

**PEMERIKSAAN DAN PERBAIKAN SISTEM STARTER PADA
ENGINE STAND TOYOTA DYNA 130 HT**

TUGAS AKHIR

*untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Ahli Madya*



Oleh:

**RUDI ZONMI PUTRA
1208242/2012**

**PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2015**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

TUGAS AKHIR

Judul : Pemeriksaan dan Perbaikan Sistem Starter pada *Engine*
Stand Toyota Dyna 130 HT

Nama : Rudi Zonmi Putra

NIM/BP : 1208242/2012

Program studi : Teknik Otomotif

Jurusan : Teknik Otomotif

Fakultas : Teknik

Padang, 13 Agustus 2015

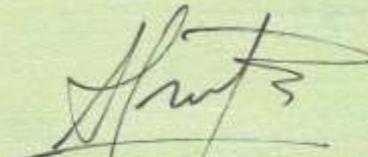
Disetujui Oleh :

Ketua Prodi Teknik Otomotif



Drs. Andrizar, M.Pd
NIP 19650725 199203 1 003

Pembimbing



Dwi Sudarno Putra, ST, M.T
NIP 19820625 200812 1 003

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Rudi Zonmi Putra

NIM : 1208242/2012

Dinyatakan Lulus Setelah Mempertahankan Tugas Akhir Di Depan Tim Penguji
Program Studi Teknik Otomotif Jurusan Teknik Otomotif
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang
Dengan Judul

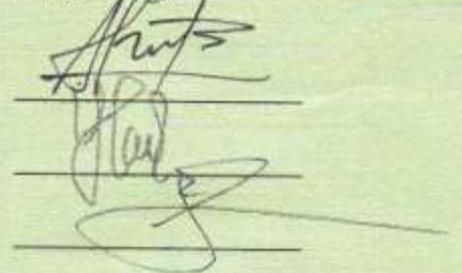
**Pemeriksaan dan Perbaikan Sistem Starter pada *Engine Stand*
Toyota Dyna 130 HT**

Padang, 13 Agustus 2015

Tim Penguji

1. Ketua :Dwi Sudarno Putra. ST, M.T
2. Anggota :Drs. Hasan Maksum, M.T
3. Anggota :Drs. Andrizal, M.Pd

TandaTangan





SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rudi Zonmi Putra
NIM/TM : 1208242/2012
Program Studi : Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa tugas akhir saya dengan judul **“Pemeriksaan dan Perbaikan Sistem Starter pada Engine Stand Toyota Dyna 130 HT”** adalah benar-benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 13 Agustus 2015
Saya yang menyatakan,



Rudi Zonmi Putra
NIM. 1208242/2012

ABSTRAK

Rudi Zonmi Putra, 2015. “Pemeriksaan dan Perbaikan Sistem Starter pada *Engine Stand* Toyota Dyna 130 HT”. Tugas Akhir. Jurusan D3 Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Sistem starter merupakan sistem yang memicu kerja awal dari sebuah mesin. Sistem starter dapat bekerja dengan baik dan dalam waktu yang relatif bertahan lama karena didukung oleh komponen baterai yang selalu mengisi suplai arus listrik. Baterai ini dapat terus berfungsi karena selalu diisi (*charge*) oleh sistem pengisian pada suatu kendaraan sehingga dapat bertahan lama sebagai sumber *energy* bekerjanya sistem-sistem kendaraan tersebut, mengingat pentingnya sistem starter pada kendaraan, maka dilakukan pemeriksaan dan perbaikan dengan tujuan untuk mengetahui apakah sistem starter tersebut bekerja dengan baik atau tidak dan permasalahan yang dibahas dalam penulisan laporan tugas akhir ini adalah bagaimana cara melakukan perbaikan sistem starter pada *engine stand* Toyota Dyna 130 HT, bagaimana cara memeriksa komponen sistem starter pada *engine stand* Toyota Dyna 130 HT dan bagaimana cara perbaikan sistem starter pada *engine stand* Toyota Dyna 130 HT.

Hasil pemeriksaan dan perbaikan bahwa komponen pada sistem starter masih sesuai dengan spesifikasi maka dapat disimpulkan bahwa sistem starter dapat bekerja dengan baik.

Kata kunci: Pemeriksaan dan perbaikan sistem starter, komponen, cara kerja, dan pengujian sistem starter.

KATA PENGANTAR



Syukur alhamdulillah penulis ucapkan kepada Allah SWT yang mana atas berkat dan karuniaNYA jualah penulis dapat menyelesaikan laporan Proyek Akhir ini yang berjudul **“Pemeriksaan dan Perbaikan Sistem Stater pada *Engine Stand* Toyota Dyna 130 HT”**

Laporan Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada jenjang program studi Diploma tiga (D3) Teknik Otomotif di Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Selanjutnya selama pembuatan Proyek Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak baik berupa masukan, saran, maupun bimbingan. Maka dari itu pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Syahril, ST, MSCE, Ph.D. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Drs. Martias, M.Pd. Selaku Ketua Jurusan Teknik Otomotif FT UNP.
3. Bapak Drs. Andrizal, M.Pd. Selaku Ketua Program Studi Teknik Otomotif FT UNP.
4. Ibuk Irma Yulia Basri, S.Pd, M. Eng. Selaku Sekertaris Jurusan Teknik Otomotif FT UNP.
5. Bapak Drs. Erzeddin Alwi, M.Pd. Selaku Dosen Penasehat Akademik.

6. Bapak Dwi Sudarno Putra, ST, MT. Pembimbing dalam Penyelesaian Tugas Akhir.
7. Orang tua yang tidak pernah bosan memberikan semangat moril dan materil serta selalu mendoakan penulis.
8. Semua Dosen, teknisi labor, dan karyawan jurusan Teknik Otomotif.
9. Seluruh rekan-rekan mahasiswa dan sahabat Teknik Otomotif angkatan 2012 dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Semoga dorongan, bantuan, dan do'a serta bimbingannya yang telah diberikan kepada penulis mendapat pahala dan balasan yang setimpal di sisi Allah SWT. Penulis merasa laporan ini masih terdapat banyak kekurangan, untuk itu penulis mohon kritik dan saran yang sifatnya membangun dari pembaca untuk kesempurnaan laporan ini. Akhir kata penulis harapkan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Amin Ya Robbal Alamin.

