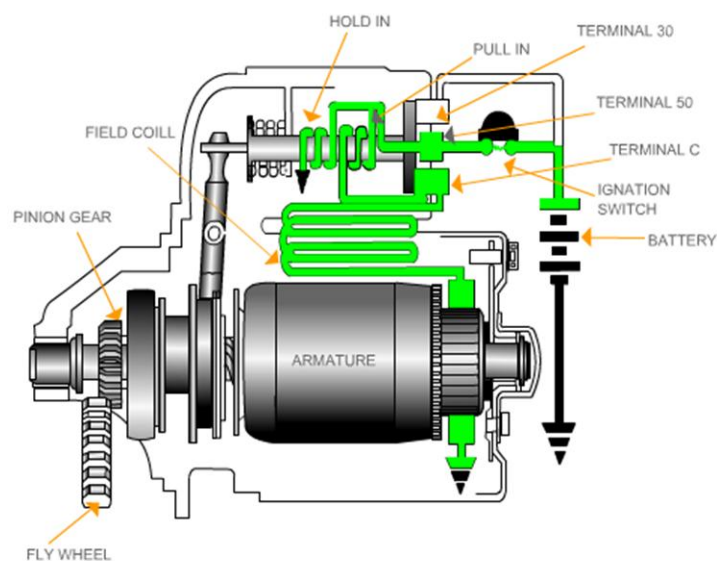


- Hubungkan beberapa komponen dibawah ini agar motor stater tersebut hidup**



Berikut tiga keadaan yang terjadi pada cara kerja rangkaian sistem starter pada saat kunci kontak pada posisi start (ST), pada saat pinion berkontak penuh dan pada saat posisi kontak ON.

**a. Saat Kunci Kontak Pada Posisi Start (ST)**



Gambar 1.25 Saat Posisi start

Kerja sistem starter saat kunci kontak pada posisi start (ST) Kunci kontak (ignition switch) yang diputar pada posisi start menyebabkan terjadinya aliran arus ke kumparan penarik (pull-in coil) dan kumparan penahan (hold-in coil) yang secara bersamaan berikut adalah aliran arus ke masing-masing kumparan tersebut.

Arus dari baterai mengalir ke kunci kontak --> terminal 50 pada solenoid -> kumparan pull-in coil --> terminal C --> kumparan medan (field coil) --> sikat positif --> kumparan armature --> sikat negatif --> massa. Maka akan terbentuk medan magnet pada kumparan pull-in coil.

Arus dari baterai mengalir ke kunci kontak --> terminal 50 pada solenoid -> kumparan hold-in coil --> massa. Maka akan terbentuk medan magnet pada kumparan hold-in coil.

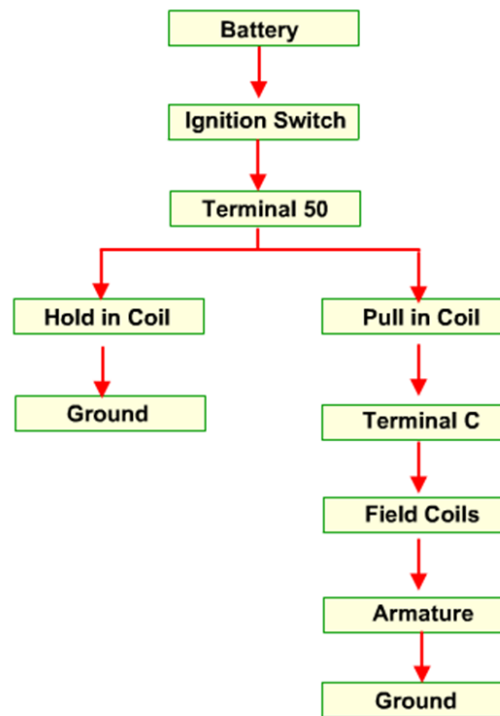
Aliran arus pada kumparan pull-in coil dan kumparan hold-in coil menyebabkan terjadinya kemagnetan pada kedua kumparan tersebut. Letak plunyer di dalam solenoid yang tidak simetris atau tidak berada ditengah kumparan menyebabkan plunyer tertarik dan bergerak ke kanan melawan tekanan pegas pengembali (return spring). Karena ada aliran arus (kecil) dari pull-in coil ke kumparan medan dan ke kumparan armature, maka medan magnet yang terbentuk pada kumparan medn dan armature lemah sehingga motor starter berputar lambat.

Pada saat plunyer tertarik, tuas penggerak (drive lever) yang terpasang pada ujung plunyer juga akan tertarik ke arah kanan. Bagian tengah tuas penggerak terdapat baut yang berfungsi sebagai engsel sehingga tuas penggerak bagian bawah yang berkaitan dengan kopleng starter (starter clutch) bergerak ke kiri mendorong gigi pinion agar berkaitan dengan ring gear. Pada kondisi pluyer tertarik (plat kontak belum menempel), motor starter berputar lambat. Putaran lambat ini membantu gigi pinion agar mudah masuk atau berkaitan dengan ring gear.

Karena arus yang mengalir ke field coil pada saat itu relatif kecil maka armature berputar lambat dan memungkinkan perkaitan pinion dan ring gear menjadi lembut. Pada keadaan ini kontak plate belum menutup main switch.

Dibawah ini menunjukkan diagram aliran arus menuju ke bagian komponen pada saat posisi di Start.

Bagan Aliran arus:



## 2. Pada Saat Pinion Berkaitan Penuh

Bila pinion gear sudah berkaitan penuh dengan ring gear, kontak plate akan mulai menutup main switch.

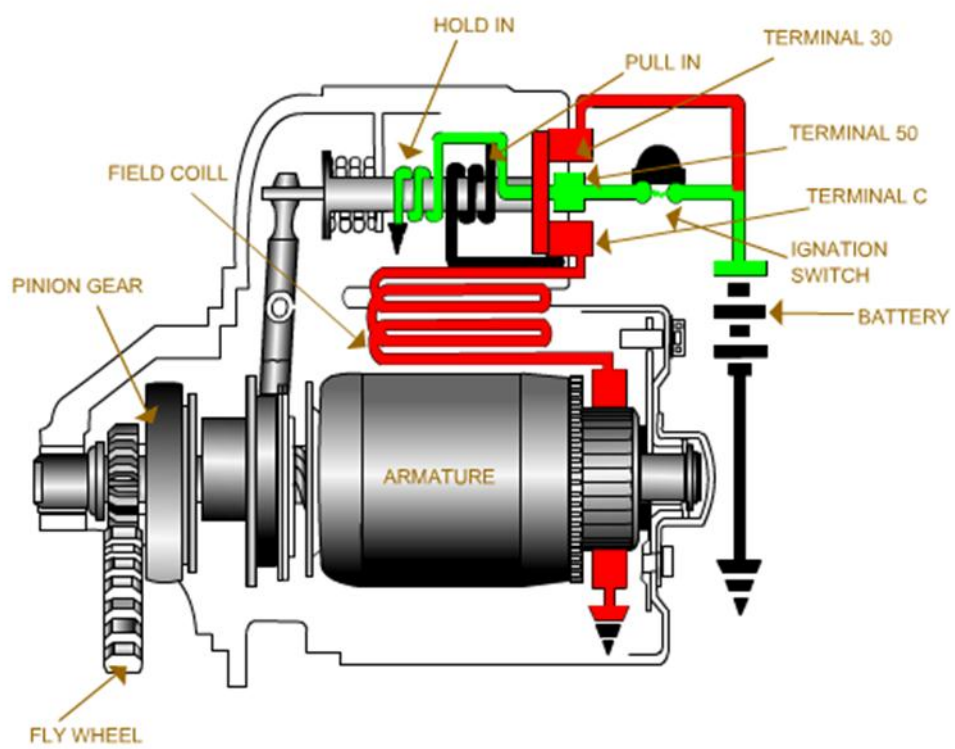
Kerja sistem starter saat gigi pinion berhubungan dengan ring gear Plunyer bergerak ke kanan pada saat kumparan pull-in coil dan kumparan hold-in coil menghasilkan medan magnet. Gerakan ini menyebabkan gigi pinion berkaitan penuh dengan ring gear dan plat kontak pada bagian ujung kanan plunyer menempel dengan terminal utama pada solenoid sehingga pada terminal 30 dan terminal C terhubung. Arus yang besar dapat mengalir melewati kedua terminal tersebut. Pada keadaan ini tegangan di terminal 50 sama dengan tegangan di terminal 30 dan terminal C. Karena tegangan di terminal C sama dengan tegangan di terminal 50, maka tidak ada arus yang mengalir ke kumparan pull-in coil dan kemagnetan di kumparan tersebut hilang. Secara rinci aliran arus dalam keadaan ini dijelaskan sebagai berikut:

Arus dari baterai mengalir ke terminal 50 --> kumparan hold-in coil --> massa. Terbentuklah medan magnet pada kumparan hold-in coil.

Arus yang besar dari baterai mengalir ke terminal 30 --> plat kontak --> terminal C --> kumparan medan --> sikat positif --> kommutator --> kumparan armature --> sikat negatif --> massa. Dan terbentuk medan magnet yang sangat kuat pada kumparan medan dan kumparan armature sehingga motor starter berputar.

Aliran arus yang besar pada kumparan medan dan kumparan armature menyebabkan terjadinya medan magnet yang sangat kuat sehingga motor starter berputar cepat dan menghasilkan tenaga kembali yang besar untuk memutar mesin. Medan magnet pada kumparan pull-in coil dalam kondisi ini tidak terbentuk karena arus tidak mengalir ke kumparan tersebut. Selama motor starter berputar plat kontak harus ada dalam kondisi menempel dengan terminal utama pada solenoid.

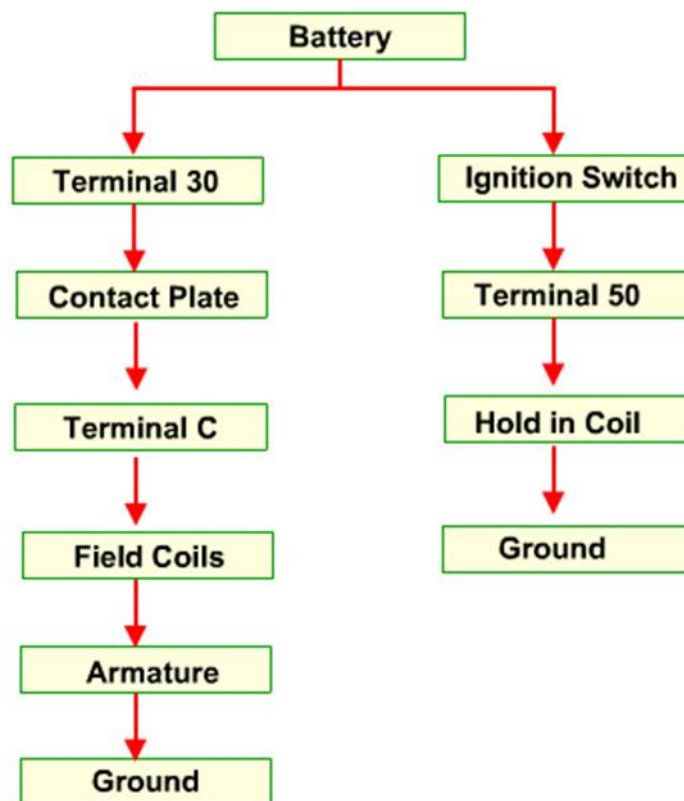
Oleh sebab itu pada kondisi ini kumparan hold-in coil tetap dialiri arus listrik sehingga medan magnet yang terbentuk pada kumparan tersebut mampu menahan plunyer dan plat kontak tetap menempel. Dengan demikian, meskipun kumparan pada pull-in coil kemagnetannya hilang, plunyer masih dalam kondisi tertahan.



Gambar 1.26 Gambar saat posisi pinion berkaitan penuh

Dibawah ini merupakan diagram alur aliran arus pada saat posisi pinion berkaitan penuh.

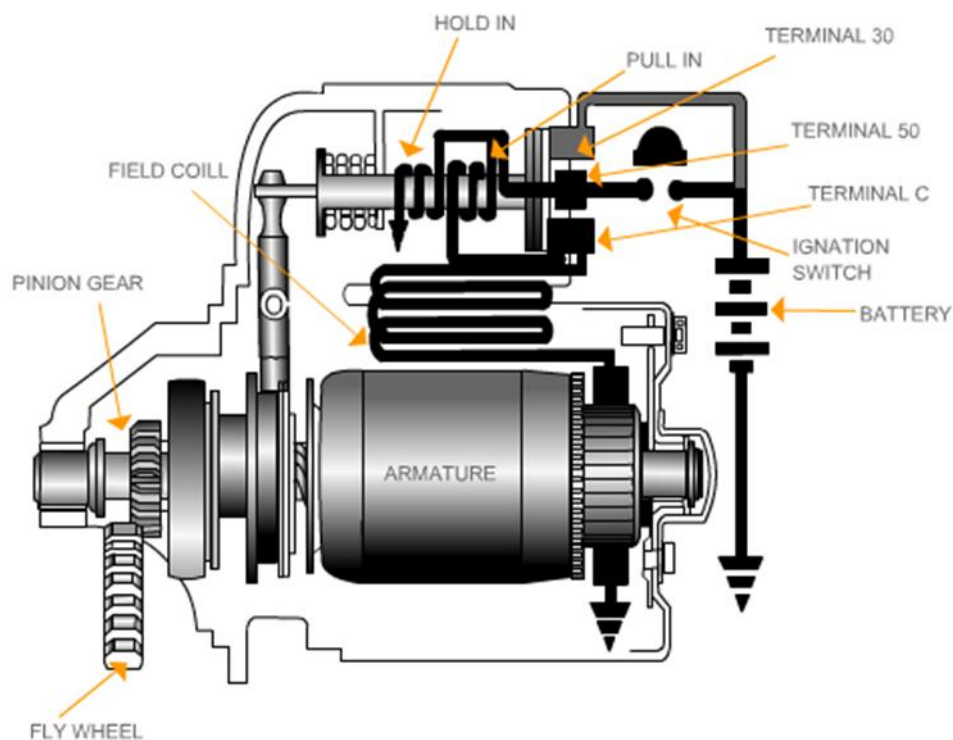
**Bagan Aliran arus:**



### ***3. Saat Kunci Kontak Posisi On***

Kondisi ini mengakibatkan magnet yang timbul pada pull-in coil dan hold-in coil saling meniadakan, karena arah arus berlawanan. Dengan demikian as selenoid mudah kembali bergerak seperti semula (kearah kanan), karena tarikan pegas. Begitu juga dengan contact plate yang terlepas dari terminal 30 dan C, arus dari baterai terputus, armatur berhenti berputar.

Kerja sistem starter saat kunci kontak kembali ke posisi ON (IG) Setelah mesin hidup, maka kunci kontak dilepas dan posisinya kembali keposisi ON atau IG. Namun demikian sasaat kunci kontak dilepas, plat kontak masih dalam kondisi menempel. Pada keadaan ini terminal 50 tidak akan mendapatkan arus listrik dari baterai. Aliran arus listrik pada kondisi ini dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 1.27 Saat kontak posisi on

Kerja sistem starter saat kunci kontak kembali ke posisi ON (IG) Setelah mesin hidup, maka kunci kontak dilepas dan posisinya kembali keposisi ON atau IG. Namun demikian sasaat kunci kontak dilepas, plat kontak masih dalam kondisi menempel. Pada keadaan ini terminal 50 tidak akan mendapatkan arus listrik dari baterai. Aliran arus listrik pada kondisi ini dijelaskan sebagai berikut:

Arus dari baterai mengalir ke terminal 30 --> plat kontak --> terminal C --> kumparan medan ->-> sikat positif --> kommutator --> kumparan armature -->

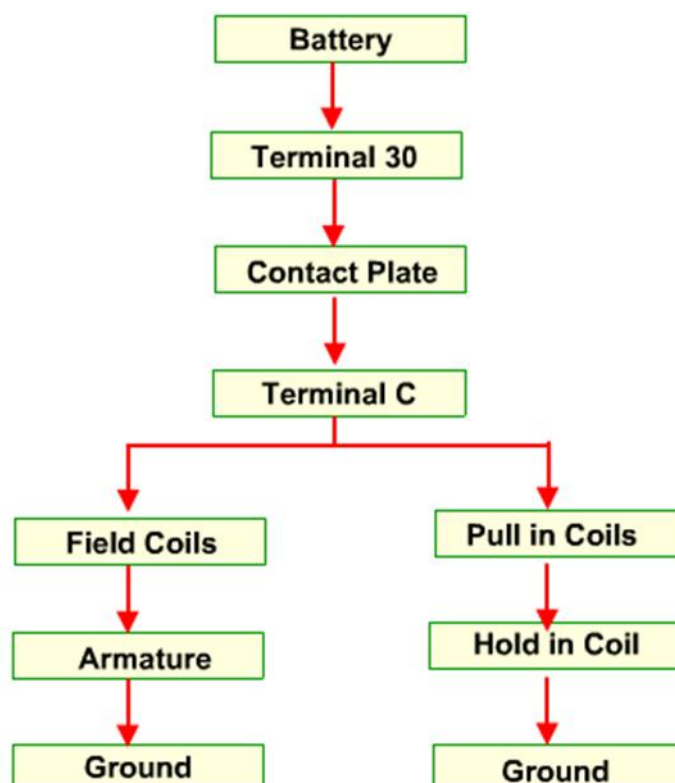


sikat negatif --> massa. Masih terbentuk medan magnet yang sangat kuat pada kumparan medan dan kumparan armature, motor starter masih berputar.

Arus dari baterai ke terminal 30 --> plat kontak --> terminal C --> kumparan pull-in coil --> kumparan hold-in coil --> massa. Kumparan pull-in coil dan kumparan hold-in coil menghasilkan medan magnet, namun arahnya berlawanan.

Seperti dijelaskan pada aliran no.1, motor starter masih dialiri arus yang besar sehingga pada saat ini motor starter masih berputar. Aliran arus seperti yang dijelaskan pada no.2, terjadi juga pada kumparan pull-in coil dan kumparan hold-in coil. Dari penjelasan dari gambar tentang solenoid tampak bahwa arus dari terminal C ke kumparan pada pull-in coil dan kumparan hold-in coil arahnya berlawanan sehingga medan magnet yang dihasilkan juga akan berlawanan arah kutubnya sehingga terjadi demagnetisasi atau saling menghilangkan medan magnet yang terbentuk oleh kedua kumparan tersebut. Akibatnya, tidak ada kekuatan medan magnet yang dapat menahan plunyer sehingga plunyer akan bergerak ke kiri dan kembali pada posisi semula sehingga plat kontak terlepas dari terminal 30 dan terminal C. Arus yang besar akan berhenti mengalir dan motor starter berhenti berputar.

**Bagan Aliran arus:**



### ***Tugas***

1. *Jelaskan cara kerja motor stater:*
  - a. *Saat Kunci Kontak Pada Posisi Start (ST)*
  - b. *Pada Saat Pinion Berkaitan Penuh*
  - c. *Saat Kunci Kontak Posisi On*

*Dari masing-masing cara kerja disertai dengan*
2. *Buatlah diagram arus pada prinsip kerja motor stater*
  - a. *Saat Kunci Kontak Pada Posisi Start (ST)*
  - b. *Pada Saat Pinion Berkaitan Penuh*
  - c. *Saat Kunci Kontak Posisi On*



## **4. JENIS MOTOR STARTER**

### **a. KARAKTERISTIK**

Motor starter mempunyai karakteristik kerja sebagai berikut :

1. Makin besar arus yang digunakan oleh motor starter, makin besar momen puntir yang dibangkitkan motor.
2. Makin cepat motor, makin besar gaya electromotive yang dibangkitkan armature coil dan makin kecil arus yang mengalir.

Saat ini sebagian besar kendaraan menggunakan jenis motor gulungan seri untuk motor stater. Motor jenis gulungan seri menghasilkan putaran rendah dengan daya yang besar. Apabila bebannya dikurangi, gaya putarnya akan berkurang namun kecepatan putarnya akan meningkat. Karena itulah, kecepatan putarnya akan beragam.

Motor stater harus dapat menghasilkan gaya putar yang bisa tahan terhadap tekanan kompresi dan gaya gesek komponen didalam mesin, sehingga gaya putarannya harus besar. Ketentuan yang diperlukan pada motor stater adalah sebagai berikut :

- Gaya putar untuk starting mesin harus besar.
- Harus bisa sekecil dan seringan mungkin dan mempunyai output yang besar
- Harus dapat bekerja dengan kapasitas arus yang kecil
- Tahan terhadap guncangan
- Tahan terhadap kejutan mekanis

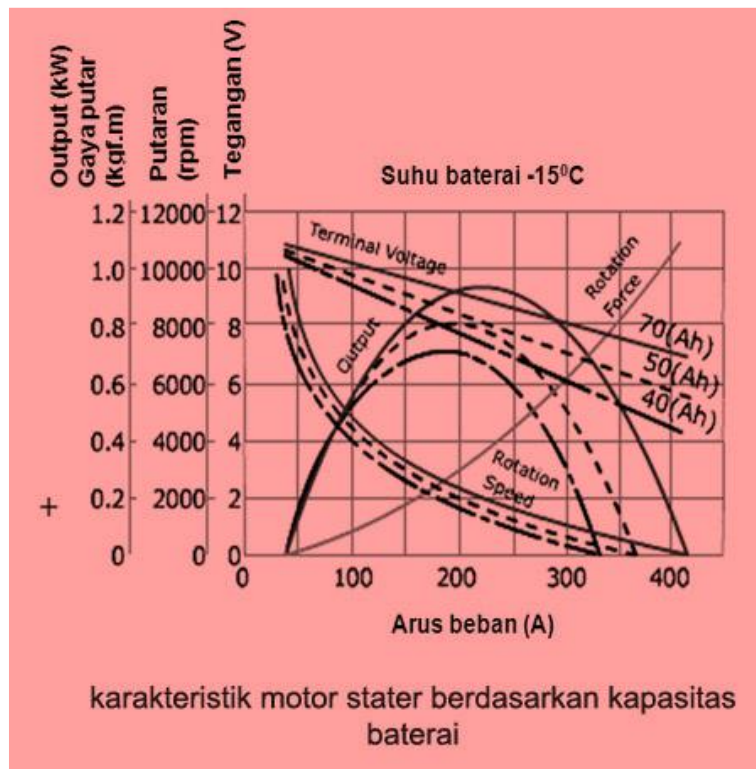
Gaya putar dan kecepatan yang diperlukan motor stater untuk memutar mesin akan tergantung dari jenis mesinnya (volume silinder, ratio kompresi, dan jenis pengapiannya) atau temperature (temperature daerah setempat atau temperature oli pelumas). Kinerja sistem stater umumnya dipengaruhi oleh keadaan baterai sebagai sumber energi listrik. Tahanan putar pada mesin ditentukan oleh gaya yang diperlukan untuk mengkompresi campuran udara dan bahan bakar didalam silinder dan gaya gesek pada silinder, piston, bearing, gear dan lainnya.

Pada saat mesin di start, gaya putar yang diperlukan pada motor stater untuk memutar poros engkol (crank shaft) melawan tahanan putar di sebut dengan starting rotation force (gaya putar stater). Gaya putar stater dapat dinaikkan dengan cara memperbesar ratio antara flywheel ring gear dan pinion gear (sekitar 10 – 15 : 1).

Untuk menghidupkan mesin , kecepatan dan gaya putar harus lebih dari gaya putar poros engkol. Untuk mesin bensin , jika tegangan yang disuplai ke koil pengapian terlalu rendah , maka pengapiannya akan gagal. Untuk mesin diesel, jika tekanan kompresi tidak mencukupi maka temperature akhir kompresi tidak cukup untuk membakar bahan bakar.

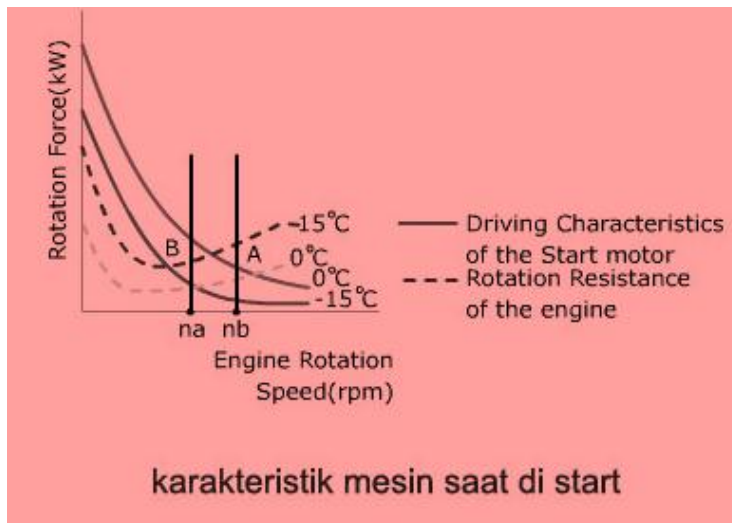
Batas terendah kecepatan putaran untuk menghidupkan mesin disebut minimum starting rotation speed (kecepatan putaran stater minimal). Kecepatan putaran mesin diesel sedikit lebih tinggi dibanding dengan kecepatan mesin bensin. Umumnya kecepatan putaran minimal tergantung dari jumlah silinder, jumlah siklus, bentuk ruang bakar, jenis pengapian dan lain-lain. Untuk mesin 2 tak kecepatan putaran minimum adalah 150-200 rpm dengan suhu sekitar 15<sup>o</sup> celcius, untuk mesin 4 tak

putarannya lebih dari 100 rpm untuk mesin bensin dan 180 rpm untuk mesin diesel.

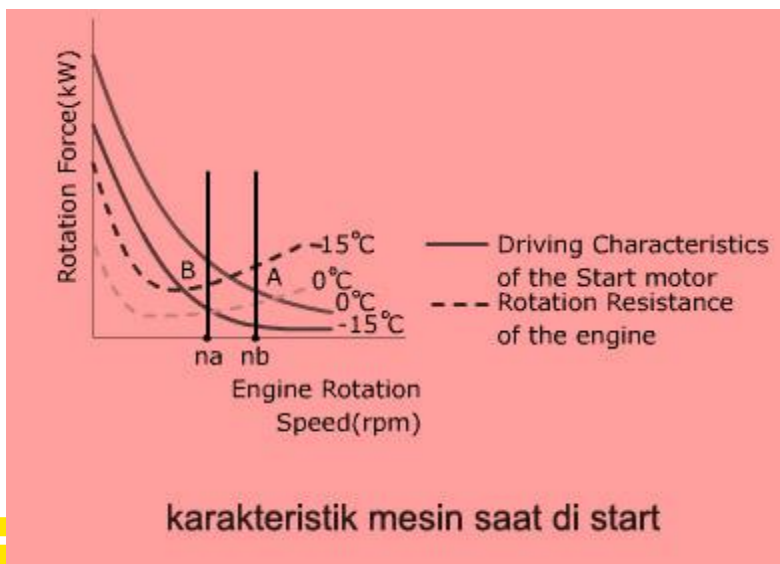


Output pada motor starter beragam tergantung dari kapasitas dan temperature baterai. Gambar diatas menunjukkan karakteristik motor starter berdasarkan baterai yang mempunyai kapasitas berbeda untuk menjalankan motor starter.

Output (kW)



Saat kapasitas baterai kecil, tegangan terminal akan turun dan kecepatan putarnya juga lambat untuk menghidupkan mesin, sehingga outputnya akan berkurang kemudian seperti tampak gambar diatas, kapasitas aktualnya juga menurun saat temperaturnya rendah sehingga output pada motor starter juga berkurang, karena itulah pada beberapa hal performa starter akan menurun.



Gambar diatas menunjukkan hubungan antara kecepatan putaran mesin yang diputar oleh motor starter dan gaya putar untuk menjalankan mesin melalui pinion gear dan ring gear pada flywheel. Ketika temperaturnya rendah , tingkat kekentalan oli akan naik sehingga tahanan putar dari mesin juga akan naik namun gaya putar pergerakannya akan berkurang karena penurunan kapasitas baterai

#### **b. Macam-macam Motor Starter**

Motor starter merupakan alat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dan outputnya dalam kilowatt akan selalu lebih kecil dari inputnya. Pada unit kendaraan alat berat untuk meningkatkan jumlah daya outputnya rancangan motor starter dibuat tegangannya yang lebih tinggi.

Pada umumnya motor starter digolongkan menurut nominal outputnya (dalam kilowatt) makin besar outputnya semakin besar pula kemampuan startnya. Pada umumnya kendaraan menggunakan baterai 12 Volt maka motor starter juga dirancang untuk tegangan tersebut. Beberapa kendaraan bermotor diesel menggunakan dua buah baterai 12 Volt yang dihubungkan seri dengan sebuah motor starter 24 volt untuk memperbesar kemampuan start.

Konstruksi cara kerja dan prosedur trouble shooting untuk motor starter 24 Volt pada dasarnya sama dengan tipe 12 volt.

## ***Pengamatan***

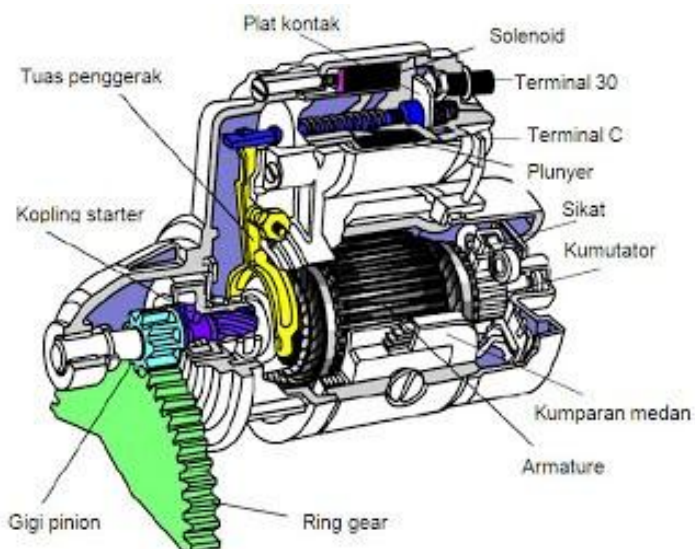
- 1. Amatilah motor stater seperti pada gambar!**
- 2. Identifikasi pada motor satter tersebut dari:**
  - a. Nama komponen**
  - b. Cara kerja**
  - c. Kelebihan**
  - d. Kekurangan**
- 3. Diskusikan hasil pengamatan tadi untuk menemukan sebuah kesimpulan yang disepakati!**



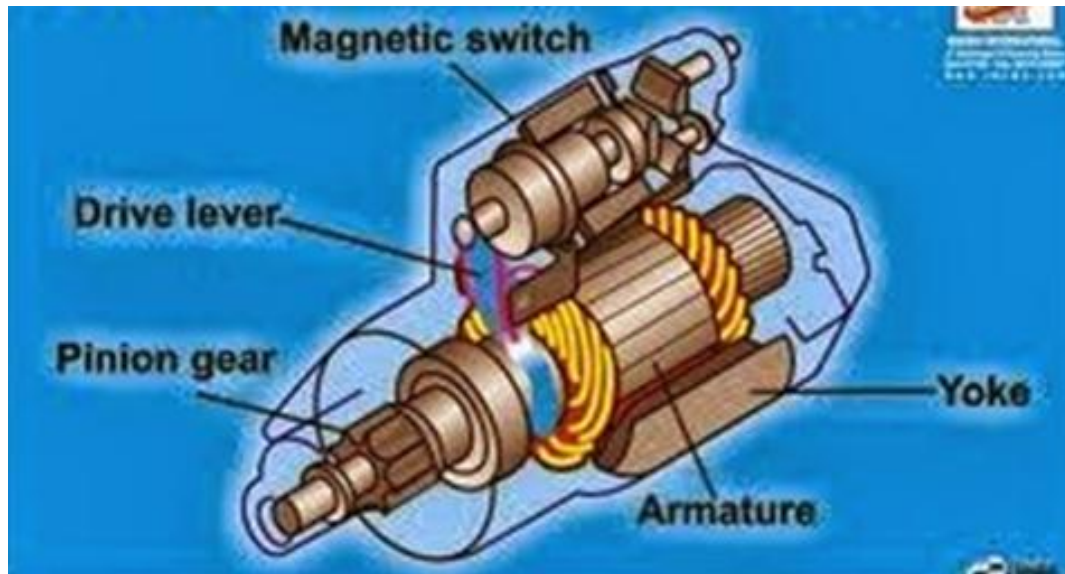


### 1. otor Stater Konvensional

Motor starter type konvensional terdiri dari kopling stater, gigi pinion, armature solenoid dan juga yang lainnya seperti tampak pada gambar dibawah.



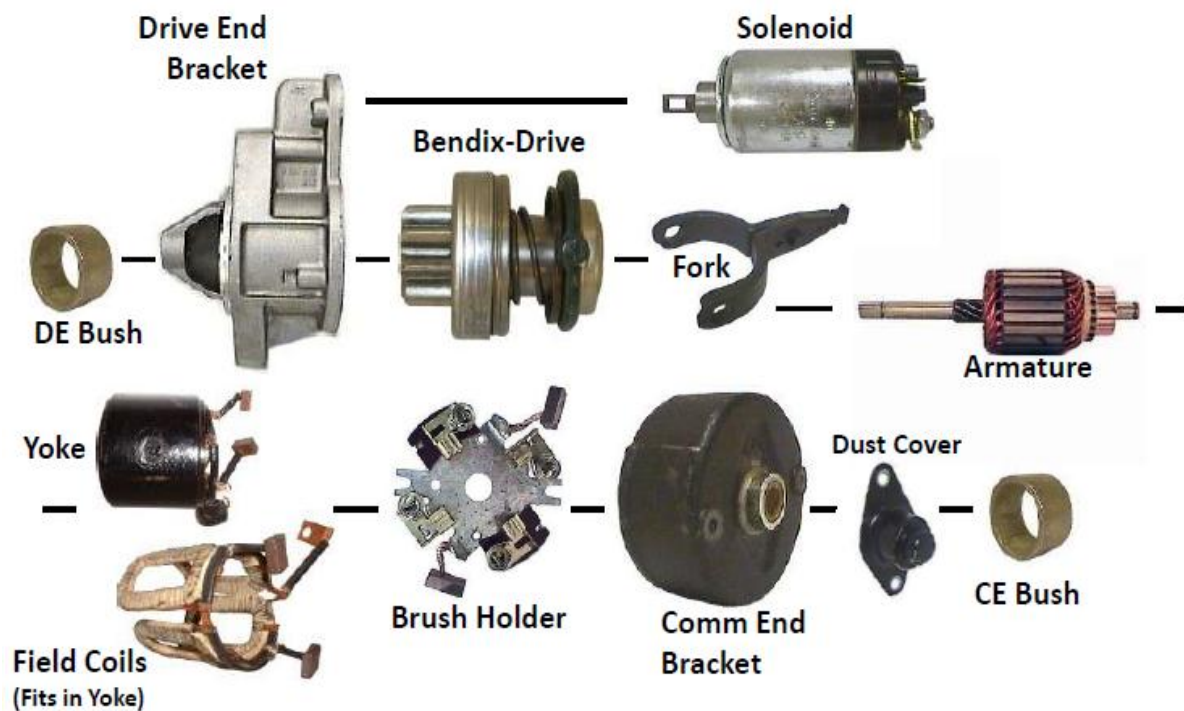




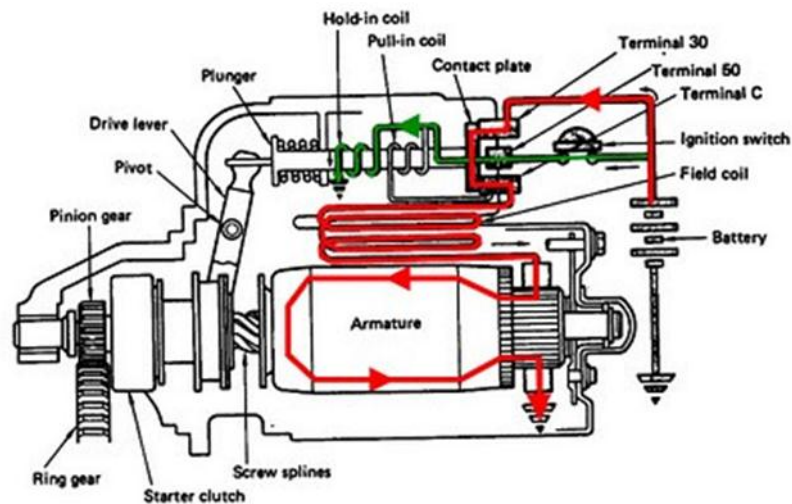
Gambar 1.28 Motor starter type konvensional

Komponen-komponen motor starter konvensional dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Amati bagian-bagian motor starter tersebut.

Cara kerja motor starter type konvensional sebagai berikut:



## 1. Saat Kunci Kontak Pada Posisi Start (ST)



Kerja sistem starter saat kunci kontak pada posisi start (ST) Kunci kontak (ignition switch) yang diputar pada posisi start menyebabkan terjadinya aliran arus kekumparan penarik (pull-in coil) dan kekumparan penahan (hold-in coil) yang secara bersamaan berikut adalah aliran arus kemasing-masing kumparan tersebut.

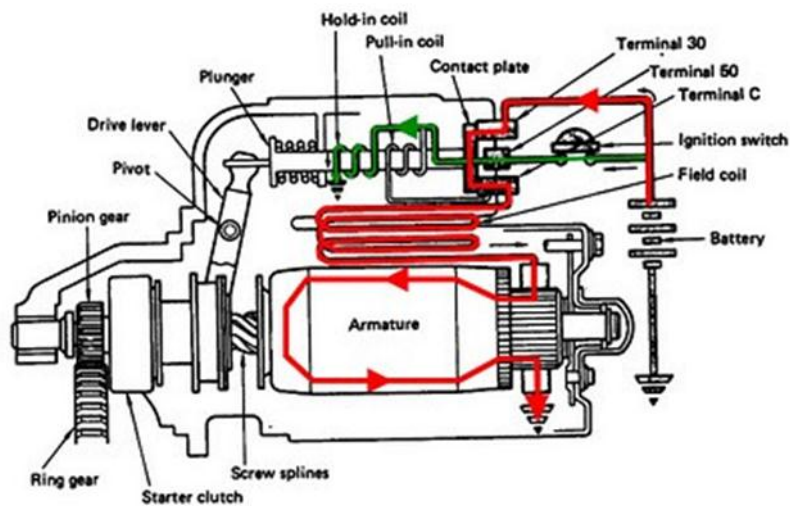
Arus dari baterai mengalir ke kunci kontak --> terminal 50 pada solenoid --> kumparan pull-in coil --> terminal C --> kumparan medan (field coil) --> sikat positif --> kumparan armature --> sikat negatif --> massa. Maka akan terbentuk medan magnet pada kumparan pull-in coil.

Arus dari baterai mengalir ke kunci kontak --> terminal 50 pada solenoid --> kumparan hold-in coil --> massa. Maka akan terbentuk medan magnet pada kumparan hold-in coil.

Aliran arus pada kumparan pull-in coil dan kumparan hold-in coil menyebabkan terjadinya kemagnetan pada kedua kumparan tersebut. Letak plunyer di dalam solenoid yang tidak simetris atau tidak berada

ditengah kumparan menyebabkan plunyer tertarik dan bergerak ke kanan melawan tekanan pegas pengembali (return spring). Karena ada aliran arus (kecil) dari pull-in coil ke kumparan medan dan ke kumparan armature, maka medan magnet yang terbentuk pada kumparan medan dan armature lemah sehingga motor starter berputar lambat. Pada saat plunyer tertarik, tuas penggerak (drive lever) yang terpasang pada ujung plunyer juga akan tertarik ke arah kanan. Bagian tengah tuas penggerak terdapat baut yang berfungsi sebagai engsel sehingga tuas penggerak bagian bawah yang berkaitan dengan kopling starter (starter clutch) bergerak ke kiri mendorong gigi pinion agar berkaitan dengan ring gear. Pada kondisi plunyer tertarik (plat kontak belum menempel), motor starter berputar lambat. Putaran lambat ini membantu gigi pinion agar mudah masuk atau berkaitan dengan ring gear.

## 2. Saat Gigi Pinion Berhubungan Dengan Ring Gear



Kerja sistem starter saat gigi pinion berhubungan dengan ring gear Plunyer bergerak ke kanan pada saat kumparan pull-in coil dan kumparan hold-in coil menghasilkan medan magnet. Gerakan ini menyebabkan gigi pinion berkaitan penuh dengan ring gear dan plat kontak pada bagian ujung kanan plunyer

menempel dengan terminal utama pada solenoid sehingga pada terminal 30 dan terminal C terhubung. Arus yang besar dapat mengalir melewati kedua terminal tersebut. Pada keadaan ini tegangan di terminal 50 sama dengan tegangan di terminal 30 dan terminal C. Karena tegangan di terminal C sama dengan tegangan di terminal 50, maka tidak ada arus yang mengalir ke kumparan pull-in coil dan kemagnetan di kumparan tersebut hilang. Secara rinci aliran arus dalam keadaan ini dijelaskan sebagai berikut:

Arus dari baterai mengalir ke terminal 50 --> kumparan hold-in coil --> massa. Terbentuklah medan magnet pada kumparan hold-in coil.

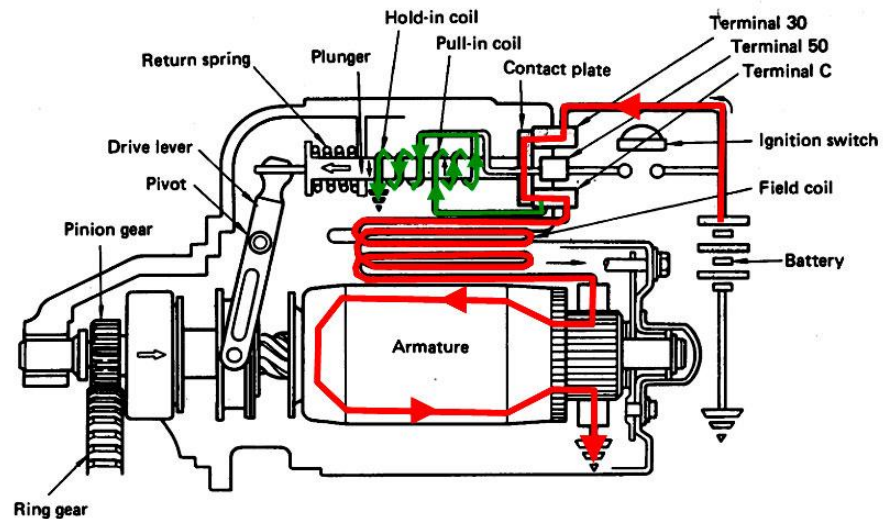
Arus yang besar dari baterai mengalir ke terminal 30 --> plat kontak --> terminal C --> kumparan medan --> sikat positif --> kommutator --> kumparan armature --> sikat negatif --> massa. Dan terbentuk medan magnet yang sangat kuat pada kumparan medan dan kumparan armature sehingga motor starter berputar.

Aliran arus yang besar pada kumparan medan dan kumparan armature menyebabkan terjadinya medan magnet yang sangat kuat sehingga motor starter berputar cepat dan menghasilkan tenaga kembali yang besar untuk memutar mesin. Medan magnet pada kumparan pull-in coil dalam kondisi ini tidak terbentuk karena arus tidak mengalir ke kumparan tersebut. Selama motor starter berputar plat kontak harus ada dalam kondisi menempel dengan terminal utama pada solenoid. Oleh sebab itu pada kondisi ini kumparan hold-in coil tetap dialiri arus listrik sehingga medan magnet yang terbentuk pada kumparan tersebut mampu menahan plunyer dan plat kontak tetap menempel. Dengan demikian, meskipun kumparan pada pull-in coil kemagnetannya hilang, plunyer masih dalam kondisi tertahan.

### 3. Saat Kunci Kontak Kembali ke Posisi ON (IG)

Kerja sistem starter saat kunci kontak kembali ke posisi ON (IG) Setelah mesin hidup, maka kunci kontak dilepas dan posisinya kembali ke posisi ON atau IG. Namun demikian sasaat kunci kontak dilepas, plat kontak masih dalam kondisi menempel. Pada keadaan ini terminal 50

tidak akan mendapatkan arus listrik dari baterai. Aliran arus listrik pada kondisi ini dijelaskan sebagai berikut:



Arus dari baterai mengalir ke terminal 30 --> plat kontak --> terminal C --> kumparan medan -->>> sikat positif --> kommutator --> kumparan armature --> sikat negatif --> massa. Masih terbentuk medan magnet yang sangat kuat pada kumparan medan dan kumparan armature, motor starter masih berputar.

Arus dari baterai ke terminal 30 --> plat kontak --> terminal C --> kumparan pull-in coil --> kumparan hold-in coil --> massa. Kumparan pull-in coil dan kumparan hold-in coil menghasilkan medan magnet, namun arahnya berlawanan.

Seperti dijelaskan pada aliran no.1, motor starter masih dialiri arus yang besar sehingga pada saat ini motor starter masih berputar. Aliran arus seperti yang dijelaskan pada no.2, terjadi juga pada kumparan pull-in coil dan kumparan hold-in coil. Dari penjelasan dari gambar tentang solenoid tampak bahwa arus dari terminal C ke kumparan pada pull-in coil dan kumparan hold-in coil arahnya berlawanan sehingga medan magnet yang dihasilkan juga akan berlawanan arah kutubnya

sehingga terjadi demagnetisasi atau saling menghilangkan medan magnet yang terbentuk oleh kedua kumparan tersebut. Akibatnya, tidak ada kekuatan medan magnet yang dapat menahan plunyer sehingga plunyer akan bergerak ke kiri dan kembali pada posisi semula sehingga plat kontak terlepas dari terminal 30 dan terminal C. Arus yang besar akan berhenti mengalir dan motor starter berhenti berputar.