Padang, 17 Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN PEMBIMBING

PENGESAHAN TIM PENGUJI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah	3
E. Tujuan Tugas Akhir	4
F. Manfaat Tugas Akhir	4

BAB II LANDASAN TEORI

A. Pengertian Sistem Starter	5
B. Prinsip Dasar Motor Starter	6
C. Sirkuit Motor Starter	9
D. Komponen Motor Starter.....	10
E. Jenis-Jenis dan Cara Kerja Starter.....	23

BAB III PEMERIKSAAN DAN PERBAIKAN

A. Pemeriksaan Sistem Starter.....	35
B. Analisa Kerusakan dan Perbaikan Sistem Starter	66

BAB IV PENUTUP

A. Kesimpulan	68
B. Saran-saran	69

DAFTAR PUSTAKA	70
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	71
----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel	Hal
Tabel 1. Hasil pemeriksaan yang dilakukan komutator dari <i>open circuit</i>	49
Tabel 2. Hasil pemeriksaan komutator <i>short circuit</i> ke masa.....	50
Tabel 3. Hasil pemeriksaan diameter komutator.....	52
Tabel 4. Hasil Pengukuran ke dalam <i>undercut</i> komutator.....	53
Tabel 5. Hasil pemeriksaan tahanan kabel utama dan kabel utama brush.....	54
Tabel 6. Hasil pemeriksaan tahanan antara <i>brush lead</i> dan bodi.....	55
Tabel 7. Hasil pemeriksaan panjang <i>brush</i>	56
Tabel 8. Hasil pemeriksaan tahanan antara <i>brush holder</i>	57
Tabel 9. Hasil pemeriksaan <i>starter magnetic switch assembly</i>	59
Tabel 10. Hasil pemeriksaan tahanan <i>hold-in coil</i>	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal
Gambar 1. Prinsip Tangan Kiri <i>Fleming</i>	7
Gambar 2. Prinsip Dasar Kerja Motor Starter	8
Gambar 3. Kontruksi Sistem Starter	9
Gambar 4. Sirkuit menggunakan starter clutch.....	9
Gambar 5. Baterai	10
Gambar 6. Kunci Kontak	14
Gambar 7. <i>Magnetic Switch</i>	16
Gambar 8. <i>Yoke</i> dan <i>Pole core</i>	17
Gambar 9. <i>Field Coil</i>	17
Gambar 10. <i>Armature</i>	18
Gambar 11. <i>Brush</i>	19
Gambar 12. <i>Armature brake</i>	19
Gambar 13. <i>Drive lever</i> dan <i>Drive Spring</i>	21
Gambar 14. Starter <i>Clutch</i>	22
Gambar 15. Starter Konvensional.	23
Gambar 16. Starter Pada Saat Kunci Kontak Start.	24
Gambar 17. Starter Pada Saat <i>Pinion</i> dan <i>Ring Gear</i> Berkaitan.....	25
Gambar 18. Starter Pada Saat Kunci Kunci Kontak ON.	26
Gambar 19. Starter Tipe Reduksi.....	27
Gambar 20. Starter Pada Saat Kunci Kontak Start.	29

Gambar 21. Starter Pada Saat <i>Pinion</i> dan <i>Ring Gear</i> Berhubungan.....	30
Gambar 22. Starter Pada Saat Kunci Kontak ON	31
Gambar 23. Starter Tipe <i>Planetary</i>	32
Gambar 24. Mekanisme Pengurangan Kecepatan	33
Gambar 25. Damping Device.....	35
Gambar 26. Pemeriksaan Tegangan Baterai	36
Gambar 27. Pemeriksaan Berat Jenis Elektrolit Baterai	37
Gambar 28. Hubungan Rangkaian Terminal Kunci Kontak.....	38
Gambar 29. <i>Fuse</i> /Sekring.....	39
Gambar 30. Pelepasan Mur Terminal	40
Gambar 31. Pelepasan Konektor Starter	40
Gambar 32. Pembukaan Baut Starter	41
Gambar 33. Pelepasan Kabel Utama Terminal 50.....	41
Gambar 34. Pelepasan Mur <i>Switch Magnetic</i>	42
Gambar 35. Pelepasan Baut Penembus.....	42
Gambar 36. Pelepasan Starter <i>Clutch Sub-Assembly</i>	43
Gambar 37. Pelepasan <i>Steel Ball</i>	43
Gambar 38. Pelepasan <i>Brush Holder Assembly</i> Starter	44
Gambar 39. Pelepasan Empat <i>Brush</i>	44
Gambar 40. Pelepasan Starter <i>Armature</i>	45
Gambar 41. <i>Pull-in Test</i>	46
Gambar 42. <i>Hold-In Test</i>	46
Gambar 43. Pemeriksaan Cara Kerja.....	47

Gambar 44. Tes Kemampuan Tanpa Beban	48
Gambar 45. Pemeriksaan Komutator dari <i>Open Circuit</i>	49
Gambar 46. Pemeriksaan Komutator <i>Short Circuit</i> ke Masa.....	50
Gambar 47. Pemeriksaan <i>Runout</i> Putaran Komutator	51
Gambar 48. Pemeriksaan Diameter Komutator	52
Gambar 49. Pengukuran ke Dalam <i>Undercut</i> Komutator.....	53
Gambar 50. Pemeriksaan <i>Bearing Armature</i>	53
Gambar 51. Pemeriksaan Tahanan Kabel Utama dan Kabel Utama <i>Brush</i>	54
Gambar 52. Pemeriksaan Tahanan Antara <i>Brush Lead</i> dan Bodi.....	55
Gambar 53. Pemeriksaan Panjang <i>Brush</i>	56
Gambar 54. Pemeriksaan Tahanan Antara <i>Brush Holder</i>	57
Gambar 55. Pemeriksaan <i>Starter Clutch Sub-Assembly</i>	58
Gambar 56. Pemeriksaan Starter <i>Magnetic Switch Assembly</i>	59
Gambar 57. Tahanan dari <i>Hold-in Coil</i>	60
Gambar 58. Pemasangan <i>Armature</i> ke Stater <i>Yoke</i>	60
Gambar 59. Pemasangan <i>Brush Holder</i>	61
Gambar 60. Pemasangan <i>End Cover</i>	61
Gambar 61. Pemasangan <i>Steel Ball</i>	62
Gambar 62. Pemasangan Starter <i>Clutch Sub-Assembly</i>	62
Gambar 63. Pemasangan Starter <i>Yoke Assembly</i>	63
Gambar 64. Pemasangan Starter <i>Yoke</i> dan <i>Armature</i>	63
Gambar 65. Pemasangan <i>Lead Wire</i>	64
Gambar 66. Pemasangan Kabel Ujung Starter.....	64

Gambar 67. Pemasangan Starter <i>Assembly</i>	65
Gambar 68. Pemasangan Konektor Starter dan <i>Wire Harness</i>	65

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sistem starter merupakan sistem yang memicu kerja awal dari sebuah mesin. Sistem starter dapat bekerja dengan baik dan dalam waktu yang relatif bertahan lama karena didukung oleh komponen baterai yang selalu mengisi suplai arus listrik. Baterai ini dapat terus berfungsi karena selalu diisi (*charge*) oleh sistem pengisian pada suatu kendaraan sehingga dapat bertahan lama sebagai sumber *energy* bekerjanya sistem-sistem kendaraan tersebut.

Fungsi sistem starter adalah untuk memutar poros engkol dengan melalui roda *flywheel* sehingga memungkinkan terjadinya perputaran (*running*) poros engkol pada mesin untuk menggerakkan siklus pembakaran pada ruang bakar, setelah mesin dihidupkan maka motor starter harus segera dimatikan dengan jalan memutus arus melalui kunci kontak. Pada sistem starter kendaraan terdapat beberapa komponen utama yaitu baterai, kunci kontak, relay starter, *solenoid* dan motor starter, serta komponen yang menghubungkan dengan bahan bakar seperti *circuit opening relay*.