### **Pengamatan**

**1. Amatilah motor stater seperti pada gambar!**

**2. Identifikasi pada motor satter tersebut dari:**

**a. Nama komponen**

**b. Cara kerja**

**c. Kelebihan**

**d. Kekurangan**

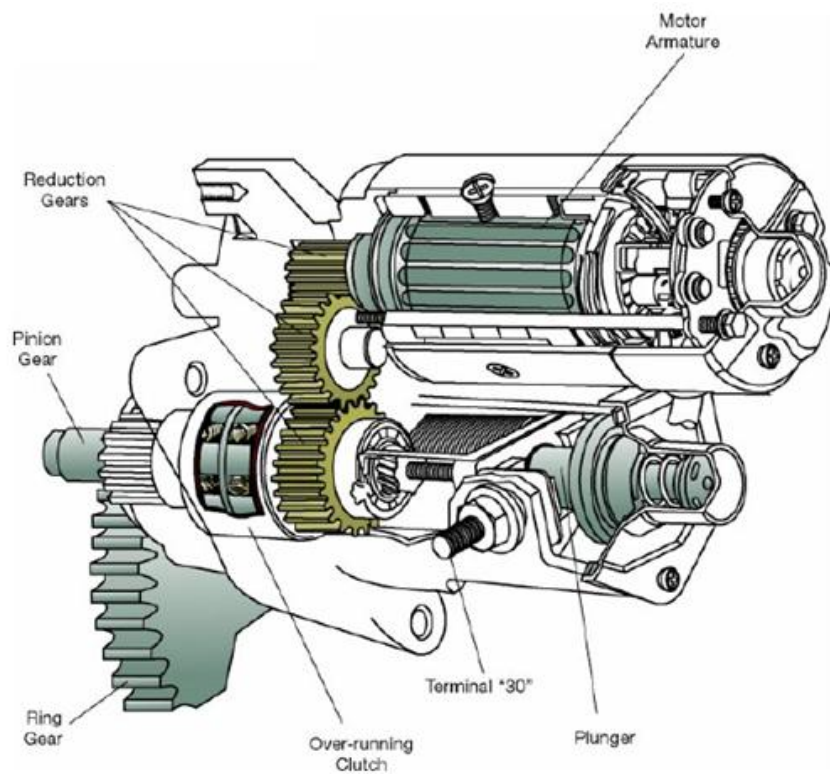
**3. Diskusikan hasil pengamatan tadi untuk menemukan sebuah kesimpulan yang disepakati!**



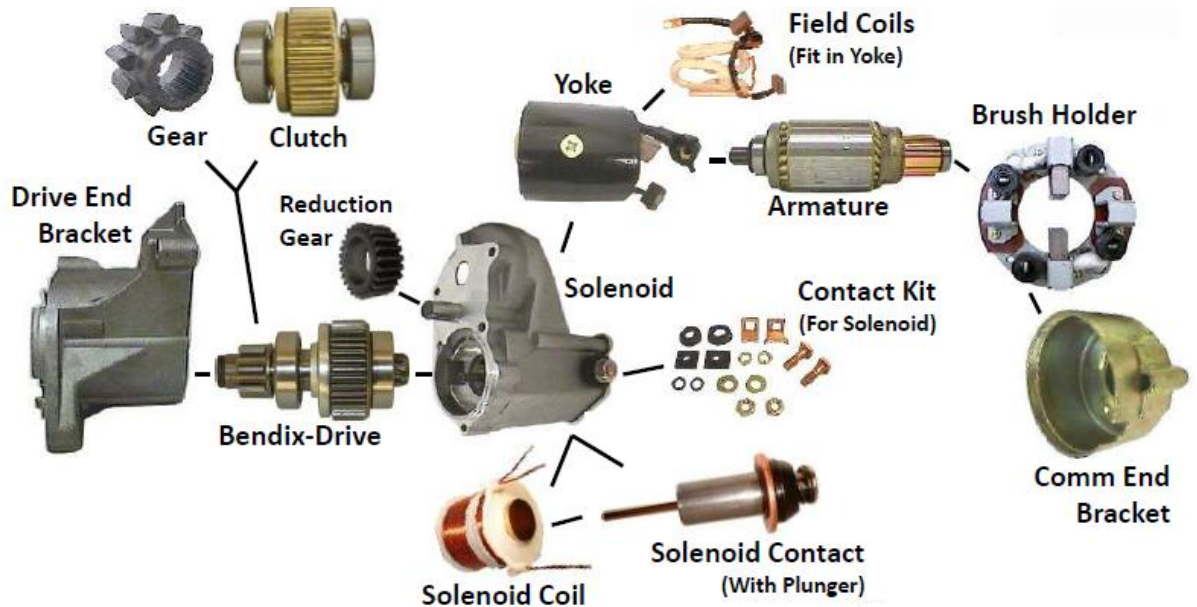
## **2 .Motor stater type reduksi**

Istilah reduksi pada motor starter berarti mengurangi atau menurunkan. Yang diturunkan adalah putaran motor starter. Jadi motor starter jenis reduksi merupakan motor starter yang putaran armaturenya direduksi atau diturunkan dengan sistem penurun putaran berupa roda gigi. Penurunan putaran motor starter ini berefek pada naiknya tenaga putar atau torsi motor

tersebut. Beberapa bentuk motor starter tipe reduksi yang banyak dijumpai diperlihatkan pada gambar dibawah ini.



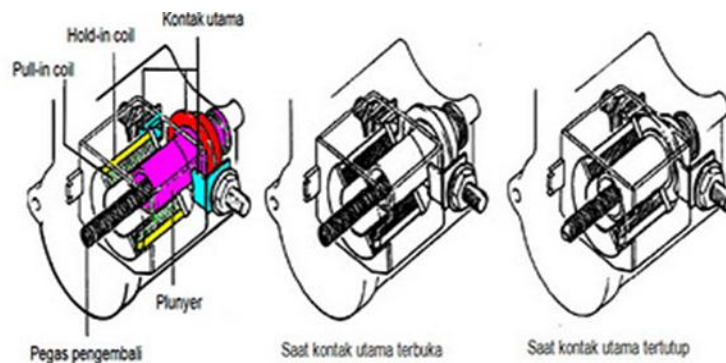
Komponen-komponen pada motor stater untuk type reduksi seperti pada gambar dibawah ini, antara lain clutch, field coil, armature, brush holder dan lainnya.



#### a. Solenoid (Magnetic Switch)

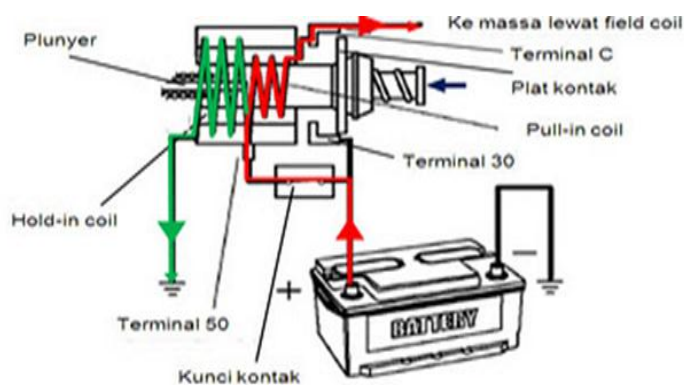
Solenoid atau Magnetic Switch pada motor starter model reduksi bentuknya agak berbeda dengan solenoid pada tipe konvensional. Namun demikian ada juga solenoid motor starter tipe reduksi yang bentuknya sama persis dengan solenoid tipe reduksi. Terminal-terminal yang ada pada solenoid motor starter reduksi yaitu terminal 30, terminal 50 dan terminal C. terminal 50 adalah terminal yang dihubungkan dengan terminal ST pada kunci kontak. Terminal 30 adalah terminal yang langsung dihubungkan dengan positif baterai menggunakan kabel yang besar agar arus yang besar dapat mengalir saat distart. Di dalam solenoid motor starter tipe reduksi juga terdapat 2 buah kumparan yang disebut dengan pull-in coil dan hold-in coil.





solenoid motor stater reduksi

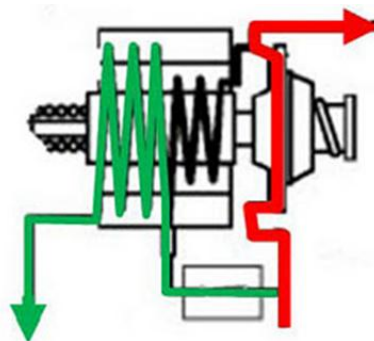
Prinsip kerja solenoid pada motor starter tipe reduksi pada prinsipnya sama dengan cara kerja solenoid pada motor starter tipe konvensional. Berikut dijelaskan cara kerja solenoid pada motor starter jenis reduksi



aliran arus pada solenoid pada saat kunci kontak ON

Bila kunci kontak dalam keadaan tertutup, arus mengalir dari terminal 50 ke kumparan pull-in coil, kemudian ke terminal C kemudian ke massa (melalui kumparan medan pada motor starter). Pada saat yang sama arus juga mengalir ke terminal 50 ke kumparan hold-in coil kemudian ke massa. Akibatnya akan terjadi medan magnet pada pull-in coil dan hold-in coil sehingga plunyer tertarik. Tertariknya plunyer terutama diakibatkan oleh medan magnet yang dihasilkan oleh pull-in coil.

Plunyer dapat tertarik pada saat pull-in coil dialiri arus karena posisi plunyer tidak simetris atau tidak ditengah kumparan sehingga saat terjadi medan magnet pada pull-in coil plunyer akan tertarik dan bergerak ke kiri sehingga plat kontak menempel menghubungkan terminal utama 30 dan terminal penghubung C. Dengan kejadian ini maka terminal 30 dan terminal C akan terhubung secara langsung melalui plat kontak. Pada sisi sebelah kiri plunyer dihubungkan dengan kopling starter dan gigi pinion yang ikut terdorong oleh plunyer saat pull-in coil bekerja sehingga gigi pinion bergerak maju berkaitan dengan roda gigi penerus (flywheel).

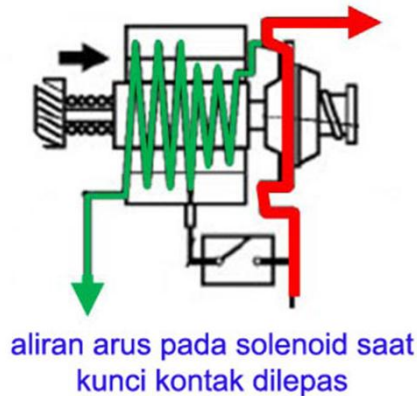


aliran arus pada solenoid saat plat kontak terhubung

Terhubungnya plat kontak dengan terminal utama (terminal 30 dan terminal C) menyebabkan arus yang besar mengalir dari baterai ke terminal 30 ke terminal C kemudian ke massa melalui kumparan medan dan armature. Saat plat kontak terhubung dengan terminal 30 dan terminal C, tegangan di terminal C sama dengan tegangan di terminal 30 dan terminal 50. Hal ini menyebabkan arus tidak mengalir dari terminal 50 ke pull-in coil dan kemandekan pada pull-in coil menjadi hilang.

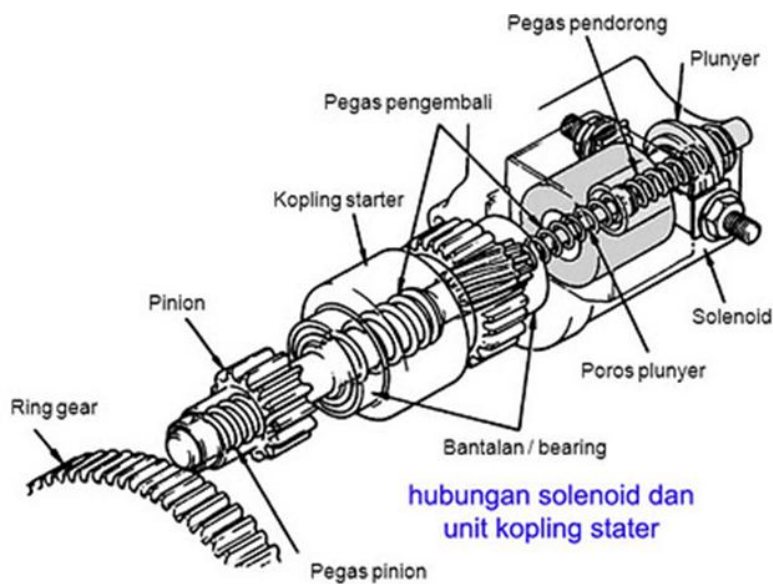
Untuk mempertahankan posisi plat kontak tetap menempel maka hold-in coil berperan dengan tetap menghasilkan medan magnet sehingga arus yang besar tetap dapat mengalir ke motor starter lewat plat kontak (motor starter tetap berputar). Kumparan hold-in coil menghubungkan terminal 50 dan bodi solenoid

dan berfungsi untuk menahan plunyer sehingga plat kontak tetap dapat menempel dengan terminal utama (menghubungkan terminal 30 dan terminal C).



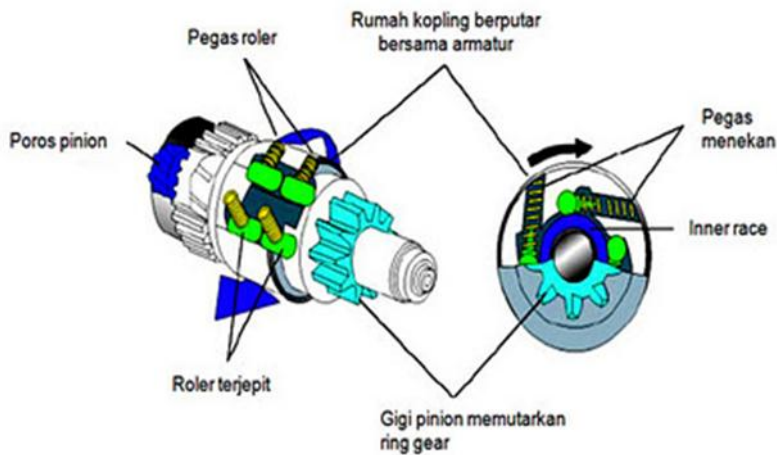
Apabila kunci kontak dibuka, maka tidak ada arus yang mengalir ke terminal 50. Sesaat setelah kunci kontak dibuka, plat kontak masih menempel dan menghubungkan terminal 30 dan terminal C sehingga arus dari terminal C mengalir ke kumparan pull-in coil, ke kumparan hold-in coil kemudian ke massa. Arah aliran arus dari kedua kumparan tersebut berlawanan sehingga menghasilkan medan magnet yang saling berlawanan juga. Hal ini menyebabkan terjadinya demagnetisasi atau saling menetralkan medan magnet sehingga plunyer akan kembali ke posisi asalnya (lepas dari terminal utama) karena didorong oleh pegas pengembali.

Gambar dibawah menunjukkan konstruksi solenoid dan hubungannya dengan kopling starter dan gigi pinion. poros plunyer dan pegas pendorong terpasang satu sumbu pada lubang yang terdapat pada unit kopling starter dan poros pinion. Dengan demikian jika plunyer bergerak (karena pull-in coil bekerja) maka poros gigi pinion akan ikut terdorong sehingga pinion bergerak maju untuk berkaitan dengan ring gear.



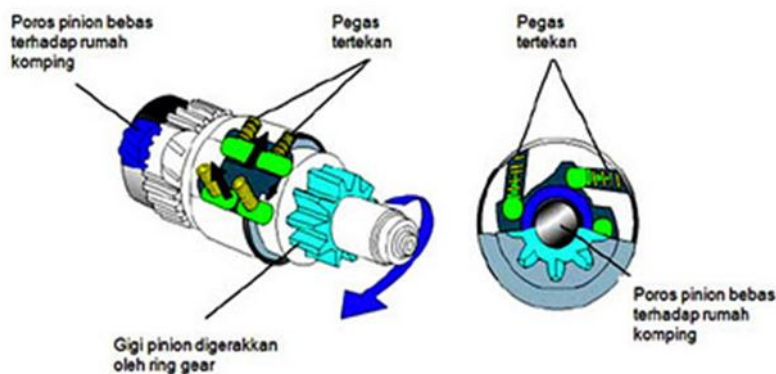
#### b. kopling starter (overrunning clutch atau starter clutch)

Ketika mesin dihidupkan, pinion pada motor starter dan flywheel satu sama lainnya saling berkaitan. Jika mesin sudah hidup dan gigi pinion masih berkaitan dengan flywheel, maka sekarang fly wheel dapat memutar motor starter. Karena jumlah gigi pada flywheel jumlahnya jauh lebih banyak, maka putaran gigi pinion pada motor starter menjadi sangat tinggi. Hal ini dapat merusak motor starter terutama pada bagian armature, bantalan (bearing), komutator dan sikat. Untuk mencegah kerusakan tersebut, maka dipasang kopling starter yang bisa berputar dengan satu arah saja. Artinya, pada saat motor starter berputar gaya putar poros motor starter dapat disalurkan ke flywheel sehingga poros engkol dapat berputar, tetapi saat mesin sudah hidup, putaran mesin tidak dapat memutar motor starter. Secara umum koping starter yang digunakan pada motor starter tipe reduksi dengan tipe konvensional adalah sama.



### kopling stater saat armature memutar rumah koping

Saat armature berputar, rumah kopling berputar bersama armature, pegas roller pada kopling starter akan menekan roller bergerak ke kiri berlawanan dengan gerakan putar rumah kopling. Akibatnya roller akan terjepit di daerah yang sempit antara lubang roller pada rumah kopling dan inner race. Karena roller terjepit, maka inner race akan terkunci dan ikut berputar bersama-sama dengan rumah kopling. Karena inner race menjadi satu kesatuan dengan gigi pinion, maka gigi pinion akan berputar dan menggerakkan flywheel.

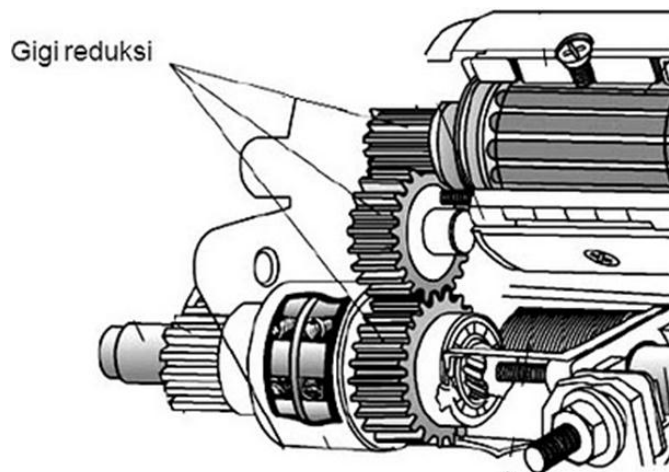


### kopling stater saat gigi pinion diputar-kan oleh flywheel

Jika mesin sudah hidup dan gigi pinion masih berhubungan dengan flywheel, maka sekarang flywheel akan memutar gigi pinion dan inner race, gerakan putar inner race ini menyebabkan roller terdorong dan bergerak ke arah kanan sehingga berada pada daerah lubang yang longgar. Hal ini menyebabkan roller dapat berputar dengan bebas (roller tidak terjepit) sehingga rumah kopling tidak ikut berputar. Dengan demikian kopling akan membebaskan atau memutuskan putaran mesin ke motor starter.

### c. Gigi Reduksi

Gigi reduksi merupakan komponen utama pada motor starter tipe ini yang membedakan dengan motor starter tipe konvensional. Armature pada motor starter tipe reduksi ukurannya lebih kecil namun putaran yang dihasilkan tinggi bila dibandingkan dengan tipe konvensional. Dengan gigi reduksi putaran tinggi pada armature akan direduksi atau diturunkan oleh rangkaian gigi reduksi.



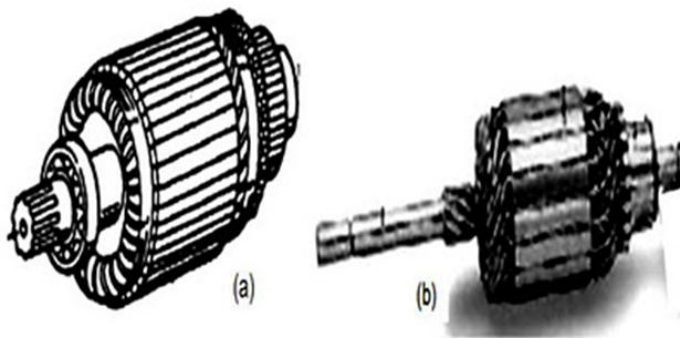
roda gigi reduksi

Penurunan putaran ini berbalikan dengan torsi yang dihasilkan, torsi yang dihasilkan setelah mengalami penurunan putaran menjadi naik. Perbandingan gigi antara motor starter ini sekitar 4 : 1 , ini berarti jika armature berputar 4000 rpm

maka gigi pinion atau koping starter berputar 1000 rpm. Namun penurunan sebanyak empat kalinya ini diikuti dengan naiknya tenaga putar sebanyak empat kalinya juga (dengan asumsi tidak ada penurunan tenaga selama gesekan).

#### d. Armature

Secara umum konstruksi armature motor starter reduksi sama dengan armature pada motor starter tipe konvensional. Perbedaan pokoknya adalah pada ujung armature motor starter reduksi terdapat gigi pada porosnya, sedangkan pada tipe konvensional tidak ada karena roda gigi pinionnya terpasang pada unit koping starter. Dengan kemampuan yang sama antara kedua motor starter tersebut, ukuran armature motor starter tipe reduksi lebih kecil dengan dibandingkan dengan tipe konvensional. Hal ini juga menguntungkan karena dengan armature yang kecil maka kebutuhan arusnya juga kecil sehingga baterai yang digunakan dapat lebih kecil.



armature tipe reduksi (a) dan armature tipe konvensional (b)

#### Cara Kerja Sistem Starter Tipe Reduksi

Cara kerja sistem starter dengan motor tipe reduksi secara umum sama dengan cara kerja sistem starter dengan motor starter tipe konvensional. Cara kerjanya dibagi dalam tiga keadaan. Yaitu saat kunci kontak pada posisi ON (ST), saat

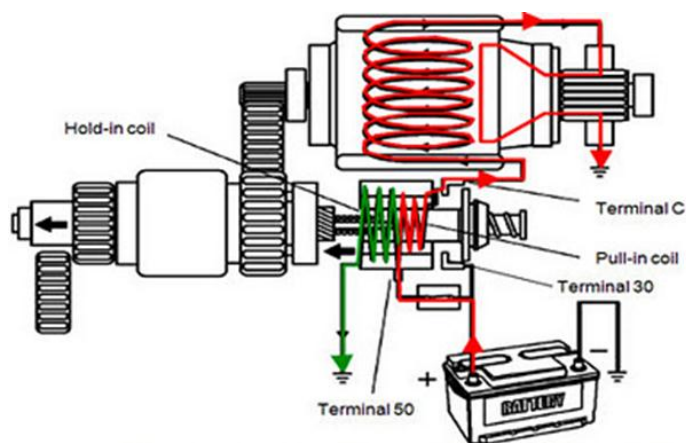
plat kontak berhubungan dan saat kunci kontak tidak terhubung. Berikut dijelaskan cara kerja sistem starter secara rinci.

### 1. Saat kunci kontak pada posisi start (ST)

Kunci kontak atau ignition switch yang diputar pada posisi start menyebabkan terjadinya aliran arus ke kumparan penarik (pull-in coil) dan ke kumparan penahan (hold-in coil) yang secara bersamaan. Berikut adalah aliran arus ke masing-masing kumparan tersebut :

Arus dari baterai mengalir ke kunci kontak - terminal 50 pada solenoid - kumparan pull in coil - terminal C - kumparan medan (field coil) - sikat positif - kumparan armature - sikat negatif - massa - (terbentuk medan magnet pada kumparan pull in coil)

Arus dari baterai mengalir melalui kunci kontak - terminal 50 pada solenoid - kumparan hold in coil – massa - (terbentuk medan magnet pada kumparan hold in coil).



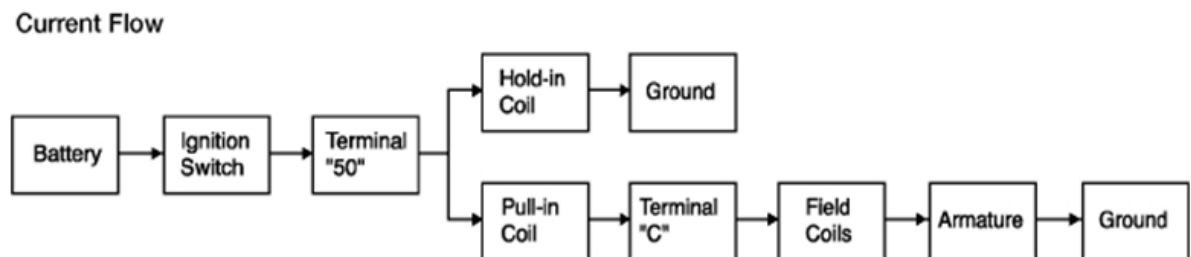
aliran arus pada saat kunci kontak pada posisi ST

Aliran arus pada kedua kumparan pull-in coil dan kumparan hold-in coil menyebabkan terjadinya kemagnetan pada kedua kumparan tersebut. Letak plunyer di dalam solenoid yang tidak simetris di atau tidak berada di tengah kumparan, menyebabkan plunyer akan tertarik dan bergerak ke kiri melawan



tekanan pegas. Karena ada aliran arus (kecil) dari pull-in coil ke kumparan medan dan kumparan armature, maka medan magnet yang terbentuk di dalam kumparan medan dan armature lemah sehingga motor starter berputar lambat.

Pada saat plunyer tertarik ke kiri dan plunyer juga mendorong unit kopling starter (starter clutch) bergerak ke kiri, gigi pinion berkaitan dengan ring gear. Pada kondisi plunyer tertarik (plat kontak belum menempel), motor starter berputar lambat. Putaran lambat ini membantu gigi pinion agar mudah masuk dan berkaitan dengan ring gear. Diagram aliran arusnya seperti tampak pada gambar dibawah ini.

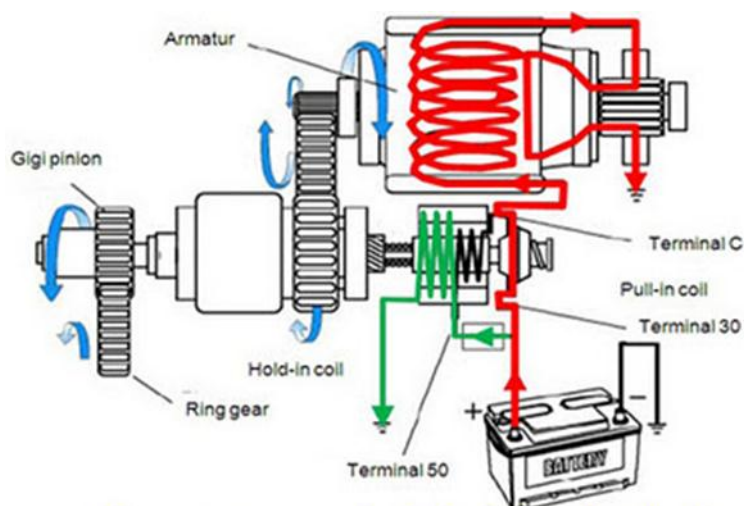


## 2. Saat gigi pinion berhubungan dengan ring gear

Plunyer bergerak ke kiri pada saat kumparan pull-in coil dan kumparan hold-in coil menghasilkan medan magnet. Gerakan ini menyebabkan gigi pinion berkaitan penuh dengan ring gear dan plat kontak pada ujung kanan plunyer menempel dengan terminal utama pada solenoid sehingga terminal 30 dan terminal C terhubung. Arus yang besar dapat mengalir melewati ke dua terminal tersebut. Pada keadaan ini tegangan pada terminal 50 sama dengan tegangan di terminal 30 dan terminal C. karena tegangan di terminal C sama dengan tegangan di terminal 50, maka tidak ada arus yang mengalir ke kumparan pull-in coil dan kemagnetan di kumparan tersebut hilang. Secara rinci aliran arus pada keadaan ini dijelaskan sebagai berikut :

Arus dari baterai mengalir ke terminal 50 - kumparan hold in coil - massa (terbentuk medan magnet pada kumparan hold in coil)

Arus yang besar dari baterai mengalir ke terminal 30 - plat kontak - terminal C - kumparan medan - sikat positif - komutator - kumparan armature - sikat negatif - massa (terbentuk medan magnet yang sangat kuat pada kumparan medan dan kumparan armature, motor starter berputar).

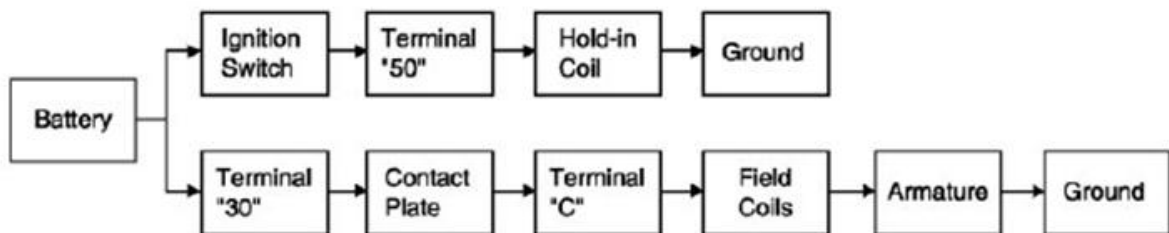


### aliran arus saat gigi pinion berhubungan dengan ring gear

Aliran arus yang besar melalui kumparan medan dan kumparan armature menyebabkan terjadinya medan magnet yang sangat kuat sehingga motor starter berputar cepat dan menghasilkan tenaga yang besar untuk memutar mesin. Medan magnet pada kumparan pull-in coil dalam kondisi ini tidak terbentuk karena arus tidak mengalir ke kumparan tersebut. Selama motor starter berputar, plat kontak harus dalam kondisi menempel dengan terminal utama pada solenoid. Oleh sebab itu, pada kondisi ini kumparan pada hold-in coil tetap di aliri arus listrik sehingga medan magnet yang terbentuk pada kumparan tersebut mampu menahan plunyer dan plat kontak tetap menempel. Dengan demikian,

meskipun kumparan pada pull-in coil kemagnetannya hilang, pleyer tetap dalam kondisi tertahan.

Aliran arus pada saat posisi gear berkaitan penuh dapat dilihat pada gambar dibawah ini mulai dari baterai sampai ke komponen armature.

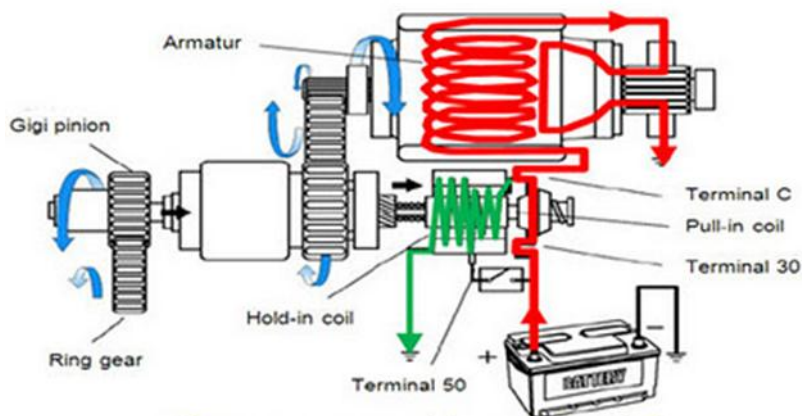


### 3. Saat kunci kontak kembali pada posisi ON (IG)

Setelah mesin hidup, maka kunci kontak dilepas dan kembali ke posisi ON. Namun demikian sesaat setelah kunci kontak dilepas, plat kontak masih dalam kondisi menempel. Pada keadaan ini terminal 50 tidak akan menerima kembali arus listrik dari baterai. Aliran arus listrik pada kondisi ini dijelaskan sebagai berikut :

Arus dari baterai mengalir ke terminal 30 - plat kontak - terminal C - kumparan medan - sikat positif - komutator - kumparan armature - sikat negatif - massa (masih terbentuk medan magnet secara kuat pada kumparan medan dan kumparan armature, motor starter masih berputar)

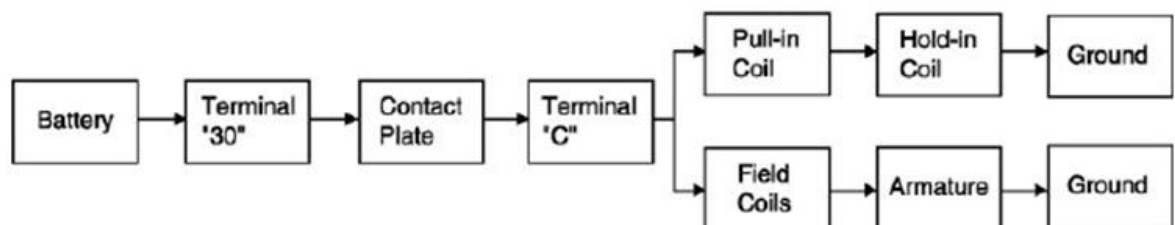
Arus dari baterai mengalir ke terminal 30 - plat kontak - terminal C - kumparan pull in coil - kumparan hold in coil - massa (kumparan pull in coil dan kumparan hold-in coil menghasilkan medan magnet namun arahnya berlawanan)



### aliran arus saat kunci kontak dilepas

Seperti yang dijelaskan pada aliran arus poin pertama, motor starter masih dialiri arus yang besar sehingga pada saat ini motor starter masih berputar. Aliran arus yang telah dijelaskan pada poin kedua terjadi juga pada kumparan pull-in coil dan hold-in coil. Dari penjelasan pada gambar di atas tampak bahwa aliran arus dari terminal C ke kumparan pull-in coil dan kumparan hold-in coil arahnya berlawanan dan kemagnetan yang dihasilkan juga akan berlawanan arah kutubnya sehingga terjadi demagnetisasi atau saling menghilangkan medan magnet yang terbentuk oleh kedua kumparan tersebut. Akibatnya, tidak ada kekuatan medan magnet yang dapat menahan plunyer dan plunyer akan bergerak ke kanan dan kembali keposisi semula terdorong oleh pegas pengembali sehingga plat kontak terlepas dari terminal 30 dan terminal C. arus yang besar akan berhenti mengalir dan motor starter berhenti berputar.

Aliran arus pada saat posisi gear berkaitan penuh dapat dilihat pada gambar dibawah ini mulai dari baterai sampai ke komponen yang lain.



## Pengamatan

1. Amatilah motor stater seperti pada gambar!

2. Identifikasi pada motor satter tersebut dari:

a. Nama komponen

b. Cara kerja

c. Kelebihan

d. Kekurangan

3. Diskusikan hasil pengamatan tadi untuk menemukan sebuah kesimpulan yang disepakati!



#### 4. Motor starter type Planetary

Sistem starter dengan motor starter tipe planetary pada prinsipnya sama dengan motor starter tipe lainnya. Motor starter jenis planetary termasuk pada jenis motor starter reduksi karena putaran armature diturunkan untuk mendapatkan tenaga putar yang lebih kuat. Mekanisme penurun putaran motor starter jenis ini menggunakan unit roda gigi planetary. Reduksi model planetary memungkinkan motor starter bekerja pada kecepatan tinggi dibandingkan dengan motor starter tipe konvensional.

Kecepatan motor yang lebih tinggi menghasilkan torsi yang lebih besar. Keuntungan dari motor starter jenis ini adalah lebih kompak, lebih ringan, dan output torsi yang lebih ringan. Komponen-komponen utama motor starter tipe ini secara umum sama dengan motor starter tipe konvensional, namun ukuran armature, kumparan medan dan lainnya lebih kecil. Perbedaan yang mencolok pada motor starter tipe ini adalah komponen untuk mereduksi putaran motor dengan unit roda gigi planetary.

Dibawah ini merupakan conroh gambar dari motor starter type planetary .  
Dari gambar dibawah dapat diidentifikasi perbedaannya dengan motor stater yang lain yaitu motor stater konvensional ataupun motor starter type reduksi.



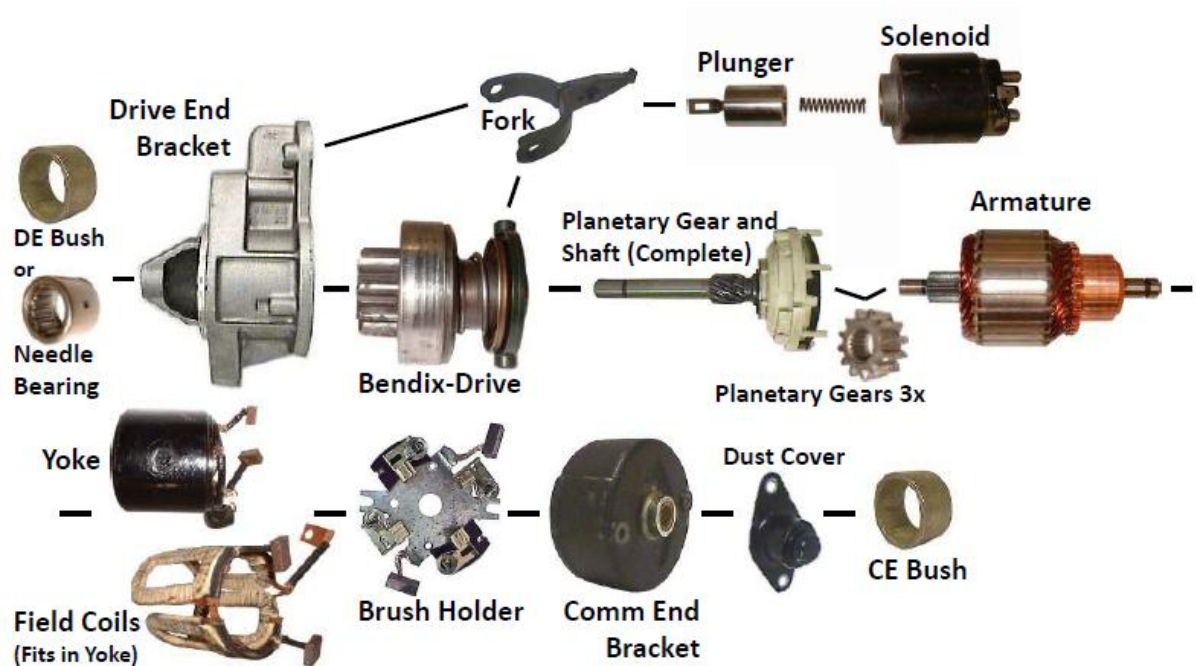
Planetary dan poros pembawa (Unit gigi planetary terdiri dari beberapa komponen, yaitu ring gear, gigi planetary, pembawa gigi plarrier shaft). Armature menghasilkan putaran yang tinggi. Putaran ini sebagai input pada sistem gigi planetary. Output dari sistem roda gigi planetary adalah putaran yang lebih lambat dibandingkan dengan putaran armature tetapi dengan torsi yang lebih tinggi.



sistem penyalur tenaga putar pada motor stater planetari

Gambar dibawah merupakan komponen-komponen motor starter type planetaray terdiri antara lain solenoid, armature, planetaray gear, brush holder, field coil dan lain sebagainya.

Untuk identifiikasi dan fungsi dari komponen-komponen tersebut akan dibahas pada bab selanjutnya (Bab II).



Pada bagian ini tidak akan lagi dijelaskan tentang solenoid, armature, kumparan medan, kopling starter dan komponen-komponen lainnya karena

secara umum sama dan sudah dibahas pada bagian motor starter tipe konvensional maupun reduksi.

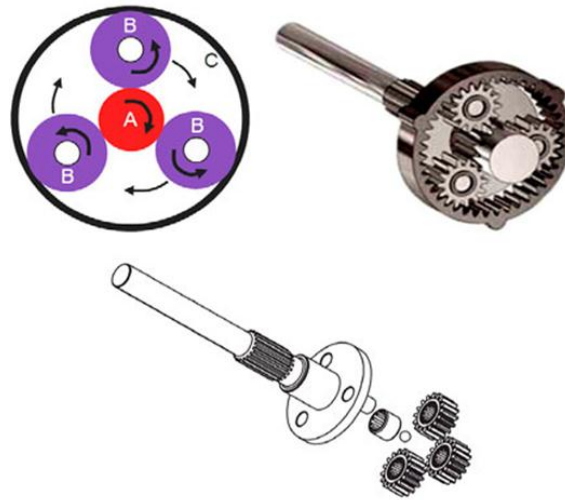
### **Cara kerja motor starter type planetary sebagai berikut:**

Untuk cara kerja dan aliran arus motor starter model planetary sama dengan cara kerja motor starter tipe konvensional. Perbedaannya hanya pada penyaluran tenaga putar yang dihasilkan. Pada motor starter tipe konvensional tenaga putar dari armature langsung diteruskan ke kopling starter, sedangkan pada tipe planetary putaran armature diteruskan ke sistem gigi planetary untuk menurunkan putaran sekaligus menaikkan torsi.

Perkaitan gigi pinion motor starter planetary dengan ring gear pada flywheel dilakukan oleh tuas penggerak seperti pada motor starter tipe konvensional. Pengurangan kecepatan poros armature dilakukan oleh tiga buah gigi planetary (B) yang berputar pada ring gear (C) dan satu buah gigi dalam (A) 'lihat pada gambar dibawah. Apabila poros armature (roda gigi A) berputar searah jarum jam, maka gigi planetary akan berputar dengan arah yang berlawanan dan menyebabkan ring gear (seharusnya) berputar. Tetapi, ring gear terpasang pada rumah motor starter dan terikat sehingga tidak dapat berputar. Karena itu, maka gigi planetary itu sendiri yang bergerak dan berputar mengitari ring gear.

Gigi planetary terpasang pada poros unit gigi planetary. Dengan demikian, putaran gigi planetary akan menyebabkan poros pembawa ( poros gigi planetary ) juga ikut berputar. Perbandingan gigi antara gigi poros armature : gigi planetary : gigi ring gear adalah 11 : 15 : 43 yang menghasilkan perbandingan reduksi sebesar 5, dengan demikian kecepatan putaran poros armature akan turun menjadi 1/5 dari putaran poros armature sebenarnya. Namun, keuntungan dari penurunan putaran ini adalah naiknya torsi atau tenaga putar menjadi 5 kali lipat dibandingkan dengan tenaga putar pada armature.

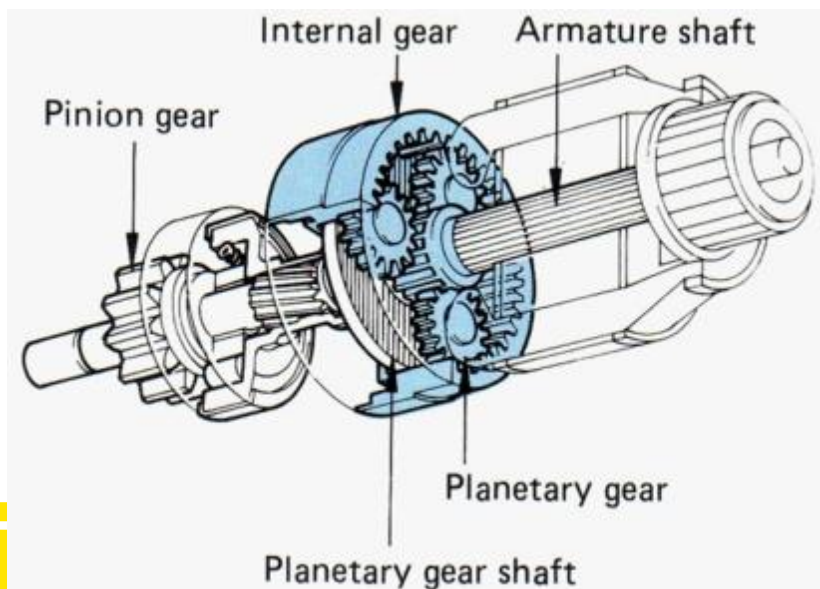




gigi planetari

Ring gear biasanya dipasang secara permanen, tetapi bila momen yang diberikan oleh starter berlebihan, maka ring gear pada akhirnya akan berputar untuk membuang momen yang berlebihan dan mencegah kerusakan pada armature dan bagian-bagian lainnya. Ring gear diikatkan pada plat kopling dan plat kopling didorong oleh spring washer. Bila momen yang berlebihan terjadi pada ring gear, kopling akan menahan gaya dorong spring washer dan berputar sehingga ring gear juga ikut berputar. Dengan demikian momen yang berlebihan dapat dikurangi.

Susunan komponen pada motor starter type planetaray tampak seperti pada gambar dibawah, yang mana terdiri dari beberapa komponen.

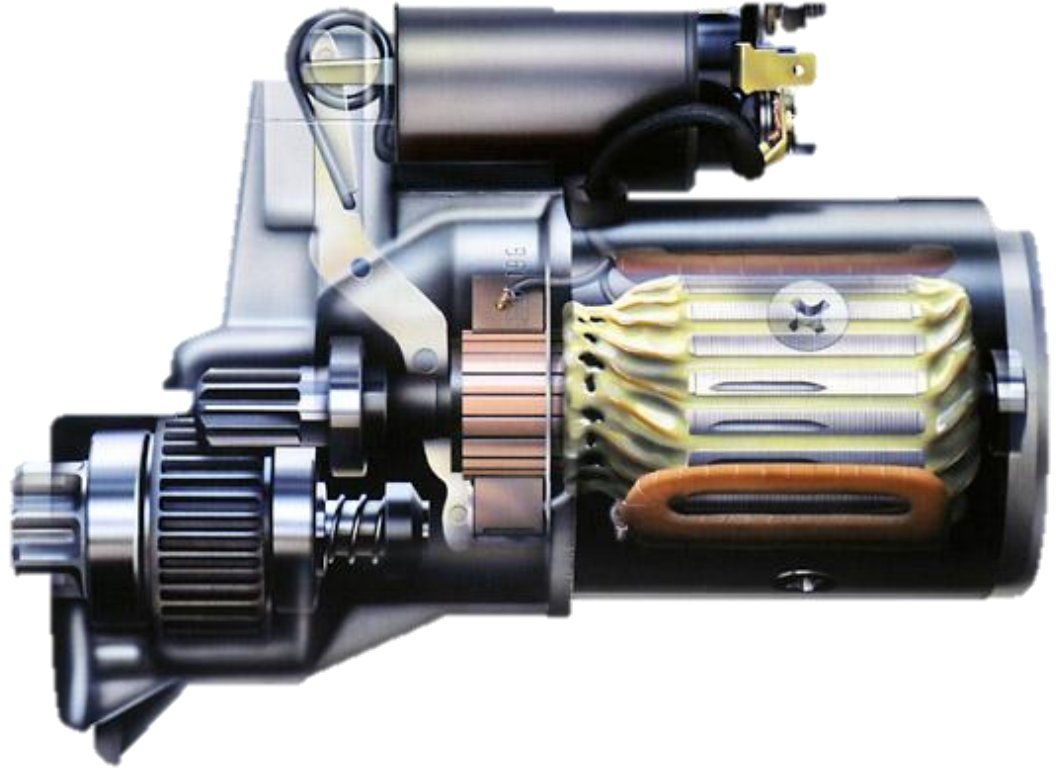


## ***Tugas Portofolio Mandiri***

- 1. Buatlah skema/rangkaian cara kerja motor starter pada sebuah unit kendaraan alat berat yang menggunakan cara manual / Starting System Components Manual Transmission dan Starting System Components -Automatic Transmission! Catatan disertai dengan gambar.***
- 2. Jelaskan prinsip kerja motor starter dari sebuah unit alat berat yang disertai dengan gambar, dimana sumber informasi dapat digali dari service manual atau dari internet!***
- 3. Carilah gambar komponen rangkaian system stater dari salah satu sumber /atau lebih kemudian jelaskan cara kerja dan fungsi dari komponen tersebut!***
- 4. Identifikasi komponen-komponen tersebut berdasarkan fungsi maupun cara kerja dari komponen yang ditemukan pada saat melakukan hunting ke sebuah unit alat berat!***
- 5. Buatlah portofolio / laporan tertulis ini dari sumber yang relevan sehingga menjadi hasil yang bisa menambah pengetahuan tentang motor stater!***

## BAB II

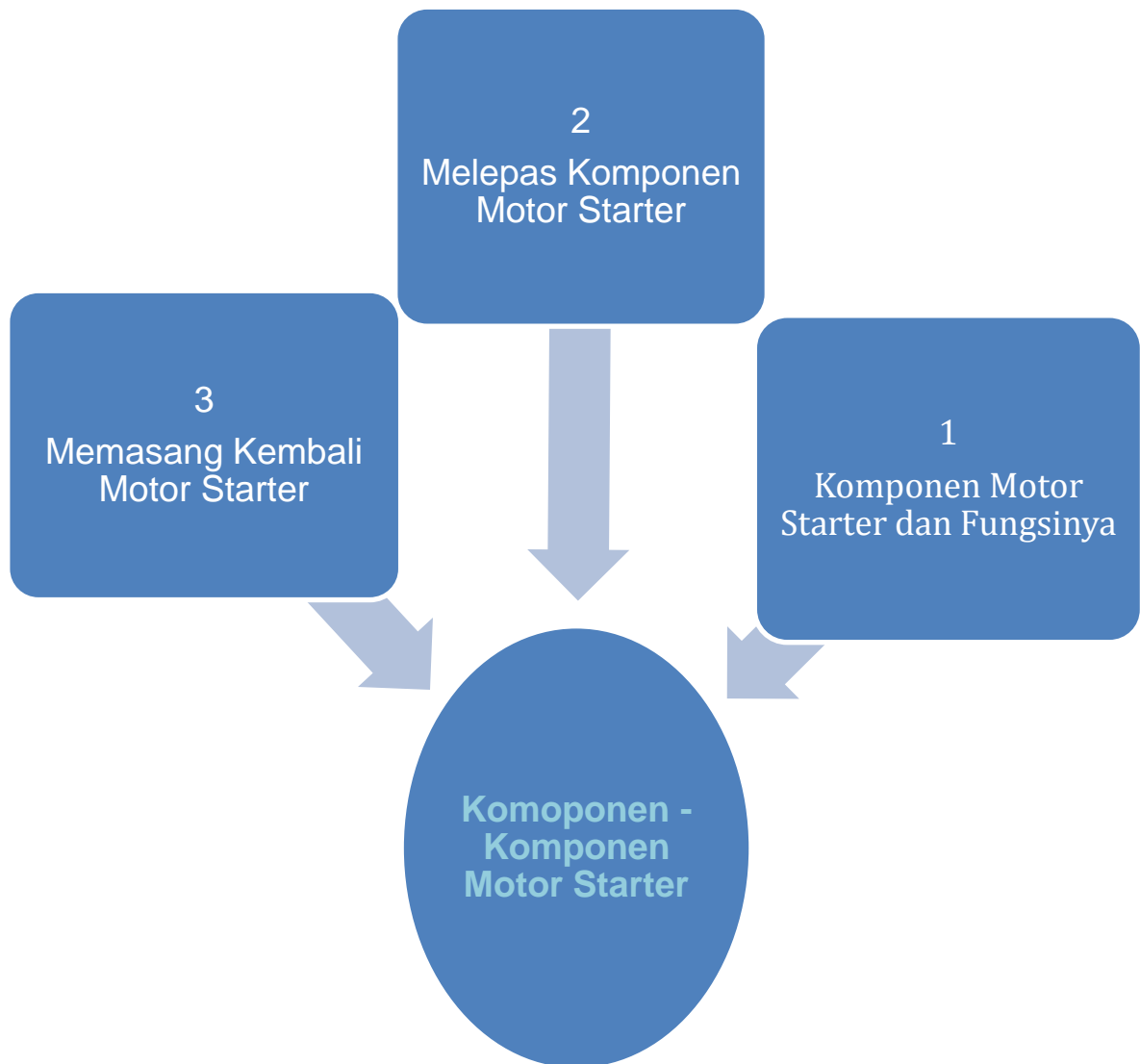
### A. KOMPONEN MOTOR STATER



## B. KOMPETENSI BELAJAR DAN PENGALAMAN BELAJAR

Kompetensi Belajar	Pengalaman Belajar
<p>Setelah mengikuti pembelajaran dengan kompetensi komponen-komponen system starter siswa dapat:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Menghayati perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong-royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif</li><li>2. Mengidentifikasi komponen system starter</li><li>3. Menidentifikasi fungsi masing-masing komponen sistem starter</li><li>4. Mengidentifikasi rangkaian kerja antar komponen pada motor stater</li><li>5. Melepas komponen-komponen motor starter</li><li>6. Memasang kembali komponen motor starter sesuai prosedur</li></ol>	<p>Dari pembelajaran kompetensi komponen-komponen motor stater ini siswa mendapatkan pengalaman belajar :</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Mengkomunikasikan prinsip kerja komponen-komponen motor starter.</li><li>2. Mengidentifikasi rangkaian kerja antar komponen.</li><li>3. Fungsi komponen-komponen motor starter.</li><li>4. Cara melepas komponen-komponen motor starter</li><li>5. Cara memmasang kembali komponen-komponen motor starter sesuai dengan prosedur yang berlaku</li></ol>

### C. PETA KOMPETENSI

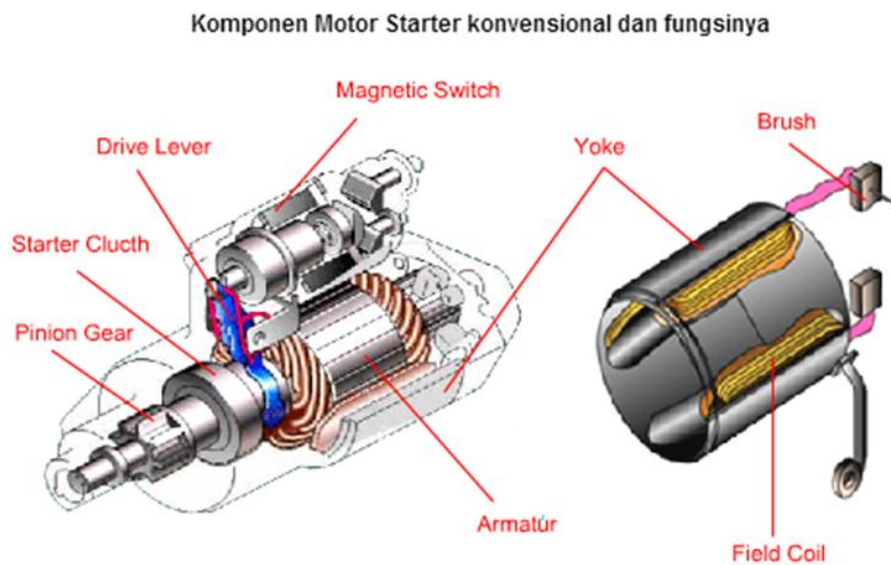


## D. MATERI PEMBELAJARAN

### 1. Komponen Motor Starter

Pada bab terdahulu telah dijelaskan komponen-komponen rangkaian system stater dan fungsi masing-masing komponen. Pada bab berikut akan dibahas tentang komponen-komponen pada motor starter. Komponen tersebut meliputi solenoid, armature, field coil dan yang lainnya seperti tampak pada gambar dibawah.

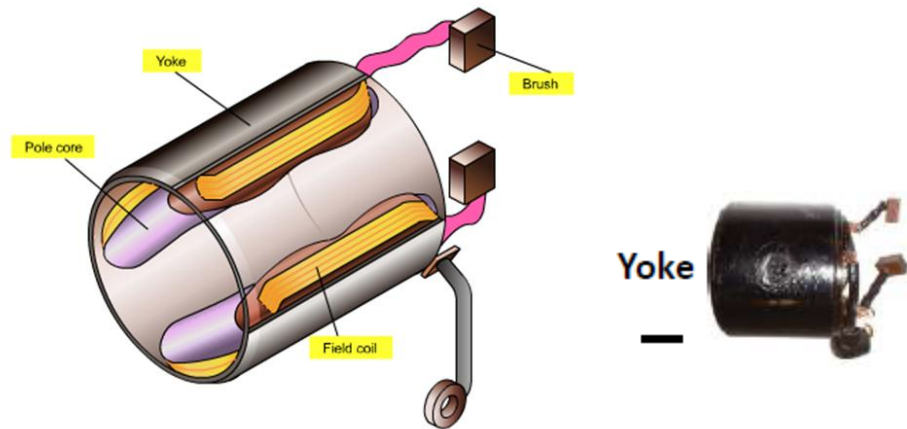
Motor Starter terdiri atas beberapa bagian yang memungkinkan bekerja untuk mengubah energi listrik DC dari baterai menjadi energi mekanik dalam bentuk gerak putar untuk memutarakan fly wheel, sehingga mesin hidup.



Gambar 2.1 Komponen Motor Starter

### a. Yoke

Yoke berfungsi sebagai penopang dari core berbentuk silinder yang terbuat dari logam.



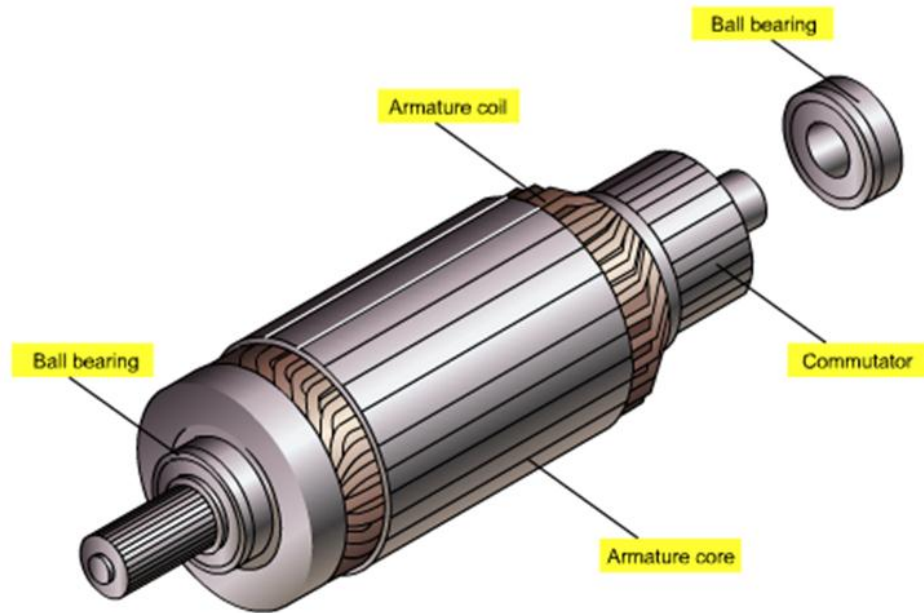
### b. Field Coil

Yoke berfungsi sebagai penopang dari core berbentuk silinder yang terbuat dari logam.



### c. Armature

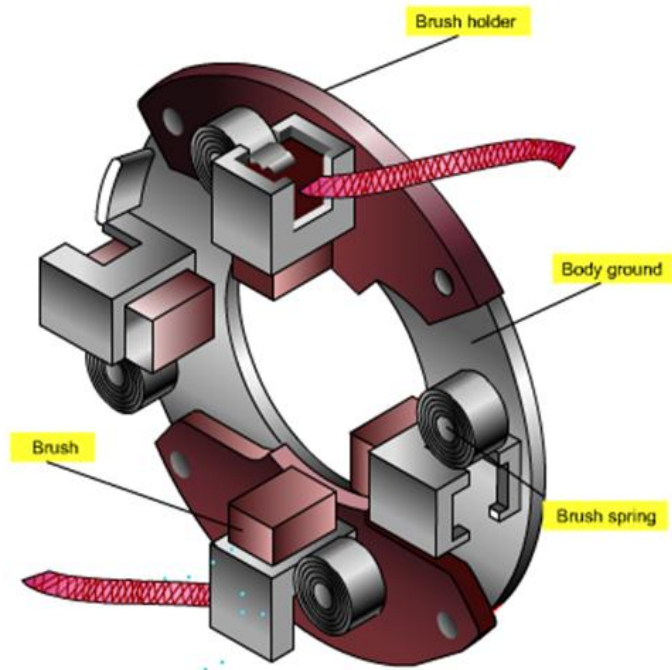
Armature berfungsi untuk merubah energi listrik menjadi mekanik, dalam bentuk gerak putar.



### d. Brush Atau sikat dan pemegang sikat



Sikat berfungsi untuk meneruskan arus dari field coil ke armature coil dan langsung ke massa melalui komutator.



**Brush Holder**

### **e. Drive Lever Atau tuas penggerak**

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



## **f. Mekanisme Starter Drive**

Jika starter (Gambar 77) dibiarkan terhubung pada flywheel setelah engine dihidupkan, armature dapat mengalami kerusakan karena kecepatan sangat tinggi yang diciptakan ketika RPM engine meningkat. Pada kecepatan yang tinggi, armature akan melempar lilitannya karena gaya sentrifugal. Gear yang mengaktifkan dan menggerakkan flywheel disebut pinion gear.

Gear pada flywheel disebut ring gear. Bagaimana starter pinion gear mengaktifkan flywheel ring gear tergantung pada jenis penggerak yang dipergunakan. Starter pinion gear serta mekanisme penggeraknya dapat dibagi menjadi dua jenis yang berbeda:

- Penggerak inersia (inertia drive)
- Overrunning clutch

Penggerak inersia diaktiasi oleh gaya rotasi pada saat armature berputar. Jenis penggerak ini diaktifkan setelah motor mulai bergerak. Lengan penggerak memiliki ulir sekrup yang kasar, yang sesuai dengan ulir dalam pinion.

Pada saat motor mulai berputar, inersia yang diciptakan pada penggerak membuat pinion bergerak ke atas ulir hingga pinion tersebut mengaktifkan ring gear pada flywheel.

Anda dapat menciptakan kembali gaya ini dengan cara memutar sebuah mur yang berat pada sebuah baut serta mengamati bagaimana gerakan rotasi berubah menjadi gerakan linear pada saat mur bergerak naik dan turun. Satu kekurangan dari penggerak inersia ini adalah bahwa pinion belum diaktifkan

secara positif sebelum starter mulai berputar. Jika penggerak tidak mengaktifkan flywheel, maka starter akan berputar pada kecepatan tinggi tanpa menghidupkan mesin atau jika pinion tertinggal maka pinion tersebut akan menabrak gear dengan kekuatan tinggi, yang dapat merusak giginya.



Overrunning clutch drive (Gambar 78) adalah jenis penggerak clutch paling sederhana yang dipergunakan pada motor starter heavy duty. Overrunning clutch drive membutuhkan sebuah tuas untuk menggerakkan pinion berupa kasa dengan flywheel ring gear. Pinion tersebut diaktifkan dengan flywheel ring gear sebelum armature mulai berputar.

Dengan jenis sistem penggerak ini, sebuah metoda yang berbeda harus dipergunakan untuk mencegah armature agar tidak bekerja pada kecepatan yang terlalu tinggi. Sebuah tuas akan menarik penggerak dari operasinya, sedangkan overrunning clutch mencegah kecepatan yang terlalu tinggi.

Overrunning clutch mengunci pinion dalam satu arah serta melepaskannya ke arah yang lain. Hal ini memungkinkan pinion gear dapat memutar flywheel ring gear untuk menghidupkan mesin. Overrunning clutch juga membuat pinion gear bergerak bebas pada saat engine mulai berjalan.

Overrunning clutch terdiri atas sebuah roller yang ditahan dalam posisinya oleh pegas terhadap roller clutch. Roller clutch ini memiliki sisi menirus yang memungkinkan roller dapat mengunci pinion pada porosnya selama pengcrankan.

Torsi berjalan melalui clutch housing dan ditransfer oleh roller ke pinion gear. Pada saat engine dihidupkan dan kecepatan drive pinion melampaui kecepatan armature shaft, roller didorong ke arah bawah ramp dan memungkinkan pinion berputar secara terpisah dari armature shaft. Pada saat starter drive pinion dilepaskan dari flywheel serta tidak beroperasi, tekanan pegas akan memaksa roller menyentuh ramp sebagai persiapan untuk urutan starting berikutnya. Terdapat berbagai rancangan heavy duty untuk penggerak ini.

### **g. Drive end bracket**

Drive End  
Bracket



### **h. Pinion Gear**

Pinion gear berfungsi untuk meneruskan momen puntir dari starter clutch ke roda penerus atau ring gear.

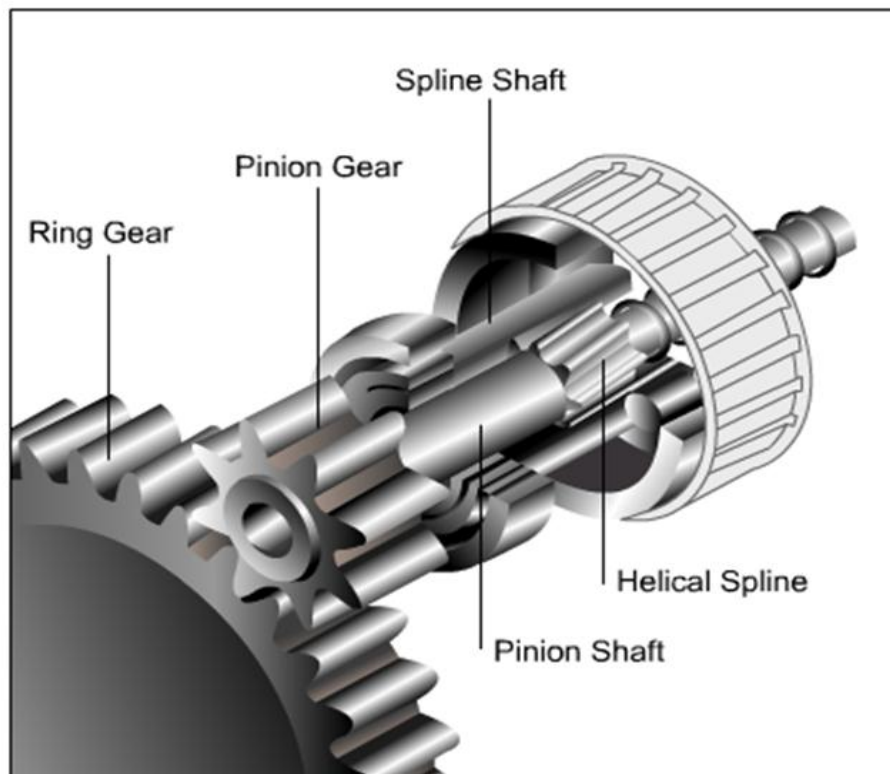
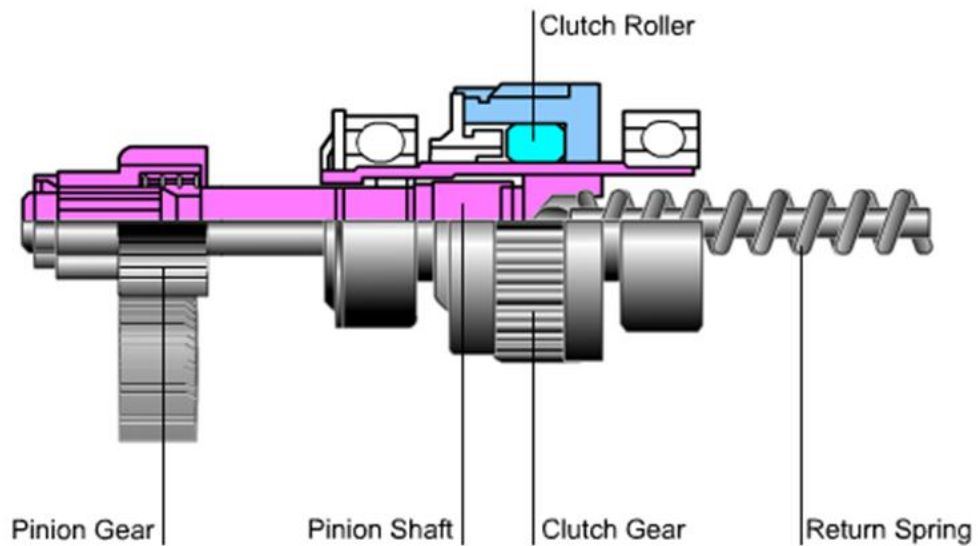
Over Running Clutch dan Roda Gigi Pinion.

Over Running Clutch berfungsi untuk:

Meneruskan putaran yang dihasilkan motor untuk menggerakkan fly wheel melalui roda gigi pinion.

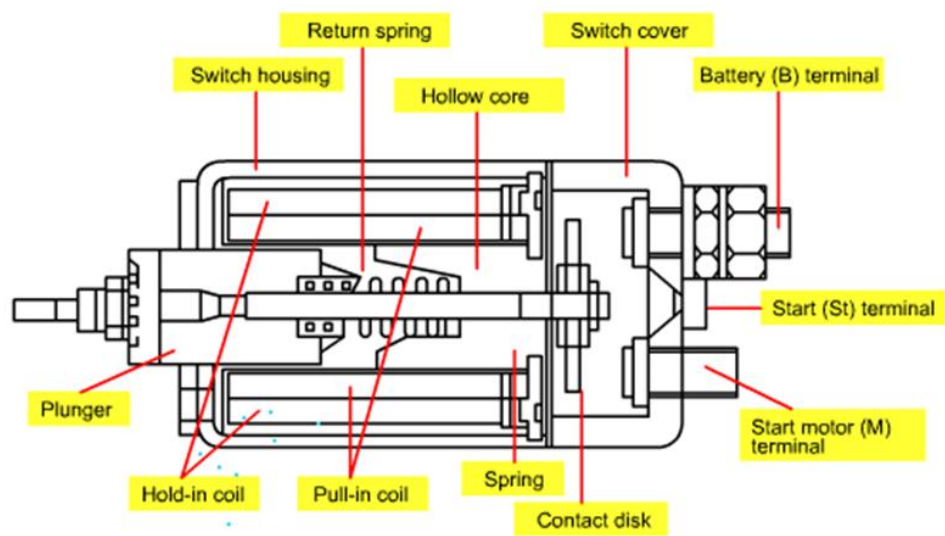
Menarik gigi pinion jika putaran gigi pinion lebih rendah daripada putaran fly wheel.

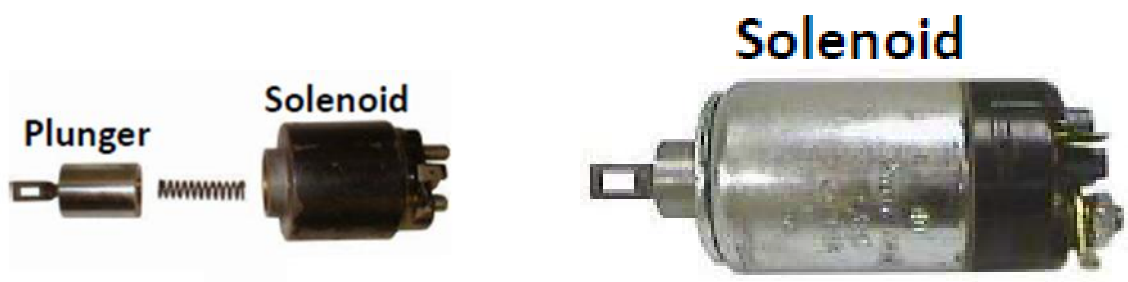
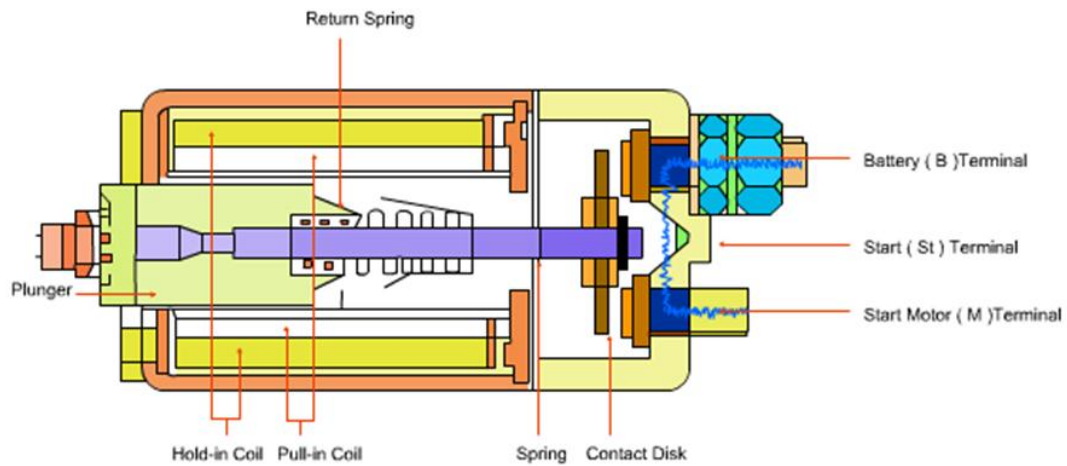
Gigi pinion meneruskan daya putar starter ke mesin dengan memutar ring gear. Helical spline mengubah daya berputar dari motor ke tuas pinion dan mendukung pertautan/pelepasan gigi pinion dari ring gear.



## i. Magnetic Switch Magnetic

Switch atau sakelar magnet digunakan untuk menghubungkan dan melepaskan pinion gear ke/dari roda penerus, sekaligus mengalirkan arus listrik yang besar pada sirkuit motor starter melalui terminal utama





Terminal – terminal yang ada pada saklar starter :

Terminal B : Mendapatkan arus langsung dari positif baterai (30)

Terminal C : Menghubungkan/mengalirkan arus dari terminal B ke kumparan medan (field coil)

Terminal ST (50) : Mendapatkan arus dari terminal ST (50) kunci kontak dan meneruskannya ke pull in coil (PIC) dan hold in coil (HIC) melalui plat kontak

## **j. Comm End Bracket**

- a. Pada motor stater type Raduksi
- b. Pada motor starter type Konvensional dan Planetary



**Comm End  
Bracket**

(a)



**Comm End  
Bracket**

(b)

### **k. Planetary Gear and shaft**

**Planetary Gear and  
Shaft (Complete)**



**Planetary Gears 3x**

### **l. Dust Cover**

**Dust Cover**





### **m. DE Bush / Needle Bearing**



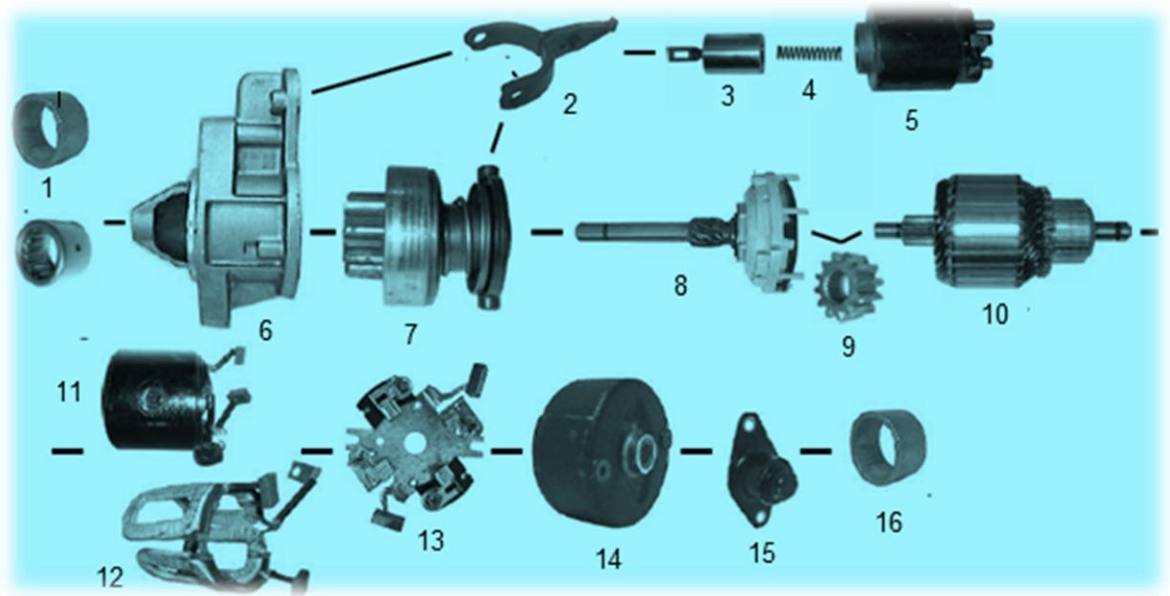
**DE Bush**



**Needle  
Bearing**

### *Tugas Mandiri*

- 1. Identifikasi salah satu motor starter type planetary dibawah ini .**



Dari gambar diatas dapat diambil namanya per komponen.

Komponen-komponen tersebut adalah:






1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....
6. ....
7. ....
8. ....
9. ....
10. ....
11. ....
12. ....
13. ....
14. ....
15. ....
16. ....
17. ....






**2. Isilah tabel identifikasi komponen motor starter dibawah ini berdasarkan unit alat berat dilapangan .**

**Tabel 2.1**

**Identifikasi komponen motor Starter**

No	Gambar Komponen	Nama Komponen	Fungsi
1		<p>.....</p>	<p>.....</p>
2		<p>.....</p>	<p>.....</p>
3		<p>.....</p>	<p>.....</p>
4		<p>.....</p>	

5		<p>.....</p>	
6		<p>.....</p>	
7		<p>.....</p>	
8		<p>.....</p>	
9		<p>.....</p>	

10		.....	
11		.....	
12		.....	
13		.....	
14		.....	
15		.....	

## ***PENGAMATAN***

- 1. Lakukan pengamatan pada saat pembimbing praktek/guru melakukan pelepasan motor starter dari unitnya.**
- 2. Buatlah porto folio dari kegiatan yang dilakukan dalam melihat dan mengamati pada saat pelepasan motor starter.**
- 3. Kumpulkan hasil portofolio yang dibuat pada pembimbing.**



### **1. Melepas Komponen Rangkaian Motor Starter**

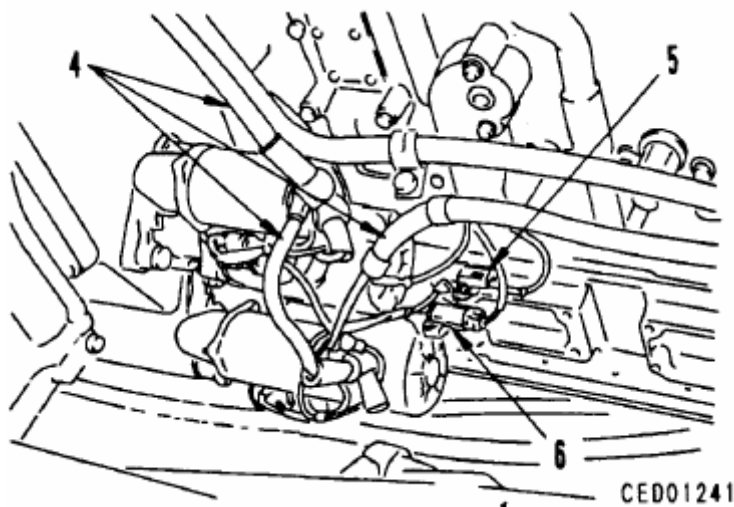
Prosedur melepas motor starter dari kendaraan dapat dilakukan dengan langkah yang berbeda sesuai dengan desain kendaraan dan tempat atau lokasi terpasangnya motor starter.

Pelepasan motor starter pada kendaraan alat berat secara detail dapat mengikuti prosedur yang telah ditetapkan dari pabrik melalui service manual atau shop manual. Prosedur utama yang perlu mendapat perhatian khusus adalah langkah pelepasan kabel terminal negative baterai.

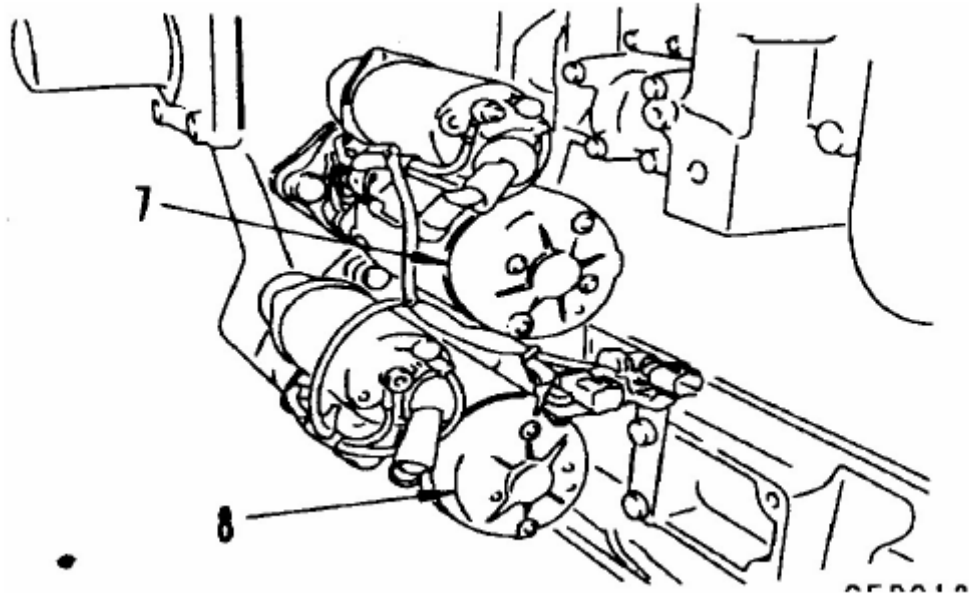
Untuk itu perlu dibaca terlebih dahulu service manual atau shop manual yang ada sesuai spesifikasi kendaraan. Berikut prosedur melepas motor starter pada kendaraan unit alat berat.

1. Lepaskan kabel dari kutub negative baterai

2. Lepaskan dua kabel dari starter  
Lepaskan mur dari kabel baterai dari switch magnetis pada motor starter. Lepaskan kabel yang lainnya dari kutubnya.
3. Buka cover mesin bagian kanan dan lepas side cover
4. Lepas side cover
5. Lepas 3 kabel pada motor starter (4) konektor atas motor starter dan konektor bawah seperti pada gambar.

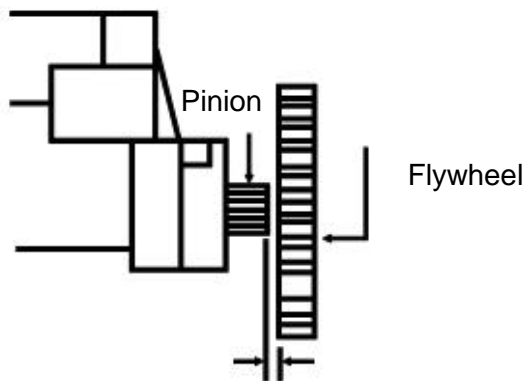


6. Lepas 3 baut penahan dan lepas motor stater bagian atas.
7. Lepas 3 baut penahan dan lepas motor starter bagian bawah



## 2. Cara Memasang Kembali Motor Starter

Figure  
Ring Gear Clearance



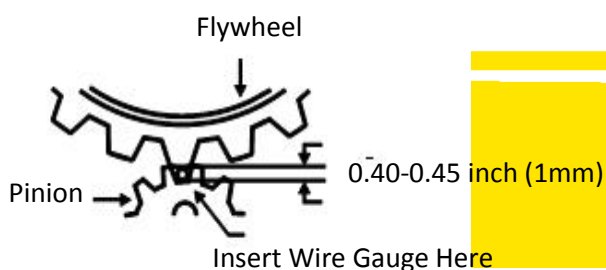
(0.100 +/- 0.040 Inch) (2.54 mm)

1. Pasang baut yang telah disediakan . Kencangkan hingga 38ft lbs

Catatan: sebelum memulai mengencangkan periksa terlebih dahulu jarak antar gigi pinion dan fly wheel.

2. Periksa jarak antara starter pinion dengan ring gear. Jaraknya harus 0.001+/-0.040 (2.54mm) lihat pada gambar.

Figure 2-Pinion Back

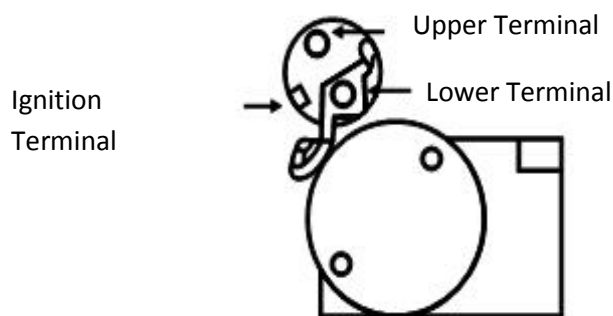
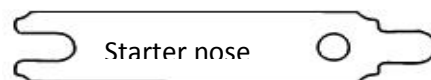


0.40-0.45 inch (1mm)

Insert Wire Gauge Here



3. Bila pinion bergerak ke ring gear, harus ada jarak antara 0.040  $\pm$  015". Hal ini dapat diperiksa dengan pengukur kabel ketika memegang pinion ke ring gear dengan obeng. Jika fit terlalu ketat pada mesin-block-mount awal, ujung dari blok shim sama dengan celah starter gunakan shims persegi panjang.



4. Perhatikan 3 terminal di ujung solenoid, lihat gambar 3. \* Jika asli dan baru Anda memiliki "R" terminal pada solenoid awal.

1. Pasang kabel baterai positif ke terminal kiri atas. JANGAN menghubungkannya ke terminal kanan bawah yang terhubung dengan kabel hitam awal motor.
2. Hubungkan kawat ukuran 12 atau 14 dari saklar starter terminal S, menggunakan terminal yang disediakan, jika diperlukan. Perhatikan bahwa rumahan angker (*armature*) dapat diputar dalam kaitannya dengan blok pemasangan. Hal ini memungkinkan untuk penyesuaian, jika perlu, untuk menyesuaikan dengan *oil pan* atau saluran buag

**PERHATIAN: JANGAN PERNAH MENGOPERASIKAN MOTOR STARTER INI LEBIH DARI 30 DETIK PADA SAAT TANPA MEMUNGKINKAN PENDINGINAN**

SELAMA DUA MENIT. Overheating disebabkan oleh cranking yang lama dan akan merusak motor starter.

### ***Tugas Portofolio***

**1. Lakukan identifikasi pada motor stater jenis:**

- a. Konvensional**
- b. Reduksi**
- c. Planetary**

**Buatlah sebuah tabel untuk identifikasi dari motor stater tersebut yang berisi nama komponen kegunaan serta gambar dari komponen tersebut.!**

**2. Bagaimanakah cara kerja dari motor stater jenis:**

- a. Konvensional**
- b. Reduksi**
- c. Planetary**

**Sertai gambar untuk memperjelas dari cara kerja motor stater tersebut!**

**3. Jelaskan perbedaan utama dari ketiga motor stater (jenis konvensional, reduksi dan planetary)!**

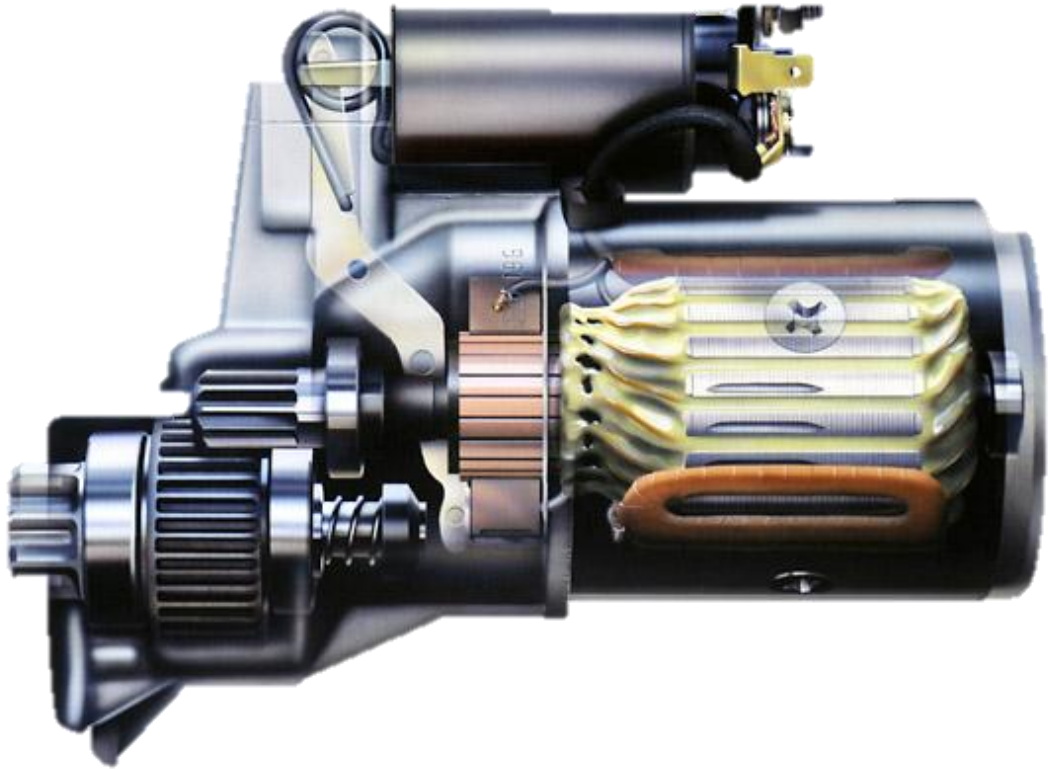
**4. Apakah keuntungan motor stater jenis konvensional, reduksi dan planetary!**

**5. Sebutkan kekurangan yang ada pada motor stater jenis konvensional, reduksi dan planetary!**

**6. Bagaimanakah cara melepas dan memasang motor stater dalam sebuah unit pada alat berat! Berikan langkah-langkah pada pekerjaan melepas dan memasang tersebut!**

## BAB III

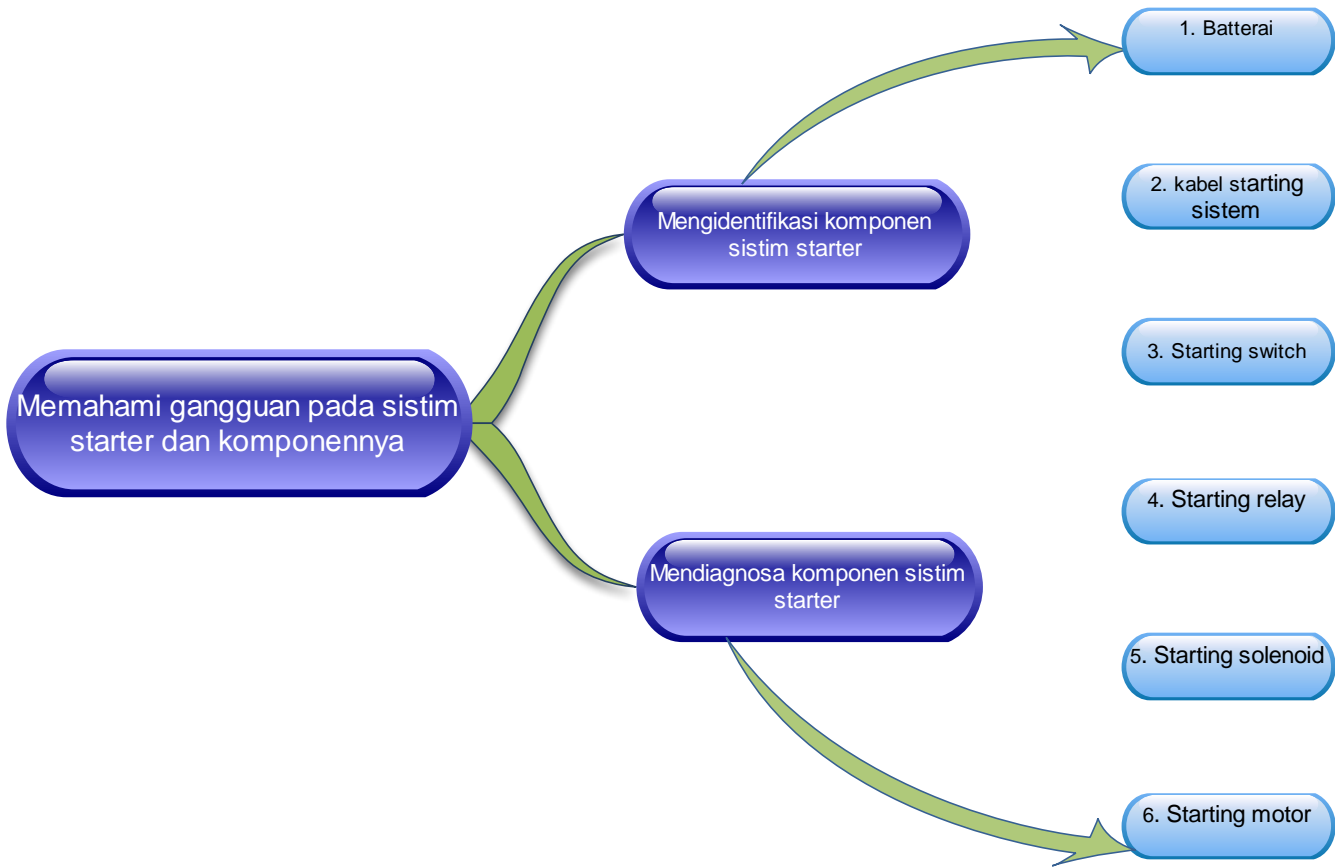
### A. GANGGUAN PADA SISTIM STARTER



## B. KOMPETENSI DASAR DAN PENGALAMAN BELAJAR

KOMPETENSI DASAR	PENGALAMAN BELAJAR
<p>Setelah mengikuti pembelajaran dengan kompetensi gangguan pada sistim stater siswa dapat:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menghayati perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong-royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif</li> <li>2. Memahami gangguan system starter dan komponen-komponennya. Mengidentifikasi komponen-komponen sistem stater</li> <li>3. Mendiagnosa gangguan system starter dan komponen-komponennya</li> </ol>	<p>Dari pembelajaran kompetensi prinsip kerja motor stater ini siswa mendapatkan pengalaman belajar :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengamati proses diagnosa untuk menentukan kerusakan pada komponen sistem starter.</li> <li>2. Mengamati proses pemeriksaan dan perbaikan kerusakan pada sistem starter yang meliputi kunci kontak, solenoid, dan motor starter. Pemeriksaan dan perbaikan soleniod meliputi pemeriksaan hubungan plat kontak, pull in coil, dan hold in coil. Pemeriksaan dan perbaikan motor starter meliputi armature coil, field coil dan brush assy.</li> <li>3. Mengajukan pertanyaan yang berkaitan dengan prinsip kerja motor starter, cara kerja sistem starter, jenis-jenis motor starter, dan komponen motor starter.</li> <li>4. Mengajukan pertanyaan yang berkaitan dengan cara melakukan diagnosa kerusakan yang terjadi pada sistem starter.</li> <li>5. Mengajukan pertanyaan yang berkaitan dengan cara melakukan pemeriksaan dan perbaikan pada komponen sistem starter.</li> <li>6. Mengumpulkan data dengan cara membaca dari berbagai sumber berkaitan dengan pertanyaan yang telah disampaikan meliputi cara mendiagnosa kerusakan pada sistem starter dan cara memperbaikinya.</li> <li>7. Melakukan simulasi pembongkaran motor starter, pemeriksaan komponen sistem starter baik terhadap solenoid maupun motor starternya serta pemasangan kembali komponen sistem starter</li> <li>8. Menentukan hubungan antara prinsip kerja motor listrik dengan sistem starter.</li> <li>9. Menyimpulkan simulasi yang berhubungan dengan pemeriksaan komponen sistem starter.</li> <li>10. Menyimpulkan proses pengujian sistem starter dengan beban dan tanpa beban.</li> <li>11. Menyampaikan hasil diskusi tentang pemeriksaan dan perbaikan yang dilakukan pada komponen sistem starter yang meliputi pemeriksaan solenoid dan komponen motor starter.</li> <li>12. Menyampaikan hasil diagnosa kerusakan pada sistem starter dan langkah perbaikan yang sesuai, serta pengujian pada sistem starter.</li> </ol>

### C. PETA KONSEP



## D. Materi Pembelajaran

Pada bab ini kita akan mempelajari tentang gangguan pada sistem starter.

Seperti yang telah kita ketahui sistem starting adalah sistem yang merubah energi listrik yang tersimpan di dalam *baterai* menjadi energi mekanikal untuk memutar dan menghidupkan *engine* sebagai penggerak utama unit, ini menegaskan jika sistem starting merupakan penggerak awal bagi unit dan unit tidak akan dapat bergerak jika sistem starting telah mengalami gangguan sejak sebelum engine pada unit berkerja.