Masalah yang bisa terjadi pada sistem starter adalah kurang kuatnya putaran motor dan tenaga motor starter lemah, tidak smoothnya hubungan motor starter dengan *flywheel* sewaktu kunci kontak pada posisi start, terjadinya hubungan singkat pada sistem. Starter relay putus/rusak, kabel terminal 30 rusak, sikat pendek dan gejala lain yang mengganggu kerja dari

sistem starter, ini disebabkan karena proses pemakaian yang salah, adanya komponen yang tidak berfungsi dengan baik sehingga berpengaruh pada komponen dan sistem lain. Kurangnya perawatan dan perbaikan dari pemilik kendaraan dan lain-lain.

Adanya kerusakan diatas, tentang penggunaan sistem starter pemeriksaan dan perbaikan komponen-komponen, maka penulis ingin membuat *engine stand* toyota dyna 130 HT yang memiliki sistem starter reduksi, karena di *Workshop* Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang belum memiliki *engine stand* toyota dyna 130 HT tersebut, agar bisa menghasilkan mahasiswa yang terampil dan profesional serta mampu mengatasi masalah dan menguasai perkembangan dunia otomotif tidak terlepas dari tersedianya sarana dan prasarana praktikum di *workshop*.

Mengingat pentingnya sistem starter, maka perlu dilakukan pemeriksaan dan perbaikan pada sistem starter. Pemeriksaan dan perbaikan dilakukan dengan membongkar sistem starter, kemudian memeriksa komponen dan memasangnya kembali, setelah itu, dilakukan pengujian sistem starter. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sistem starter bekerja dengan baik atau tidak. Perbaikan pada sistem starter sangat diperlukan agar sistem starter dapat berfungsi dengan baik dan memaksimalkan umur pakai dari sistem starter, maka dari itu penulis mengambil topik tugas akhir dengan judul “Pemeriksaan dan Perbaikan Sistem Starter pada *Engine Stand* Toyota Dyna 130 HT”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka diperoleh beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Minimnya sarana praktikum *engine stand* toyota dyna 130 HT di *workshop* Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, sebagai bahan praktikum mahasiswa.
2. Kurangnya pengetahuan bagaimana cara kerja starter pada *engine stand* toyota dyna 130 HT.
3. Kurangnya pemahaman dan penguasaan sistem starter pada *engine* toyota dyna 130 HT .
4. Diperlukannya sarana yang mendukung mahasiswa dalam praktikum terutama sistem starter.
5. Diperlukannya alat peraga terutama *simulator engine stand* toyota dyna 130 HT pada mata kuliah listrik elektronika otomotif (LEO) maupun mata kuliah lainnya.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah di atas dan mengingat keterbatasan waktu, biaya dan pengetahuan serta pengalaman yang penulis miliki maka penulis membatasi masalah Tugas Akhir ini pada “Pemeriksaan Dan Perbaikan Sistem Starter Pada *Engine Stand* Toyota Dyna 130 HT”

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah diatas, maka masalah Tugas Akhir ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara melakukan pemeriksaan pada sistem starter di *engine stand* toyota dyna 130 HT .
2. Bagaimana cara menganalisa dan mengidentifikasi kerusakan dan perbaikan pada system starter di *engine stand* toyota dyna 130 HT .

E. Tujuan Tugas Akhir

1. Mendeskripsikan cara melakukan pemeriksaan pada sistem starter di *engine stand* toyota dyna 130 HT .
2. Mendeskripsikan cara mengidentifikasi kemungkinan kerusakan dan perbaikan pada system starter di *engine stand* toyota dyna 130 HT .

F. Manfaat Tugas Akhir

1. Menambah sarana praktikum bagi mahasiswa jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri padang untuk menunjang dalam menguasai system starter di *engine stand* toyota dyna 130 HT .
2. Sebagai wacana dan bahan bacaan bagi teknisi dan pengguna mobil toyota dyna 130 HT .
3. Bagi penulis dapat mengimplementasikan ilmu yang didapat dibangku perkuliahan.
4. Dapat digunakan sebagai referensi untuk pembuatan *engine stand* mobil yang lainnya.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Pengertian Sistem Starter

Mesin tidak dapat hidup dengan sendirinya tanpa bantuan tenaga luar untuk memutar dan menghidupkannya, mesin pada umumnya menggunakan sebuah motor listrik yang dikombinasikan dengan sebuah *switch* magnet yang dikenal dengan motor starter. Bekerjanya motor starter dapat terjadi karena adanya rangkaian komponen-komponen lain didalam sistem starter.

Sistem starter adalah sistem penggerak mula pada kendaraan untuk menggerakkan *flywheel* mula-mula sehingga piston dapat melakukan gerakan naik turun untuk melakukan pembakaran. Setelah pembakaran dalam ruang bakar terjadi maka tenaga gerak untuk menggerakkan *flywheel* akan dihasilkan dari hasil pembakaran di ruang bakar tersebut, sementara tenaga gerak dari sistem starter akan diputus. Motor starter harus menghasilkan putaran yang kuat pada batas tenaga baterai yang tersedia. Dalam hal ini starter harus ringan dan , mesin tidak akan bisa hidup dengan sempurna dan tidak dapat mengulangi siklus yaitu hisap, kompresi, usaha, buang jika motor starter tidak dapat berputar.

Dalam sebuah rangkaian sistem motor starter yang baik adalah jika fungsi dapat memutar mesin secukupnya untuk memperoleh putaran minimum dalam usaha memulai pembakaran. Adapun faktor-faktor yang

mempengaruhi kecepatan putaran engkol tersebut adalah tipe mesin, kondisi mesin dan faktor lain seperti putaran minimum.

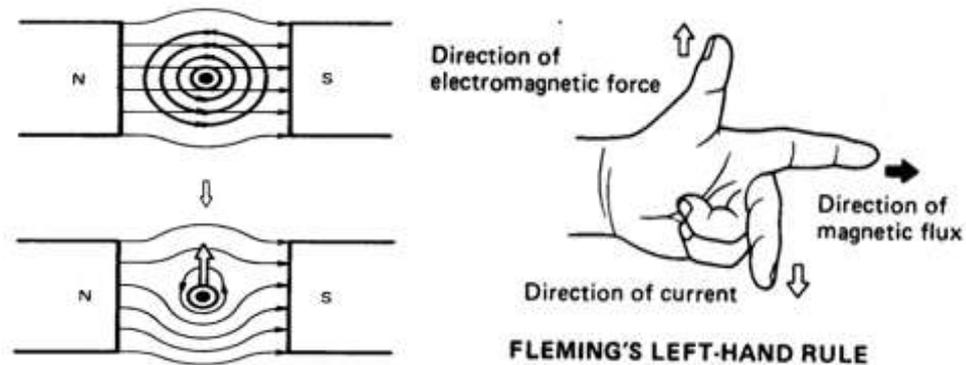
Saat ini ada tiga jenis motor starter yang digunakan pada kendaraan untuk memicu gerak mula-mula agar mesin dapat berputar dan hidup yaitu starter konvensional, reduksi, dan *planetary*, motor starter yang digunakan pada toyota dyna 130 HT adalah jenis starter reduksi.