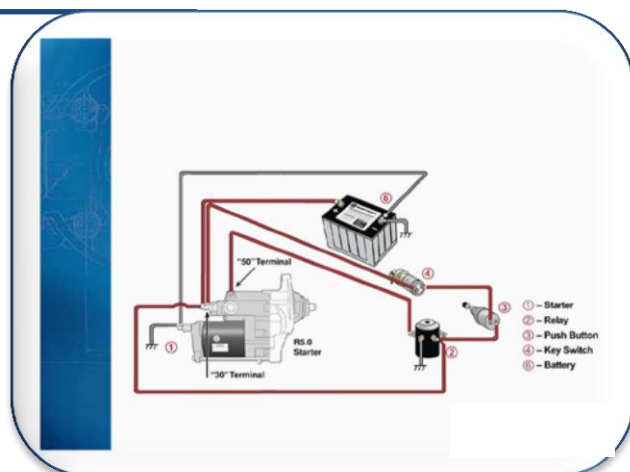
Sebelum melaksanakan perbaikan pada sistem starting yang ada pada unit, maka perlu dilakukan proses diagnosa guna menemukan letak komponen yang mengalami gangguan. Proses diagnosa ini memerlukan pengamatan dan pengetahuan yang medetail tentang starting system. Langkah awal untuk mempelajari diagnosa untuk menentukan kerusan pada komponen sistim starter, adalah dengan cara **melakukan pengamatan (observasi)**. Sebagai permulaan, lakukan kegiatan berikut untuk melatih pengamatan pada proses diagnosa terhadap kerusakan motor starter.



### Mengamati Starting system

1. Amati sebuah starting system pada sebuah unit
2. Berdasarkan Starting system yang ada buatlah flow chart penyebab dan cara menanganinya jika terjadi kerusakan sebagai berikut:

- ✓ Starting motor tidak berputar ketika starting switch pada posisi start
- ✓ Starting motor dapat berputar tetapi terlalu lemah untuk start engine
- ✓ Ketika starter switch diposisikan start terdengar suara click tetapi starting motor tidak berputar
- ✓ Startig motor berisik



Gb 3.1 Rangkaian starting sistem

3. Tuliskan flow chart hasil pengamatanmu. Buatlah flow chart penyelesaian masalah dengan urut dan runtut dimulai dari sumber arus berasal.

### **Bandingkan dan Simpulkan**

Untuk hasil yang diamati, bandingkan hasil pengamatanmu dengan service manual yang ada atau standart oprasional yang ada. Adakah yang berbeda? Mengapa hasilnya demikian? Apakah yang memengaruhi hasil pengamatan tersebut?

## **E. Memahami Gangguan-Gangguan Pada Sistim Starter dan Komponennya**

Pada kegiatan yang sebelumnya kita telah mempelajari bagaimana cara dalam menyelesaikan masalah-masalah dalam starting system. Masalah-masalah yang telah dikemukakan pada pengamatan adalah masalah yang umum dialami pada starting system. Pada saat membandingkan dengan service manual atau standart oprasional yang ada mungkin tidak semua hasil flow chart yang ada sama, mengapa demikian? Hal ini terjadi karena kita belum mempelajari langkah-langkah dalam pengujian motor starter.

Sebelum mempelajari lebih lanjut tentang pengujian starting system, kita perlu membahas lebih lanjut tentang gangguan-gangguan pada sistim starter dan komponennya. Gangguan atau masalah yang umum didapati adalah:

1. Starting motor tidak berputar ketika starting switch posisi start.  
Hal ini terjadi pada saat kita mau menstart *engine*, akan tetapi motor starter tidak bekerja sama sekali (dapat diketahui dari suara kerja motor starter tidak terdengar atau suara click pada saat lever menggerakkan pinion gear maju dan menghubungkan kontak M dengan Kontak B tidak terdengar). Penyebab yang mungkin dalam masalah ini adalah:
  - a. Baterai lemah atau tegangannya kurang, untuk mengetahui serta hal ini, harus dilakukan tiga pengujian yaitu:
    - a.1 Pemeriksaan visual

Memeriksa secara visual pada kontainer atau penutup baterai akan kemungkinan adanya kerusakan terminal yang dapat menyebabkan kebocoran larutan elektrolit atau kemungkinan adanya kerusakan internal. Jika kerusakan yang muncul sangat serius, segera ganti baterai tersebut.

Periksa ketinggian permukaan larutan elektrolit dalam setiap sel. Jika ketinggiannya di bawah ujung atas pelat dalam setiap sel, maka tambahkan ketinggiannya dengan air suling hingga mencapai ujung atas separator dan charge selama 15 menit pada 15-25 amps. Sangat perlu untuk mencampur air dengan larutan elektrolit.

Sementara memeriksa ketinggian permukaan larutan elektrolit, periksa pelat-pelat melalui lobang vent. Harap diingat bahwa walaupun baterai tidak sedang dioperasikan namun tetap akan dapat menimbulkan proses discharge hidrogen dan oksigen, maka penerangan yang digunakan untuk melihat pelat-pelat tersebut tidak boleh berupa api terbuka.

Sering kali panas yang muncul dalam baterai dapat menyebabkan pelat-pelat melengkung. Jika pelat-pelat tersebut saling bersentuhan, maka sel tidak dapat beroperasi dengan baik dan voltase baterai tidak akan tercapai penuh.

#### a.2 Gravitasi spesifik (pengujian kimia)

Gravitasi spesifik adalah berat suatu benda cair dibanding dengan berat air. Sewaktu pengujian gravitasi spesifik dilakukan pada suatu baterai, gravitasi spesifik ini akan menentukan status pengisian dalam baterai berdasarkan prosentasi asam dibanding air dalam larutan elektrolit. Kekuatan elektrolit secara langsung berbeda dengan status pengisian pada masing-masing sel. Semakin tinggi gravitasi spesifiknya maka semakin besar pula kapabilitas baterai untuk memproduksi potensi listrik.



Ditetapkan dua metoda pengujian gravitasi spesifik larutan elektrolit pada baterai konvensional, yaitu:

Coolant/battery tester

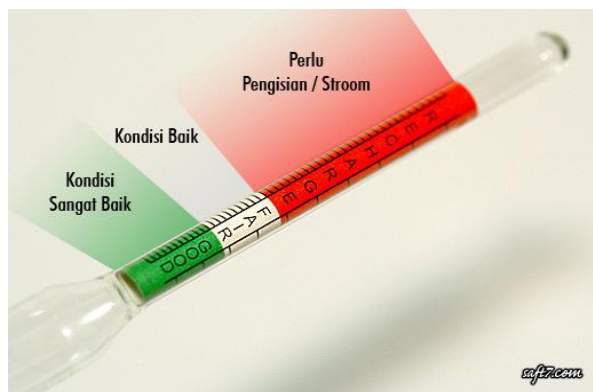


Gb 3.2 Coolant/ baterai tester

Pengujian Hidrometer



Gb 3.3 Hidrometer tester





Gb 3.4 Baterai Load tester

Pengujian beban akan memberikan indikasi yang terbaik mengenai kondisi baterai. Jika status pengisian adalah 75% atau lebih, maka pengujian beban dapat dilaksanakan. Jika pengisian daya di bawah 75%, maka baterai perlu diisi ulang.

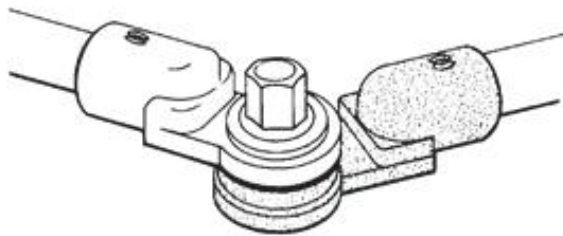
Tipikal prosedur pengujian beban:

- ✓ Tombol kontrol beban harus berada dalam posisi “off”. Sambungkan lead tester ammeter dan voltmeter – lead hitam pada kutub negatif (-) baterai dan lead merah pada kutub positif (+).
- ✓ Putar tombol kontrol searah jarum jam hingga pembacaan ammeter menunjukkan satu-setengah cold cranking amps baterai atau sebagaimana telah ditetapkan oleh pabrik pembuat baterai.
- ✓ Tahan beban selama 15 detik, kemudian catat pembacaan voltmeter dan putar tombol kontrol kembali ke posisi “off”.

Jika pembacaan voltmeter berada di garis hijau, 9.6 Volt untuk 12 Volt, maka baterai memiliki kapasitas output yang baik. Walaupun demikian, walau hasil pengujian beban baik, namun baterai tersebut masih perlu diisi ulang untuk mencapai performansi puncak.

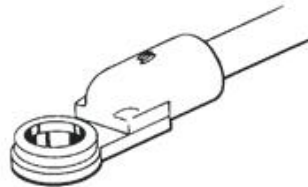
Sewaktu menentukan kemampuan operasi dari sebuah baterai, kisaran voltase saat High Rate Discharge Test harus selalu diperiksa sesuai spesifikasi pabrik pembuat.

- b. Kabel penghantar arus yang buruk, rusak atau putus pada starting sistim, lakukan pemeriksaan visual terhadap pengkabelan starting system.



Gunakan kabel koneksi baterai seperti pada gambar di samping ini.

Gb 3.5 Sealed Battery Connections

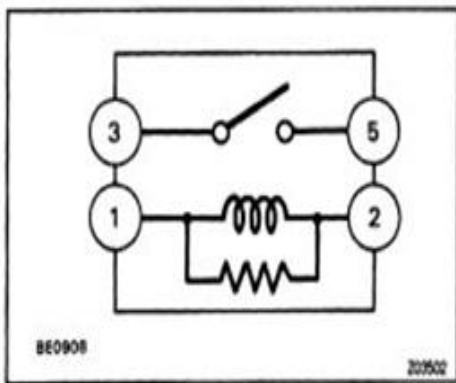


Gb 3.6 Sealed Terminal



4.7 merangkai baterai 24 V 2 X 12 V seri

- c. Bolt dan Nut pengikat motor stater yang kurang kuat serta koneksi antar kabel yang longgar, lakukan pemeriksaan visual.
- d. Safety starter relay (bila ada) yang tidak aktif, lakukan pengujian *bypass* pada starter relay.



Gb 3.8 diagram Solenoid

Langkah-langkah pengujian baypas :

- ✓ Posisikan start switch pada posisi off atau aktifkan disconnect switch
- ✓ Jumper terminal 3 dan 5 pada starting relay.
- ✓ Lakukan start, jika start dapat dilakukan berarti masalah terdapat pada starting relay, perbaiki atau ganti.

- e. Solenoid motor starter yang tidak aktif, lakukan pengujian *bypass* pada solenoid motor starter.

2. Starting motor dapat berputar tetapi terlalu lemah untuk *engine start*.

Berbeda dengan masalah yang ada pada nomer 1, kali ini suara click pada saat lever menggerakkan pinion gear maju serta menghubungkan terminal M dengan kontak B terdengar motor starter juga terdengar bekerja akan tetapi putarannya sangat lambat sehingga engine belum dapat start. Penyebab yang mungkin pada masalah ini adalah:

- ✓ Baterei lemah atau tegangannya kurang, untuk mengetahui hal ini dapat dilakukan pemeriksaan tegangan terhadap baterei
- ✓ Kebel penghantar arus yang buruk, rusak atau putus pada starting sistim, lakukan pemeriksaan visual terhadap pengkabelan starting system.
- ✓ Bolt dan Nut pengikat motor stater yang kurang kuat serta koneksi antar kabel yang longgar, lakukan pemeriksaan visual.

- ✓ Motor starter tidak sesuai untuk aplikasi engine, karena jenis engine bila dibedakan berdasarkan volume cylinder, jumlah cylinder dan tenaga yang dihasilkan akan sangat bervariasi, maka motor setarter sebagai penggerak awal juga harus menyesuaikan dengan beban engine yang akan digerakkan, jika engine yang akan digerakkan atau distart terlalu berat maka starter motor akan berputar lambat. Baca spesifikasi motor starter dan sesuaikan dengan engine.
  - ✓ Oli Engine terlalu kental untuk aplikasi, Periksa grade oli engine yang dipakai.
  - ✓ Kelebihan panas pada solenoid atau motor starter, Periksa pelinung panas pada solenoid dan motor starter.
  - ✓ Setarter motor kurang mendapatkan asupan arus yang cukup dikarenakan hambatan dalam yang tinggi, lakukan pengujian arus start serta pengujian arus ground untuk mendapatkan titik yang memiliki hambatan dalam yang tinggi.
  - ✓ Pinion gear atau flywheel gear yang sudah aus atau rusak, lakukan pengamatan visual.
3. Ketika starting switch diposisikan start terdengar suara click tetapi starting motor tidak berputar

Pada masalah no 2 motor starter masih terdengar berputar meskipun lambat, akan tetapi pada masalah kali ini motor starter tidak terdengar bergesekan meskipun bunyi klik pada solenoid telah terdengar.

Penyebab yang mungkin pada masalah ini adalah:

- ✓ Baterai lemah atau tegangannya kurang, untuk mengetahui hal ini dapat dilakukan pemeriksaan tegangan terhadap baterai
- ✓ Kabel penghantar arus yang buruk, rusak atau putus pada starting sistem, lakukan pemeriksaan visual terhadap pengkabelan starting system.
- ✓ Kopling pinion gear tidak bergerak sebagaimana mestinya, priksa pergerakan pinion gear pada motor starter, tarik dengan tangan

- ✓ Shift lever atau plunger starter motor aus, lakukan pemeriksaan visual
- ✓ Pinion gear atau flywheel gear yang sudah aus atau rusak, lakukan pemeriksaan visual

#### 4. Starting motor berisik

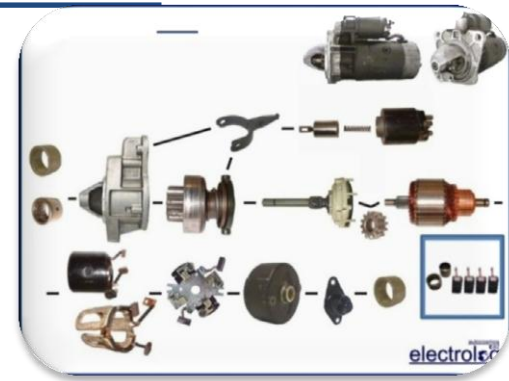
- ✓ Bolt dan nut pengikat motor starter longgar, lakukan pemeriksaan visual
- ✓ Pinion gear atau flywheel gear yang sudah aus atau rusak, lakukan pemeriksaan visual

Dari uraian di atas dapat kita ketahui jika untuk menyelesaikan masalah starting motor kita harus dapat memeriksa setiap komponen dari starting system, untuk dapat melakukan pemeriksaan setiap komponen tersebut lakukanlah observasi terhadap komponen-komponen starting system sebagai berikut.



### Lakukan Observasi Terhadap Komponen Starting Sistem

1. Asumsikan kerusakan yang dialami starting sistem sama dengan kegiatan mengamati yang telah kita lakukan.
2. Isikan hasil observasi pada kolom dibawah ini.
3. Ingat, selalu gunakan alat ukur sesuai dengan fungsinya.
4. Gunakan literatur yang sesuai dengan pekerjaan yang sedang dilaksanakan.
5. Perhatikan selalu kebersihan area bengkel dan kebersihan alat.
6. Perhatikan juga keselamatan dan kenyamanan kerja.



## LEMBAR OBSERVASI

NO	NAMA KOMPONEN YANG DIOBSERVASI	ALAT YANG DIGUNAKAN	HASIL OBSERVASI
1	Baterei	Hydrometer, DMM, pemeriksaan visual	
2	Kabel penghubung	DMM, pemeriksaan visual	
3	Starting Relay	DMM, pemeriksaan visual	
4	Motor starter solenoid	DMM, pemeriksaan visual	
5	Motor starter brush holder	DMM, pemeriksaan visual	
6	Motor starter brush	Vernier caliper, pemeriksaan visual	
7	Motor starter rotor	DMM, grawler, vernier caliper, pemeriksaan visual	
8	Motor starter stator	DMM, pemeriksaan visual	
9	Motor stater Pinion	Vernier caliper, pemeriksaan visual	
10	Motor starter Lever	Pemeriksaan visual	



### Menanya

1. Bagaimanakah hasil observasi yang telah dilakukan? Apakah didapatkan penyebab utama dari masalah-masalah yang terdapat pada starting system?
2. Untuk mendapatkan penjelasan lebih lanjut buatlah pertanyaan seputar hasil observasi.
3. Apakah ada hubungannya perbedaan jenis motor starter dengan kerusakan yang dialami?

### **Pengumpulan Data/ eksplorasi**

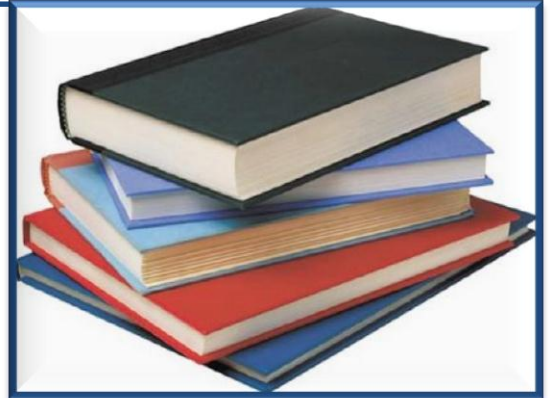
Kita telah belajar untuk melakukan observasi serta membuat pertanyaan untuk mendapatkan data-data yang akurat dalam menyelesaikan masalah yang ada pada starting sistem. Selain dengan cara observasi dan membuat pertanyaan, kita dapat mengumpulkan data yang akurat dengan cara mengeksplorasi dari sumber-sumber media cetak seperti service manual atau parts book.





### **Mengeksplorasi service manual dan parts book**

1. Bacalah service manual dan parts book yang ada pada bab membongkar dan memasang motor starter!
2. Buatlah catatan tentang hal-hal yang penting dan harus dilakukan saat melakukan pembongkaran dan memasang motor starter!
3. Dengan bantuan service manual yang ada atau service manual berikut ini lakukan simulasi membongkar motor starter
4. Lakukan juga simulasi pengujian terhadap komponen motorstarter.
5. Setelah melakukan simulasi pengujian pasang kembali komponen-komponen motor starter,



# Maintenance Instructions



## 12, 24 & 32 Volt Cranking Motors

File: Cranking Motor Maintenance Section



The Following Cranking Motors are Covered:

7072 MC	7260 MD	7264 ME
7072 MD	7260 ME	7296 MD
7072 ME	7264 MA	7296 ME
7260 MA	7264 MD	

The Following Related Motor Packages are Covered:

93064	(BASED ON 7072 MC)
93115	(BASED ON 7260 MA)
94064	(BASED ON 7072 MD)
94115	(BASED ON 7260 MD)

**Leece-Neville**  
HEAVY DUTY SYSTEMS

These maintenance instructions cover 24 volt ordnance cranking motors including the MA, MB, and MC styles which are adjustable timing motors, and MD and ME style motors which are fixed timing motors.

NOTE: The difference between the MD/ME style motor and the MA/MB/MC style motor is the way the switch plunger is connected to the shift lever. On MD and ME style (fixed timing) motors, the switch plunger has a link spool that hooks to the shift lever. On MA, MB and MC style (adjustable timing) motors, the switch plunger is screwed on a link that is attached to the shift lever.

ME motors have a simplified commutator end (C.E.) housing and brush rigging assembly design, which eliminates many parts, making servicing easier, especially brush changing, and achieving the same level of sealing as factory built units after field service.

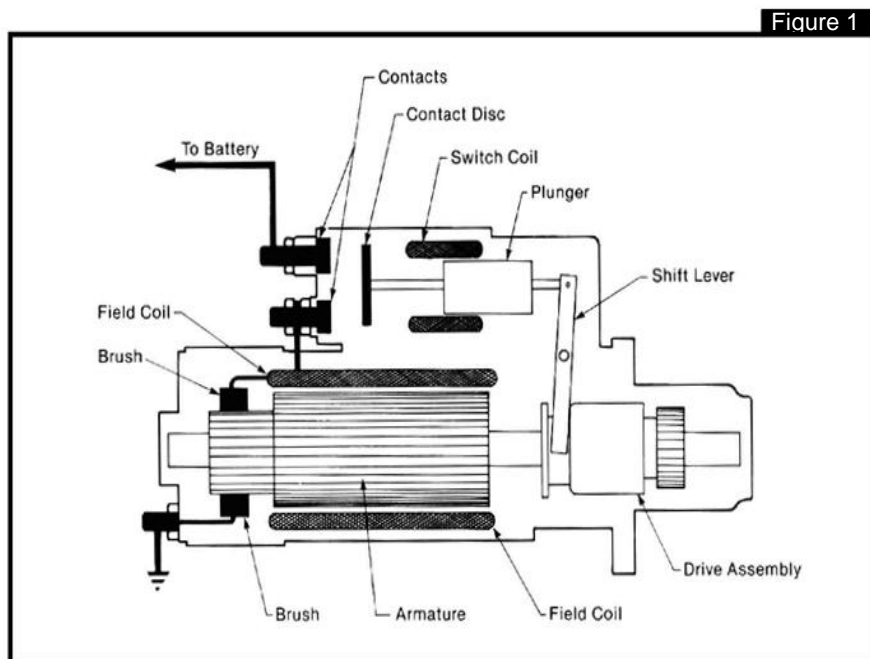
## MODE OF OPERATION

[See figure 1]

When the start switch is closed, the coils in the solenoid are energized, creating a magnetic field. The field pulls the plunger inward, which causes the shift lever to push the drive assembly into mesh with the ring gear on the engine flywheel. Once the pinion is in mesh, the plunger pushes the contacts closed, and closes the circuit between the battery and the motor.

The current passes through the field coil then through the brushes to the armature commutator. The current forms interacting magnetic fields around the field coil pole pieces and the armature lamination pack, and causes the armature to turn. The armature turns the drive pinion, which turns the ring gear, cranking the engine.

When the engine starts, the start switch is released. This causes the magnetic field in the solenoid to collapse, and a return spring forces the plunger outwards. This opens the contacts, and then disengages the drive assembly from the ring gear.



## CRANKING MOTOR TROUBLESHOOTING

1. Check specific gravity of batteries. Minimum allowed is 1.230SP GR (75% charged). NOTE. A digital voltmeter can be used to establish the state of battery charge. Before any voltage measurements are taken, the engine must be turned off and battery surface charge be removed by turning on the headlights or similar load for 5-10 minutes. If voltage shows a rapid increase in voltage to about 12.45V or higher on turning off the load, then the surface charge has not been fully removed, repeat operation. When voltage rises slowly to 12.45V or higher, the surface charge has been fully removed, and the state of battery charge is at least 75%.

2. Connect a jumper from switch terminal #2 to #1 for 2-3 seconds. (Jumper must be at least 12 gage, and have insulated clips. ENSURE THAT THE VEHICLE TRANSMISSION IS NOT IN GEAR, AND THE PARKING BRAKE IS APPLIED IF THIS IS PERFORMED ON A VEHICLE ENGINE.

If the switch activates and the motor spins and the motor cranks the engine, then motor and switch are OK. Check wiring, terminals, start and/or ignition switches and start relay if used.

If the switch activates and the motor spins, but then engine does not crank, then the drive assembly or shift mechanism is faulty, and the starter should be removed for further diagnosis. If the switch activates but the motor does not spin, the problem may be the switch contacts, or the motor. Check with a voltmeter the voltage at the #3 terminal. If battery voltage is found, the motor has a break in the circuit within the case,

if there is less than 1V at the terminal, then the switch contacts are not closing. In either case, it is best to remove the cranking motor for further diagnosis.

If the switch does not activate, see step 3

3. With the jumper connected from terminals #2 to #1, ground terminal #4 using a jumper between #4 terminal and the ground terminal on the back of the motor. If the switch activates and the motor cranks, the ground jumper wire is defective and must be replaced. If the switch does not activate, then switch is defective and must be removed for service or replacement.

## DISASSEMBLY AND TESTING

Note: Disconnect battery ground cable.

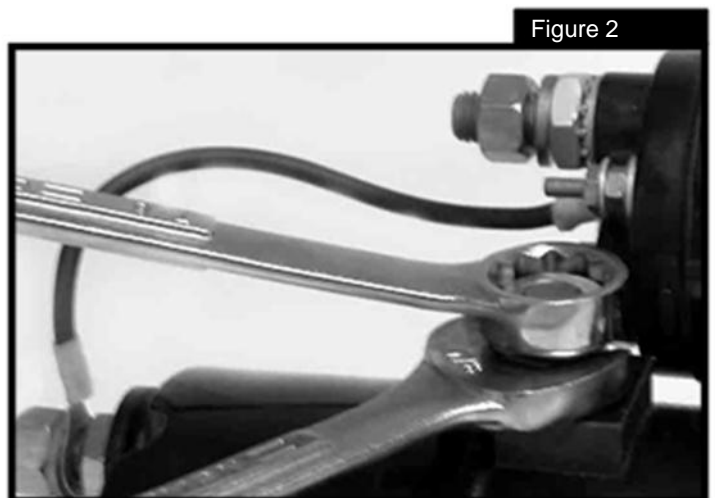
1. Remove cranking motor from engine.

2. Remove switch from field ring as follows:

2.1 Remove ground lead from terminal #4

2.2 Remove nut from terminal #3. Apply no more than 35 lbf-ft. If the nut will not come loose due to presence of locking compound, heat the nut with a small blowtorch.

2.3 Remove nut and jumper strap from motor and field stud.



2.4 Remove the two hex head screws retaining the switch bracket to the field ring.

2.5 On MD, ME models, pull the switch away from the shift housing, and rotate the body so that the switch brackets are away from the motor. Lift the switch up and pull it away from the shift housing.

ON MA and MB motors, pull the switch away from the shift housing, and hold the plunger with a strap wrench, or wrap a strip of emery cloth around the plunger to avoid nicks, and grip with a pair of channel lock pliers, and unscrew the spool from the plunger for a few turns. Remove the rubber plug from the base of the solenoid, between terminals #1 and #3, and using a 1/4" deep well socket, unscrew the plunger to separate the switch from the shift housing.

Caution: If the plunger surface is nicked, the high points must be cleaned up to prevent damage to the bushing in the solenoid, or the plunger replaced.

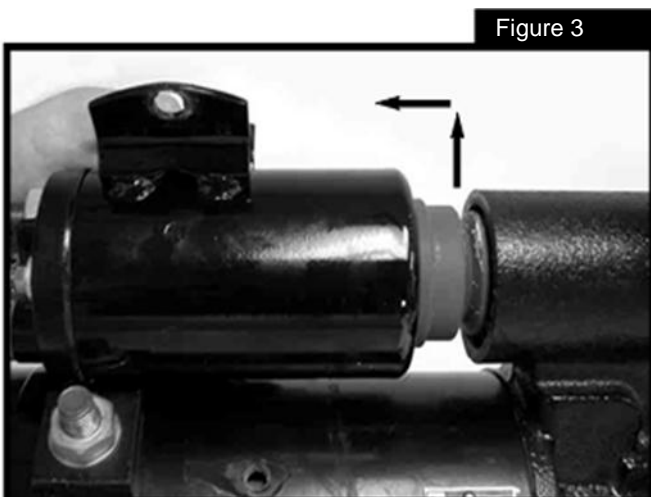


Figure 3

3. Switch disassembly performed as follows:

3.1 Remove nuts, lockwashers, spacers and o-rings from the #1 and #4 terminals.

3.2 Pull plastic end base out just enough to expose the internal connection to the #3 terminal, and remove the screw to disconnect the lead. Then remove the base from the solenoid.

On fixed timing motors, inspect the boot for tears or seals.

If in good condition, re-use the boot, otherwise grip the plunger as in 2.5 and unscrew the spool to replace the boot, as in figure 4.

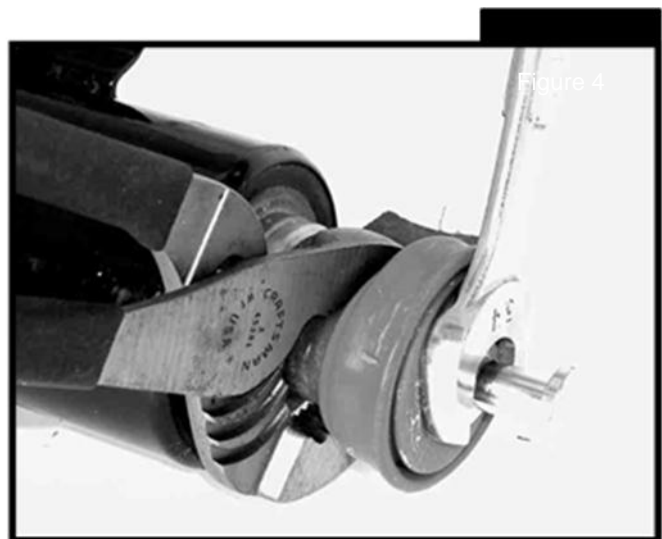


Figure 4

must be replaced. See figure 6

3.3 Holding the plunger, either by gripping in a vise, or as in 2.5, heat the 1/4" nut on the contact disc shaft with a small flame propane torch to soften the locking compound.

3.4 Unscrew the nut a few turns. Either hold down the contact disc against the spring pressure, or place the base back on the switch before completing removal of the nut to prevent the disc and other components from flying off.

3.5 Inspect all insulation washers and bushing. Broken, cracked or burned insulators must be replaced with new ones.

3.6 Inspect conical spring. If it is collapsed, or shows signs of heat, then replace with new.

#### 4 Switch Coil Ground Test

Connect one ohmmeter lead to terminal #1, and the second test lead to a bare metal surface on the housing. (figure 5)

LOW resistance (<10kiloohms) - coil is grounded: switch assembly must be replaced.

HIGH resistance (>10kiloohms) - Coil is OK: continue with step 5

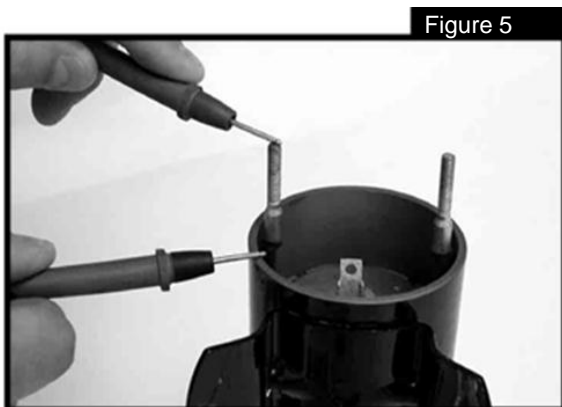


Figure 5

#### 5. SWITCH COIL RESISTANCE

Connect one ohmmeter lead to terminal #3 and #4. Resistance readings should be 3.5 to 4.5 ohms. If resistance readings fall outside these values, the switch

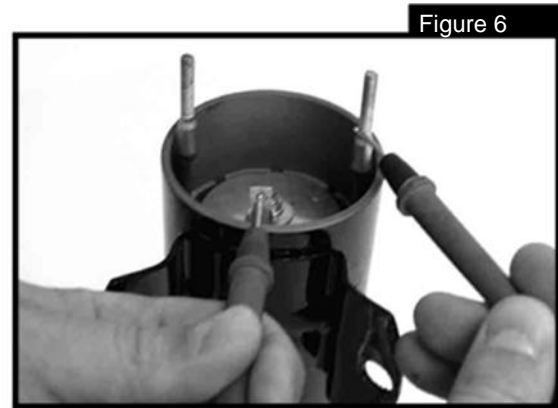


Figure 6

#### MA, MB, MC motor CE housing

1. Remove two #10 screws and brush opening band assembly.
2. Remove screws from the brush leads and lock plates.
3. Pull springs upward with tool shown in fig. 7, and remove the brushes.
4. Inspect brushes for wear. Brushes less than 5/8" in length must be replaced.
5. Mark CE housing in relation to field ring with a punch or paint marker.
6. Remove four hex head screws and remove CE housing.
7. Remove ground jumper if fitted to the field coil side of the brushholders. If the insulation is burned or damaged, the jumper must be replaced.

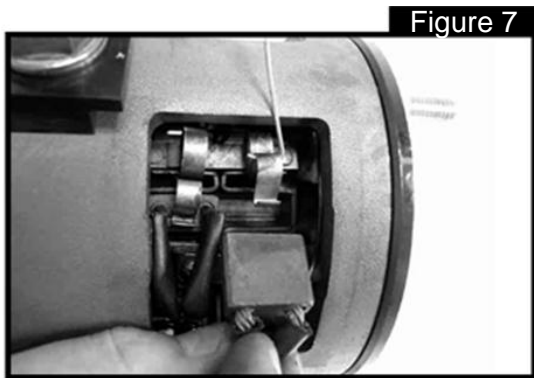


Figure 7

8. Insert a new brush in each brush slot (with the spring held out of the way). If the brush does not move freely on one of the slots, then that brushholder must be replaced.

9. Inspect each of the four brushholders. Discoloration, burns or distortion indicate defective or improperly assembled insulators

#### 10. Brush Holder Insulation

Test Connect an ohmmeter test lead to each of two adjacent brushholders. (figure 8) A LOW resistance reading indicates that an insulation bushing or washer is defective and must be replaced.

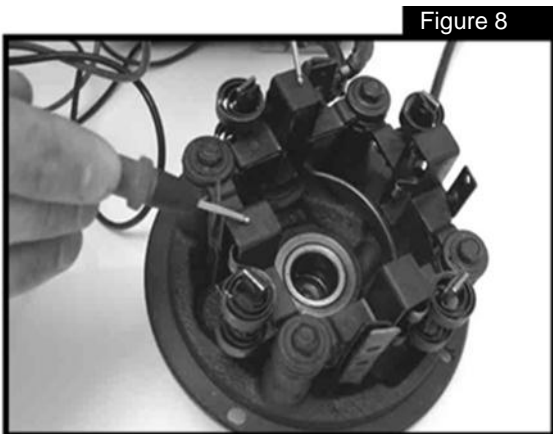


Figure 8

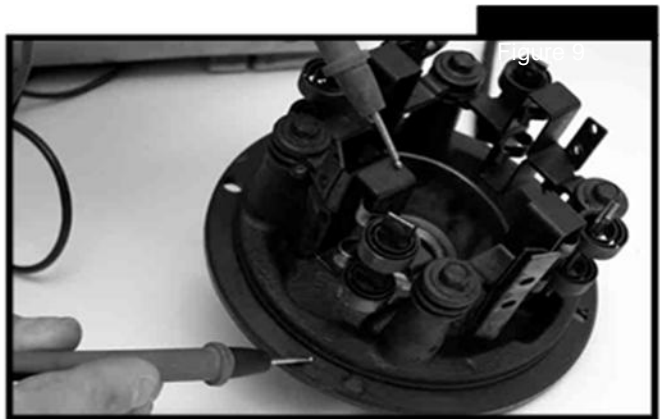
#### 11. Brush Holder Assembly Ground Test

On later CE assemblies which have the ground strap connecting the two negative brush holders positioned between the brushholder and CE housing

casting, position the strap to ensure that it is not touching the casting at any point (it is easiest to loosely replace the brush screws to hold it in position). Connect one ohmmeter test lead to a bare metal surface on the CE housing, and the second test lead it turn to each of the four brush holders. LOW resistance indicates

a grounded brush holder caused by defective insulator(s). (figure 9). On later CE assemblies this could also be caused by the ground stud insulators - separate the ground

stud jumper from the brushholder, and re-test to determine which is responsible for the



12. Visually inspect insulators at each of the four mounting posts. Broken, cracked, burned or charred insulators must be replaced.

#### 13. Ground Stud insulation test.

Ensure that the ground stud jumper is not touching the brushholder. Connect one ohmmeter test lead to a bare metalsurface on the CE housing, and the second test lead to the ground stud. LOW resistance indicates a defective insulation bushing or washer.

13. Inspect bronze bushing in CE housing. If inside diameter is greater than 0.756", or there is evidence of heat, or rotation of the bushing in the housing (look for misalignment between the crossdrilling and the oilwick hole), then bushing must be replaced (see Assembly section for specific

instructions).

### COMPONENT CLEANING

1. Solenoid switch, armature field coil, ME brush plate and drive assembly should not be immersed in solvents, and can be cleaned using a cloth with a little solvent on it. Remove brush dust from armature and field ring assembly using compressed air.

2. Clean all other metal parts with cleaning solvent, and a wire brush where appropriate.

3. MA/MB/MC style brushholder assemblies, insulation washers, bushing and spacers can be cleaned by dipping in solvent and drying off using compressed air.

Note: Brushholder insulators can usually be cleaned without removal.

### ASSEMBLY

1. Install field coil in field ring as follows:

1.1 Ensure that the field ring is free of dirt and varnish.

1.2 Place pole pieces in field coils, to check the fit.

1.3 Squeeze field coil assembly inwards so outside diameter is slightly smaller than the ID of the field ring.

1.4 Insert field coil in field ring so that the hole in the jumper for the field stud lines up with the hole in the frame.

1.5 Place pole pieces in field coils, aligning the notches to the bump in the coil caused by the inner termination of the field coil. Align pole piece holes with the holes in the frame using a round bar,

taking care not to damage the threads. Install the pole screws finger tight.

1.6 Use an expanding mandrel or similar to force the pole pieces out against the inside of the field ring, and tighten the screws to 18-22 lbf-ft. for the MA/MB/MC/MD

motors and 23-25 lbf-ft. for the ME motors.

1.7 Slide the square insulation washer between the field coil header and the field ring, so that the holes align.

1.8 Insert the stud in the hole in the jumper, insulation and through the field ring.

1.9 Push the 5/8" OD insulation bushing over the terminal stud and into the field ring hole. Slide the o-ring down after so it is in flush with the OD of the frame.(figure10)

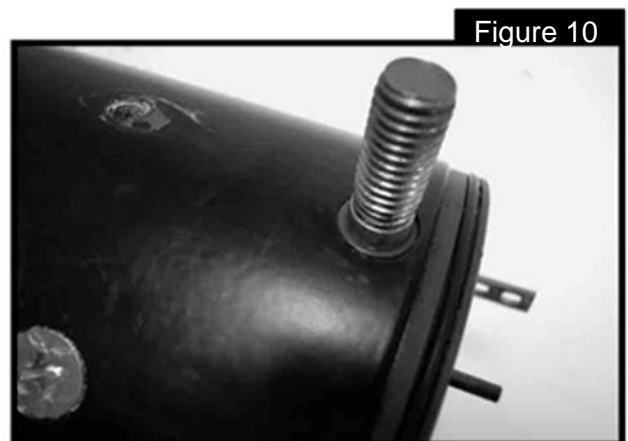


Figure 10

3. Slide square insulator down onto the field stud so the radius side rests against the field ring.(figure 11)



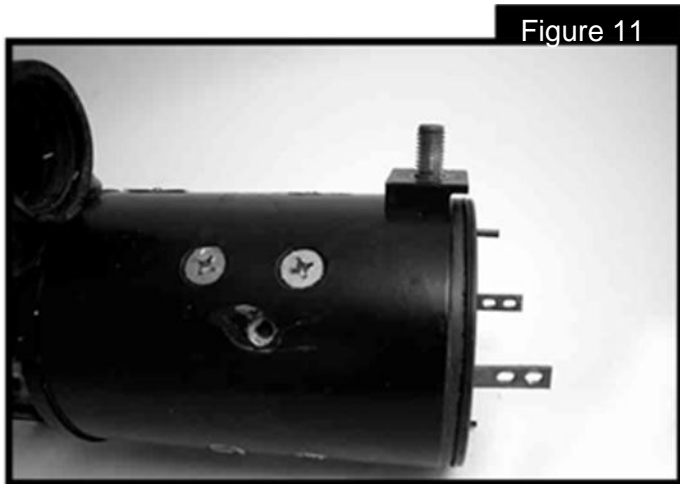


Figure 11

3. Install guard washer, belleville washers open face to open face if fitted, and nut. Torque to 18-22 lbf-ft.

4. Apply varnish to field coils. Do not leave more than a thin film on the ID of the pole pieces.

5. Insert armature into field ring assembly, and ensure that it moves freely within the pole pieces.

**MA, MB MC and MD Motor CE housing Assembly:**

1. Assemble CE housing as follows -

1.1 If suitable machining facilities are available, it is possible to replace an oversize bushing in the CE housing. Press a new bushing into the housing after pulling the old bushing out using an expanding bearing puller. Cross drill the bushing through the existing hole using a 11/32" drill then ream bushing to 0.754", checking that there are no remaining burrs from the drilling.

However, given the difficulty of ensuring that concentricity is maintained, a replacement CE housing is recommended if facilities are limited.

1.2 Slide guard washer and insulating washer on the ground stud and insert it in the terminal bore in the CE housing. Align the ground stud in its correct position (if needed, assemble a brushholder temporarily in place to indicate the correct location for the jumper on the ground stud) and complete installation as shown in figure 12. Tighten to 18-22 lbf-ft. Hold

square head of bolt with a wrench to prevent rotation.

1.3 Install brushholders on CE housing as follows:

1.3.1 Insert four guide pins, one in each of the housing mounting posts, and slide an insulation bushing and an insulation washer on each of the pins. Insulation bushings must be positioned flush to the face of the mounting post. (figure 13)

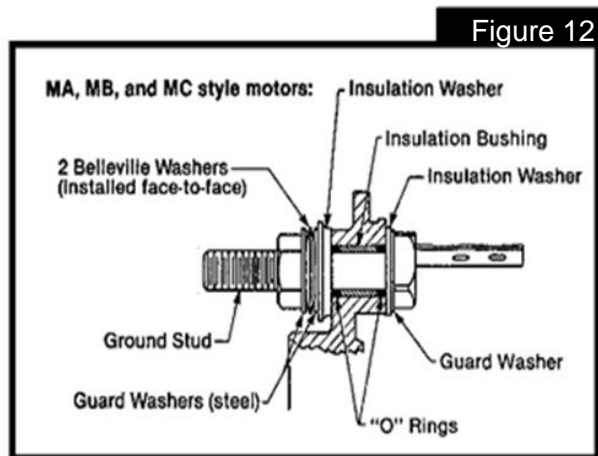


Figure 12

NOTE: A 1-1/2in. piece of 1/8 in. diameter rod may be used to make the guide pins.



Figure 13

NOTE: Steps 1.3.2, 1.3.3 and 1.3.4 below cover the installation procedures for new style ground jumpers on MA, MB and MC style motors. For old style ground jumpers, see step 2

1.3.2 Place jumper on CE housing and position it along with a brushholder as in figure 14

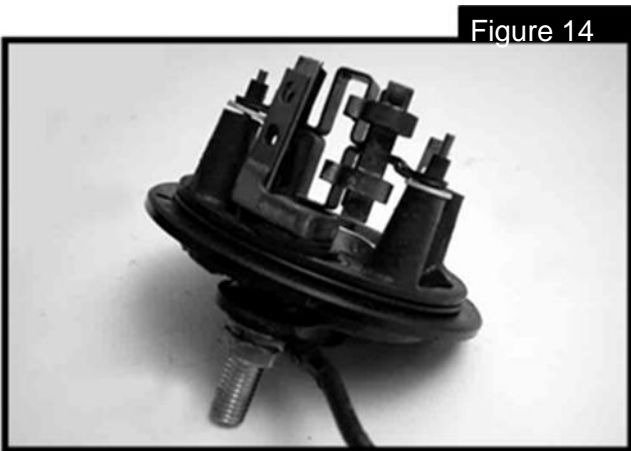
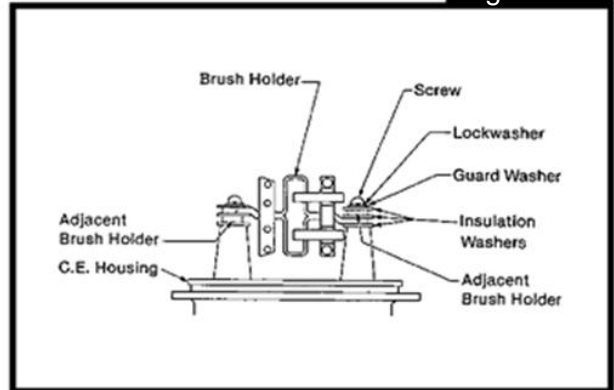


Figure 14

1.3.3 Install brushholders on mounting posts with place. See figure 17. Slide the armature insulation washers, guard washers lockwashers and through the field ring and align the screws as shown in figure 15. Install an 8-32 x .625

long screw to secure ground jumper between

Figure 15



1.3.4 the ground stud jumper and the brushholder cont

1.3.5 act plate. Figure 16 shows a correctly assembled CE housing.

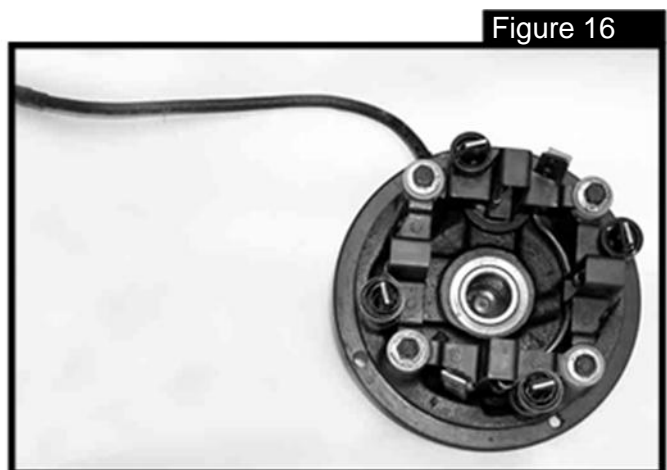


Figure 16

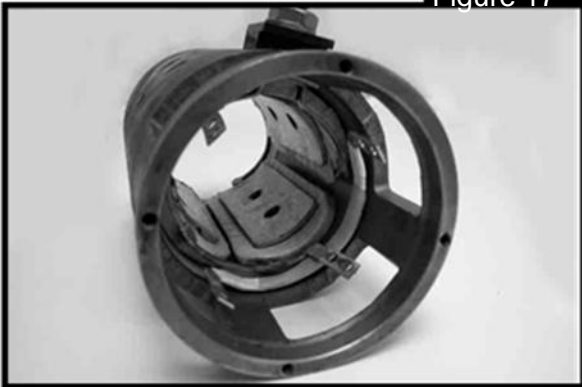
1.4 Install o-ring in the groove provided in the CE housing

2. Install old style ground jumper between the field ring and field coil so that the jumper tabs are positioned approximately at 90( to the field coil tabs. Ensure that the jumper fits snugly in

3. Slide steel, then fiber thrust washer onto the commutator end of the armature shaft. The steel washer must be first, against the shoulder on the shaft.

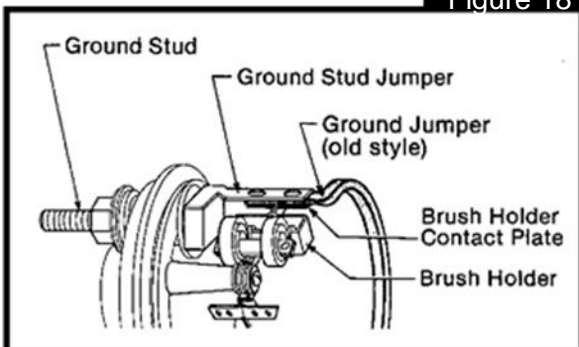
4. Match the CE housing to the field ring according to the marks made on disassembly, and align the ground stud jumper with the ground jumper tab (old style jumper only).

Figure 17



Press the CE housing flush with the field ring. When installing an old style ground jumper, ensure that the ground jumper tab meshes with the ground stud jumper and brush holder contact plate. See figure 18.

Figure 18



### ME motor CE housing and brush rigging assembly

1. If suitable machining facilities are available, it is possible to replace an oversize bushing in the CE housing. Press a new bushing into the housing after pulling the old bushing out using an expanding bearing puller. Cross drill the bushing through the existing hole using a 11/32" drill then ream bushing to

0.754", checking that there are no remaining burrs from the drilling. However, given the difficulty of ensuring that concentricity is maintained, a replacement CE housing is recommended if facilities are limited.