B. Prinsip Dasar Sistem Starter

Sesuai dengan dasar-dasar kelistrikan bila sebuah konduktor dialiri arus listrik maka disekitarnya akan timbul medan magnet, adapun arah medan magnet yang dihasilkan tergantung dari arah arus listrik yang mengalir. Apabila konduktor diletakan diantara dua kutub dan ke dalam konduktor dialiri arus listrik, maka disekelilingnya akan terbentuk medan magnet dengan arah putaran jarum jam. Akibatnya medan magnet yang ada disebelah kiri akan saling bertumpukan dengan kumpulan garis-garis gaya magnet yang sama arahnya, dan yang sebelah kanan konduktor akan saling menghilangkan. Hal itu dapat disimpulkan bahwa adanya hubungan antara elektromagnetik *force*, arah dari gaya magnet dan arah aliran arus.

Seperti halnya sebuah konduktor/lilitan kawat yang diletakan diantara kutub magnet permanen akan mulai berputar bila diberi arus. Hal ini disebabkan arus mengalir dengan arah yang berlawanan pada masing-masing lilitan, jadi gaya yang saling memotong dari lilitan dengan dari magnet itu sendiri. Akibatnya lilitan kawat akan berputar searah dengan jarum jam.

Bila arus mengalir dalam suatu penghantar menjauhi medan magnet yang dibangkitkan adalah searah jarum jam bila arus mengalir dalam suatu penghantar mendekati medan magnet yang dibangkitkan adalah berlawanan arah jarum jam.



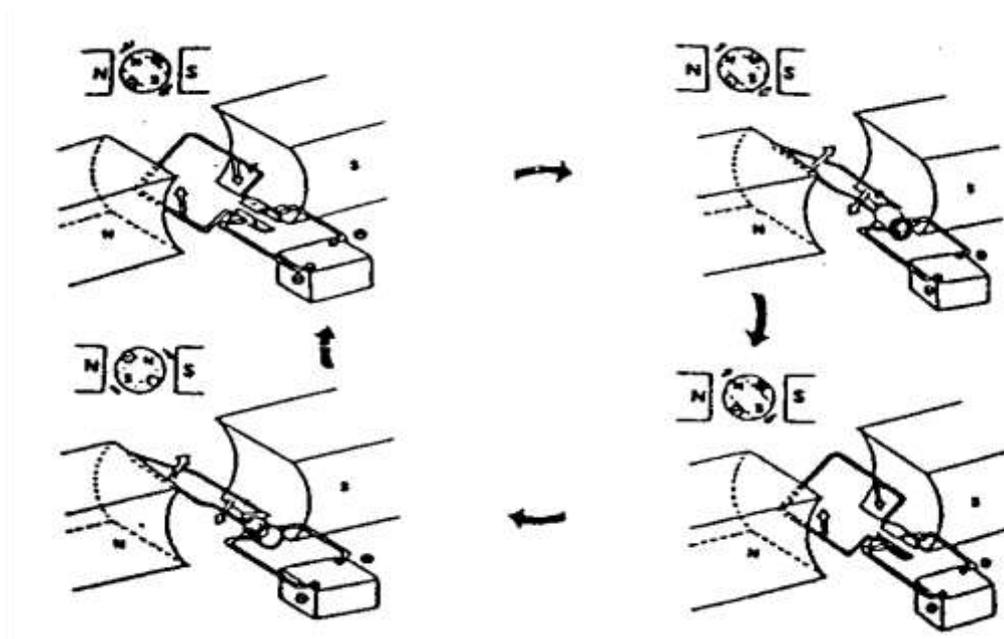
Gambar 1. Prinsip Tangan Kiri *Fleming*
(Sumber : *Step 2 Training Manual*)

Bila suatu penghantar yang dialiri arus mendekati kita ditempatkan diantara kutub N (utara) dan S (selatan) dari magnet. Garis gaya magnet adalah dari utara ke selatan sedangkan garis gaya dari penghantar adalah berlawanan arah jarum jam sehingga menyebabkan *magnetic flux* dibawah penghantar bertambah dan diatas penghantar berkurang, akibatnya penghantar bergerak ke atas, prinsip ini disebut dengan prinsip tangan kiri *fleming*.

Pada prinsip kerja motor starter satu siklus penuh dengan satu konduktor. Jika arus baterai mengalir ke konduktor melalui *brush* dan kembali ke baterai lagi, dan pada saat yang sama garis-garis gaya magnet dari kutup utara ke kutub selatan dipotong konduktor. Pada bagian yang arah arusnya menjauhi kita akan timbul gerakan ke arah bawah (searah tanda

panah) dan arah arusnya yang mendekati kita timbul gerakan ke atas (searah tanda panah).

Akibat dari kedua gerakan tersebut, dapat menyebabkan *armature* (dalam hal ini *single* konduktor) bergerak setengah putaran ke arah putaran jarum jam. Demikian juga untuk gambar berikutnya akan menghasilkan juga sebanyak setengah putaran, sehingga apabila arah dari arus konduktor yang memotong kutub magnet adalah tetap, maka putaran yang kontinyu akan terjadi sedangkan jumlah putaran *torque* yang terjadi sebanding terhadap kedua kekuatan medan magnet dan panjang konduktor.



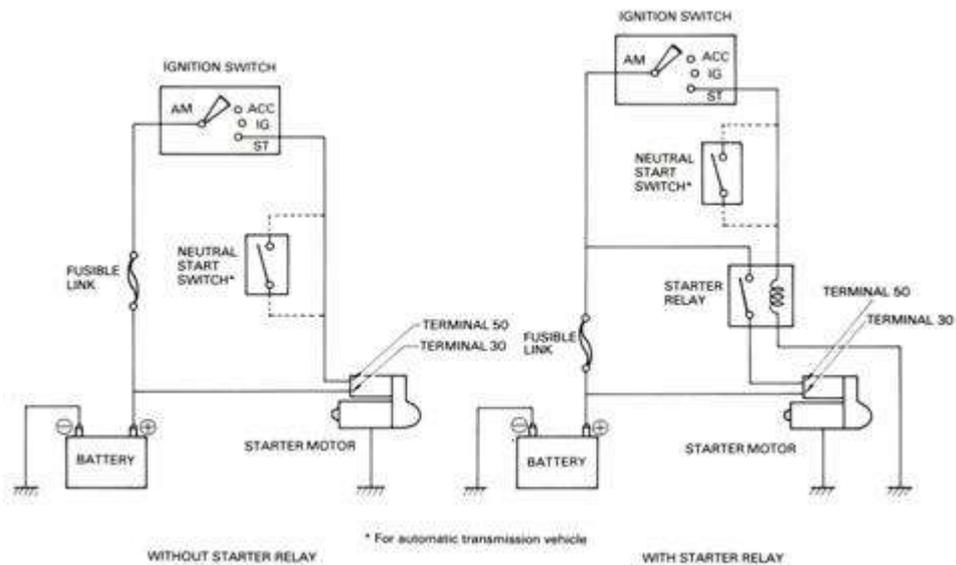
Gambar 2. Prinsip Dasar Kerja Motor Starter
(Sumber : Engine group Step 2)

Pada motor starter yang sesungguhnya tidak menggunakan magnet permanen tetapi electromagnet yang disebut *field coil* yang dirangkai seri dengan *armature*.

C. Sirkuit Motor Starter

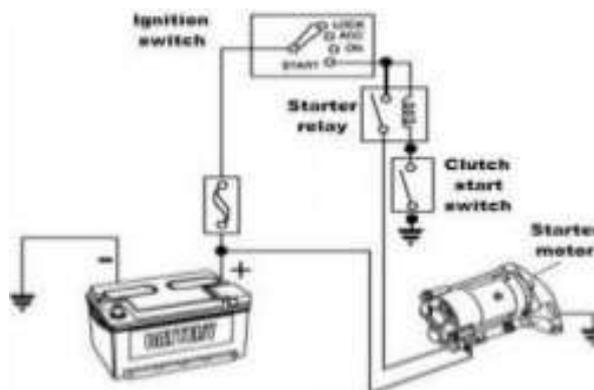
Ada beberapa macam sirkuit starter yang ada pada mobil

1. Sirkuit sistem starter tanpa relay
2. Sirkuit sistem starter dengan relay



Gambar 3. Sirkuit Starter
(Sumber : Buku Listrik Otomotif)

3. Sirkuit menggunakan starter clutch



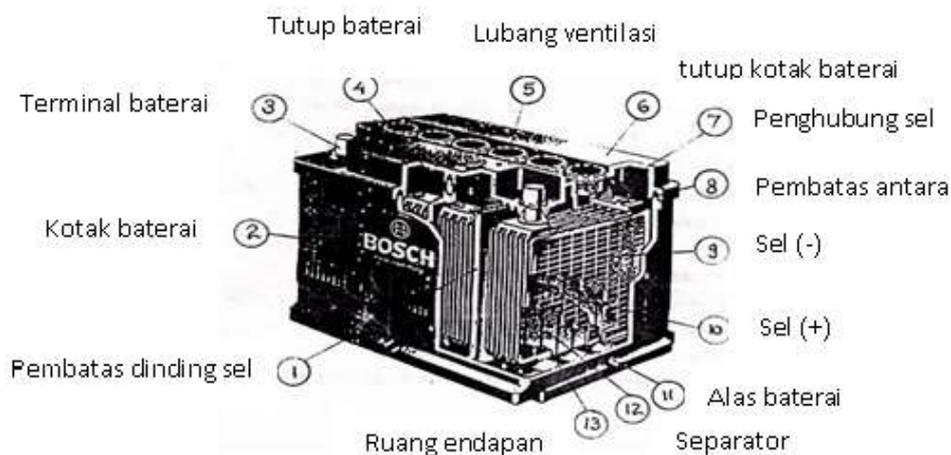
Gambar 4. Sirkuit menggunakan starter clutch
(Sumber : download internet www.sistemstartermobil)

Sirkuit gambar diatas adalah sistem starter mobil dengan cara menginjak pedal kopling. Hal ini di maksudkan untuk mengingatkan kita sebagai pengendara agar tidak lupa pastikan bahwa sebelum starter mesin gigi persneling harus netral. Agar mobil tidak langsung lari kalau starter kondisi gigi persneling atau transmisi sedang masuk.

D. Komponen Sistem Starter

1. Baterai

Baterai mempunyai fungsi yang utama dalam sistem kelistrikan, yaitu sebagai sumber tenaga listrik (untuk menghidupkan mesin) dan sebagai penyimpan arus listrik, ketika alternator mengeluarkan arus listrik. Baterai adalah komponen penting, serta memerlukan perawatan teratur, tempat baterai harus bersih, cegah timbulnya karat/*korosi* pada terminal-terminal baterai dan air baterai harus berada pada permukaan yang telah ditentukan (antara garis *upper* dan *lower*).



Gambar 5. Baterai

Penjelasan nama komponen utama dan fungsi dari gambar baterai diatas:

a. Pembatas dinding sel

Pembatas dinding sel dari sel-sel baterai, baik sel baterai positif maupun sel baterai negatif dengan tujuan agar tidak terjadi hubungan singkat di antara sel-sel baterai tersebut dan juga untuk menjembatani antara sel 1 hingga sel 6 yang mempunyai nilai tegangan masing-masing sel yaitu 2 Volt.

b. Kotak baterai

Kotak baterai umumnya terbuat dari bahan karet atau plastik yang dikeraskan, kotak ini di desain secara baik oleh pabrik pembuatnya dengan tujuan untuk melindungi dan menghindari benturan atau gangguan yang datang dari luar baterai semisal bentuk kejatuhan dari ketinggian secara tak sengaja, ataupun tertimpa sebuah alat semacam dongkrak. Namun demikian sebaik apapun kotak baterai ini dibuat terkadang mempunyai umur pemakaian yang tidak maksimal semisal ketika jatuh dari ketinggian tertentu terkadang kotak baterai langsung pecah dan cairan elektrolitnya pun langsung berhamburan.

c. Terminal baterai

Terminal baterai berfungsi sebagai tempat mengikat kabel-kabel terminal baterai yang akan menuju kepada terminal-terminal lain semisal terminal pada kunci kontak, desain terminal baterai secara kasat mata tidak mempunyai perbedaan yang berarti namun bila kita

perhatikan secara seksama sebenarnya kedua terminal tersebut mempunyai diameter yang berbeda antara terminal (+) dengan terminal (-). Umumnya perbedaan tersebut terletak pada terminal (+) yang mempunyai diameter terminalnya lebih besar dari diameter terminal (-). Hal ini di desain dengan sengaja dengan tujuan untuk menghindari kesalahan pemasangan oleh teknisi mesin ketika melihat tanda-tanda (+) dan (-) yang tercetak dengan bentuk replika timbul pada baterai telah mengalami kerusakan atau keausan.

d. Tutup baterai

Tutup baterai terbuat dari bahan plastik yang tahan panas dan zat kimia, pada bagian bawahnya terdapat ulir yang akan terkait pada tutup kotak baterai dan berbentuk segi empat memanjang sedangkan di bagian atas dari tutup baterai tersebut terdapat lubang-lubang ventilasi.

e. Lubang ventilasi

Lubang ventilasi yang terdapat pada bagian atas dari kepala tutup baterai mempunyai fungsi untuk membuang gas hasil destilasi cairan elektrolit ketika baterai di berikan beban pemakaian tegangan listrik yang mengalir dalam rangkaian-rangkaian seperti: sistem starter, sistem pengapian maupun sistem penerangan. Mengingat gas yang keluar melalui tutup baterai sangat berbau, jangan sampai terhirup karena akan mengganggu kesehatan tubuh.

f. Tutup kotak baterai

Tutup kotak baterai berada di bagian atas yang menjadi penutup dari sebuah kotak baterai yang berfungsi melindungi komponen-komponen baterai bagian dalam dari kejatuhan partikel kotoran dan debu yang beterbangan pada saat praktikum ataupun cairan pelumas yang tertumpah secara tidak sengaja.

g. Penghubung sel

Penghubung sel berfungsi untuk menghubungkan sel-sel dari tiap-tiap sel baterai agar tiap sel baterai saling berisi energi menjadi nilai tegangan yang maksimal. Tiap-tiap sel yang saling dihubungkan mempunyai nilai 2 Volt bila setiap sel dari tiap sel tersebut terdapat 6 berarti nilai tegangan dari baterai tersebut kurang lebih 12 Volt.