2. Saturate CE wick in 80 grade oil, then install in CE housing, and screw pipe plug in to 75 lbfin. to retain.

3. Pass a brush contact plate through one of the brush holder slots in the brush plate from the inside out. Press brush through holder until the brush spring is

pushed out of the way and snaps down the side of the brush. Repeat for the remaining 3 brushes. Screw each brush contact plate in with a socket head screw. Torque to 25-35 lbf-in. See figure 19.

Figure 19



NOTE: If original brushes are less than 5/8" long, then install new brushes.

4. Install ground stud and jumper assembly to brush plate with 4 screws, torqued to 25-35 lbf-in. See figure 20.

If not sure of correct position of assembly, place the jumper inside the CE housing through the hole, and align the asymmetric pattern of notches with the bolt holes to see the correct orientation.

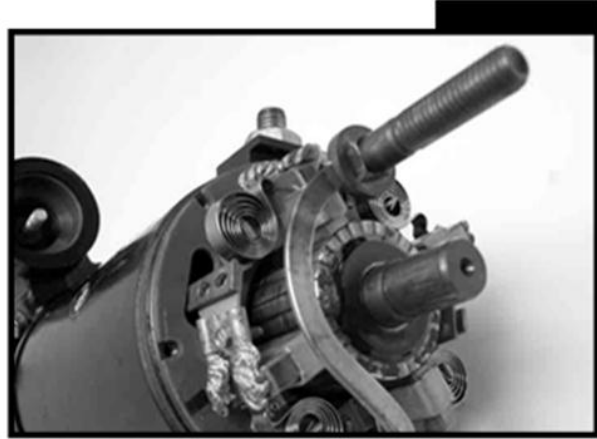
Figure 20



5. Slide armature in field ring so commutator extends approximately 2" out of field coil stud end of field ring.

6. Install two roll pins in commutator end of field ring if not already present.

7. Place brush plate on field ring so roll pins pass through locating holes. Figure 21



9. Press each of the four brushes inward to bring them into contact with the commutator. It may be necessary to pull the springs out to ease the movement of the brushes. Ensure that the springs are positioned on the recessed face on the back of the brushes, and not in contact with the flexible leads.

10. Install o-ring in groove in OD of field ring, and lightly oil or grease.

11. Slide a square insulation washer, o-ring and insulation bushing on ground stud.

12. Slide a steel thrust washer, then a fiber thrust washer (soaked in 80 grade oil) onto the commutator end of the armature shaft. The steel washer must be first, against the shoulder on the shaft.

13. Install commutator end housing assembly onto field ring with six 10-32 screws and sealing washers. Torque to 40-50 lbf-in.

14. Install insulation washer, guard washer belleville washers if originally fitted, and nut onto ground stud as shown in figure 22. Torque to 23-27 lbf-ft.

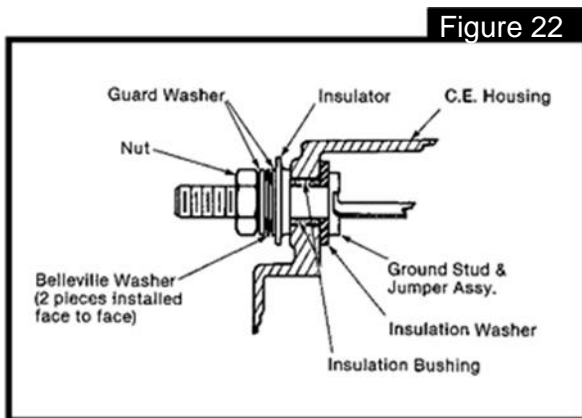


Figure 22

### Motor Assembly

1. Press bushing flush with the drive side of the shift housing

2. Press seal in protruding side of the shift housing center boss, so that the flat side of the seal is facing outwards and flush with the surface of the housing. Install o-ring in the groove around the outside of the housing.

3. On MA and MB motors, assemble the link screw to the shift lever with a new roll pin, and insert the assembly into the shift housing CAUTION: Inspect the shift lever and link screw and ensure that the top sections of the lever either side of the link are parallel and not binding on the link screw. Inspect the rubber boot and (if in

good condition) slide it, closed end first, on the link screw up to the shoulder. Position the boot o-ring section into the groove inside the shift housing.

NOTE: On MC, MD and ME motors, the boot is installed in a manner described later.

4. Assemble o-ring to shift lever pivot pin inner groove and press the shaft through the shift housing and the shift lever. Slide the flat washer in outer groove of the shift lever pin, and secure with a #10-32 socket head screw (with 1-2 drops of Loctite 242 or similar applied to threads) to the shift housing.

5. Slide thrust washer on armature shaft up to shoulder inside armature endwindings.

6. Apply a film of NLGI OO grade grease on armature shaft and splines.

7. Hold field ring (with armature inside the ring) in a vise and slide the shift housing on the shaft so that the armature shaft sticks about 1" through the shift housing.

8. Slide the 2" OD brake washer onto the armature, and place it against the housing.

9. Apply a small amount of grease to the holes in the shift lever cams, and to the long sides of the cams (these make contact with the drive collars on the drive).

10. Slide a cam on each of the two shift lever pins.

11. On MA and MB motors, with one hand pull the link screw out forcing the shift

lever to swivel the cam end forward to the front of the housing. Adjust the cams so that they are parallel to each other. Slide the drive assembly over the cams, so that the cams are riding in the drive channel. See figure 23. Slide the drive assembly on the armature shaft, and slide the shift housing towards the field ring, passing the armature shaft through the drive at the same time.

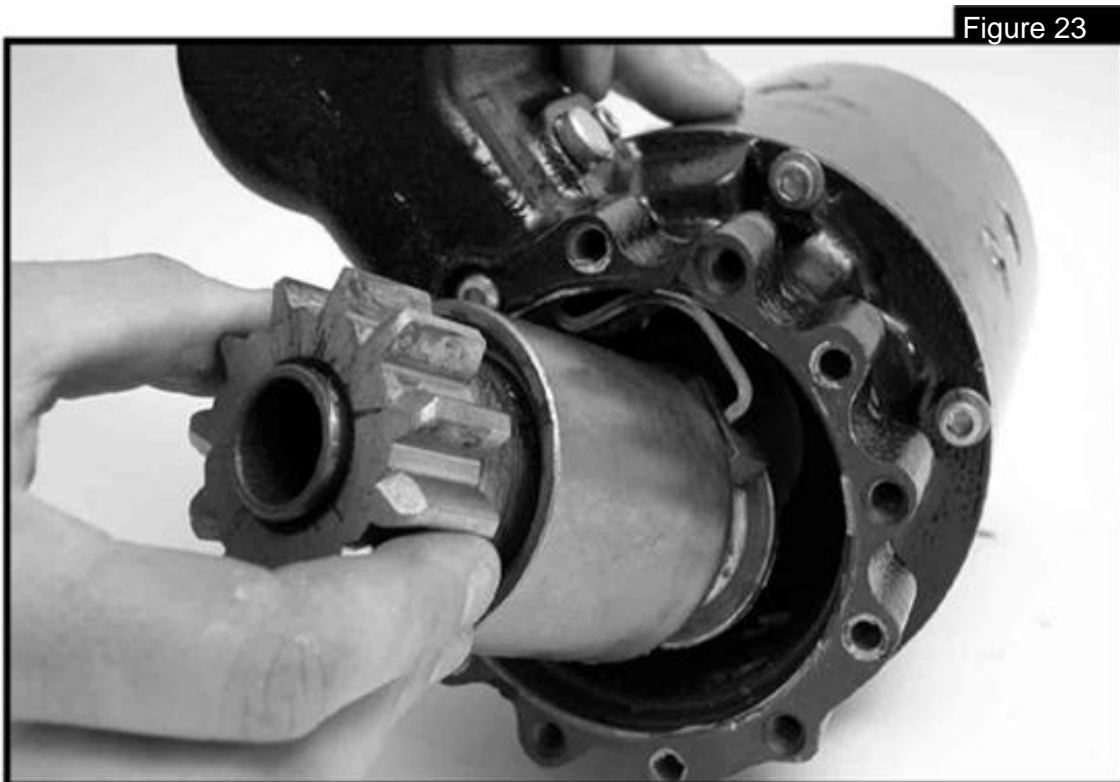
On MC MD and ME models, insert a finger in the shift housing and pull back the top of the shift lever, then perform the same sequence as above.

12. Press the shift housing into the field ring. Ensure that the housing and field are aligned.

Apply 1-2 drops of Loctite 242 to the threads of 5 socket head screws (1/4-20 x 1.25") Use these screws and 1/4" lockwashers to fasten the shift housing to the field ring. Torque to 108-132 lbf-in.

13. Install nose housing as follows:

13.1 Slide 1/8" thick thrust washer on the armature shaft and place against the drive pinion.

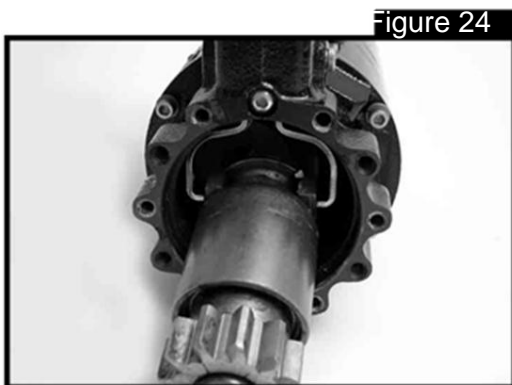


13.2 Install o-ring in groove around nose housing.

13.3 Match the alignment markings made at disassembly and secure nose housing the shift housing with 6 socket head screws with 1-2 drops of Loctite 242 applied to the threads. Torque to 13-17 lbf-ft.

NOTE: The shift housings used on these motors have 12 tapped holes to allow the nose to be "indexed" (positioned) in a variety of positions. Only 6 screws are used to mount the nose, and when the top hole is not used, then a socket head setscrew is used, with 1-2 drops of

Loctite 242 applied to the threads, to seal the top hole. On ME motors, a button

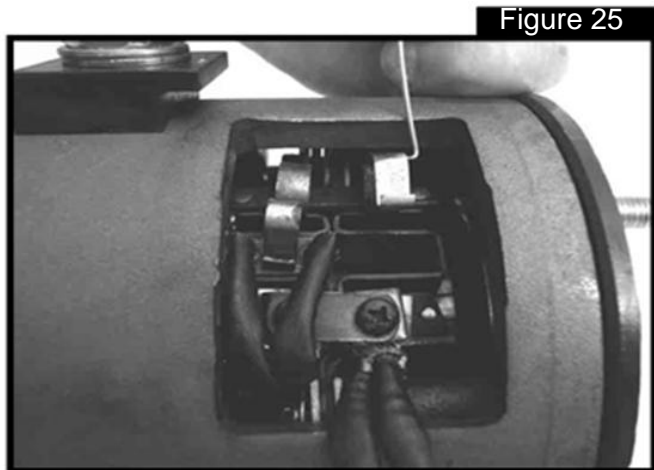


head screw with an o-ring is used. See figure 24.

13.4 Install rubber plugs on the six holes in the nose housing not used.

14. MA, MB, MC models, motor brush installation performed as follows:

14.1 Pass two 8-32 screws through a lockplate, and slide a brush terminal onto each of the screws. Fasten the assembly to the brushholder, with the flexibles positioned away from brushholder tunnel



14.3 Wrap the brush opening band around the four brush openings in the position of the paint line, and secure with two #10-32 screws. Before installing the band, ensure that dirt, oil or any other foreign matter is removed from around the brush openings to ensure proper sealing.

15. Assemble the switch as follows:

15.1 Slide the return spring on the plunger shaft, and insert the shaft through the yoke and through the hole in the stationary core so that the shaft sticks out into the contact cavity.

NOTE: Ensure that the plunger is free from any nicks, burrs or corrosion. If not, then a new plunger must be used.

15.2 Place the switch with the plunger pointing down (open end of the switch body facing up) in a vise so the plunger rests on the vise slide bar (the part that joins the two jaws together). Press the switch housing down to force the plunger all the way into the switch body against

the return spring. With both legs of the switch bracket facing one of the two jaws, clamp the switch housing in the vise with just enough pressure to hold the switch in place, to avoid bending the bracket.

15.3 Slide the 1/4" ID steel washer onto the shaft so it fits flush with the shoulder.

15.4 Slide the 1/4" ID insulation washer onto the shaft and place it against the steel washer.

15.5 Slide the 1/4" ID bushing on the shaft, and place against the insulation washer.

15.6 Place the small end of the conical spring against the insulation washer.

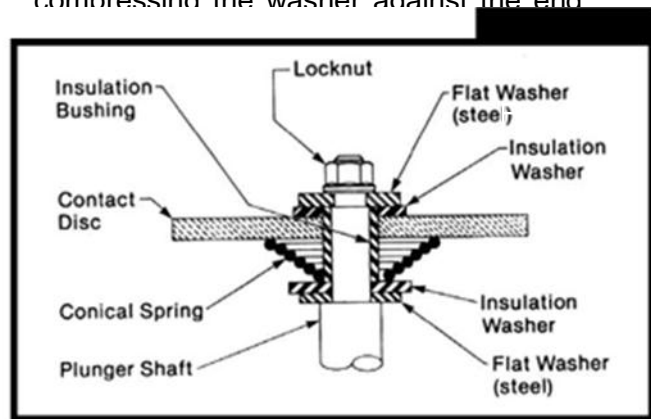
15.7 Place the 2" OD copper contact disc on the conical spring, and depress the spring so the disc passes down over the insulation bushing.

15.8 While depressing the contact disc, place the 3/8" ID insulation washer on the disc so the insulation bushing passes through the washer.

15.9 Place the 1/8" ID steel washer on the shoulder of the shaft.

15.10 Apply a drop of Loctite 242 to the shaft threads, and install the 1/4" locknut finger-tight to hold the contact disc. Grip the plunger in a soft jawed vise, and torque the nut to 55-60 lbf-in. See figure 26 for correct assembly. Holding the

contact disc and insulator down over the bushing while tightening will ensure that the bushing is not damaged by compressing the washer against the end



15.11 Install the #2 and #3 contact studs in the contact base. Insert the 2-1/4" long stud in the #2 terminal hole, and slide two o-rings, a flat washer and a lockwasher onto the contact stud. Apply a drop of Loctite 242 to the stud threads, and tighten the jam nut to 23-27 lbf-in. Install the shorter terminal stud on the #3 hole in the same manner, ensuring that the tapped hole in the side of the head faces outward.

15.12 Place the sealing ring over the outside of the switch housing.



15.13 Pass the two terminals through the #1 and #4 terminal

holes in the plastic end base and connect the loose terminal to the #3 contact stud with a #6 screw. See figure 27.

15.14 Press the plastic contact base on the switch housing and slide two o-rings, a spacer bushing, a flat washer and a lockwasher (if nut/lockwasher assemblies are not used) onto the terminals. Secure with #10-32 nuts and tighten to 28-34 lbf-in.

15.15 On MD and ME motors, slide the closed end of the rubber boot against the hex shoulder of the link spool. Install

Figure 27



the link spool in the switch plunger and torque to 54-66 lbf-in. Grip the plunger either in soft jaws in a vise or using a pipe wrench and a strip of emery cloth to grip the plunger. Ensure that no nicks or burrs are raised during this operation. Figure 28

Figure 28



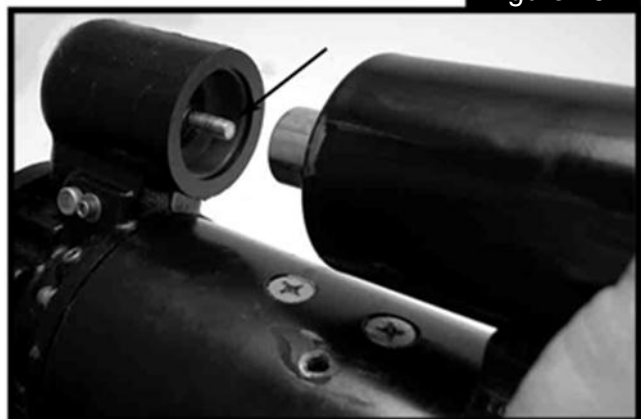
## SWITCH INSTALLATION AND TIMING FOR MA MB AND MC STYLE MOTORS

NOTE: Read these instructions through before starting this operation. Once started, the timing procedure must be completed within 15 minutes to avoid the

locking compound from setting before the switch is in place and correctly adjusted.

1. Apply a bead of Loctite 2114 to the first 1/2" of the link screw threads. NOTE Link screw must be free of dirt, oil or grease. See figure 29.
2. Apply a thin film of SAE 10-30 grade oil or NLGI OO grade grease around the 'nose' of the switch yoke that will fit inside the shift housing.

Figure 29



3. Insert a 1/4" deep well socket in the access hole in the plastic end base, and engage with the 1/4" locknut.

4. Position the switch (with two mounting legs away from the field ring) in alignment with the link screw, and screw the plunger by turning the socket five complete turns.

5. Turn the switch so the mounting legs rest on the field ring and continue turning the socket an additional 10 turns.

6. Press the switch assembly flush with the shift housing.

7. Apply 1-2 drops of Loctite 242 to the threads of the two 3/8 24 x .38" hex head screws, and secure the switch to the field ring. Torque to 20-24 lbf-ft.

8. Place the jumper strap over the #3 terminal and the field stud, and torque the jam nut on the #3 terminal to 21-29 lbf-ft and the one on the field stud to 18-22 lbf-ft. CAUTION: Use an open wrench to support the bottom nut while tightening the nut holding the jumper to the field coil stud. See Figure 30.

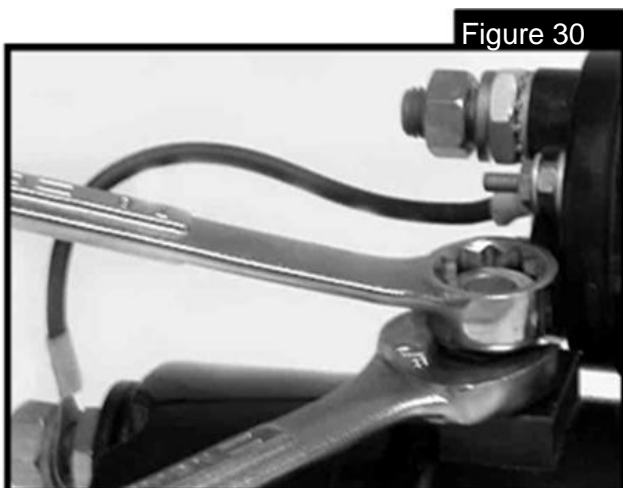


Figure 30

9.1 Connect 24 volts from a battery through a switch to terminals #1 and #4. (switch initially on off position).

9.2 Turn the switch on, and measure the gap between the pinion face and the thrust washer. Proper gap is .187"(3/16)". See figure 31. To perform these procedures

the cranking motor is not wired as on a vehicle, and in most cases the solenoid will not have sufficient strength to pull the drive forward to the "engagement" position. In such a case, pry the pinion with a screwdriver until the solenoid takes

over. Alternatively, "flash" the switch closed by momentarily touching the #4 terminal with the ground lead or other jumper lead connected to the motor negative terminal (assuming that the motor is now complete and provides a circuit for the pull-in current through the motor windings). CAUTION: Switch must not be energized for more than 30 seconds at a time.

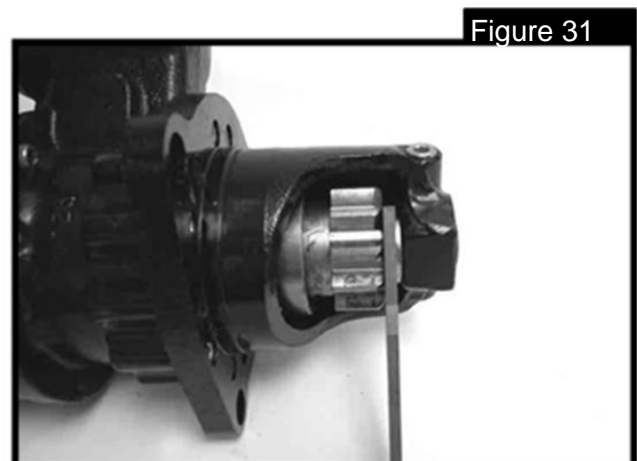


Figure 31

9.3 If the gap is greater or smaller than 3/16", then turn off baterei power. Insert the 1/4" socket in the access hole and

turn the nut CLOCKWISE to decrease the gap, or COUNTERCLOCKWISE to increase the gap. CAUTION: Switch must not be energized while adjustments are being made.

9.4 Install rubber plug in switch access hole.

10. Install ground lead to switch terminal #4 with lockwasher and nut, or captive washer and nut assembly, torque nut to 28-32 lbf-in.

### **SWITCH INSTALLATION ON "MD" AND "ME" STYLE MOTORS**

1. Pull the drive fully forward, and, while holding it there, position the switch with two mounting legs away from the field ring, and hook the link spool over the top of the shift lever.

CAUTION: taker care not to apply any pressure between the solenoid boot and the edge of the shift housing aperture, or the boot may be damaged.

2. Turn the switch so the mounting legs rest on the field ring, and press the switch assembly flush with the shift housing.

3. Apply 1-2 drops of Loctite 242 to the threads of the two 3/8-24 x .38" hex head screws, and secure the switch to the field ring. Torque to 22-27 lbf-ft.

4. Place the jumper strap over the #3 terminal and the field stud, and torque the jam nut on the #3 terminal to 21-29 lbf-ft

and the one on the field stud to 18-22 lbf-ft.

CAUTION: Use an open wrench to support the bottom nut while tightening the nut holding the jumper to the field coil stud.

5. Install ground lead to switch terminal #4 with lockwasher and nut, or captive washer and nut assembly, torque nut to 28-32 lbf-in.

6. Install rubber plug in switch access hole.

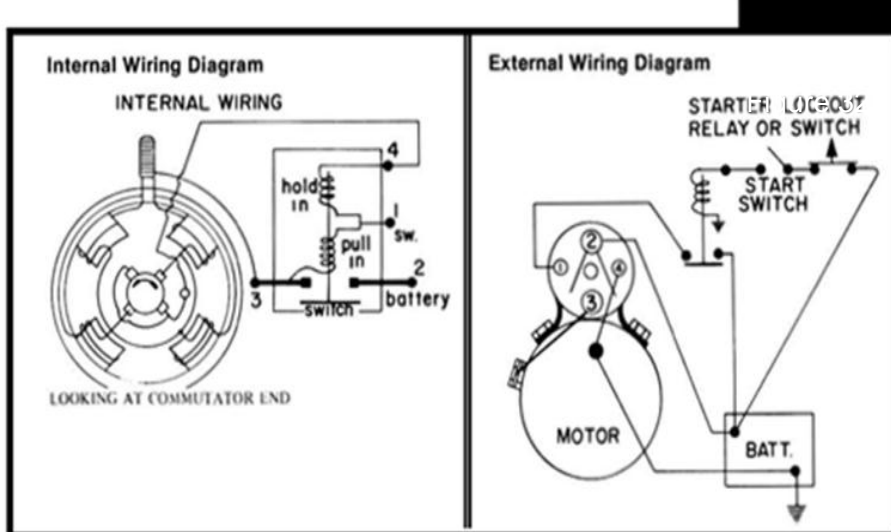
### **WIRING INSTALLATION**

1. Install baterei cable to #2 terminal. Torque nut to 30 lbf-ft.

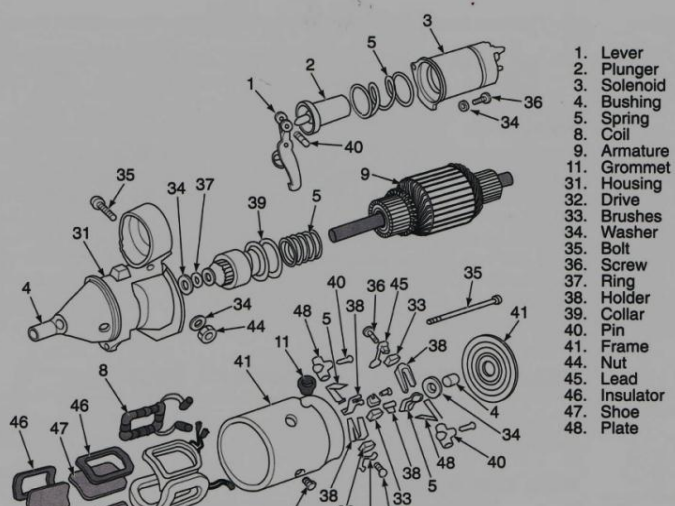
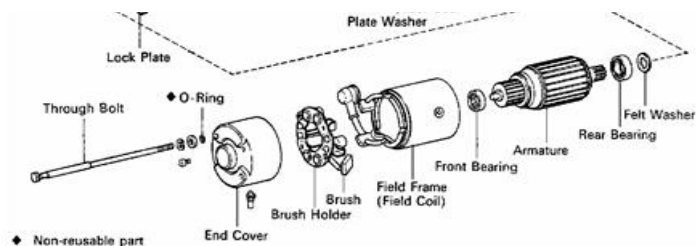
2. Install start switch lead to #1 terminal. Torque nut to 30 lbf-in.

3. Install ground cable to motor ground stud. Torque nut to 30 lbf-ft.

CAUTION: Use an open wrench to support the bottom nut while tightening the nut holding the ground lead. If this is not done, internal component failure may result.



Demongkaran Unit Motor







#### Mengasosiasi

1. Setelah melaksanakan simulasi pembongkaran, pemeriksaan dan perakitan komponen motor starter diskusikan persamaan serta perbedaan antara komponen-komponen motor starter dengan komponen-komponen motor listrik
2. Diskusikan pula persamaan dan perbedaan cara kerja antara motor starter dengan motor listrik.
3. Buatlah kesimpulan dari hasil diskusi yang telah dilakukan.



#### Mengkomunikasikan

1. Dari kegiatan yang telah dilakukan sampai dengan hasil kesimpulan yang telah ada buatlah menjadi sebuah *power point* agar dapat dipresentasikan kepada teman sekelas.
2. Pelajari dengan baik *power point* yang telah dibuat sebelum mempresentasikan kepada teman sekelas.

### **F. Mengamati komponen-komponen sistem starter melalui proses pembongkaran sesuai service literatur**

Setelah membaca dan mempelajari tentang service manual, agar dapat menyelesaikan masalah yang ada pada sistim starter maka kita harus memahami fungsi dari setiap komponen yang ada pada sistim starter melalui prases pembongkaran sesuai dengan service manual. Pada bab sebelumnya

kita telah mempelajari berbagai macam komponen sistim starter beserta fungsinya, pada bab ini kita akan melaksanakan pembongkaran komponen-komponen tersebut untuk dapat diamati cara kerja serta fungsinya. Untuk melaksanakan pembongkaran komponen sistim starter sebagai acuan kita tentu membutuhkan sebuah service manual.

## Informasi Umum

Semua sistem starter terbuat dari empat elemen. Elemen tersebut adalah key start switch, start relay, starter motor solenoid dan motor starter. Satu-satunya pengecualian adalah bahwa pada beberapa engine yang kecil start relay tidak diperlukan. Dalam hal ini, start switch secara langsung memberi daya pada starter motor solenoid.

Start switch adalah perangkat dengan arus yang relatif rendah. Switch ini diberikan peringkat untuk kurang lebih 5 hingga 20 Ampere. Karena coil sebuah start relay, menarik sekitar 1 Amp, start switch dengan mudah dapat diaktifkan pada start relay dan memiliki masa pakai yang panjang.

Switch tersebut menyentuh sebuah start relay umum yang dinilai antara 100 dan 300 Amp. Karena starter solenoid membutuhkan 5 hingga 50 Amp, start relay dapat dengan mudah mengaktifkan beban ini.

Starter motor solenoid memiliki dua fungsi:

- Mengaktifkan pinion dengan flywheel
- Memiliki switch arus tinggi yang dinilai kira-kira pada 1000 Amp yang sebenarnya mengaktifkan motor starter.

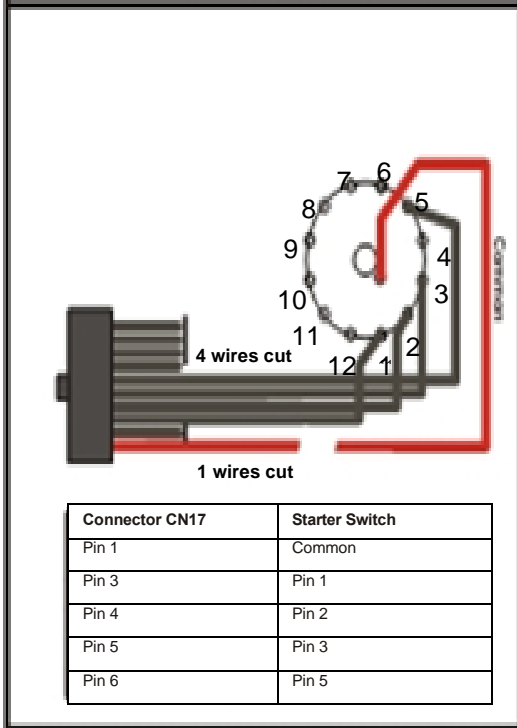


Gb 3.10 Key Start Switch

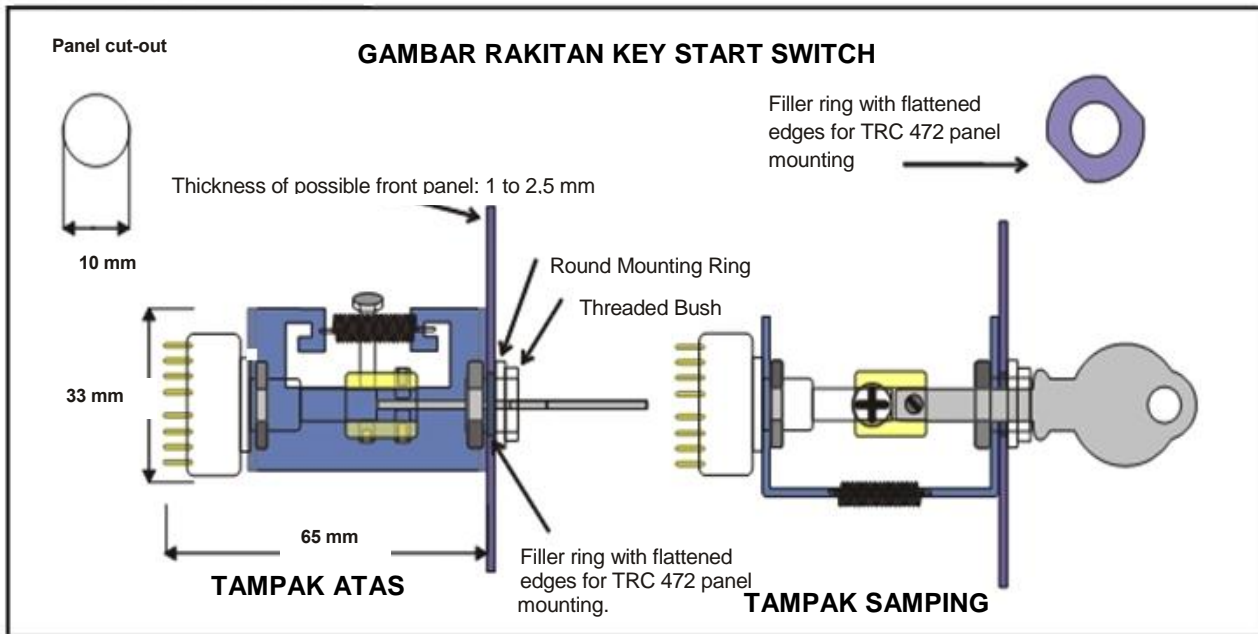
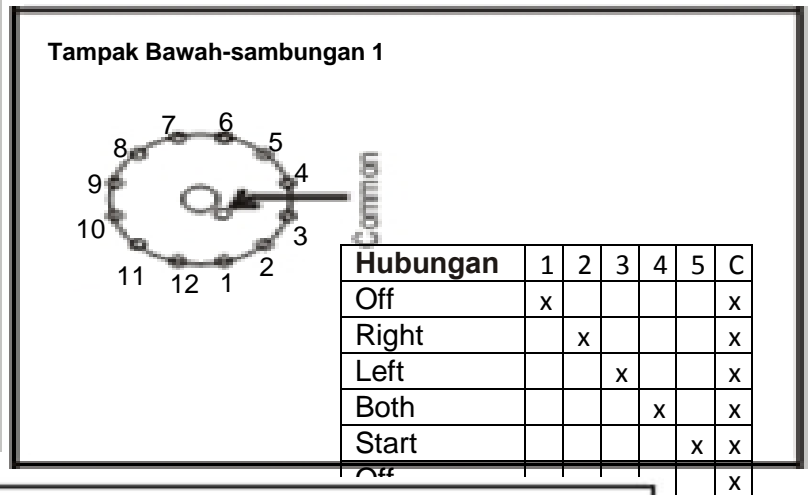
Fungsi saklar adalah:

- OFF
- Kanan Magneto
- Kiri Magneto
- Kedua magnetos
- Start (pegas kembali ke posisi "Keduanya")

All measurements are in millimeters.  
(1 Inch = 25.4 mm.)



Contact specifications	
Contact configuration	1 CO (SPDT)
Rated current/Maximum peak current A	16/30
Rated voltage/Maximum switching voltage V AC	250/400*
Rated load in AC1 VA	4,000
Rated load in AC15 (230 VAC) VA	750
Standard contact material	AgCdO
Technical data	
Mechanical life AC/DC cycles	10 · 106/20 · 106
Electrical life at rated load AC1 cycles	100 · 103
Operate/release time (bounce included) ms	10/10 - (15/12 sens.)
Insulation according to EN 61810-5	3.6 kV/3
Insulation between contacts (1.2/50µs) kV	3 (4mm)
Dielectric strenght between open contacts V AC	1,000
Ambient temperature range °C	-40...+85
Protection category	IP 50
Technical data	10 · 106/20 · 106



Gb 3.11 Komponen Key Start Switch



<p>21 mm. (0.825")</p> <p>Hati-hati memotong batang rotary switch, sisakan panjang 21 mm. (0,825 inci). Catatan: rotary switch akan dihubungkan dengan koneksi PCB pin, bukan dengan solder seperti yang ditunjukkan dalam beberapa gambar</p>	<p>Longgarkan mur dari Rotary Switch dan angkat cincin dengan pin kecil.</p>	<p><b>Step 1</b> <b>Step 2</b></p> <p>Longgarkan mur dari Rotary Switch dan angkat cincin dengan Poros kecil dari Rotary Switch harus berputar ke posisi 4 (pertama putar penuh ke kiri, kemudian putar 3 klik kanan) pin.</p>
<p>Tarik ke bawah ring dengan pin kecil seperti pada cara pin kecil cocokkan di lubang persegi nomor "5". Jaga agar cincin didalam selama</p>	<p>Pasang pegas pada klem seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas.</p>	<p>Perakitan diagram. Hanya menggunakan Filler Cincin ketika Anda memiliki panel TRC472. Sebaliknya bor lubang tepat di piring depan max. 2 mm. dan hanya menggunakan cincin mounting. Tidak menggunakan Filler Ring untuk perakitan kali ini!</p>
<p>Pasang Spindle Coupling sedemikian rupa, pastikan bahwa baut panjang bertumpu pada pegas (saklar harus berada di posisi 4). Jangan memasang Kunci saat ini. Kencangkan baut panjang</p>	<p>Sekarang mount kunci sedemikian rupa di antara kedua baut kecil posisi kunci persis di tengah bushing tembaga ketika diperketat. Sesuaikan baut sedemikian rupa (try and error) sampai kunci lancar.</p>	<p>Ketika perakitan telah dilakukan untuk meyakinkan, bongkar Starter Switch lagi, tapi hanya Threaded Bush, Mount Ring dan Key untuk me-mount Starter Switch di panel Anda</p>
<p>Starter Switch memiliki 5 posisi. posisi 1 sampai 4 adalah posisi tetap, sedangkan posisi ke-5 adalah pegas-dikembalikan ke posisi ke-4.</p>	<p>Sangat dianjurkan untuk mengencangkan sekrup kecil <b>dengan tepat</b> terhadap kunci. Catatan: sekrup kecil harus diputar <b>searah</b> untuk menjaga kunci di tengah. Selesaikan mounting dengan memastikan sekrup diberi Locktite untuk tidak pencecahan</p>	

Gb 3.12 Membongkar Key Start Switch

Service manual key start switch di atas menjelaskan secara langsung bagian-bagian dari key start switch serta fungsinya sebagai saklar. Karena komponennya yang kecil, meskipun terbuat dari tembaga key start switch hanya digunakan untuk menghubungkan arus yang kecil, berkisar dibawah 5 sampai 20 Ampere. Apabila dipaksakan melebihi kapasitas penghantar arusnya akan menyebabkan meleleh pada bagian-bagian terminal penghantarnya sehingga tertempel dan apabila rotary switchnya dipaksa berputar dengan kuncinya akan menyebabkan terminal patah.

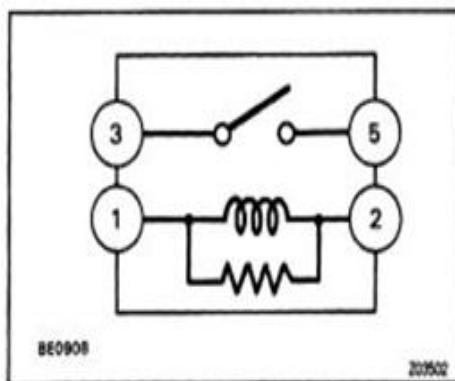
Catatan: dikarenakan menghantarkan arus yang cukup kecil maka penambahan hambatan listrik sekecil apapun akan sangat mempengaruhi, oleh karena itu jaga kebersihan key start switch karena debu juga dapat menghambat Arus.

## B.2 Safety Relay/Starter Relay

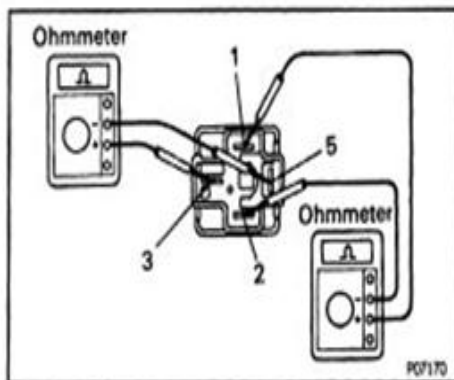


### Pemeriksaan Starter Relay

1. Buka Starter Relay.



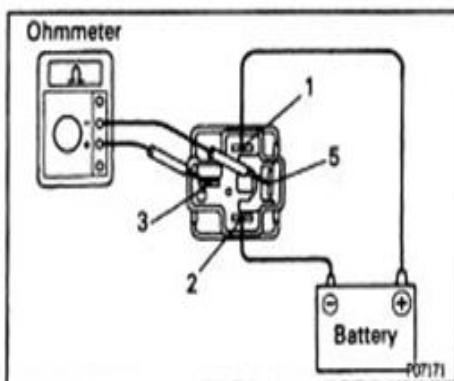
2. Periksa Starter Relay.



### 2.1 Periksa kontinuitas relay

- a. Menggunakan ohmmeter, periksa bahwa ada kontinuitas antara terminal 1 dan 2.
- b. Periksa bahwa tidak ada kontinuitas antara terminal 3 dan 5.

Jika kontinuitas tidak seperti yang ditentukan, ganti relay.



### 2.2 Pemeriksaan Kinerja Relay

- a. Hubungkan tegangan baterai pada terminal 1 dan 2.
  - b. Gunakan ohmmeter, periksa bahwa ada kontinuitas antara terminal 3 dan 5.
- Jika relay tidak bekerja sebagaimana yang ditentukan maka ganti relay

## 3. Pasang Starter Relay.

Gb 3.13 Membongkar dan menguji Starting Relay

Fungsi starter relay adalah menghubungkan arus dari baterai ke starter selenoid arus yang dapat dihantarkan dari titik 3 dan 5 antara 100 hingga 300 ampere, ini dapat diatasi oleh starter relay, sedangkan kumparan 1 dan 2 membutuhkan arus sebesar 5 hingga 50 ampere untuk aktif.

Penyebab kegagalan yang sering terjadi pada starter relay adalah dikarenakan kumparan kelebihan arus sehingga terbakar/putus selain itu juga adanya *contaminant* atau kotoran pada kontak 3 dan 5 sehingga menimbulkan hambatan yang cukup besar dan arus tidak dapat mengalir.

### **B.3 Solenoid**

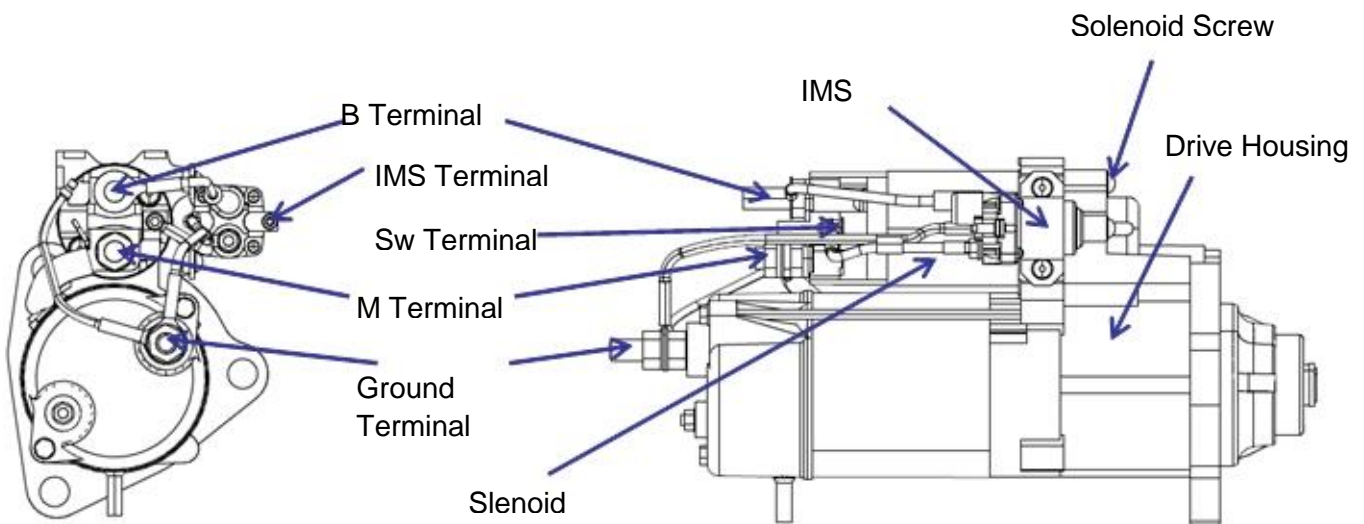
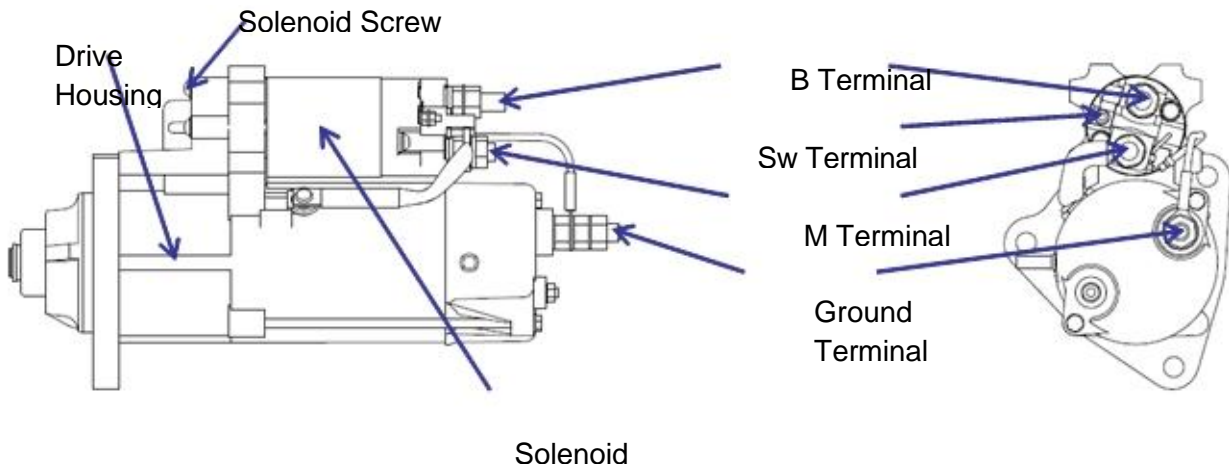
#### **Panduan Melepas Solenoid**

- 1) Melepas starter dari kendaraan: Cabut kabel baterai, ground dan saklar kendaraan dari starter. Lepas tiga baut mounting motor stater.
- 2) Lepas mur dari terminal M selenoid, dan terminal groud starter. Lokasi terminal ini ditunjukkan pada Gambar. Lepaskan kabel yang menghubungkan solenoid ke motor.
- 3) Lepas tiga sekrup solenoid menghubungkan solenoid untuk melepas housing. Langkah ini paling mudah dilakukan dengan menggunakan impack driver seperti yang ditunjukkan pada Gambar
- 4) Lepas solenoid dari starter dengan menarik kebelakang dan mengangkat ke atas. Solenoid ini paling mudah dilepas dengan pinion dimajukan.

#### **Panduan Memasang Solenoid**

- 1) Menyesuaikan pemasangan lubang karet packing mounting dengan lubang pada solenoid.
- 2) Dorong solenoid sampai batas akhir pin Menghubungkan kembali plunger solenoid dengan Starting shift lever seperti yang ditunjukkan pada gambar. Ini akan mudah dilakukan jika pinion dimajukan. Bagian berulir dari terminal M solenoid lebih pendek dari bagian berulir terminal B. Terminal M harus dekat dengan motor.
- 3) Tekan pinion starter saat mengencangkan 3 sekrup penahan solenoid yang disediakan dengan penggantian kit. Jangan menggunakan kembali sekrup lama, gunakan sekrup baru yang dilapisi dengan locking compound untuk ulir baru. Pastikan karet packing terpasang dengan benar antara solenoid dan bracket depan.
- 4) Menghubungkan kembali kabel seperti yang ditunjukkan pada Gambar

5) Torque semua koneksi ke nilai-nilai yang ditunjukkan pada Tabel

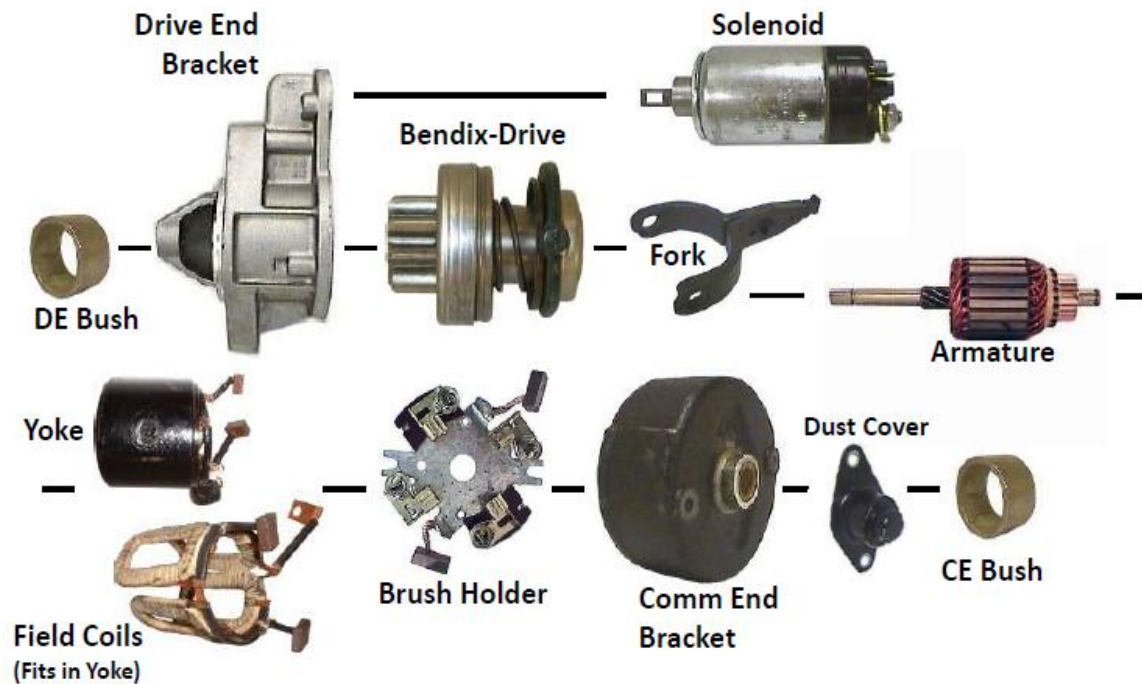




	<b>Solenoid Screw</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>Ground</b>	<b>IMS</b>	<b>SW</b>	<b>Mounting Bolts</b>
lb.ft	3.6-6.5	15-22	15-22	15-22	1.5-1.8	1.5-1.8	74-174
lb.in	43-78	180-264	180-264	180-264	18-22	18-22	
N.m	4.9-8.8	20-30	20-30	20-30	2.0-2.5	2.0-2.5	100-200
Size		M12	M12	M12	M5	M5	

Solenoid adalah saklar magnet yang memiliki 2 fungsi pada motor starter yang pertama adalah mengaktifkan pinion dengan flywheel kemudian yang ke dua menghantarkan arus sebesar kurang lebih 100o Ampere. Kegagalan yang umum terjadi adalah rusaknya kumparan pull in dan hold in karena kelebihan arus, selain itu juga kelebihan arus pada terminal M sehingga meleleh atau, kekurangan arus akibat *Contaminan*/kotoran pada terminal solenoid.

### B.3 Motor Starter



Gb 3.15 Komponen Starting Motor

Motorstarter adalah komponen utama pada starting sistim, fungsi utamanya adalah merubah energi listrik menjadi energi gerak, bagian-bagian utamanya seperti tampak pada gambar di atas adalah sebagai berikut:

- Armature berfungsi untuk merubah energi listrik menjadi energi elektro magnetic.
- Fork berfungsi sebagai penggerak pinion (bendix-Drive), fork(*shift lever*) ini digerakka oleh solenoid.
- Bendix-Drive (pinion) berfungsi sebagai penghubung energi dari shaft armature ke flywhell
- Brush berfungsi menghantarkan arus listrik dari rangkaian luar (field coils) ke rangkaian dalam (armature)
- Field coils berfungsi merubah energi listrik menjadi energi elektro magnetic yang saling tolak menolak dengan armature sehingga dapat menimbulkan gerakan berputar.

Penyebab kegagalan pada motor starter ini dibagi dalam masalah mekanik dan masalah elektrik. Masalah mekanik meliputi masalah yang timbul pada komponen bergerak yang tidak berhubungan dengan arus listrik. Sedangkan masalah elektrik selalu timbul pada komponen-komponen elektrik yang ada pada motor setarter, hal ini akan kita bahas lebih lanjut pada bab berikutnya.

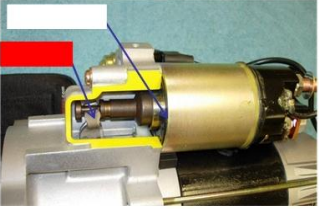



### Melakukan Pemeriksaan

Dengan panduan untuk membongkar dan memasang komponen di atas lakukanlah pemeriksaan terhadap komponen-komponen starting sistim.berikut.

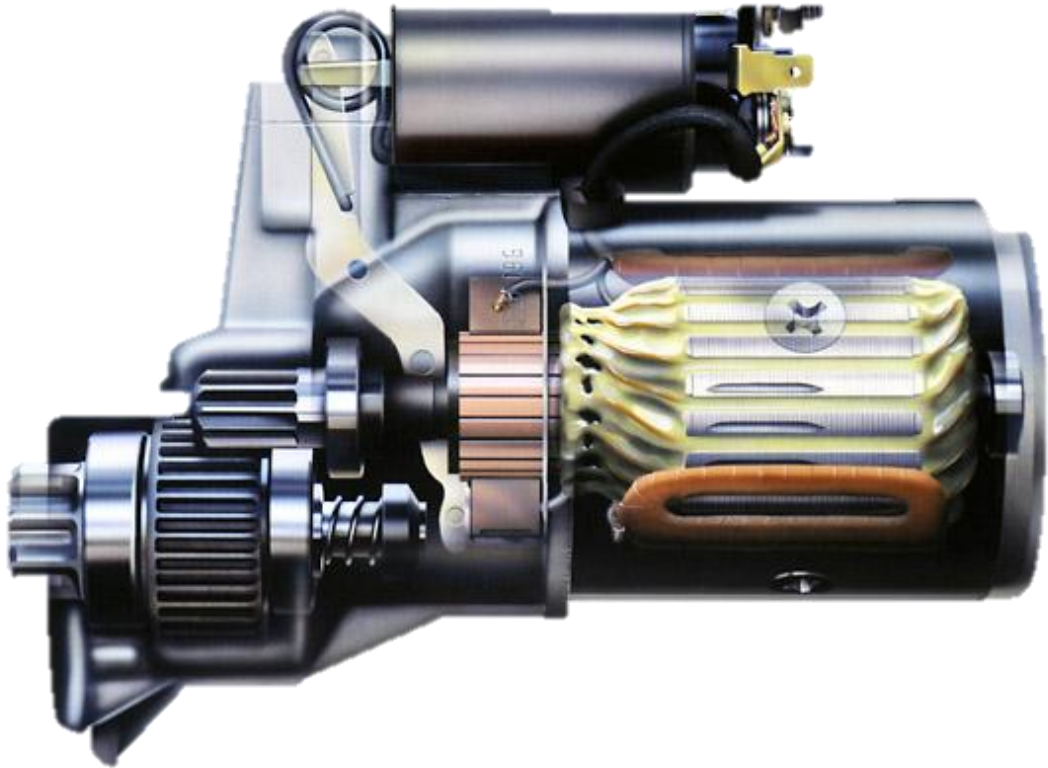
KOMPONEN	NAMA	Fungsi	KONDISI	
			BAIK	BERMASALAH



## BAB IV

### A. PERBAIKAN PADA SISTIM STARTER

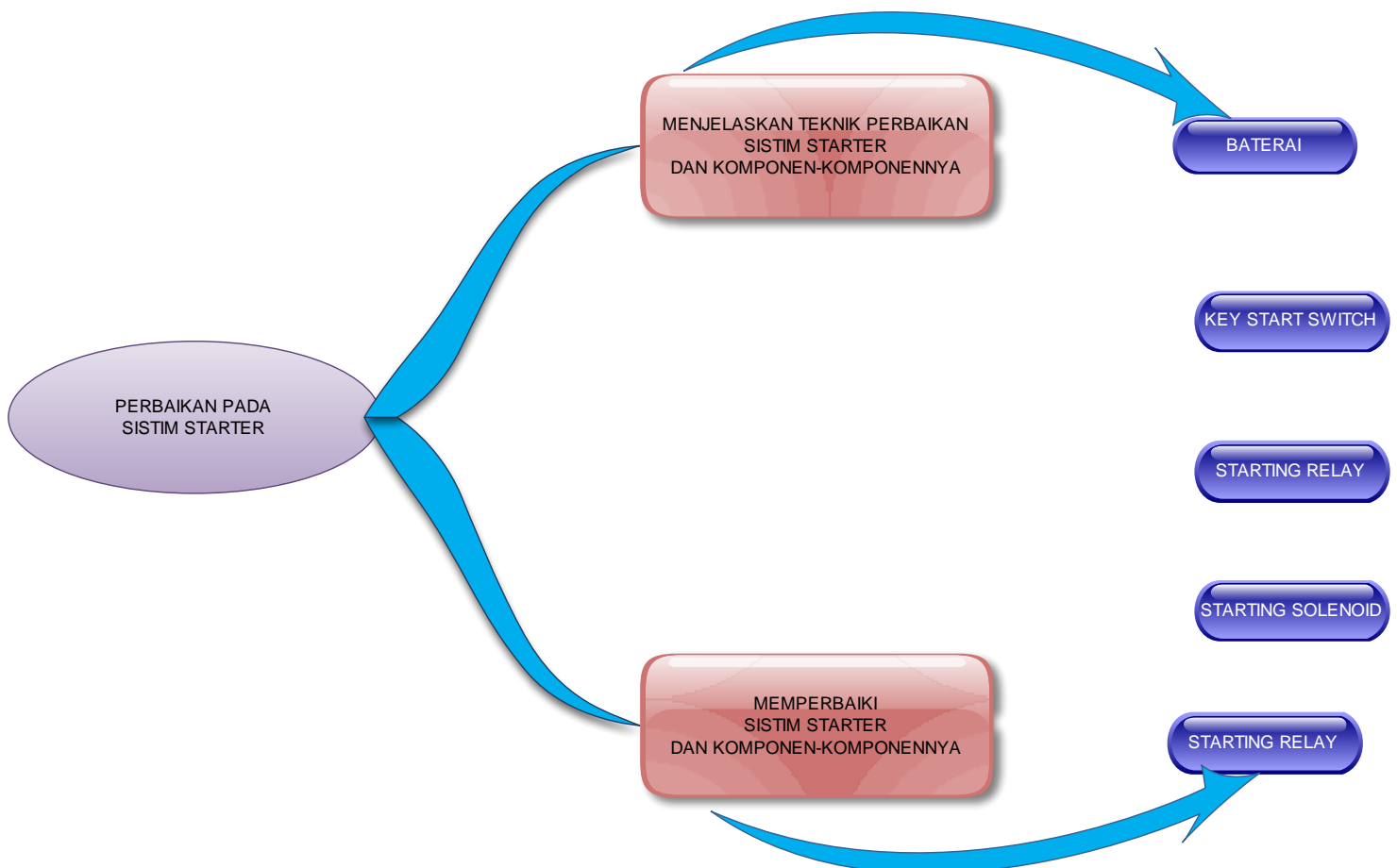


## B. KOMPETENSI DASAR DAN PENGALAMAN BELAJAR

KOMPETENSI DASAR	PENGALAMAN BELAJAR
<p>Setelah mengikuti pembelajaran dengan kompetensi gangguan pada sistim stater siswa dapat:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>4. Menghayati perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong-royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif</li><li>5. Menjelaskan teknik perbaikan sistem starter dan komponen-komponennya</li><li>6. Memperbaiki sistem starter dan komponen-komponennya</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Mengamati prinsip kerja motor starter, kerja sistem starter , dan jenis motor starter sesuai penggunaannya.</li><li>2. Mengamati komponen sistem starter dan fungsi komponen masing-masing, serta mengidentifikasi rangkaian kerja antar komponen pada motor starter</li><li>3. Mengamati cara melepas dan memasang kembali motor starter sesuai prosedur yang berlaku.</li><li>4. Mengamati proses diagnosa untuk menentukan kerusakan pada komponen sistem starter.</li><li>5. Mengamati proses pemeriksaan dan perbaikan kerusakan pada sistem starter yang meliputi kunci kontak, solenoid, dan motor starter. Pemeriksaan dan perbaikan soleniod meliputi pemeriksaan hubungan plat kontak, pull in coil, dan hold in coil. Pemeriksaan dan perbaikan motor starter meliputi armature coil, field coil dan brush assy.</li><li>6. Mengamati proses pengujian sistem starter baik tanpa beban maupun dengan beban.</li><li>7. Mengajukan pertanyaan yang berkaitan dengan prinsip kerja motor starter, cara kerja sistem starter, jenis-jenis motor starter, dan komponen motor starter.</li><li>8. Mengajukan pertanyaan yang berkaitan dengan cara melepas dan memasang kembali komponen sistem starter.</li><li>9. Mengajukan pertanyaan yang berkaitan dengan cara melakukan diagnosa kerusakan yang terjadi pada sistem starter.</li><li>10. Mengajukan pertanyaan yang berkaitan dengan cara melakukan pemeriksaan dan perbaikan pada komponen sistem starter.</li><li>11. Mengajukan pertanyaan yang berkaitan dengan langkah-langkah pengujian terhadap sistem starter.</li><li>12. Mengumpulkan data dengan cara membaca dari berbagai sumber berkaitan dengan pertanyaan yang telah disampaikan meliputi prinsip kerja motor starter, kerja sistem starter , dan jenis motor</li><li>13. Mengumpulkan data dengan cara membaca dari berbagai sumber berkaitan dengan pertanyaan yang telah disampaikan meliputi komponen sistem starter dan fungsi komponen masing-masing</li></ol>

14. Mengumpulkan data dengan cara membaca dari berbagai sumber berkaitan dengan pertanyaan yang telah disampaikan meliputi cara mendiagnosa kerusakan pada sistem starter dan cara memperbaikinya.
15. Melakukan simulasi pembongkaran motor starter, pemeriksaan komponen sistem starter baik terhadap solenoid maupun motor starternya serta pemasangan kembali komponen sistem starter
16. Menentukan hubungan antara prinsip kerja motor listrik dengan sistem starter.
17. Menyimpulkan simulasi yang berhubungan dengan pemeriksaan komponen sistem starter.
18. Menyimpulkan proses pengujian sistem starter dengan beban dan tanpa beban.
19. Menyampaikan hasil diskusi berkaitan dengan sistem starter yang meliputi: prinsip kerja, cara kerja sistem starter, dan identifikasi
20. komponen sistem starter.
21. Menyampaikan hasil diskusi tentang pemeriksaan dan perbaikan yang dilakukan pada komponen sistem starter yang meliputi pemeriksaan solenoid dan komponen motor starter.
22. Menyampaikan hasil diagnosa kerusakan pada sistem starter dan langkah perbaikan yang sesuai, serta pengujian pada sistem starter.

### C. PETA KONSEP



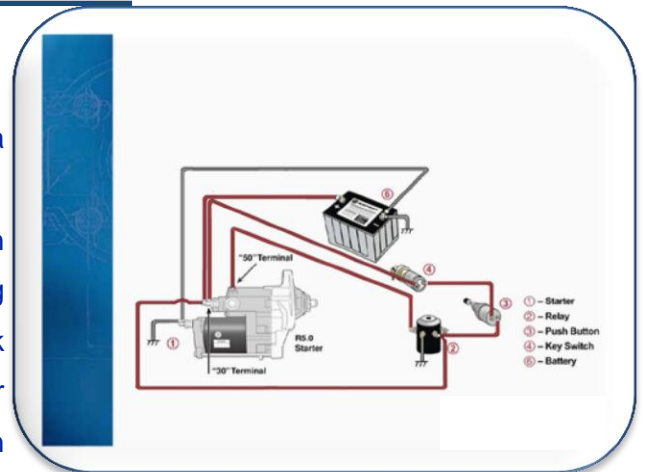
## D. MATERI PELAJARAN

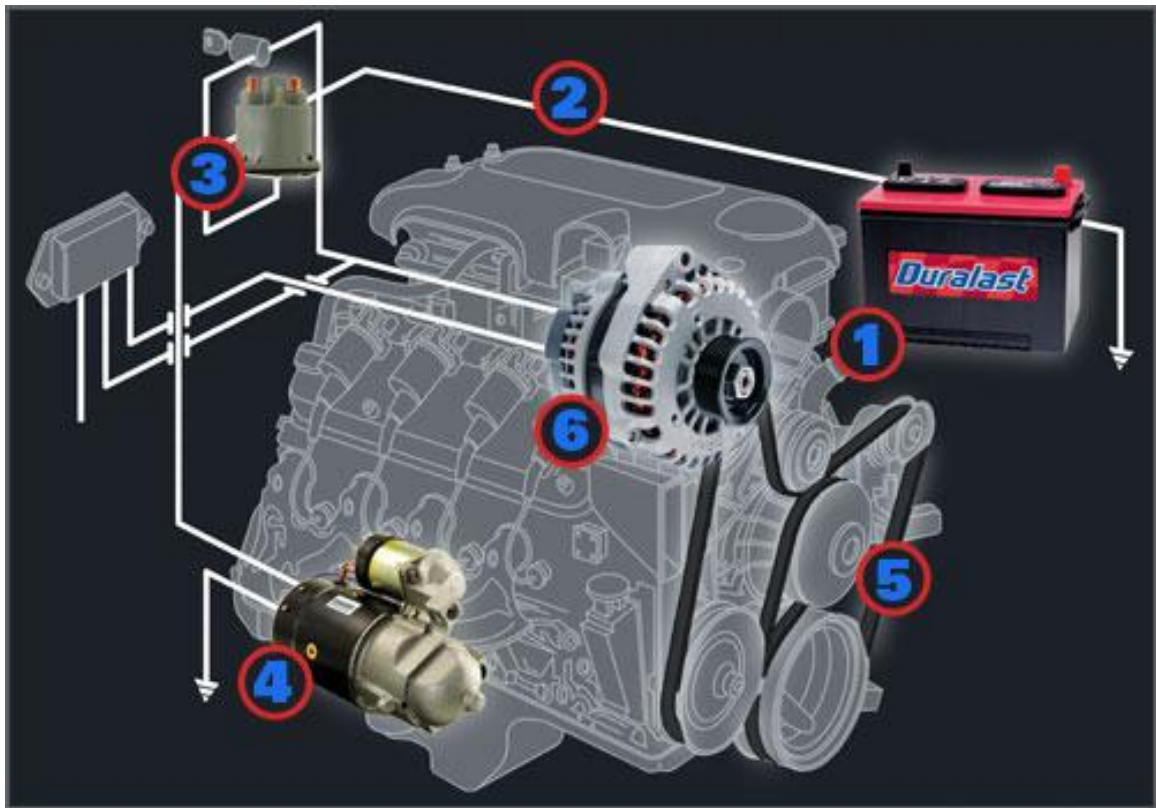
Pengujian sistem starter yang akurat dimulai dengan pemahaman mengenai bagaimana cara sistem berfungsi. Jika pengetahuan mengenai operasi sudah lengkap, Anda dapat menentukan kerusakan secara logika dengan menggunakan inspeksi visual dan pengujian listrik. Sebuah prosedur pengujian dan inspeksi yang terorganisasi diperlukan untuk mencegah penggantian komponen yang masih baik atau repair yang tidak perlu dari komponen operasional.



### Mengamati Starting system

1. Amati sebuah starting system pada sebuah unit.
2. Berdasarkan pengalaman dan pengetahuan anda pada bab-bab yang telah lalu, buatlah diagram aliran listrik pada starting sistim diawali dari sumber listriknya yaitu baterai sampai dengan beban listriknya yaitu motor setarter.
3. Tuliskan komponen apa saja yang telah dilewati arus listrik, dan bagaimanakah cara kerja komponen tersebut dalam menghantarkan arus listrik.





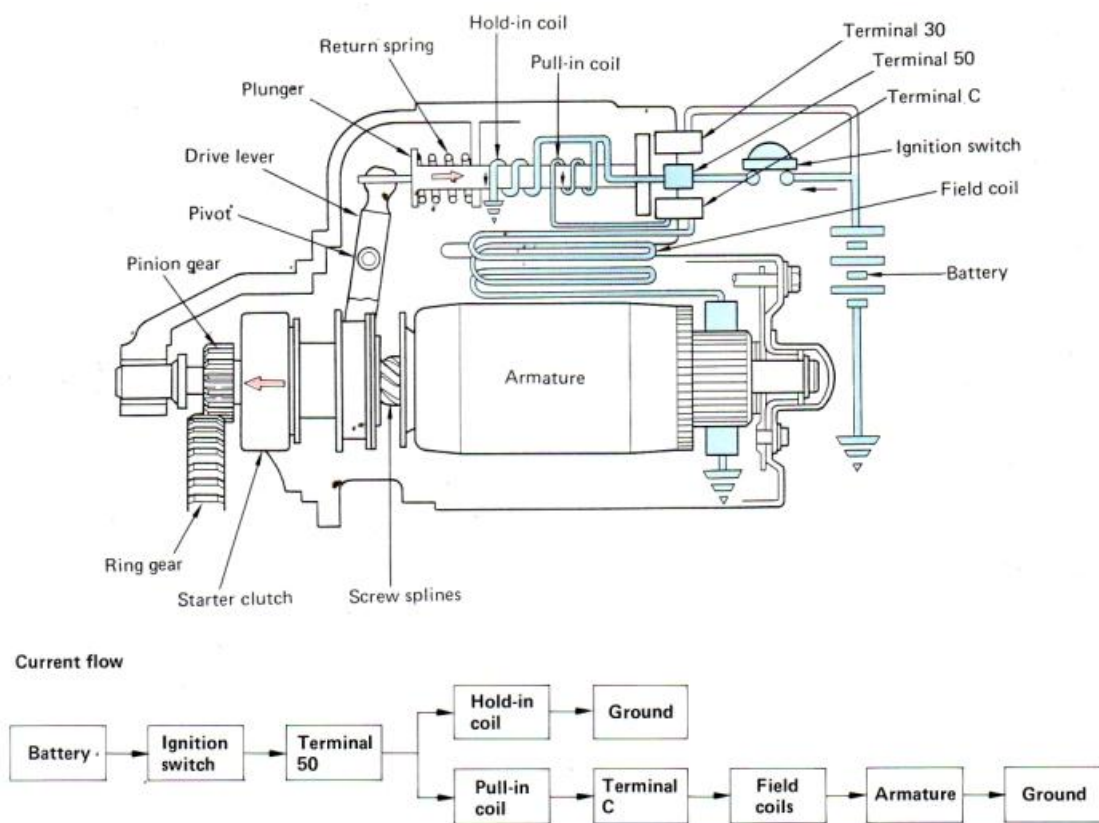
Gb. 4.1 Diagram starting sistim.

Dengan gambar di atas dapat kita pahami arah aliran listrik motor starter diawali dari sumber energi listrik NO 1. Baterai melalui kabel-kabel NO 2. Masuk ke Starter relay NO 3 yang dikontrol oleh Starting switch, baru sampai ke beban kerja yaitu motor starter NO 4. Sedangkan pada motor starter sendiri terdapat komponen lain yang berfungsi sebagai pengontrol arus untuk motor starter yaitu solenoid.

Dari gambar diagram di atas maka untuk pemeriksaan kerusakan pada motor starter, secara logika dan urut kita harus memulai dari pemeriksaan baterai NO 1 sebagai sumber aliran listrik. Dikarenakan tidak mungkin motor starter dapat bekerja dengan baik jika tidak ada sumber energi listrik atau sumber energi listriknya mengalami masalah. Jika setelah kita lakukan pemeriksaan terhadap baterai ternyata tidak terdapat masalah maka yang harus kita priksa berikutnya adalah kabel-kabel starting sistim NO 2, motor starter akan bekerja baik jika arus listrik yang cukup dapat masuk ke motor starter, dan kabel yang putus atau memiliki hambatan yang besar akan sangat bermasalah untuk starting sistim, mengingat motor starter membutuhkan energi listrik yang besar dalam waktu yang singkat.

Lakukan inspeksi visual serta pengujian hambatan untuk mengetahui kabel-kabel yang ada masih layak digunakan atau sudah waktunya diganti.

Setelah melakukan pengujian baterai dan kabel-kabel jika masih belum menemukan masalah yang terjadi maka pemeriksaan dapat dilanjutkan pada pemeriksaan startng switch dan tarting relay, yang langkah-langkahnya telah kita pelajari pada bab terdahulu.



Gb 4.2 Starting Motor diagram

Pada starting motor seperti yang dijelaskan pada gambar 4.2 di atas sebelum arus listrik masuk ke field coil dan armature untuk menggerakkan motor starter maka harus melewati terminal 30 menuju terminal C untuk masuk ke field coil (lihat gambar), sedangkan sebagai penghubung adalah kontak solenoid yang mendapatkan arus dari key start switch (ignition switch) pada terminal 30.

Solenoid pada motor starter adalah komponen saklar elektromagnetik yang berfungsi ganda, selain sebagai switch penghubung antara terminal 30 dan terminal C juga berfungsi menggerakkan "lever" untuk mendorong starter clutch dan pinion maju ke depan dan bertautan dengan flywheel. Pada bagian dalam solenoid



terdapat 2 kumparan yaitu pull in coil dan hold in coil, pull in berfungsi untuk menggerakkan lever dan menghubungkan kontak sedang hold in berfungsi untuk menahan selama proses tersebut berjalan. Maka dengan demikian motor starter tidak akan berfungsi dengan baik jika salah satu atau keduanya dari kumparan pull in dan hold in ini rusak atau putus.



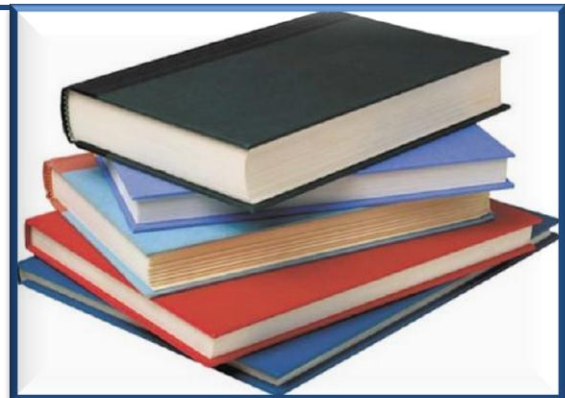
### Menanya

1. Dari uraian yang ada di atas apakah yang harus dilakukan saat diketahui terjadi kerusakan pada salah satu komponen starting sistim?
2. Buatlah pertanyannya seputar membongkar dan memasang komponen starting sistim serta cara-cara melakukan pengujian agar dapat dipastikan kerusakan pada komponen tersebut.



### Mengeksplorasi service manual dan parts book

1. Bacalah service manual dan parts book yang ada pada bab membongkar dan memasang motor starter!
2. Carilah jawaban dari pertanyaan— pertanyaan yang telah anda buat di service manual dan atau parts book tersebut
3. Catatlah hal-hal penting yang anda temui.
4. Buat kesimpulan dari hasil eksplorasi service manual dan parts book yang telah anda lakukan.



Menghadapi masalah yang ada pada starting sistim memerlukan tahapan-tahapan yang sistematis agar tidak terjadi kesalahan dalam melakukan problem

solving serta menghindari re do job. Berikut ini adalah tahapan-tahapan yang sistematis dan sederhana dalam melakukan problem solving terhadap starting sistim.

### Memverifikasi Keluhan

Operasikan sendiri sistem untuk melihat bagaimana berfungsinya. Masalah sistem starter umumnya berada dalam kategori berikut ini:

- Starting motor tidak berputar ketika starting switch pada posisi start
- Starting motor dapat berputar tetapi terlalu lemah untuk start engine
- Ketika starter switch diposisikan start terdengar suara click tetapi starting motor tidak berputar
- Startig motor berisik

Jangan menghidupkan engine melebihi 30 detik dalam satu waktu. Biarkan motor starter menjadi dingin antara periode pengcrankan untuk mencegah kerusakan.

Pada kenyataannya di lapangan, memverifikasi keluhan ini dapat dilakukan dengan bertanya langsung pada Oprator yang mengoprasikan unit, untuk mendapatkan jawaban yang sesuai dan tepat maka diperlukan pertanyaan-pertanyaan yang sistematis.



---

#### Menanya

1. Buatlah pertanyaan yang sistematis tentang masalah-masalah yang mungkin timbul pada starting sistim
2. Yakinkan anda akan mendapatkan jawaban yang sesuai degan kebutuhan problem solving anda.

## **E. Menetapkan Masalah**

Tentukan apakah masalah tersebut merupakan masalah mekanik atau listrik. Sebagai contohnya, jika starter berputar namun tidak menghidupkan mesin, maka kemungkinan besar adalah masalah mekanik, karena tampaknya penggerak tidak mengaktifkan starter.

Masalah mekanik dapat diatasi dengan cara memperbaiki komponen atau mengganti bagian-bagian sesuai yang diperlukan. Masalah listrik memerlukan pengujian lebih lanjut untuk menentukan penyebab kerusakan serta repair yang dibutuhkan.

Pada masalah kelistrikan kita dapat melakukan pengukuran dengan digital multi meter untuk mendapatkan hasil yang akurat.

## **F. Mengisolasi Masalah**

Terlepas apakah masalah merupakan masalah mekanik atau listrik, Anda harus menentukan di mana terjadinya, sehingga Anda dapat memperbaiki kerusakan tersebut dengan cepat dan benar. Langkah yang perlu dilakukan untuk menguji dan mengisolasi rangkaian starter antara lain adalah:

1. Uji baterai untuk menentukan apakah sudah terisi penuh serta mampu menghasilkan arus yang cukup
2. Uji rangkaian kawat/wire dan switch untuk menentukan apakah berada dalam kondisi operasi yang baik
3. Jika engine, baterai dan kawat/wire semua berada dalam kondisi OK, namun starter tidak beroperasi dengan benar, maka kerusakan berada pada starter itu sendiri.

## G. Inspeksi Visual

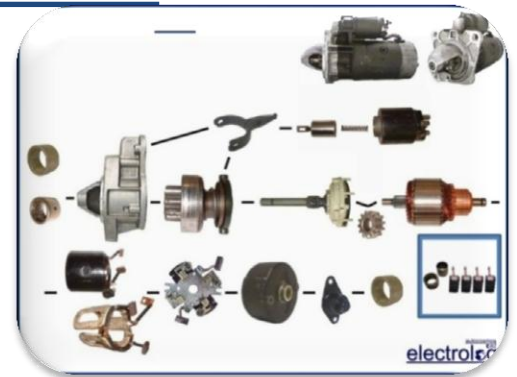
Lakukan semua pengujian sistem starter melalui inspeksi visual yang menyeluruh. Periksa apakah terdapat:

- Terminal baterai yang longgar atau terkena korosi
- Isolasi kabel baterai yang aus atau terurai
- Solenoid atau relay connection yang terkena korosi
- Starter solenoid atau relay yang rusak
- Isolator yang retak atau patah pada starter relay
- Engine atau chassis ground longgar
- Switch pengaman netral rusak
- Ignition switch atau mekanisme aktuasi rusak
- Starter longgar

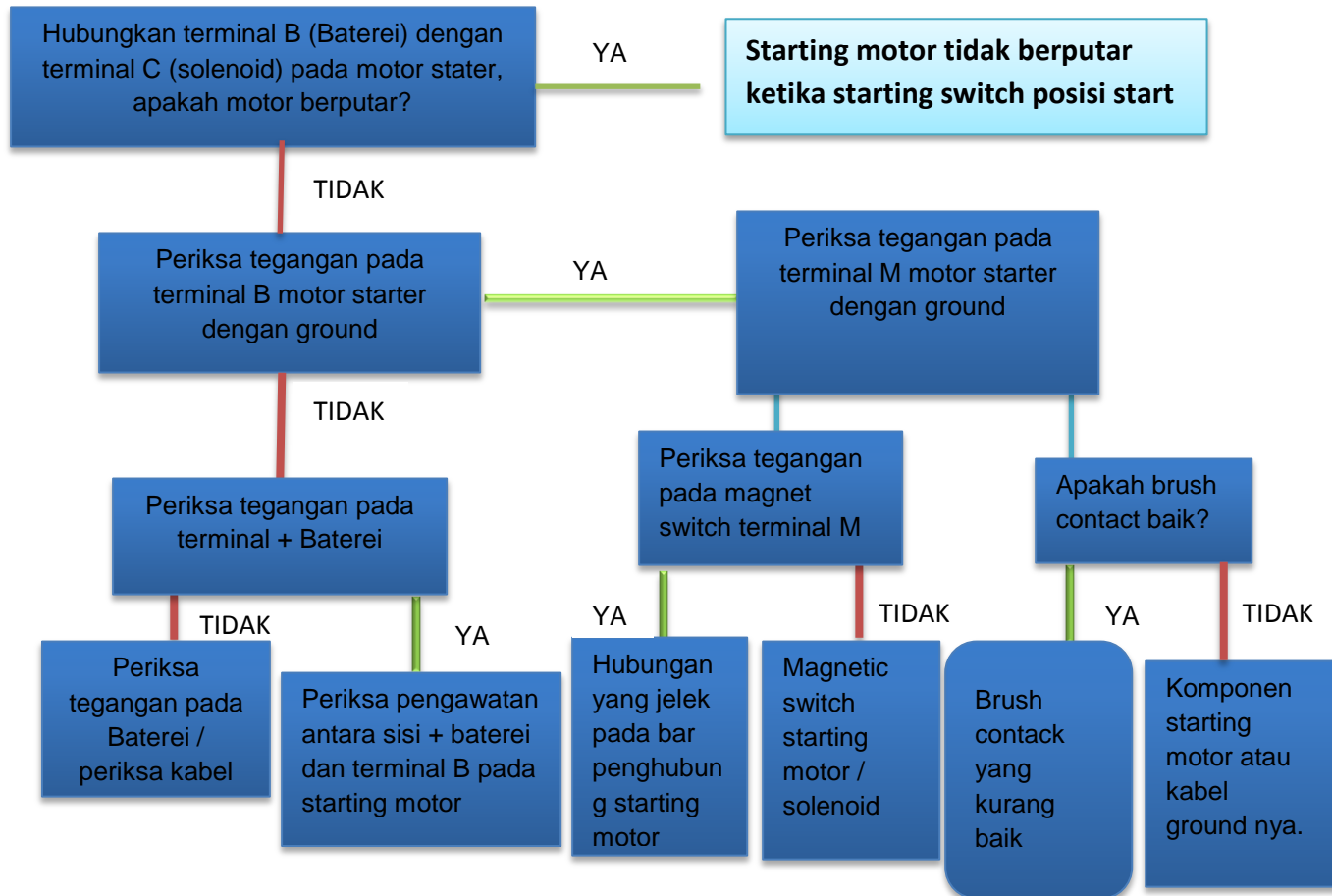


### Lakukan Observasi Terhadap Komponen Starting Sistem

1. Pada suatu unit alat berat lakukanlah inspeksi visual pada komponen-komponen yang disebutkan diatas.
2. Catatlah secara sistimatis hasil dari inspeksi yang telah anda lakukan.

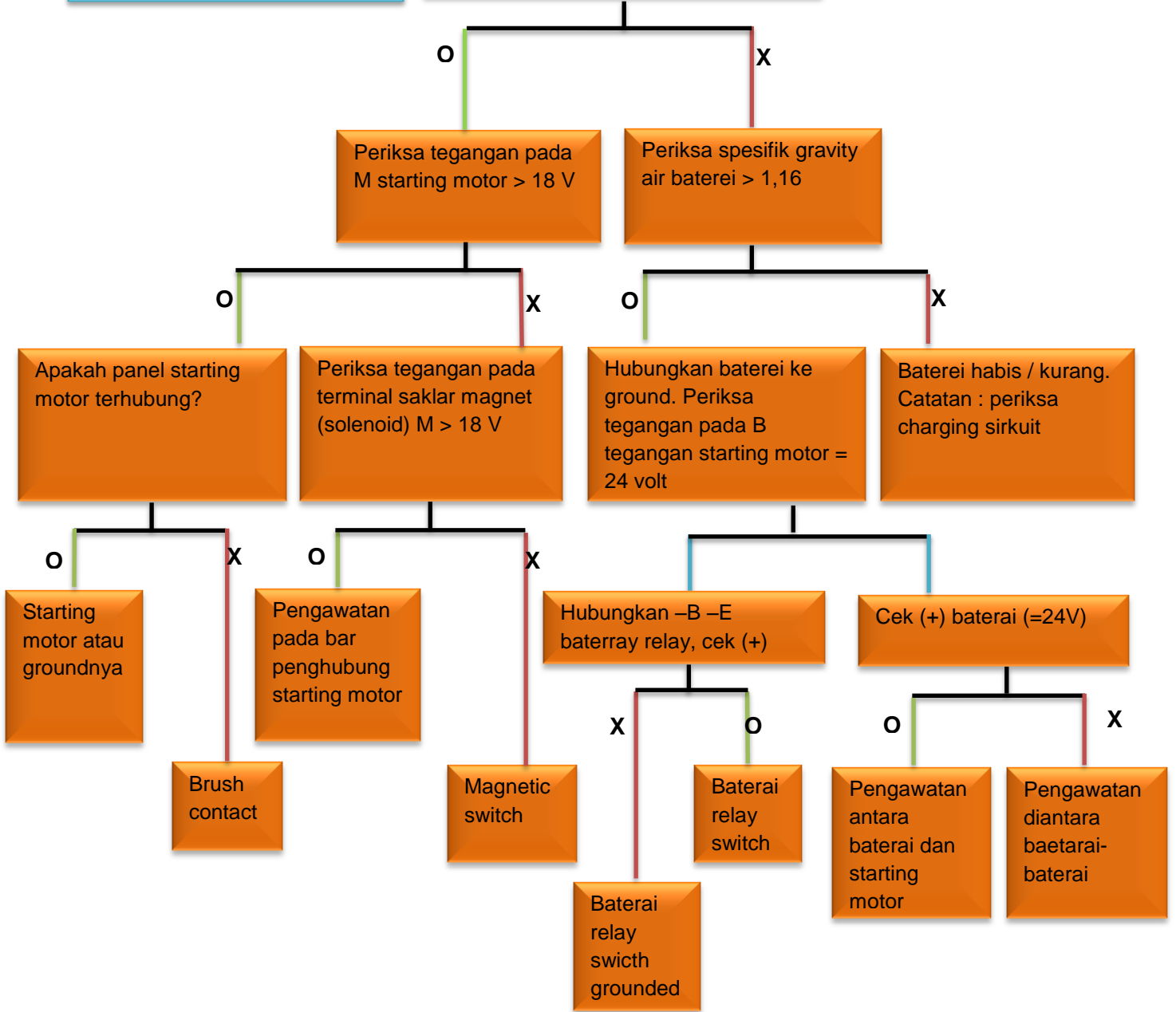


Berikut ini akan disajikan beberapa flow chart yang dapat diikuti dalam memecahkan masalah yang sering dialami pada starting sistim.



**Starting motor berputar  
tetapi terlalu lemah untuk  
start engine**

Hubungkan terminal B & C (solenoid)  
Starting motor, periksa tegangan pada  
terminal B



## H. Pengujian Baterai

Lanjutkan inspeksi dengan pengujian lengkap serta servis baterai. Laksanakan semua pengujian yang diperlukan agar baterai berada dalam kondisi operasi yang baik. Output baterai yang tepat adalah penting untuk operasi sistem starter yang baik serta untuk diagnosa sistem starter yang benar.

Jika menggunakan hydrometer gunakan table dibawah ini untuk bantuan pengukuran.

Gravitasi spesifik untuk status pengisian penuh sangat berbagai pada jenis baterai yang berbeda-beda.

Pengisian daya	Gravitasi spesifik	Voltase*
100%	1.265	12.7
60%	1.225	12.4
50%	1.190	12.2
25%	1.120	11.9
*Crank selama 5 detik untuk membuang pengisian daya di permukaan		

Tabel 4.1

Pada beberapa Battery dan Coolant mampu mengoreksi temperatur sendiri (alat ini menentukan sendiri pada temperatur 27°C (80°F) atau di atasnya). tester jenis syringe harus dikoreksi secara manual.

Kurangi 4 angka (0.004) untuk setiap 5,5°C (10°F) di bawah temperatur 27°C (80°F) dan tambahkan 4 angka untuk setiap 5,5°C (10°F) di atas temperatur 27°C (80°F). Berikut ini adalah table koreksinya:

KURANGI		KOREKSI	TAMBAHKAN	
°C	(°F)	FAKTOR	°C	(°F)
27	(80)	0.000	27	(80)
21	(70)	0.004	32	(90)
16	(61)	0.008	38	(100)
10	(50)	0.012	43	(110)
4	(39)	0.016	49	(120)
-1	(30)	0.020	54	(130)

Tabel 4.2

## I. Pengujian Sistem Starter

Pengujian pada motor starter mesin harus dilaksanakan terlebih dahulu untuk menentukan apakah starter harus dilepaskan dan diuji lebih lanjut. Pemeriksaan mesin mencakup:

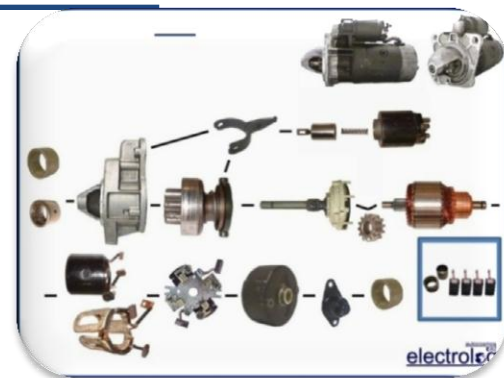
- Tegangan/voltage sistem starter selama mengcrank
- Tarikan arus selama mengcrank
- Tegangan/voltage jatuh selama mengcrank
- Rotasi engine
- Inspeksi starter motor pinion dan flywheel ring gear.

Pengujian di meja kerja akan menentukan apakah starter harus diperbaiki atau diganti. Pengujian di meja kerja mencakup pengujian tanpa beban dan pengujian komponen motor.



### Melakukan Pengujian

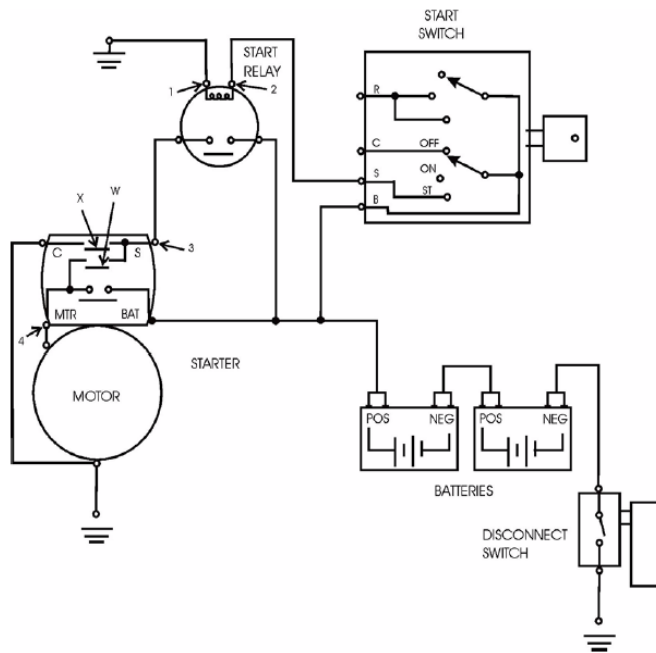
1. Lakukan pemeriksaan unit mengacu pada cakupan di atas.
2. Buat kesimpulan apakah motor starter perlu dilepas atau tidak, berikan alasan dari kesimpulan dan keputusan yang telah di ambil.





## J. PENGUJIAN MOTOR STARTER PADA MESIN

Contoh yang digunakan berikut ini adalah untuk motor starter Delta Rem seri 37MT, 41MT dan 42MT.



(1) Titik Uji

(2) Titik Uji

(3) Titik Uji

(4) Titik Uji

(X) Hold-in coil

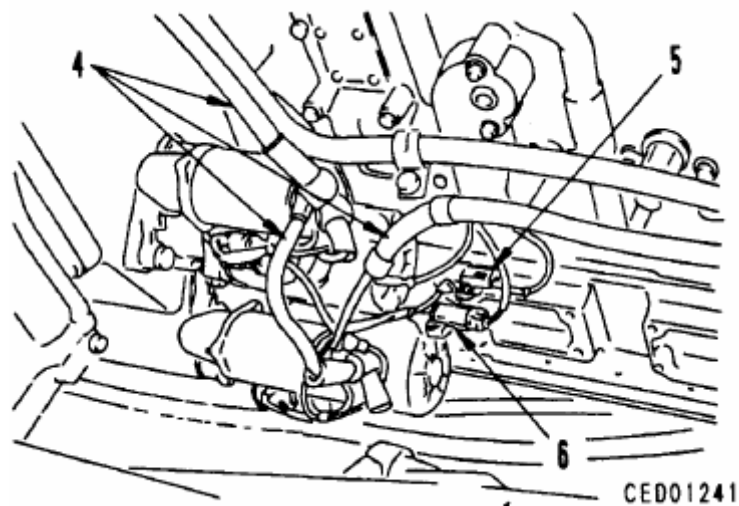
(W) Pull-in coil

Gb 4.3 Pengujian pada starting sistim

Berikut adalah prosedur yang disederhanakan yang ditujukan untuk membantu montir dalam menentukan apakah sebuah motor starter perlu disingkirkan dan diganti atau diperbaiki. Prosedur berikut tidak dimaksudkan untuk membahas semua masalah dan kondisi, namun hanya untuk dipergunakan sebagai pedoman. Rangkaian 24 Volt yang paling umum diperlihatkan dan dibahas. Rangkaian 12 Volt diindikasikan sebagai dapat dipergunakan. Periksalah masing-masing tegangan serta hambatan pada titik uji yang ada dengan menggunakan digital multi meter.

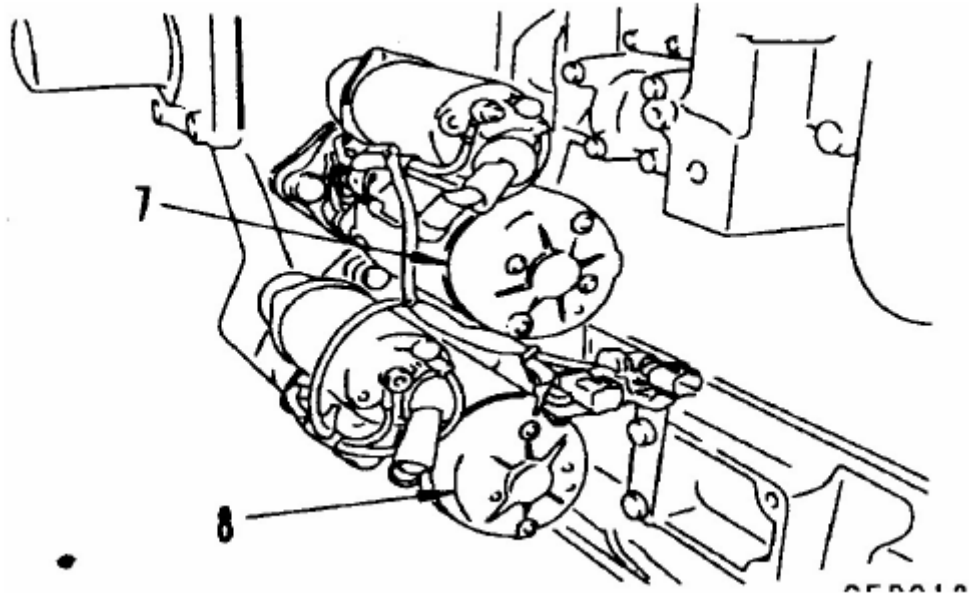
Setelah melaksanakan langkah-langkah di atas dan jika memang motor starter perlu dilepas, maka langkah selanjutnya adalah melakukan remove motor starter yang sesuai dengan SOP. Berikut adalah beberapa saran yang perlu dilakukan dalam melepas motor starter dari sebuah unit.

1. Lepaskan kabel dari kutub negative baterai
2. Lepaskan dua kabel dari starter  
Lepaskan mur dari kabel baterai dari switch magnetis pada motor starter.  
Lepaskan kabel yang lainnya dari kutubnya.
3. Buka cover mesin bagian kanan dan lepas side cover
4. Lepas side cover
5. Lepas 3 kabel pada motor starter (4) konektor atas motor starter dan konektor bawah seperti pada gambar.