h. Pembatas antara

Pembatas antara tutup kotak baterai dengan kotak baterai itu sendiri biasanya direkatkan sangat kuat agar penutup baterai tidak lepas ketika di angkat atau dipindahkan ke dalam ruangan.

i. Sel (-)

Sel baterai terdiri dari gabungan plat positif dan plat negatif yang disekatkan oleh separator antara plat yang satu dengan plat yang lainnya, jumlah dan ukuran plat adalah dua faktor yang menentukan kapasitas amper-jam nominal dari sel.

j. Sel (+)

Bahan aktif plat (+) adalah timah peroksida (simbol kimia PbO_2) yang berbentuk kristal dengan butir-butir sangat kecil dan bewarna kecoklat-coklatan.

k. Alas baterai

Alas baterai mempunyai fungsi sebagai kedudukan dan penumpu berat dari totalitas berat baterai, oleh karena ketika membongkar atau memasang baterai hendaknya hati-hati agar kondisi baterai tidak jatuh yang dapat menyebabkan pecah atau retak pada bagian alas baterai sehingga cairan elektrolit pada baterai dapat merembes keluar (baterai bocor).

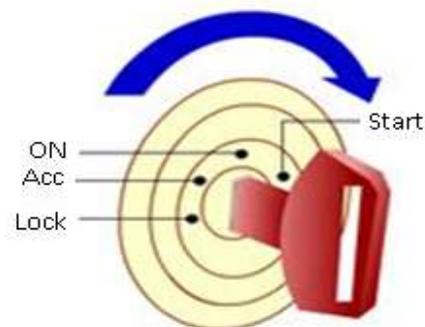
l. Separator

Bahan lembaran tipis yang memisahkan antara plat (-) dan plat (+) yang mempunyai fungsi untuk mencegah terjadinya kehilangan energi yang tersimpan.

m. Ruang endapan

Ruang endapan merupakan ruang yang terdapat dibagian alas baterai yang berfungsi untuk mengendapkan butiran-butiran atau serpihan-serpihan halus yang berasal dari plat-plat baterai ketika baterai sedang di gunakan (diberi beban).

2. Kunci Kontak



Gambar 6. Kunci Kontak

(Sumber : Download internet www.kuncikontakmobil.com)

Kelistrikan otomotif pada mobil menggunakan kunci kontak (*Ignition Swtch*) sebagai saklar utama yang menghubungkan semua sistem kelistrikan dengan sumber tenaga (baterai).

Kunci kontak mempunyai beberapa posisi :

- OFF : Terputus dari sumber tegangan (baterai)
- ACC : Terhubung dengan arus baterai, tetapi hanya untuk *accecoris*.
- ON/IG : Terhubung ke sistem pengapian (*ignition*)
- START : Untuk start

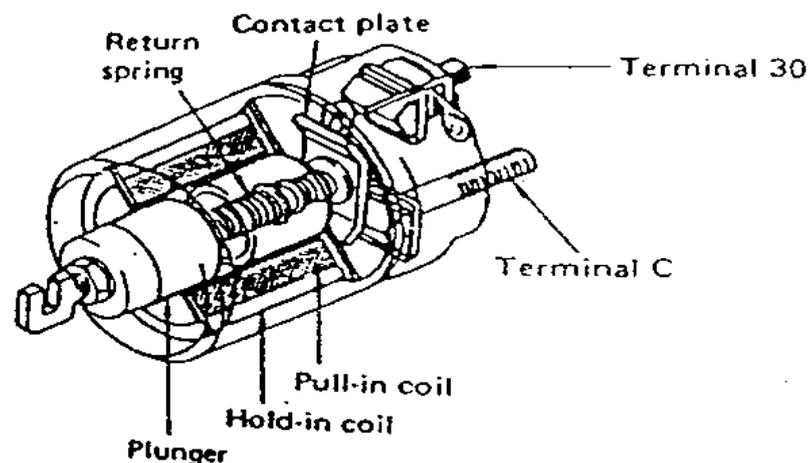
3. Motor Starter

Motor starter berfungsi untuk memutar *flywheel* (poros engkol) pertama kali sehingga mesin dapat hidup setelah itu terjadi siklus yang akan menghasilkan tenaga. Pada umumnya motor starter digolongkan menurut nominal outputnya (dalam KW). Makin besar outputnya semakin besar pula kemampuan startnya.

Pada umumnya kendaraan menggunakan baterai 12 volt maka motor starter juga dirancang untuk tegangan tersebut. Motor starter minimal harus dapat memutar mesin pada kecepatan minimum yang diperlukan untuk memperoleh pembakaran awal. Beberapa kendaraan bermotor diesel menggunakan dua buah baterai 12 V yang dihubungkan seri ($12V+12V=24V$) dengan sebuah motor starter 24 V untuk memperbesar kemampuan start. Kecepatan putar minimum yang diperlukan untuk menghidupkan mesin berbeda tergantung pada konstruksi dan kondisi operasinya tetapi pada umumnya 40 sampai 60 rpm untuk motor bensin dan 80 sampai 100 untuk motor diesel.

Motor starter terdiri dari beberapa bagian komponen yaitu:

- a. *Magnetic switch* (saklar starter)



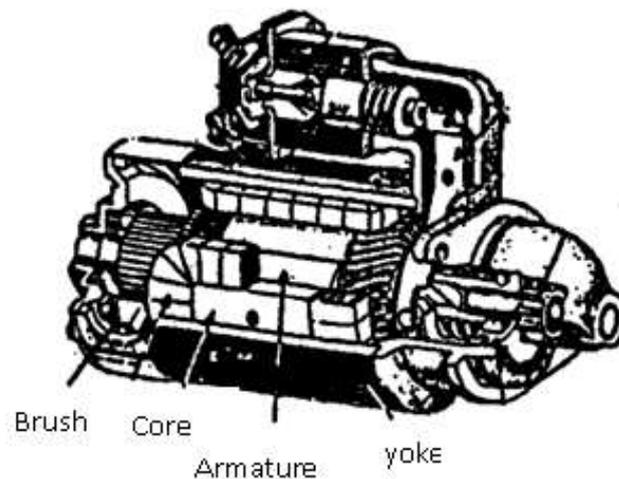
Gambar 7. *Magnetic switch*
(Sumber : *Step 2 Training Manual*)

Saklar starter bekerja sebagai *switch* utama untuk mengatur arus masuk ke kumparan medan (*Field Coil*) dan mengontrol gigi pinion dengan mendorong dan menariknya. *Magnetic switch* terdiri

dari *hold-in coil*, *pull-in coil*, *return spring*, *plunger* dan komponen lain. Dioperasikan oleh gaya magnet yang dibangkitkan di dalam kumparan dan mempunyai dua fungsi sebagai berikut:

- 1) Mendorong *pinion gear* sehingga berkaitan dengan *ring gear*.
- 2) Bekerja sebagai *main switch* atau *relay* yang memungkinkan arus yang besar dari baterai mengalir ke motor starter.