Gb 4.4 letak konektor motor starter

6. Lepas 3 baut penahan dan lepas motor starter bagian atas.
7. Lepas 3 baut penahan dan lepas motor starter bagian bawah



Gb 4.5 Baut penahan Motor Starter

Starter motor solenoid (Gambar 4.3) memiliki dua coil. Pull-in coil (W) menarik sekitar 40 Amp dan hold-in coil (X) memerlukan sekitar 5 Amp. Pada saat start relay menutup, kedua coil (W) dan (X) menerima daya. Tegangan/voltage baterai diberikan pada ujung tinggi kedua coil, pada titik uji (3) yang adalah terminal start (S). Ujung bawah hold-in coil (X) dihubungkan ke kutub ground motor starter secara permanen. Pembumian untuk ujung rendah, titik uji (4), dari pull-in coil (W) hanya terlaksana sesaat, serta terjadi melalui resistensi DC motor starter. Segera setelah gaya magnet terkumpul pada kedua coil, pinion bergerak ke arah flywheel ring gear.

Pinion akan berhenti tepat sebelum diaktifkan (37-MT) atau mengaktifkan flywheel ring gear (41-MT dan 42-MT). Hanya setelah itu kontak solenoid akan menutup daya ke motor starter. Hal ini mengakibatkan ground sementara tersingkirkan dari pull-in coil (W), dan menempatkan tegangan/voltage baterai pada kedua ujung pada saat motor dihidupkan. Selama periode ini, pull-in coil berada di luar rangkaian. Proses pengcrankan berlanjut hingga daya ke solenoid diputuskan dengan key start switch.

Hasil dari switch dan relay ini adalah agar switch 5 Amp pada dashboard menghidupkan motor 500 hingga 1000 Amp yang dipergunakan untuk mengcrank engine.

### **Tegangan/voltage Sistem**

Tegangan/voltage baterai (daya) yang tersedia selama pengcrankan bervariasi sesuai dengan suhu baterai tersebut. Tabel berikut merupakan panduan mengenai apa yang dapat diharapkan dari sebuah sistem yang normal.

<b>Temperatur</b>	<b>Sistem 24V</b>	<b>Sistem 12V</b>
-23 hingga -7° C	12 hingga 16 Volt	6 hingga 8 Volt
-7 hingga 10° C	14 hingga 18 Volt	7 hingga 9 Volt
10 hingga 27° C	16 hingga 20 Volt	8 hingga 10 Volt

**Tabel 4.3 – Tegangan/voltage Sistem Umum Pada Saat Pengcrankan pada Berbagai Tingkatan Temperatur Sekitar**

Tabel berikut ini memperlihatkan tegangan/voltage hilang maksimum yang dapat diterima dalam rangkaian baterai tegangan/voltage tinggi yang memasok motor starter. Nilai berikut merupakan nilai maksimum untuk mesin dengan kira-kira 2000 SMH atau lebih. Mesin yang lebih baru memerlukan lebih sedikit dari jumlah yang diperlihatkan pada tabel.

Rangkaian	Sistem 24V	Sistem 12V
Kutub baterai (-) ke terminal (-) motor starter	1.4 Volt	0.7 Volt
Penurunan pada switch pemutus	1.0 Volt	0.5 Volt
Kutub baterai (+) ke terminal (+) solenoid	1.0 Volt	0.5 Volt
Terminal baterai solenoid ke terminal motor solenoid	0.8 Volt	0.4 Volt

**Tabel 4 .4 Penurunan Tegangan/voltage Sistem Maksimum yang Dapat Diterima Selama Pengcrankan**

Tegangan/voltage yang lebih besar dari yang diperlihatkan sering kali disebabkan oleh sambungan yang longgar dan/atau terkena korosi atau kontak switch yang rusak.

#### **Prosedur Diagnosa**

Tools yang Diperlukan		
6V7070	Multimeter digital atau yang sejenis	1
8T0900	AC/DC Clamp-On Ammeter atau yang sejenis	1

**Tabel 4.5**

**CATATAN:**

Jangan mengoperasikan motor starter melebihi 30 detik pada suatu waktu. Setelah 30 detik, pengcrankan harus dihentikan selama dua menit untuk mendinginkan motor starter. Hal ini akan mencegah kerusakan motor starter yang disebabkan oleh panas yang berlebihan.

Jika motor starter dicrank dengan sangat perlahan atau tidak dapat dicrank sama sekali, laksanakan prosedur berikut ini:

1. Ukur tegangan/voltage baterai pada baterai post dengan menggunakan multimeter pada saat mengegnkol atau mencoba mengcrank engine. Pastikan multimeter mengukur kutub baterai. Jangan mengukur penjepit kabel pada baterai post
2. Apakah tegangan/voltage baterai sama atau lebih besar dari yang diperlihatkan dalam Tabel 3.
  - a. Jika tegangan/voltage baterai baik, lanjutkan ke langkah 3.
  - b. Jika tegangan/voltage baterai terlalu rendah, uji baterai seperti diperlihatkan dalam .

**CATATAN:**

Baterai dengan tegangan/voltage yang rendah dapat disebabkan oleh kondisi baterai atau starter yang terhubung singkat.

3. Ukur tarikan arus pada kutub (+) kabel baterai antara baterai dan starter motor solenoid dengan ammeter penjepit (clamp-on ammeter). Tarikan arus maksimum adalah:

- 37-MT; 24V ... 750 A pada 18.0 V dan 1200 rpm

- 37-MT; 12V ... 1400 A pada 9.0 V dan 800 rpm

- 41-MT; 24V ... 750 A pada 18.0 V dan 1500 rpm

- 41-MT; 12V ... 1400 A pada 9.0 V dan 1200 rpm
- 42-MT; 24V ... 750 A pada 18.0 V dan 1200 rpm
- 42-MT; 12V ... 1400 A pada 9.0 V dan 1200 rpm

Spesifikasi tersebut adalah untuk pengujian pada saat temperatur 27° C atau lebih. Pada temperatur di bawah 27° C, tegangan/voltage akan berkurang dan tarikan arus akan menjadi lebih tinggi. Jika tarikan arus terlalu tinggi, maka berarti bahwa motor starter memiliki masalah dan harus dipindahkan untuk diperbaiki atau diganti.

**CATATAN:**

Jika tegangan/voltage kutub baterai (baterai post) berada dalam jangkauan kira-kira 2 Volt dari nilai terendah dari jangkauan temperatur yang terdapat pada Tabel 2 dan jika kabel motor starter yang berukuran besar menjadi panas, maka kemungkinan hal ini merupakan masalah motor starter tanpa harus menggunakan 8T0900 Ammeter

4. Ukur tegangan/voltage motor starter dari titik uji (4) hingga (5) dengan menggunakan multimeter sementara mengcrank atau mencoba mengcrank engine.
5. Apakah tegangan/voltage sama atau lebih besar daripada tegangan/voltage yang diperlihatkan pada Tabel 3?
  - a. Jika tegangan/voltage motor starter adalah OK, baterai dan kabel motor starter hingga motor adalah sesuai dengan spesifikasi. Lanjutkan ke Langkah 8.
  - b. Jika tegangan/voltage motor starter rendah, tegangan/voltage menurun antara baterai dan motor starter terlalu besar. Lanjutkan ke Langkah 6
6. Ukur tegangan/voltage menurun dalam rangkaian pengcrankan dengan menggunakan multimeter. Bandingkan hasilnya dengan tegangan/voltage menurun maksimum yang diperbolehkan dalam Tabel 4.

7. Apakah tegangan/voltage tersebut sesuai spesifikasi?
  - a. Jika tegangan/voltage menurun baik, lanjutkan ke Langkah 8 untuk memeriksa engine
  - b. Jika tegangan/voltage menurun terlalu tinggi, perbaiki dan/atau gantilah komponen listrik yang rusak.
  
8. Putar engine dengan menggunakan tangan serta pastikan bahwa engine tidak terkunci. Periksa viskositas oli serta beban eksternal lain yang dapat mempengaruhi rotasi engine.
  
9. Apakah engine terkunci dan/atau susah diputar?
  - a. Jika ya, perbaiki engine sesuai yang diperlukan
  - b. Jika engine tidak sulit diputar, lanjutkan ke Langkah 10
  
10. Apakah motor starter dapat mengcrank?
  - a. Jika ya, singkirkan motor starter untuk repair dan/atau penggantian
  - b. Jika tidak, periksa apakah pengaktifan pinion dan flywheel ring gear terhalangi

**CATATAN:**

Pengaktifan yang terhalangi dan kontak solenoid yang terbuka akan memperlihatkan gejala listrik yang serupa.

---



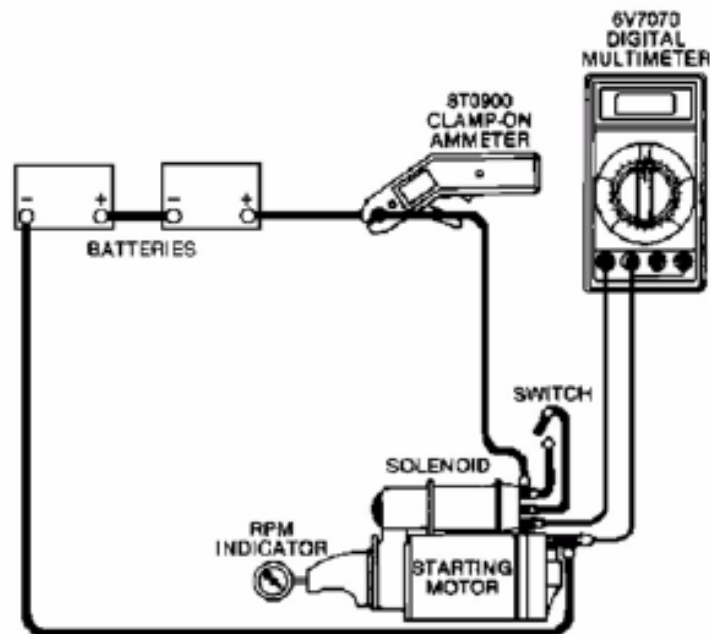
## Pengujian Mesin Tanpa Beban (OFF MACHINE NO LOAD TEST)

Tools yang Diperlukan		
6V7070	Multimeter digital atau yang sejenis	1
8T0900	AC/DC Clamp-On Ammeter atau yang sejenis	1

**Tabel 4.6**

Laksanakan prosedur berikut ini untuk melaksanakan pengujian tanpa beban setelah motor starter diperbaiki atau dipindahkan dari mesin. Harus dicatat bahwa untuk melakukan pemeriksaan lengkap pada sebuah motor starter, prosedur lengkap harus dilakukan seperti diperlihatkan pada Prosedur Diagnosa untuk On Machine starter motor. Untuk memeriksa komponen motor starter, lihat Tes Komponen starter motor. .

## Prosedur



Gambar 4.6 – Diagram Uji Tanpa Beban

Diagram Uji Tanpa Beban (42-MT diperlihatkan; motor starter Kawat/wire Negatif Tidak Diperlihatkan Untuk Memperjelas)

1. Hubungkan dua buah baterai 12 Volt yang terisi penuh pada motor starter seperti yang diperlihatkan. Pergunakan satu baterai untuk sistem 12V. Hubungkan kabel baterai (+) ke terminal Bat pada starter motor solenoid. Hubungkan kabel baterai (-) ke rangka motor starter (37-MT) atau terminal negatif (-) (42-MT).
2. Hubungkan sebuah switch terbuka antara terminal S dan terminal Bat pada solenoid seperti yang diperlihatkan.
3. Hubungkan lead merah multimeter ke terminal motor solenoid. Hubungkan lead hitam multimeter ke rangka motor starter (37-MT) atau terminal negatif (-) (42-MT).

4. Gunakan indikator rpm atau tachometer foto untuk mengukur kecepatan armature.
5. Tutup switch. Indikator berikut ini harus terbaca:
  - 37-MT, 24V:  $84 \pm 16A$  pada 23,0V dan  $3628 \pm 413$  rpm
  - 37-MT, 12V:  $127,5 \pm 27,5A$  pada 11,0V dan  $7018 \pm 1517$  rpm
6.
  - 41-MT, 24V:  $65 \pm 15A$  pada 23,0V dan  $8450 \pm 1250$  rpm
  - 41-MT, 12V:  $127,5 \pm 27,5A$  pada 11,0V dan  $7018 \pm 1517$  rpm
  - 42-MT, 24V:  $67,5 \pm 7,5A$  pada 23,0V dan  $7643 \pm 1683$  rpm
  - 42-MT, 12V:  $127,5 \pm 27,5A$  pada 23,0V dan  $6900 \pm 1800$  rpm
7. Jika tegangan/voltage bernilai kurang dari jumlah di atas, maka berarti tegangan/voltage baterai rendah dan perlu diisi kembali. Harus dicatat bahwa jika tegangan/voltage lebih tinggi, maka kecepatan secara proporsional juga akan lebih tinggi.

#### **Hasil Pengujian Tanpa Beban**

Berikut adalah beberapa hasil pengujian yang dapat dilihat serta berhubungan dengan kemungkinan terjadinya masalah.

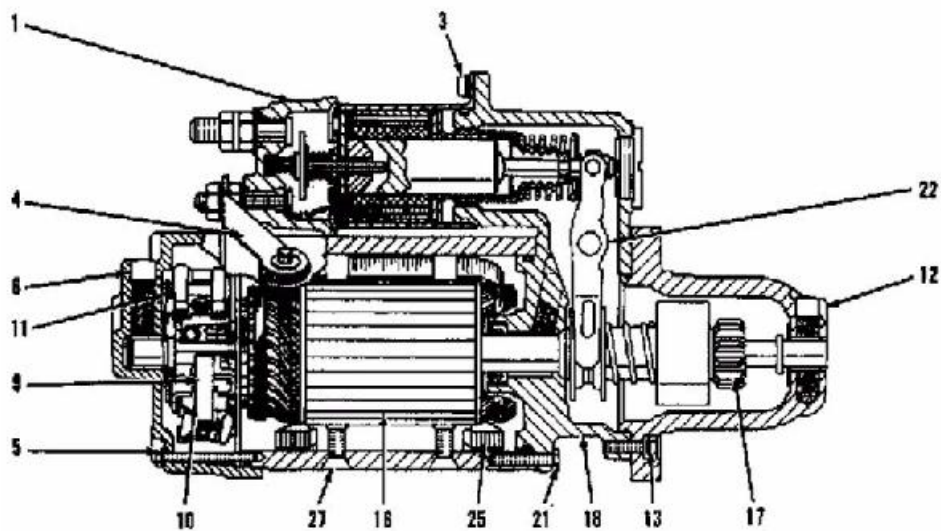
1. Tarikan arus yang ditentukan (rated current draw) dan kecepatan tanpa beban menandakan kondisi motor starter yang normal.
2. Kecepatan bebas yang rendah serta tarikan arus yang tinggi menandakan:

- a. Gesekan yang terlalu tinggi yang disebabkan oleh bushing yang kencang, kotor dan aus, armature yang bengkok atau field pole shoe yang longgar yang mengakibatkan seretan pada armature.
  - b. Armature yang terhubung singkat. Hal ini dapat diperiksa lebih lanjut pada growler setelah pembongkaran.
  - c. Armature atau field winding yang dibumikan. Periksa ground setelah pembongkaran.
3. Kegagalan untuk beroperasi dengan tarikan arus tinggi menandakan:
- a. Pembumian langsung dalam terminal atau rangkaian medan.
  - b. Bushing yang beku. Hal ini dapat diperiksa dengan cara memutar armature dengan menggunakan tangan.
4. Kegagalan untuk mengoperasikan dengan tarikan tanpa arus menandakan:
- a. Rangkaian medan yang terbuka. Hal ini dapat diperiksa dengan menggunakan multimeter setelah pembongkaran.
  - b. Armature terbuka. Periksa commutator untuk menemukan batang yang terbakar dengan parah.
  - c. Pegas brush yang patah, brush yang aus atau isolasi tinggi antara batang commutator yang mencegah kontak yang baik antara brush dan commutator
5. Kecepatan tanpa beban yang rendah dan tarikan arus rendah menandakan:
- a. Resistensi internal yang tinggi dapat disebabkan oleh sambungan yang buruk, ujung yang rusak, commutator yang kotor dan/atau oleh penyebab yang terdapat pada Langkah 4.

6. Kecepatan bebas yang tinggi dan tarikan arus yang tinggi menandakan:

- a. Rangkaian medan yang terhubung singkat. Periksa field winding apakah ada komponen yang terhubung singkat tersebut setelah pembongkaran.

### K. PROSES PEMBONGKARAN DAN PEMASANGAN



**Gambar 4.7 – Motor starter 37-MT**

- |                                   |                                |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| (1) Solenoid                      | (3) Baut solenoid              |
| (4) Konektor terminal motor (Mtr) | (5) Baut housing belakang      |
| (6) Housing belakang              | (9) Brush spring               |
| (10) Brush                        | (11) Brush holder              |
| (12) Rangka pinion drive          | (13) Baut pinion drive housing |

(16) Armature

(17) Pinion drive

(18) Rangka shift lever

(21) Baut shift lever housing

(22) Shift lever

(25) Field winding (coil)

(27) Sekrup field winding

**CATATAN:**

Suatu set driver TORX® dibutuhkan untuk membongkar dan memasang sebagian besar motor starter.

Tools yang Diperlukan		
1P1855	Retaining plier	1

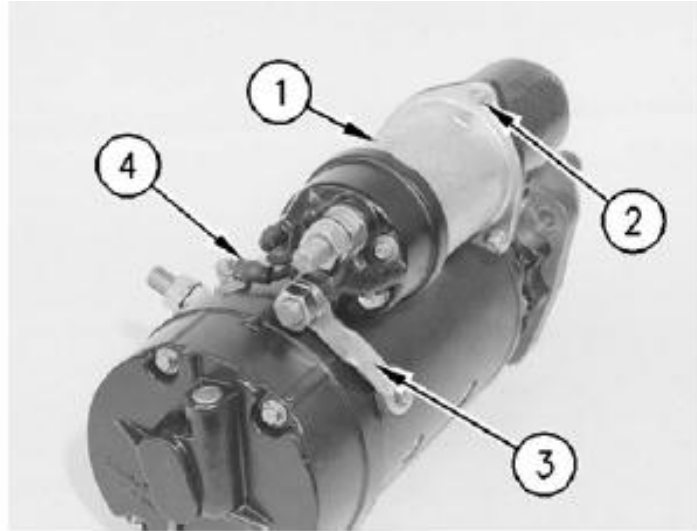
**Tabel4. 7**

**CATATAN:**

37-MT dan 41-MT (12 dan 24 Volt) adalah hampir sama. Pembongkaran dan pemasangan berikut adalah untuk sebuah motor starter 24 Volt 37-MT

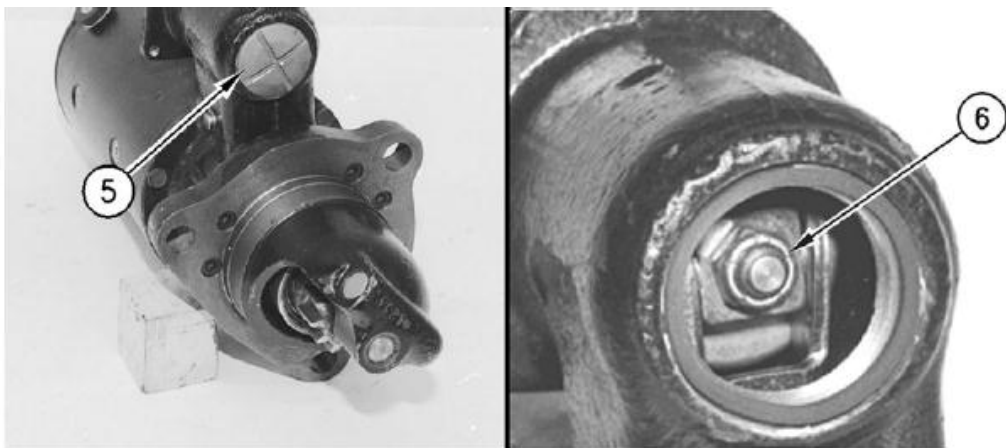
## L. Prosedur Pembongkaran

Dimulai Dengan: Melepaskan motor starter



Gb 4.8

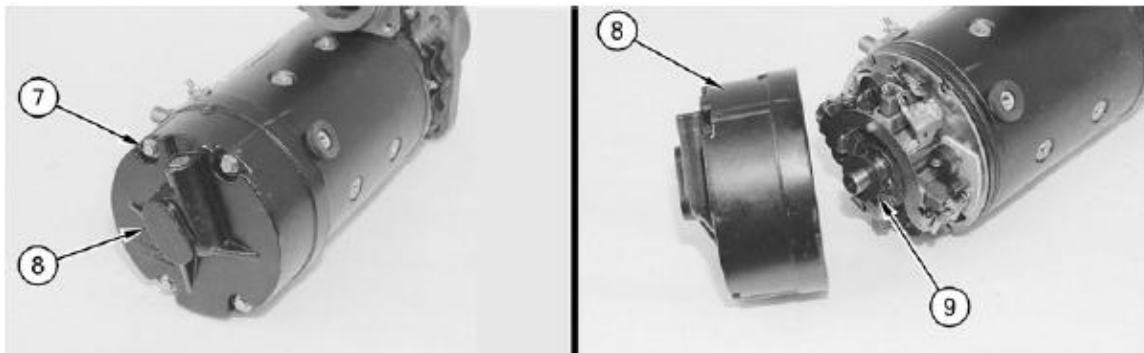
1. Lepaskan dan singkirkan rangkaian kawat/wire shunt (4) dan konektor terminal motor "NTR" (3) dari solenoid (1) dan motor starting.



Gb 4.9

2. Lepaskan plug (5) dan seal dari shift lever housing. Singkirkan mur (6) yang berada di dalam shift lever housing. Mur menahan plunger pada shift lever

3. Lepaskan baut (2) dan solenoid (1) dari shift lever housing. Jangan membongkar solenoid. Komponen dalam solenoid tidak dapat diservis.



**Gambar 4.10**

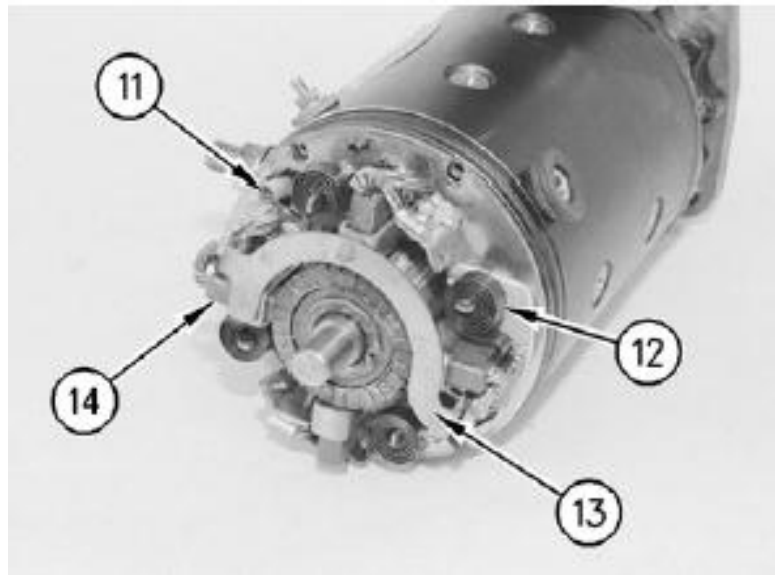
4. Tandai komponen berikut agar dapat dipasang kembali dengan benar: housing belakang (8), pinion drive, shift lever housing dan starting motor housing. Lepaskan empat baut (7) dan housing belakang (8). Lepaskan washer (9) dari armature. Lepaskan O-ring seal dari starting motor housing, jika perlu.



**Gambar 4.11**

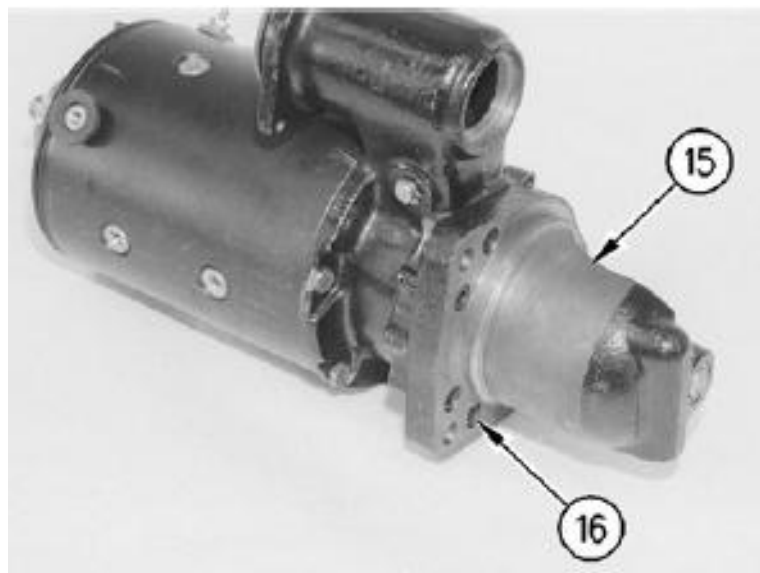
5. Singkirkan bushing (10) dari housing belakang, jika perlu





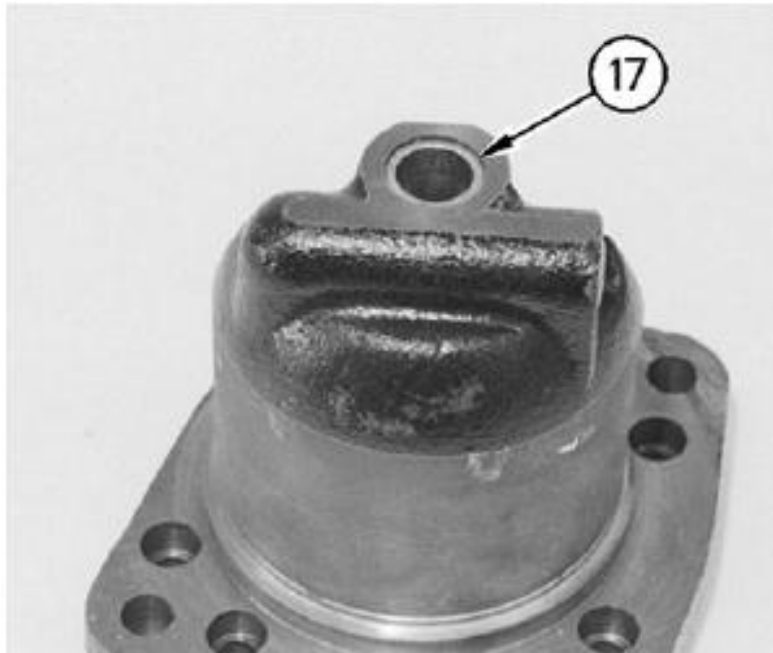
**Gambar 4.12**

6. Angkat setiap brush spring (12) serta letakkan spring pada sisi kiri brush (14). Lepaskan tiga lead (11) serta singkirkan brush holder (13).
7. Singkirkan brush (14) dari brush holder



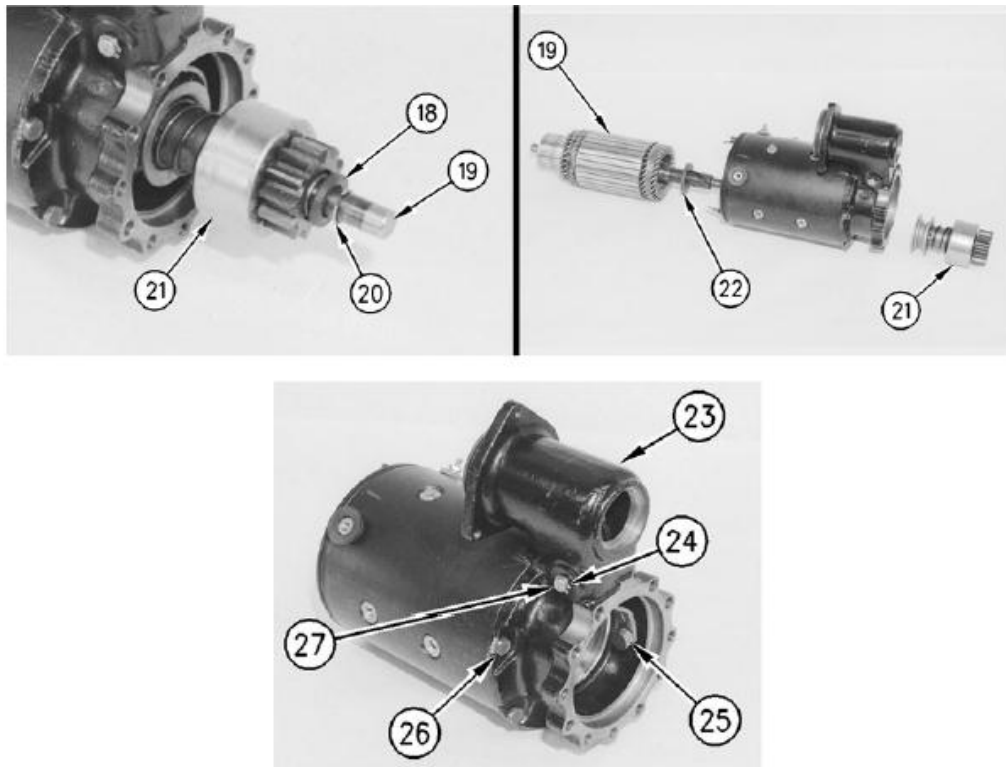
**Gambar 4.13**

- Singkirkan enam buah baut (16) dan pinion drive housing (15).



**Gambar 4.15**

- Singkirkan bushing (17) dari pinion drive housing, jika perlu



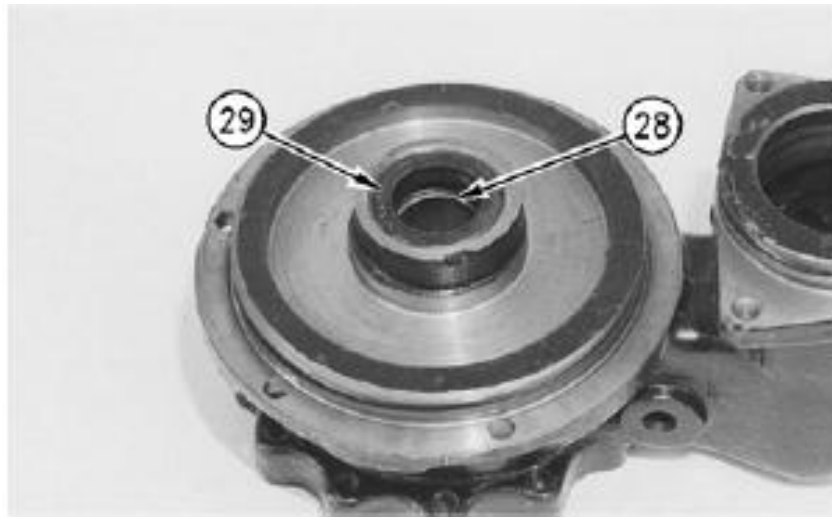
**Gambar 4.16**

11. Gerakkan retainer (18) ke arah belakang menjauhi ring (20) yang berada di bawah retainer. Singkirkan ring dan retainer. Singkirkan armature (19) dari pinion drive (21), dan starting motor serta shift lever housing (23). Singkirkan washer (22) dari armature (19).

**CATATAN:**

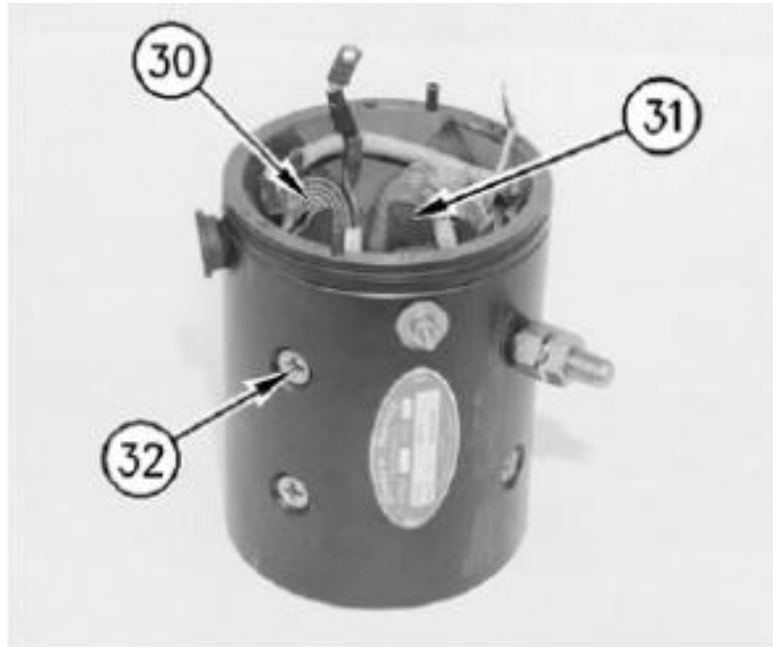
Pinion drive yang terdapat pada 41-MT motor starter bukan merupakan pinion drive yang diperlihatkan pada gambar. Pinion drive adalah mirip dengan 42-MT starting motor. Lihat Pembongkaran dan Pemasangan, “Starting Motor – Pembongkaran”.

11. Singkirkan pinion drive (21) dari shift lever fork (25).
12. Singkirkan lima buah baut (26) dan shift lever housing (23). Lepaskan ring (24) dengan menggunakan Tools (A), pin (27) dan shift lever (25). Lepaskan seal dari pin, jika perlu.
13. Lepaskan O-ring seal dari shift lever housing, jika perlu.



**Gambar 4.17**

14. Lepaskan seal (28) dan bushing (29) dari shift lever housing, jika perlu.



**Gambar 4.18**

15. Lepaskan empat buah sekrup (32), field winding coil (30), dan pole shoe (31) dari starting motor housing. Mungkin perlu menggunakan impact driver untuk melepaskan sekrup (32). Salah satu dari keempat sekrup adalah terminal negatif.
  
16. Bersihkan armature, field winding coil, dan pinion drive dengan menggunakan spiritus mineral dan sebuah sikat.

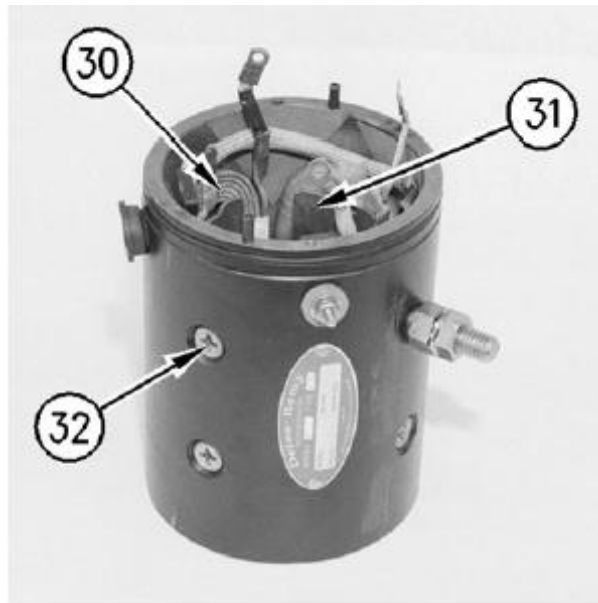
**CATATAN:**

Jika commutator dalam kondisi kotor, maka commutator dapat dibersihkan dengan menggunakan ampelas nomor 00. Jangan menggunakan kain penggosok

**M. Prosedur Pemasangan**

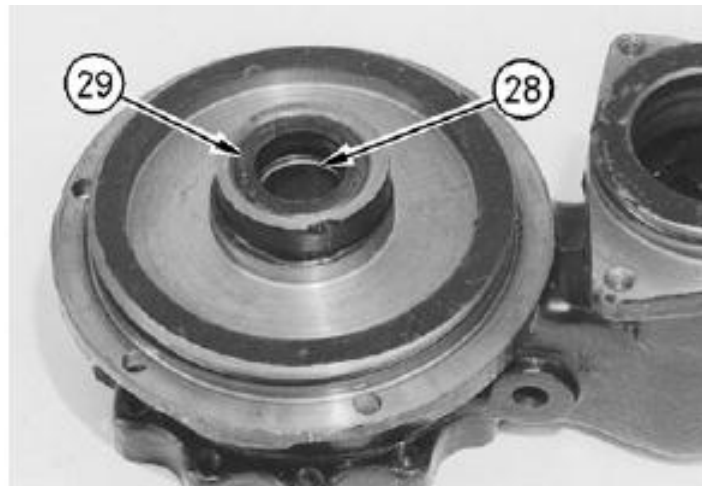
	<b>Tools yang Diperlukan</b>	<b>A</b>	<b>B</b>
1P1855	Retaining Ring Pliers	1	
1P510	Driver Group		1

**Tabel 4.8**



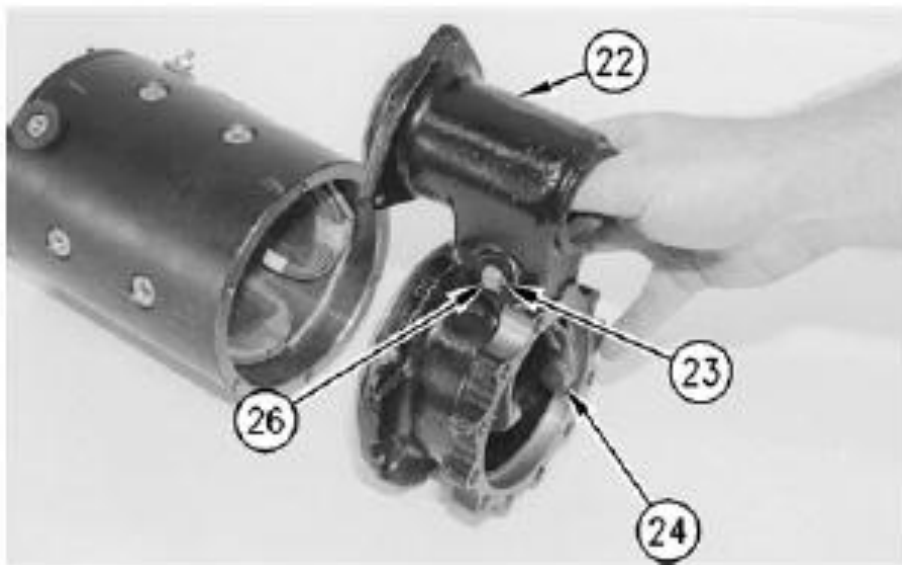
**Gambar 4.19**

1. Berikan oli SAE 20W pada semua bushing, seal dan sumbu oli
2. Letakkan field winding coil (29) dan pole shoe (30) pada posisinya di dalam starting motor housing. Berikan **9s-3263** Thread Lock Compound pada ulir sekrup (31). Kencangkan hingga torsi  $20.3 \pm 2.3$  N·m ( $179.7 \pm 20.4$  lb in).



**Gambar 4.20**

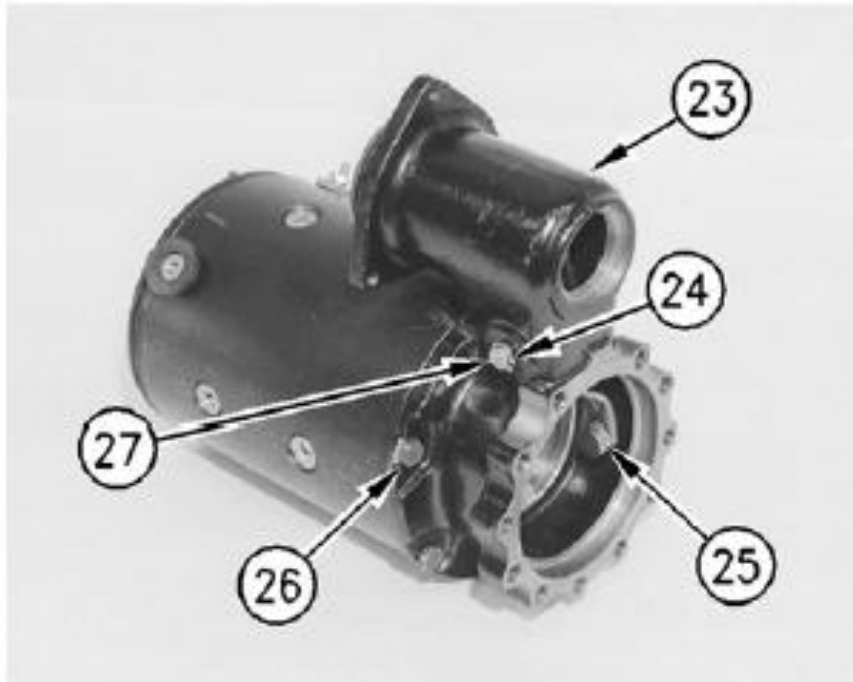
3. Pasang bushing (27) dan seal (28) ke dalam shift lever housing. Pergunakan kelompok Tools (B).



**Gambar 4.21**

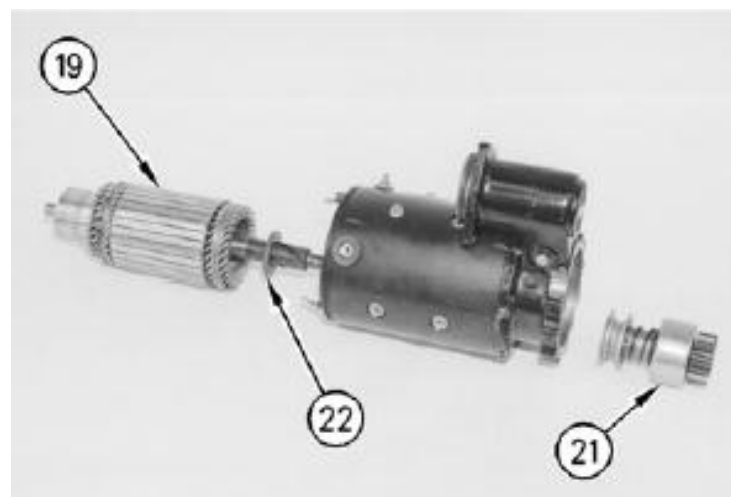
4. Tempatkan O-ring pada shift lever housing (22).

- Pasang seal pada pin (26). Tahan shift lever (24) di dalam shift lever housing (22) serta pasang pin (19) melalui housing dan lever (24). Pasang ring (23) dengan menggunakan Tools (A).



**Gambar 4.22**

- Letakkan shift lever housing (22) pada posisinya di starting motor housing. Pasang baut (25) dan kencangkan baut (25) hingga torsi  $18.9 \pm 2.6$  N·m ( $167.3 \pm 23.0$  lb in).



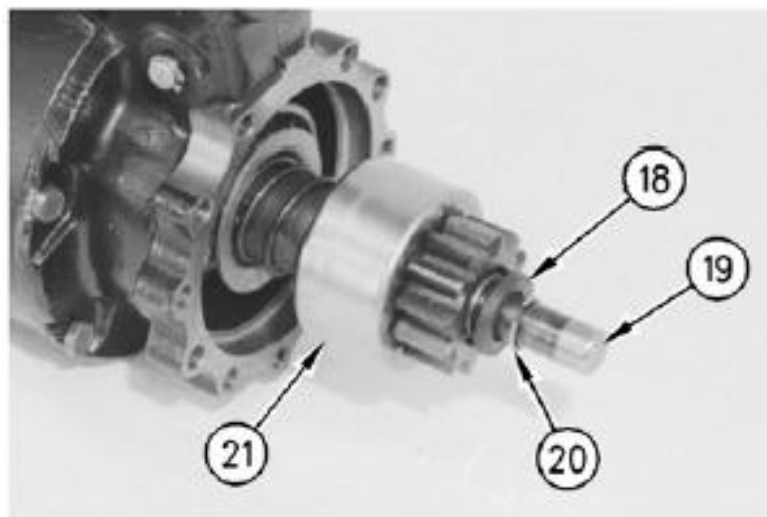
**Gambar 4.23**



7. Beri Grease Molybdenum **5P-0960** pada area bushing armature. Jangan memberikan pelumas pada armature core atau commutator. Pasang washer (21) pada armature (18). Letakkan armature (18) ke dalam starting motor housing. Tahan pinion drive (20) di dalam shift lever fork serta masukkan armature (18) melalui shift housing dan pinion drive.

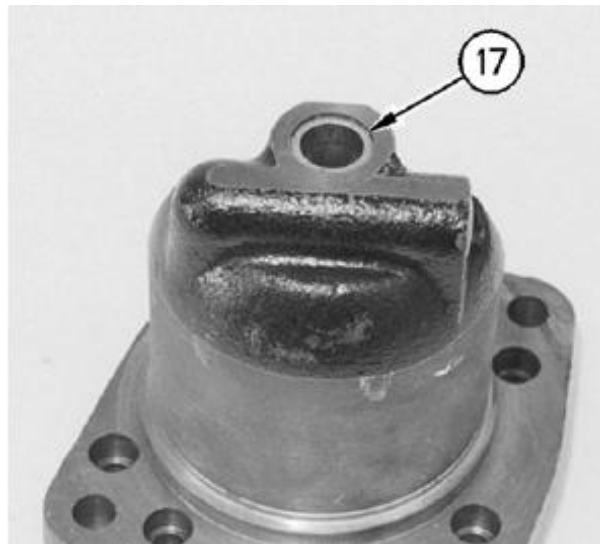
**CATATAN:**

Pinion drive yang terdapat pada motor starter 41-MT bukan pinion drive yang sama dengan yang diperlihatkan. Pinion drive mirip dengan motor starter 42-MT. Lihat Pembongkaran dan Pemasangan, "Starting Motor – Memasang".



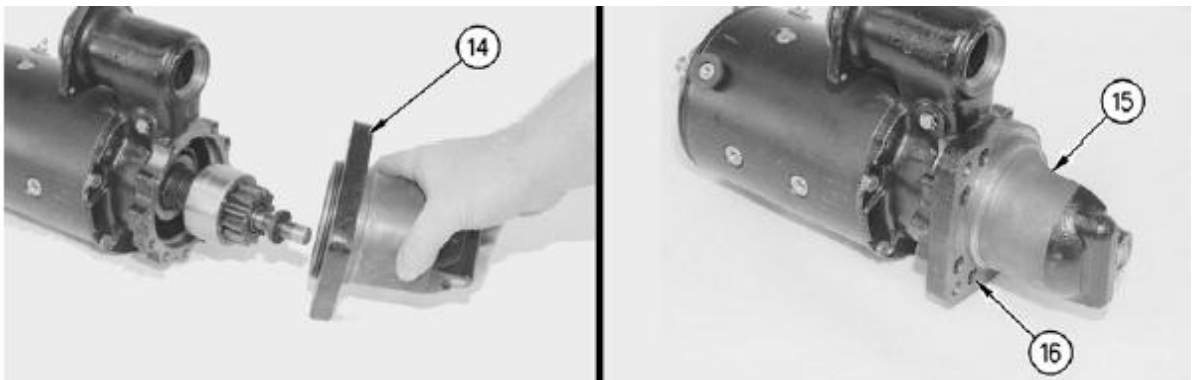
**Gambar 4.24**

8. Pasang retainer (17) pada armature shaft (18). Pasang ring (19) ke dalam groove serta desak retainer (17) agar menutupi ring (19) untuk mengunci ring pada posisinya.