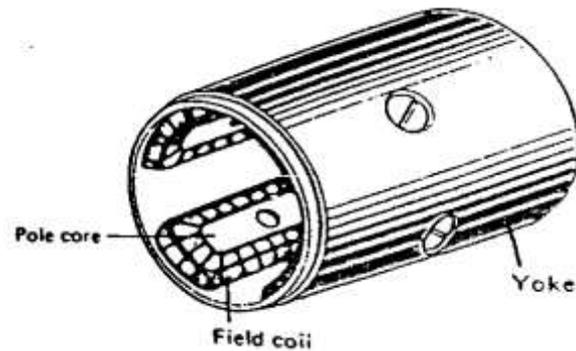
b. *Yoke* dan *pole core*



Gambar 8. *Yoke* dan *Pole core*
(Sumber : *New Step 1 Training Manual*)

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

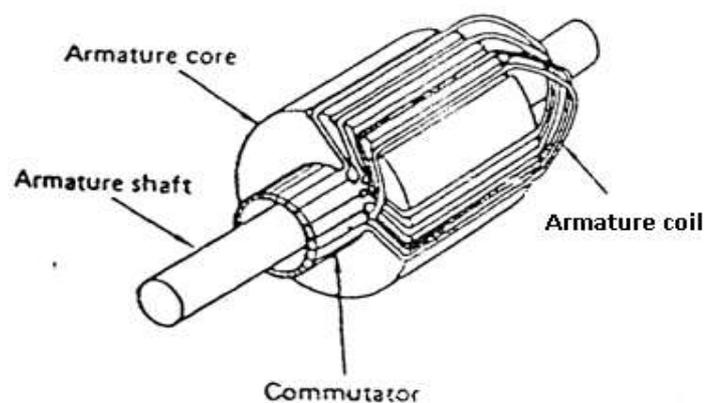
c. *Field coil*



Gambar 9 . *Field Coil*
(Sumber : *Step 2 Training Manual*)

Field coil dibuat dari lempengan tembaga dengan maksud dapat memungkinkan mengalirnya arus listrik yang cukup kuat atau besar. *Field coil* berfungsi untuk dapat membangkitkan medan magnet yang diperlukan untuk memutar *armature*. Pada starter biasanya digunakan empat *field coil* yang berarti mempunyai empat *core*.

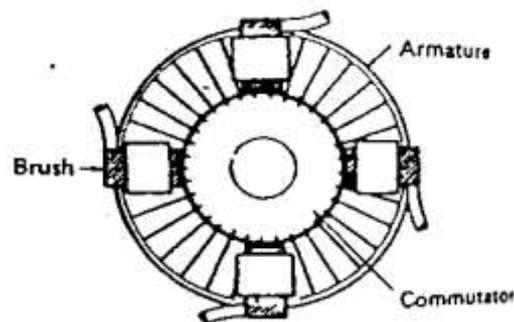
d. *Armature*



Gambar 10. *Armature*
(Sumber : *Step 2 Training Manual*)

Armature bagian motor yang berputar, terdiri dari *armature core*, *armature coil*, *commutator* dan lain. *Armature* berfungsi untuk merubah energi listrik menjadi energi mekanik, dalam bentuk gerak putar, *armature* berputar diakibatkan dari interaksi antara medan magnet yang dibangkitkan oleh *field coil* dengan *armature coil*. *Armature* terdiri dari sebatang besi yang berbentuk sindris dan diberi slot-slot, poros komutator serta kumparan *armature*.

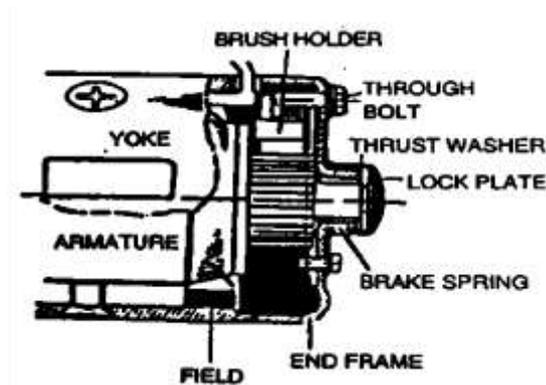
e. *Brush* (sikat)



Gambar 11. *Brush*
(Sumber :Step 2 Training Manual)

Sikat atau *brush* dibuat dari tembaga lunak dan berfungsi untuk meneruskan arus listrik dari *field coil* ke *armature coil* langsung ke massa melalui komutator, sikat atau *brush* yang ditekan pada segmen segmen komutator *armature* oleh pegas sikat (*brush spring*). Umumnya starter memiliki empat buah *brush*, yang dikelompokkan menjadi dua.

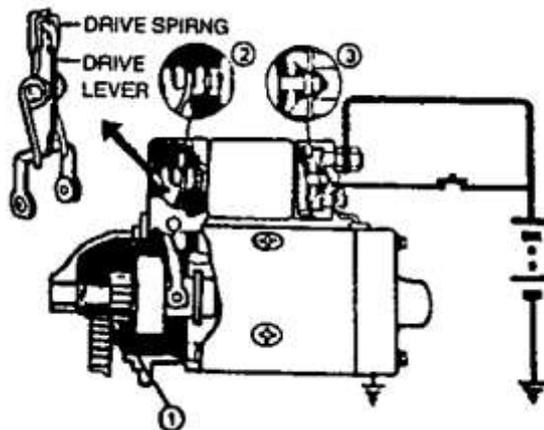
- 1) Dua buah disebut dengan *brush* positif.
- 2) Dua buah disebut dengan *brush* negatif.

f. *Armature brake*

Gambar 12. *Armature brake*
(Sumber : *New Step 1 Training Manual*)

Armature brake berfungsi sebagai pengereman putaran *armature* setelah lepas dari perkaitan dengan roda penerus. Setelah *starter switch* diputar keposisi off *armature coil* masih berputar untuk sementara waktu dan bila mesin tidak dapat hidup pada saat start pertama biasanya start akan diulangi lagi, tapi bila hal tersebut dilakukan pada saat *pinion* masih berputar, dapat mengakibatkan rusaknya gigi-gigi *pinion* dan roda penerus. Dengan alasan ini, diperlukan rem untuk mempercepat berhentinya putaran *armature*.

g. *Drive lever* dan *Drive spring*



Gambar 13. *Drive lever* dan *drive Spring*
(Sumber : *New Step1 Training Manual*)

Drive lever berfungsi untuk mendorong *pinion gear* ke arah posisi berkaitan dengan roda penerus dan melepas perkaitan *pinion gear* dari perkaitan roda penerus (*flywheel*). *Drive lever* dibuat jadi satu dengan *drive spring*.

h. *Starter clutch*

Starter clutch berfungsi untuk memindahkan momen puntir dari *armature shaft* kepada roda penerus sehingga dapat berputar. *Starter clutch* juga berfungsi sebagai pengaman *armature coil* bilamana roda penerus cenderung memutar *pinion gear*.