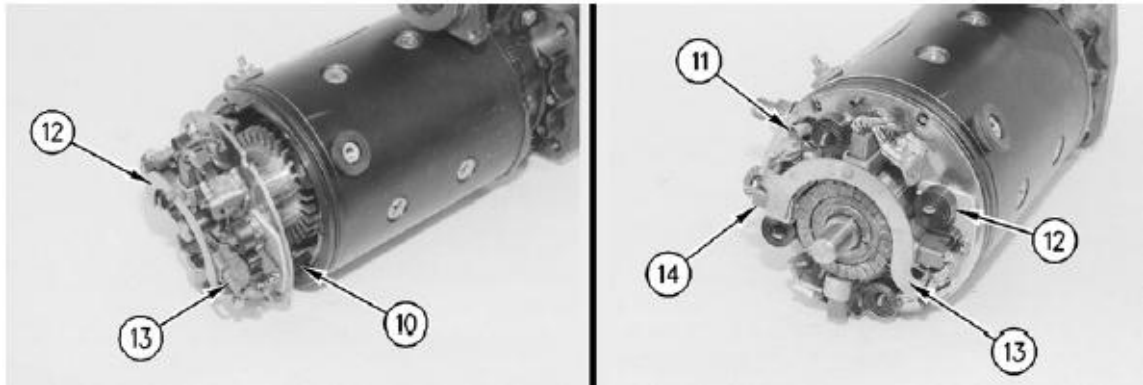
**Gambar 4.25**

9. Pasang bushing (16) ke dalam pinion drive housing dengan menggunakan kelompok Tools (B).



**Gambar 4.26**

10. Letakkan pinion drive housing (14) pada posisinya di rangka shift lever (22). Pasang baut (15) dan kencangkan baut hingga torsi  $23.7 \pm 1.61$  N·m ( $209.8 \pm 54.0$  lb in).



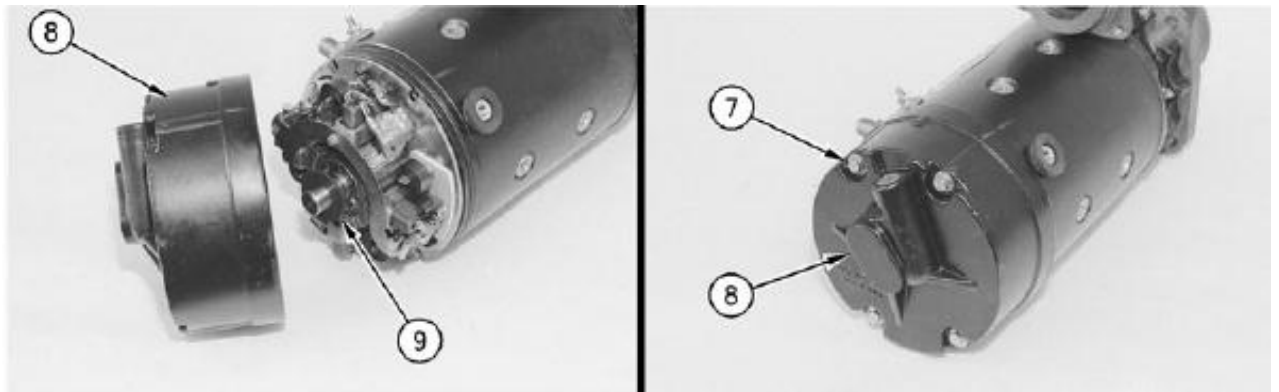
**Gambar 4.27**

11. Pasang brush (11) pada brush holder (12). Kencangkan sekrup hingga torsi  $2.9 \pm 1.0$  N·m ( $25.7 \pm 8.9$  lb in).
12. Letakkan brush holder pada posisinya di starting motor housing. Hubungkan tiga lead (10). Kencangkan sekrup hingga torsi  $2.9 \pm 1.0$  N·m ( $25.7 \pm 8.9$  lb in). Dorong brush ke commutator sehingga brush spring berada pada bagian atas brush.



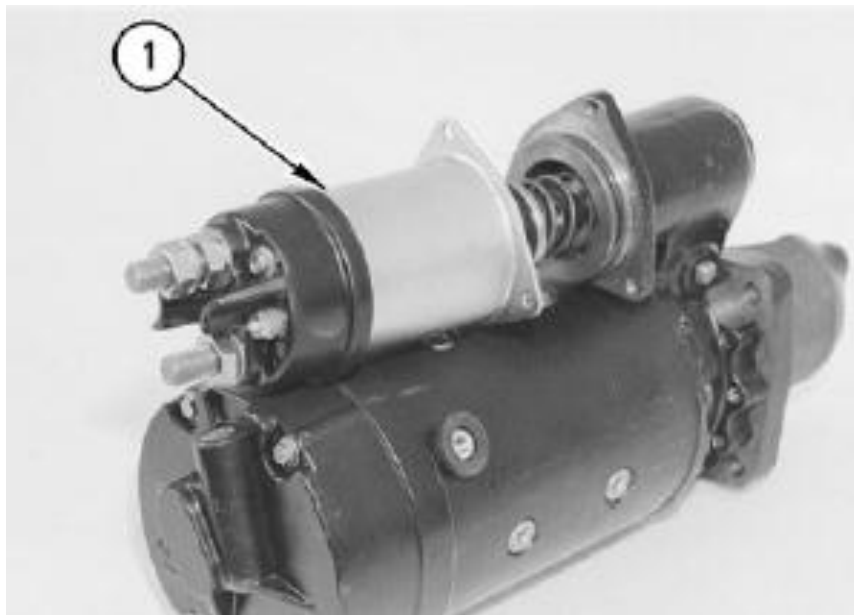
**Gambar 4.28**

13. Pasang bushing (10) pada bagian belakang housing dengan menggunakan kelompok Tools (B).



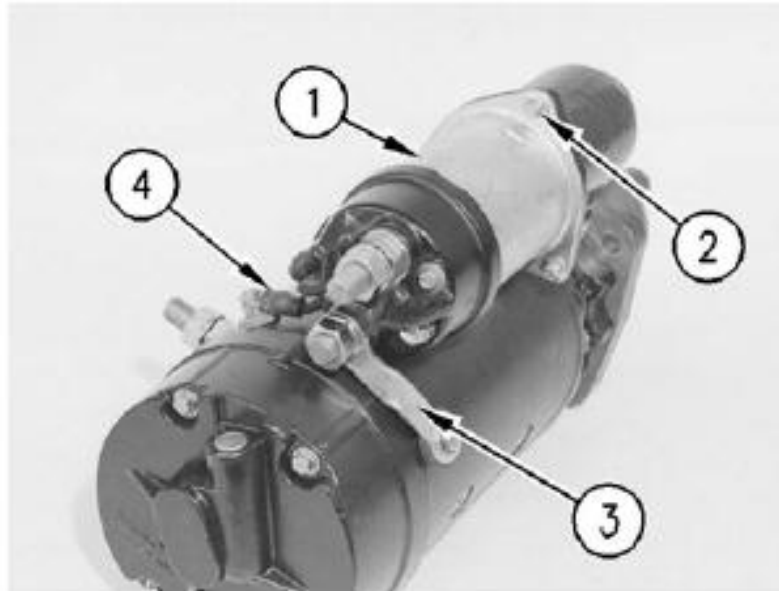
**Gambar 4.29**

14. Pasang O-ring seal pada bagian belakang starting motor housing. Letakkan washer (9) di bagian belakang armature. Letakkan housing belakang (6) di posisinya pada starting motor housing. Pasang baut (7) dan kencangkan hingga torsi  $5.7 \pm 1.1$  N·m ( $50.4 \pm 9.7$  lb in).



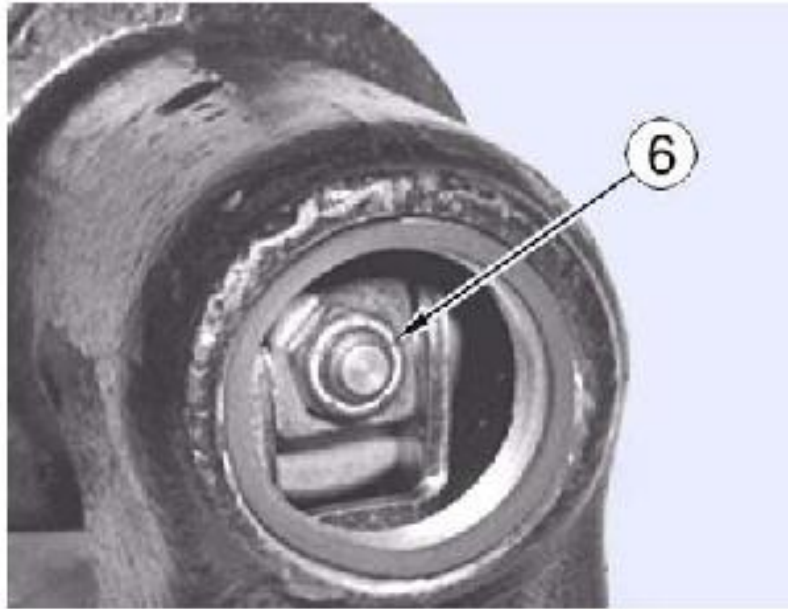
**Gambar 4.30**

15. Letakkan O-ring seal pada shift lever housing. Letakkan solenoid (1) pada posisinya di shift housing. Pastikan bahwa ujung plunger dimasukkan ke dalam shift lever.



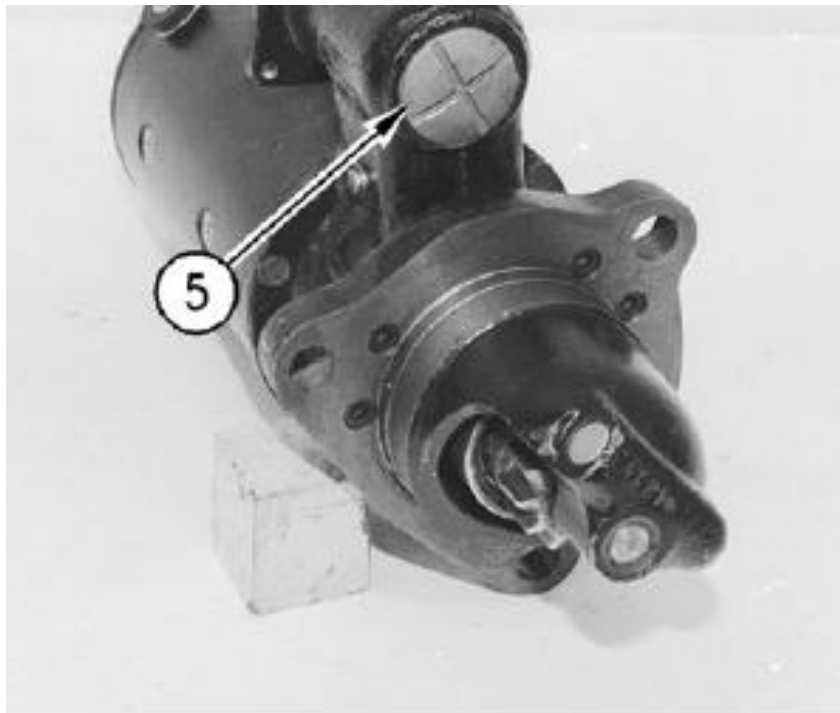
**Gambar 4.31**

16. Pasang ketiga baut serta kencangkan baut hingga torsi 14.1 N·m (124.8 lb in) sampai 215 N·m (190.3 lb in).
17. Hubungkan terminal motor “MTR” (3) ke starter motor housing. Tahan terminal dengan menggunakan kunci inggris T40 TORX. Kencangkan mur pada terminal motor solenoid hingga torsi  $14.7 \pm 3.4$  N·m ( $130.1 \pm 30.1$  lb in). Kencangkan baut terminal motor hingga torsi  $9.6 \pm 1.1$  N·m ( $85.0 \pm 9.7$  lb in).
18. Hubungkan shunt wire assembly (4) ke solenoid (1) pada starting motor. Kencangkan mur untuk shunt wire assembly hingga torsi  $2.6 \pm 0.8$  N·m ( $23.0 \pm 7.1$  lb in).



**Gambar 4.32**

19. Pasang mur (6) untuk plunger dan kencangkan dengan menggunakan tangan. Plunger harus disesuaikan untuk memperoleh clearance pinion yang tepat.
  
20. Periksa clearance pinion. Lihat Testing and Adjusting, “Pinion Clearance Adjustment” untuk prosedur penyesuaian yang benar.



**Gambar 4.33**

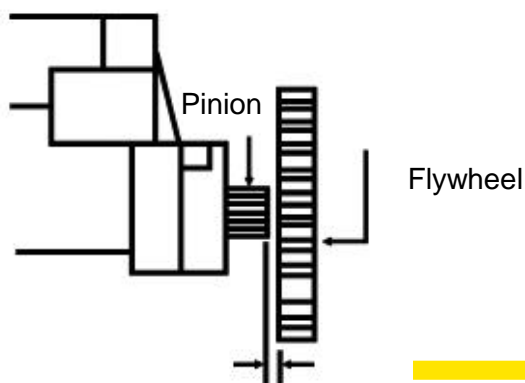
21. Pasang plug (5) dan seal ke shift lever housing.

**Akhiri dengan:** Pasang motor starting.

Berikut ini adalah langkah-langkah untuk memasang motor setarter ke unit.

### 1. Cara Memasang Kembali Motor Starter

Figure  
Ring Gear Clearance



(0.100 +/- 0.040 Inch) (2.54 mm)

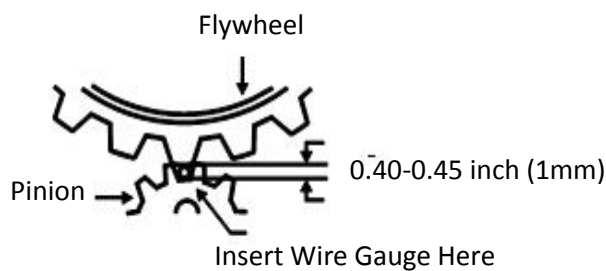
1. Pasang baut yang telah disediakan . Kencangkan hingga 38ft lbs

Catatan: sebelum memulai mengencangkan periksa terlebih

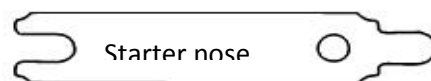
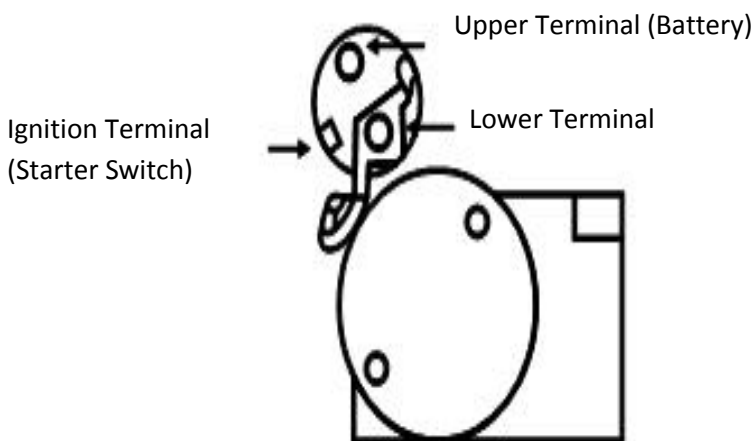
dahulu jarak antar gigi pinion dan fly wheel.

2. Periksa jarak antara starter pinion dengan ring gear.  
Jaraknya harus  $0.001 \pm 0.040$  (2.54mm) lihat pada gambar.

Figure 2-Pinion Back



3. Bila pinion bergerak ke ring gear, harus ada jarak antara  $0.040 \pm 015$ ". Hal ini dapat diperiksa dengan pengukur kabel ketika memegang pinion ke ring gear dengan obeng. Jika fit terlalu ketat pada mesin-block-mount awal, ujung dari blok shim sama dengan celah starter gunakan shims persegi panjang.



4. Perhatikan 3 terminal di ujung solenoid, lihat gambar 3. \* Jika asli dan baru Anda memiliki "R" terminal pada solenoid awal.

1. Pasang kabel baterai positif ke terminal kiri atas. JANGAN menghubungkannya ke terminal kanan bawah yang terhubung dengan kabel hitam awal motor.



2. Hubungkan kawat ukuran 12 atau 14 dari saklar starter terminal S, menggunakan terminal yang disediakan, jika diperlukan. Perhatikan bahwa rumahan anker (*armature*) dapat diputar dalam kaitannya dengan blok pemasangan. Hal ini memungkinkan untuk penyesuaian, jika perlu, untuk menyesuaikan dengan *oil pan* atau saluran buag

PERHATIAN: JANGAN PERNAH MENGOPERASIKAN MOTOR STARTER INI LEBIH DARI 30 DETIK PADA SAAT TANPA MEMUNGKINKAN PENDINGINAN SELAMA DUA MENIT. Overheating disebabkan oleh cranking yang lama dan akan merusak motor starter.

#### **N. PENGUJIAN KOMPONEN / Component test Field Winding**

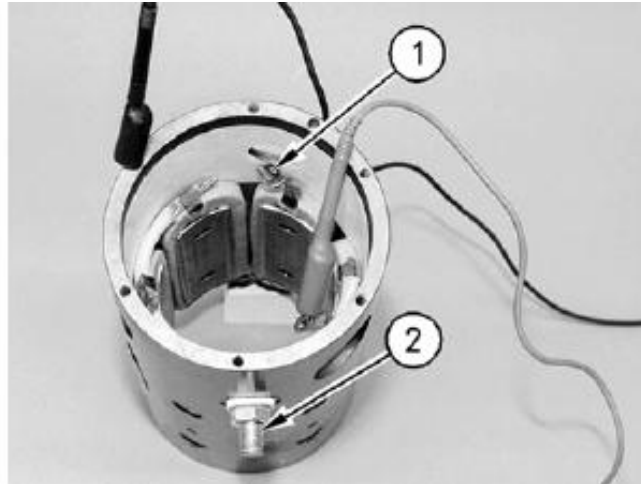
<b>Tools yang Diperlukan</b>		
6V7070	Multimeter digital atau yang sejenis	1
	Growler Tester	1

**Tabel 4.9**

#### **Pengujian Coil**

Periksa secara visual field winding (coil) terlebih dahulu. Periksa apakah ada keausan dan kerusakan. Periksa semua penghubung untuk memastikan sambungan solder bersih dan kencang.

## Pengujian Ground



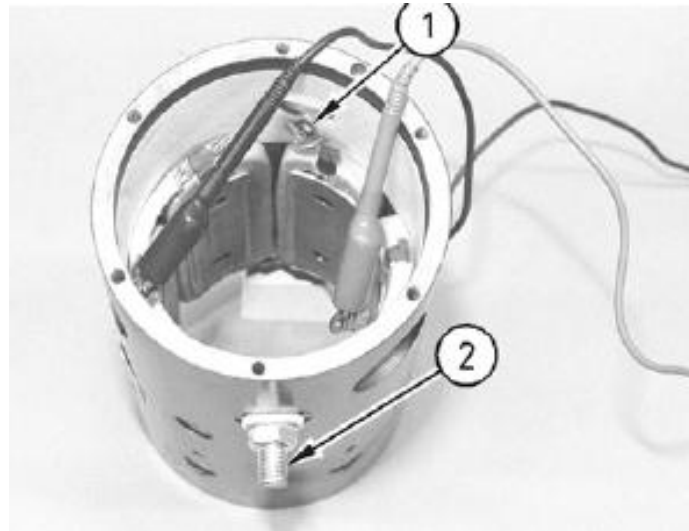
**Gambar 4.34 – (1) Field winding lead**

**(2) Terminal motor (Mtr)**

Periksa secara visual field winding (coil) terlebih dahulu. Periksa apakah terdapat keausan dan kerusakan. Periksa semua sambungan untuk memastikan sambungan solder bersih dan kencang.

1. Letakkan multimeter pada skala resistensi 20M (Ohm). Sentuh meter lead antara setiap field winding lead (1) dan starter motor housing.
2. Sentuh meter lead antara terminal motor (Mtr) (2) dan starter motor housing.
3. Setiap pembacaan harus lebih besar dari 100.000 Ohm (pembacaan 0.10 atau lebih pada meter)
4. Jika pembacaan kurang dari 100.000 Ohm, field winding dibumikan dan harus dibangun kembali atau diganti

## Pengujian Kontinuitas Field Winding



**Gambar 4.35**

1. Letakkan multimeter pada skala resistensi 200 ohm (Ohm). Sentuh meter lead antara field winding lead (1)
2. Sentuh meter lead antara setiap field winding lead (1) dan terminal motor (Mtr)(2)
3. Setiap pembacaan harus berada dalam skala 00.0 hingga 00.1 Ohm
4. Jika pembacaan meter lebih tinggi daripada yang diperlihatkan pada langkah 3, maka ada bagian terbuka dalam field winding serta harus dibangun kembali atau diganti.

### **CATATAN:**

Pengujian ini hanya dapat diterapkan pada motor starter 37-MT dengan terminal (3). Pada semua motor starter yang lain, shunt coil digulung secara seri dengan field coil.

## Pengujian Ground Shunt Coil Hanya Untuk 37-MT Versi Lama

**CATATAN:**

Pengujian ini hanya dapat diterapkan pada motor starter 37-MT dengan terminal (3). Pada semua motor starter, shunt coil dililit secara seri dengan field coil. Oleh karena itu, memeriksa shunt coil yang dibumikan dilakukan bersamaan dengan field coil; lihat Pengujian Field Winding Ground.

1. Letakkan multimeter pada skala resistensi 20M (Ohm). Sentuh meter lead antara terminal shunt coil dan rangka motor starter
2. Pembacaan harus berada pada 100.000 Ohm atau lebih (pembacaan meter 0.10 atau lebih)
3. Jika pembacaan meter kurang dari 100.000 Ohm shunt coil dibumikan dan field winding harus dibangun kembali atau diganti

**Pengujian Kontinuitas Shunt Coil – Hanya untuk 37-MT Versi Lama****CATATAN:**

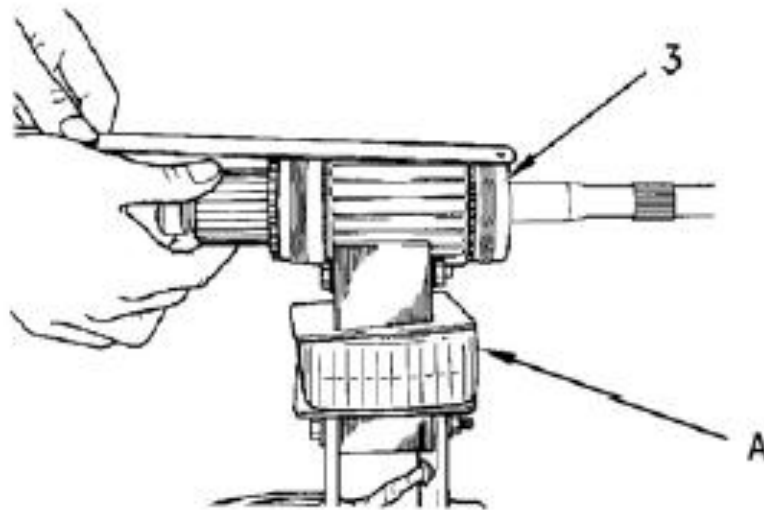
Pengujian ini hanya dapat diterapkan pada motor starter 37-MT versi lama dengan terminal (3). Pada semua motor starter yang lain, shunt coil digulung seri dengan field coil. Oleh karena itu kontinuitas diperiksa bersamaan dengan field coil; lihat subyek Pengujian Kontinuitas Field Winding.

1. Letakkan multimeter pada skala resistensi 200 ohm (Ohm). Sentuh meter lead antara terminal shunt coil dan shunt coil lead.

2. Pembacaan meter harus berada pada .5 dan .6 Ohm
3. Jika pembacaan meter lebih tinggi dari Langkah 2, maka terdapat shunt coil yang terbuka. Field winding tersebut harus dibangun kembali atau diganti.

### **Pengujian Armature**

#### **Hubungan Singkat / Short**



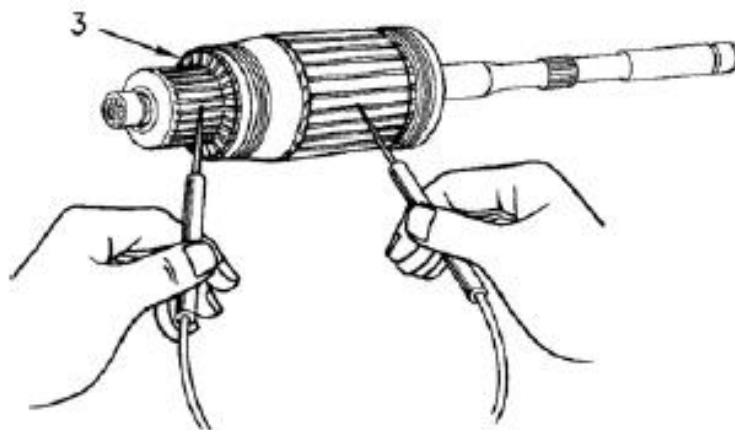
**Gambar 4.36 – (4) Armature (A) Growler Tester**

1. Tempatkan armature (3) pada growler tester (A). Hidupkan tester tersebut
2. Tahan mata pisau hacksaw pada armature core sambil memutar armature dengan perlahan.
3. Mata pisau harus tidak bergerak atau tertarik ke armature core.
4. Jika mata pisau bergerak atau tertarik ke armature core maka pada armature terjadi hubung singkat dan harus dibangun kembali atau diganti.

### **CATATAN:**

Growler merupakan sebuah perangkat yang menggunakan arus AC yang sebenarnya adalah setengah transformer. Armature membentuk setengah sisanya. Armature ditempatkan pada Vee di dalam growler dan daya diaktifkan. Sebuah mata pisau hacksaw kemudian ditahan sedikit di atas titik tertinggi armature dan kemudian armature diputar dengan menggunakan tangan di dalam Vee. Putaran yang mengandung hubung singkat dapat diindikasikan jika mata pisau hacksaw tertarik ke armature ketika sebuah coil dengan putaran yang terhubung singkat berada di bawah mata pisau.

### **Pengujian Ground**



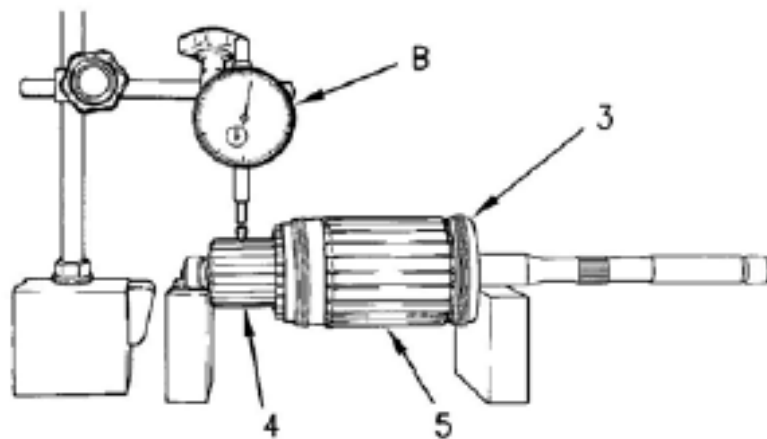
Gambar 4.37 – (3) Armature

1. Letakkan multimeter pada skala resistensi 20M. Sentuh sebuah meter lead pada setiap batang commutator dan lead yang lain pada armature core
2. Setiap pembacaan harus lebih besar daripada 100.000 Ohm (pembacaan meter 0.10 atau lebih)
3. Jika pembacaan meter lebih kecil dari 100.000 Ohm, maka armature dibumikan dan harus dibangun kembali atau diganti

## Pengujian Kontinuitas

Untuk menguji apakah terdapat rangkaian terbuka pada armature adalah sulit dilakukan tanpa menggunakan alat khusus. Jika commutator menunjukkan tanda-tanda berlubang (pitting) atau salah satu batang commutator berwarna hitam (terbakar), armature memiliki rangkaian terbuka dan harus diganti.

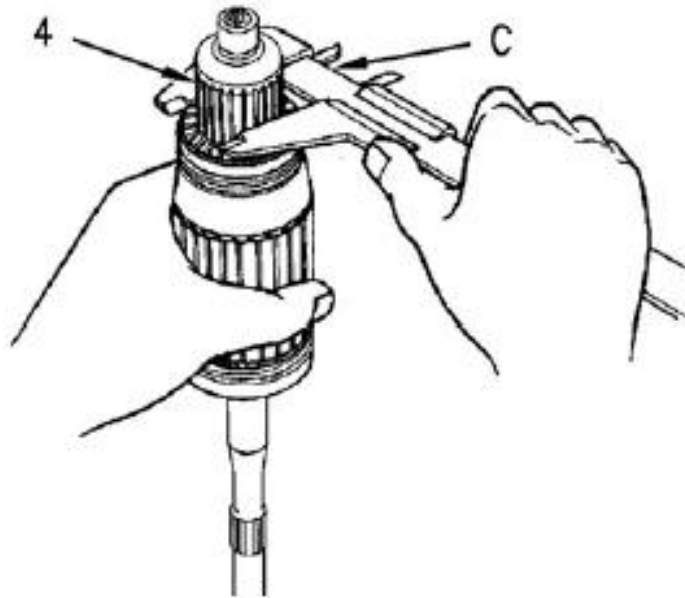
## Pemeriksaan Runout



**Gambar 4.38 – (4) Commutator (5) Core**

1. Periksa ujung armature (TIR). Indikasi maksimum yang diperbolehkan adalah sebagai berikut:
  - a. Commutator (4) ... 0.13 mm (.005 in)
  - b. Inti (5) ... 0.13 mm (.005 in)
2. Jika TIR terlalu besar, maka armature harus diganti

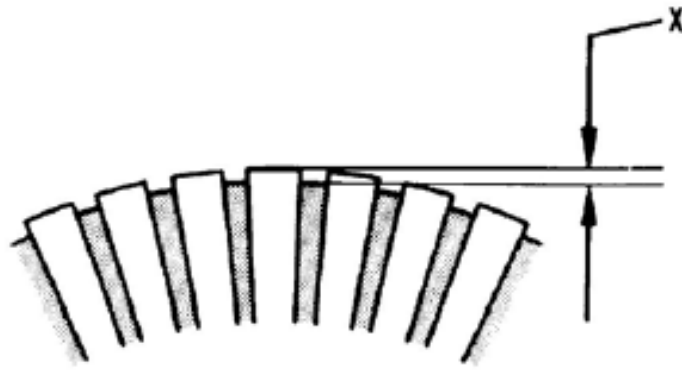
## Pemeriksaan Diameter Luar



**Gambar 4.39 – (4) Commutator**

1. Periksa diameter luar commutator (4). Diameter harus berukuran sebagai berikut:
  - Diameter baru (semua) ...  $58.8 \text{ mm} \pm 0.10 \text{ mm}$  ( $2.3150 \pm 0.0040$  inci)
  - Diameter minimum (semua) ...  $56.7$  (2.230 inci)
2. Jika armature aus, maka armature tersebut harus diganti. Kedalaman Isolasi Antara Batang Commutator (X)  $0.64 \text{ mm}$  (.025 in).





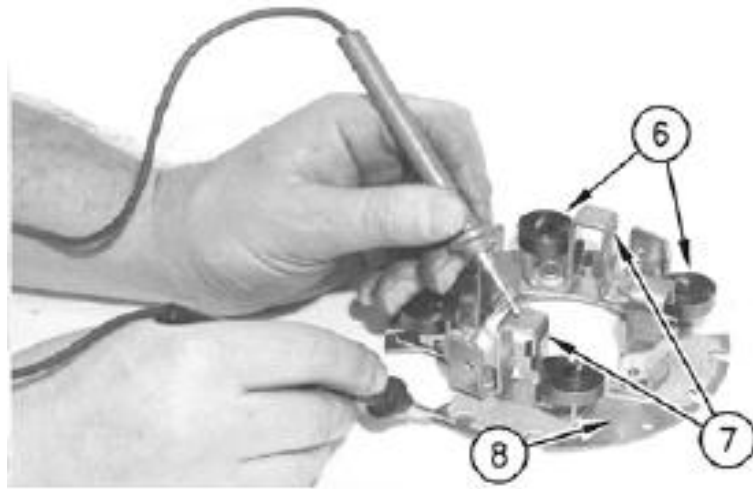
**Gambar 4.50**

3. Ukur kedalaman isolasi antara batang commutator (5). Kedalaman minimum yang diperbolehkan adalah (X) 0.64 mm (.025 in)

Gagal untuk menyingkirkan potongan isolasi dan partikel akan menyebabkan brush menjadi cepat aus

4. Jika kedalaman berada di bawah kedalaman minimum, isolasi dapat dipotong di bagian bawah pada model 24V. Model 12V tidak dapat dipotong. Jika bagian bawah isolasi dipotong, pastikan bahwa sisa potongan dan partikel isolasi disingkirkan.

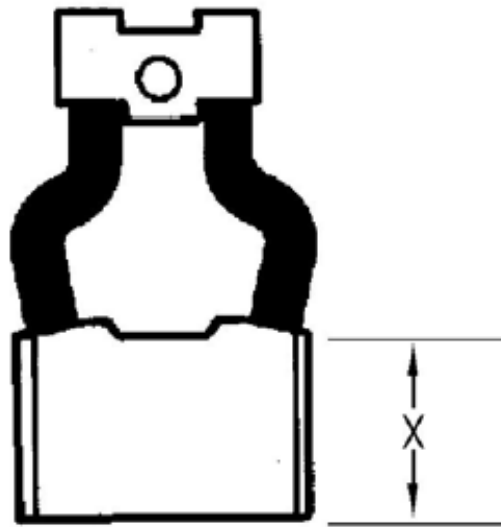
## Pengujian Brush Holder



**Gambar 4.51 – (6) Pelat brush holder (7) Brush holder (8) Brush spring**

1. Periksa pegas brush holder (8) apakah kerusakan atau karat. Ganti jika perlu.
2. Letakkan multimeter pada skala resistensi 20M (Ohm). Pada motor starter 37-MT dan 41-MT, sentuh sebuah meter lead pada masing-masing brush holder positif (7) dan lead yang lain pada pelat brush holder (6). Periksa kedua brush holder positif. Pada motor starter 42 MT, sentuh sebuah meter lead pada masing-masing brush holder (7) dan lead yang lain ke pelat brush holder (6). Periksa keempat brush holder.
3. Setiap pembacaan harus lebih besar dari 100,000 Ohm (pembacaan meter 0.10 atau lebih).
4. Jika pembacaan meter lebih kecil dari 100,000 Ohm, maka brush holder dibumikan dan harus diganti.

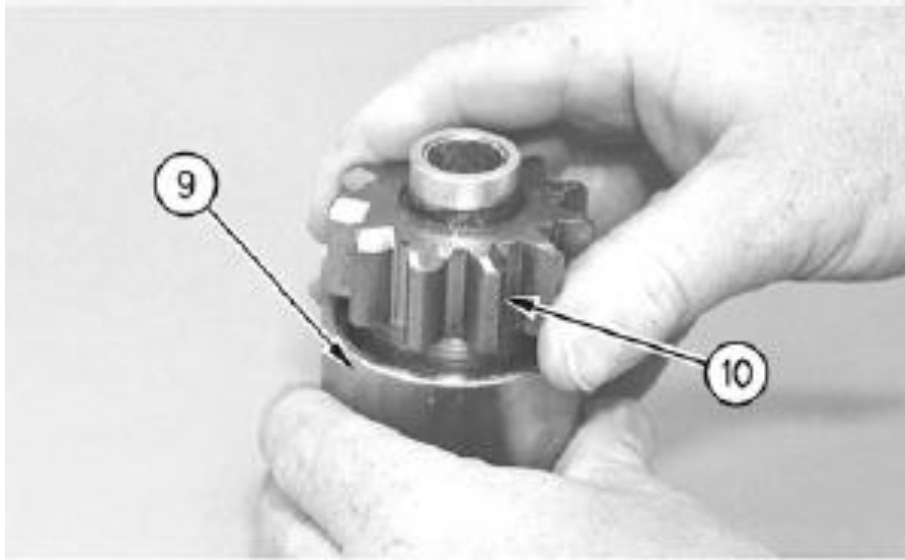
## Pemeriksaan Panjang Brush



Gambar 4.52 – (X) Panjang Brush

1. Ukur panjang brush (X) untuk menemukan keausan. Panjang brush harus sebagai berikut:
  - Panjang baru: Semua motor ... 23.0 mm (.91 in)
  - Panjang minimum: Semua motor ... 10 mm (.39 in)
2. Jika brush dalam kondisi aus dan berada dibawah panjang minimum, ganti brush tersebut

## Pengujian Pinion Drive – Hanya Untuk 41-MT dan 42-MT

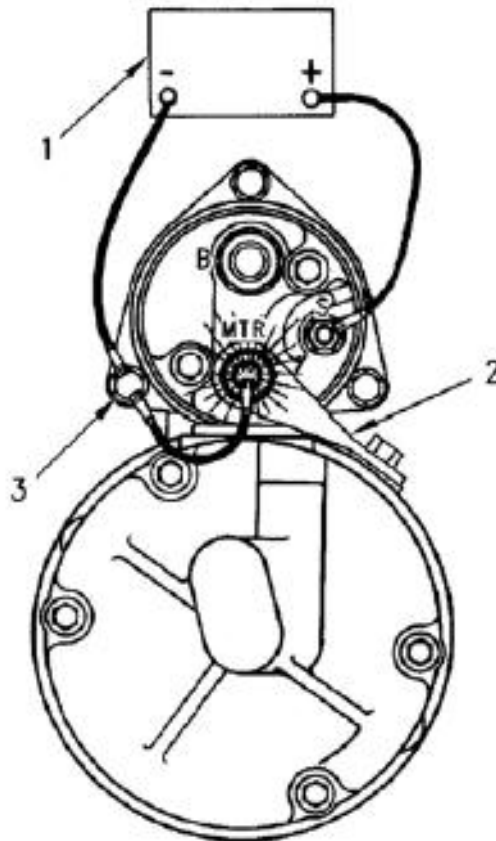


**Gambar 4.53 – (9) Housing (10) Pinion**

1. Periksa bagian overrunning clutch dari pinion drive secara visual untuk adanya kerusakan.
2. Tahan housing (9) dan putar pinion (10) ke arah operasi. Bunyi klik akan terdengar selama pemeriksaan ini.
3. Tahan housing (9) dan putar pinion (10) dengan arah yang berlawanan. Pinion tersebut harus dikunci dan tidak memperbolehkan putaran.
4. Tahan housing (9) dan tekan pinion (10) ke dalam housing sejauh mungkin, kemudian lepaskan pinion tersebut. Pinion harus kembali ke posisi diam.

5. Jika salah satu pemeriksaan pada langkah 1-4 tidak benar, ganti pinion drive.

#### Penyesuaian Clearance pada Pinion – 37-MT



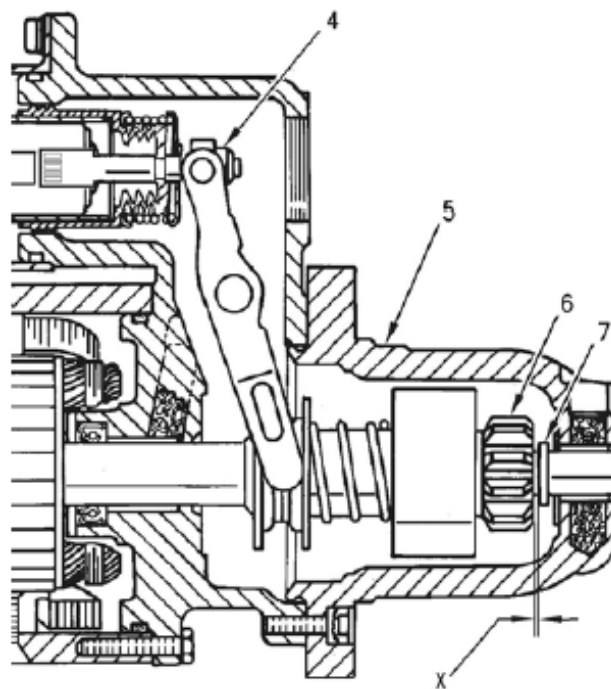
**Gambar 4.54**

1. Lepaskan serta singkirkan motor (Mtr) terminal connector.
2. Hubungkan sebuah atau dua buah baterai 12V ke motor starter seperti yang diperlihatkan. Hubungkan sebuah kabel jumper dari kutub negatif baterai (-) ke solenoid mounting bolt untuk motor starter 12V. Untuk motor starter 24V, hubungkan ujung yang lain dari jumper ke solenoid ground terminal (G).

Hubungkan kabel jumper lain dari kutub positif baterai (+) ke solenoid start terminal (S).

3. Pasang sebentar lead jumper ketiga dari solenoid mounting bolt ke terminal motor (Mtr). Pinion drive kini akan bergeser ke posisi untuk mengcrank dan tetap berada di tempat itu hingga baterai dilepaskan.

### Pemeriksaan Clearance pada Pinion

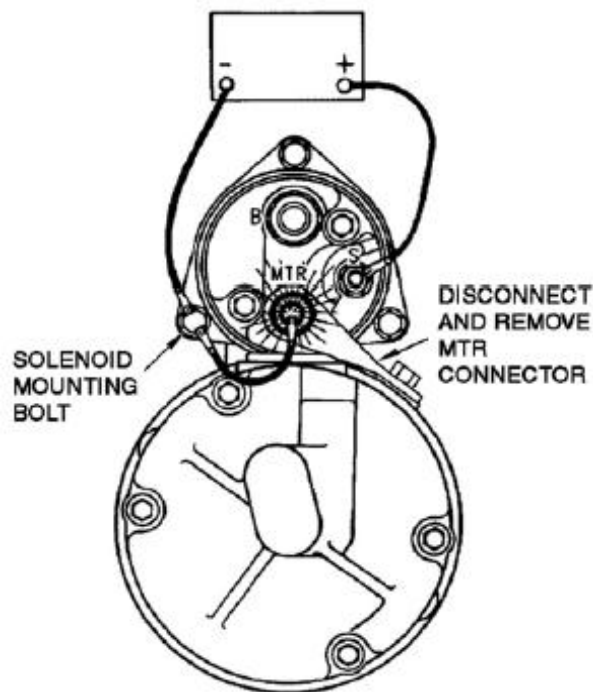


**Gambar 4.55 – (4) Mur penyesuaian clearance pinion (5) Rangka pinion drive (6) Pinion (7) Retainer (X)  $1.0 \pm 0.8$  mm ( $.04 \pm .03$  in)**

1. Dorong bagian belakang pinion drive ke arah commutator untuk menghilangkan setiap gerakan lepas yang ada.

2. Ukur clearance antara pinion (6) dan retainer (7). Clearance (X) harus sebesar  $1.0 \pm 0.8$  mm ( $.04 \pm .03$  in).
3. Jika jarak clearance tidak benar, lepaskan plug pada shift lever housing. Putar mur penyetel (4) hingga jarak clearance benar. Memutar mur searah jarum jam akan menurunkan jarak clearance (X). Memutar mur dengan arah yang berlawanan dengan jarum jam akan meningkatkan jarak clearance (X).
4. Lepaskan jumper baterei serta pasang plug dari shift lever housing.

#### Penyesuaian Clearance pada Pinion – 41-MT dan 42-MT

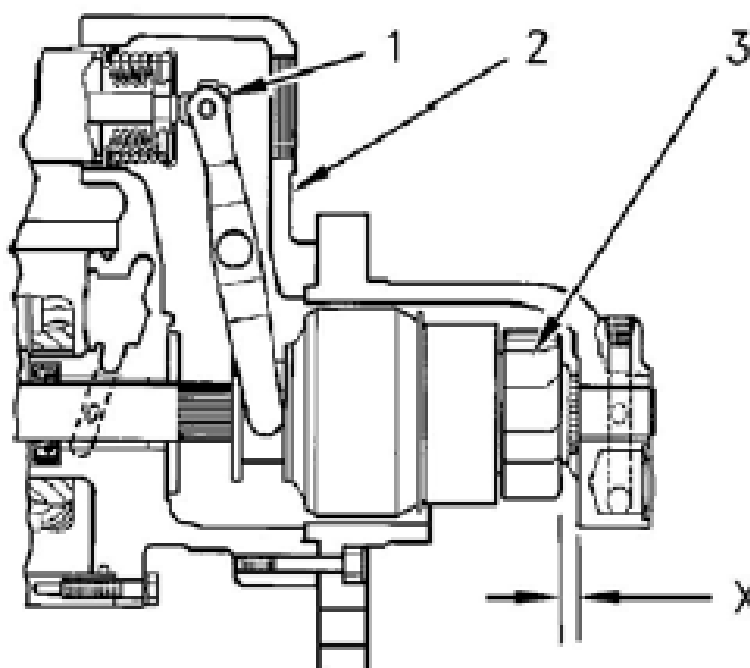


**Gambar 4.56**

Hubungan untuk Pemeriksaan Pinion Clearance (yang diperlihatkan adalah Sistem 24V)

1. Lepaskan kawat/wire terminal negatif dari ground terminal (G) pada solenoid
2. Hubungkan dua baterai 12V ke motor starter seperti yang diperlihatkan. Hubungkan sebuah kabel jumper dari kutub negatif baterai (-) ke solenoid ground terminal (G). Hubungkan kabel jumper yang lain dari kutub baterai positif ke solenoid start terminal (S).
3. Pasangkan sebentar jumper lead ketiga dari solenoid ground terminal (G) ke terminal motor (Mtr). Pinion drive kini akan bergeser ke posisi mengcrank dan tetap berada di tempat itu hingga baterai dilepaskan.

### Pemeriksaan Clearance Pinion



**Gambar 4.57 – (1) Mur penyetel clearance pinion (2) Pinion drive housing  
(3) Pinion (X)  $9.1 \pm 0.8$  mm ( $.36 \pm .03$  in).**



1. Dorong bagian belakang pinion drive ke arah kemutator untuk menghilangkan setiap gerakan lepas yang ada.
2. Ukur clearance (clearance) antara pinion (3) dan rangka pinion drive (2). Clearance (X) harus sebesar
  - 41-MT ...  $4.57 \pm 0.76$  mm ( $.18 \pm .03$  in)
  - 42-MT ...  $9.1 \pm 0.8$  mm ( $.36 \pm .03$  in).
3. Jika besar clearance tidak benar, lepaskan plug pada rangka shift lever. Putar mur penyetel (1) hingga besar clearance adalah benar. Memutar mur searah dengan jarum jam akan menurunkan besar clearance (X). Memutar mur dengan arah yang berlawanan dengan jarum jam akan meningkatkan clearance (X).
4. Singkirkan jumper baterai serta pasang plug dari shift lever housing.

### ***Tugas Portofolio***

- 1. Kumpulkan tugas-tugas yang telah anda lakukan selama pembelajaran ini**
- 2. Buat catatan tentang kemajuan anda dalam pelajaran yang telah kita laksanakan.**
- 3. Buat catatan tentang kekurangan anda selama pembelajaran Starting motor ini berlangsung**
- 4. Berikan kesimpulan**

## **Daftar Pustaka**

Oun Sulev & Erjavec Jack.,2011., Medium/Heavy Dutty Truck Electricity and Electronics., DELMAR CENGANGE Learning., New York

TC Team.,2005., Charging-Starting System., Training Center PT Trakindo Utama., Bogor.

TC UT Team., 1996., Sistim Listrik., Training Center PT United Tractors., Jakarta.

Toyota Team., New Step 1 Training Manual ., Training Section., Jakarta.

[http://www.prestolite.com/literature/tech/stm/3404771\\_stm\\_manual\\_revB0703.pdf](http://www.prestolite.com/literature/tech/stm/3404771_stm_manual_revB0703.pdf) LEECE NEVILE Maintenance Instruction, 12, 24, dan 23 Volt Crancing Motors.

<http://www.automotiveillustrations.com/carimages/ghosted-car-starter-motor.Jpg>

<http://www.autoelectricsgld.com.au/services/alternators-starter-motors/>