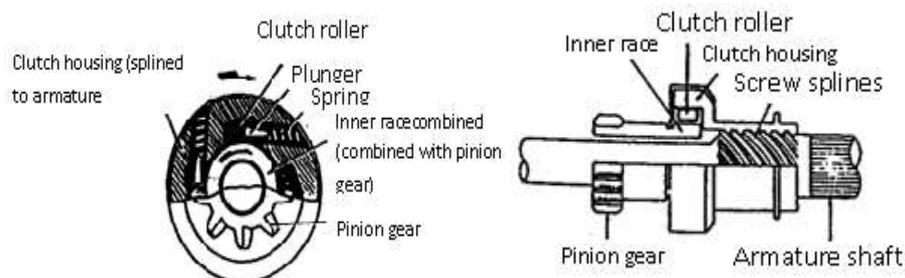
1) *Starter clutch* selama memutar

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

inner race. Sebagai akibatnya akan memindahkan momen dari *clutch housing* ke *inner race* dan selanjutnya ke *pinion gear*.

2) *Starter clutch* setelah mesin hidup

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



Gambar 14. *Starter Clutch*
(Sumber :New Step 1 Training Manual)

4. Sekering (*fuse*)

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

5. *Starter Relay*

Komponen ini secara prinsip berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan arus yang mengalir dari baterai ke sistem starter. *Relay* yang terdiri dari kumparan magnet dan plat kontak yang bekerja saat arus mengalir atau kunci kontak pada posisi ON, pada *relay* terdapat empat

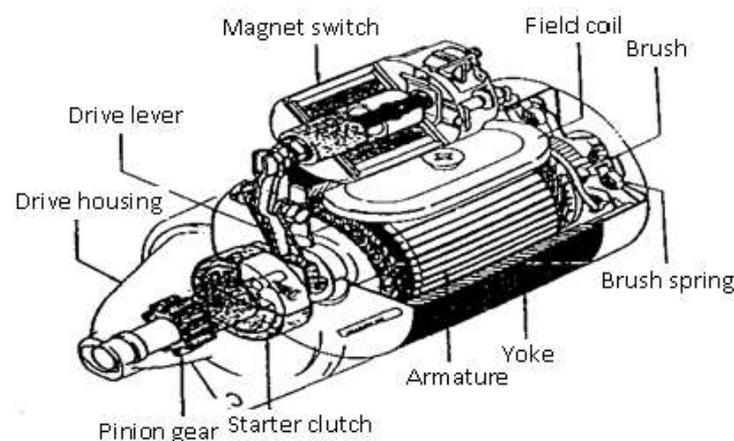
terminal soket yaitu : 30, 87, 85, dan 86 saat arus mulai masuk dan mengalir dari baterai setelah *switch* diposisikan pada posisi ST (start), maka arus sebagian masuk ke terminal 85, dan terhubung ke kumpulan langsung ke massa pada terminal 86, hal ini mengakibatkan terbentuknya tegangan *magnetic* yang menarik plat kontak. Arus masuk dari terminal 30 dan terhubung langsung ke terminal 87 dan arus akan diteruskan dari terminal 87 ke sistem starter.

6. Kabel

Kabel 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.

E. Jenis-Jenis dan Cara Kerja Starter

1. Tipe Konvensional



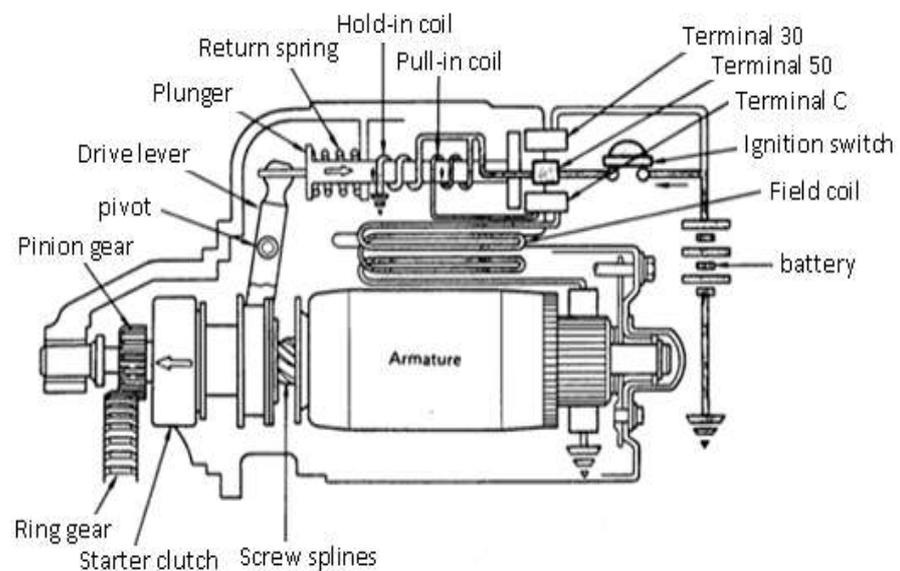
Gambar 15. Starter Konvensional
(Sumber : Step 2 Training Manual)

a. Kontruksi

Motor starter tipe ini terdiri dari sebuah *magnetic switch*, motor *electric*, *drive lever*, *pinion gear*, stater *clutch field coil* dan lain-lain seperti pada gambar diatas. *Pinion gear* ditempatkan satu poros dengan *armature* dan berputar dengan kecepatan yang sama. *Drive lever* dihubungkan dengan *plunger magnetic switch* mendorong *pinion gear* dan menyebabkannya berkaitan dengan *ring gear*.

b. Cara kerja

1) Kunci Kontak Posisi start

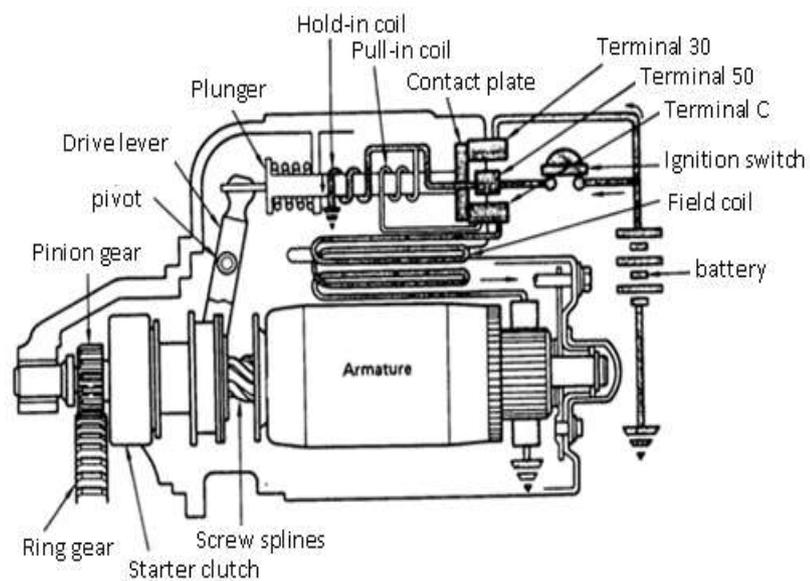


Gambar 16. Starter Pada Saat Kunci Kontak Start
(Sumber : Step 2 Training Manual)

Bila kunci kontak diputar pada posisi start, terminal 50 akan mengalirkan arus listrik dari baterai melalui *ignition switch* yang terhubung dan terus mengalir ke *hold-in coil* dan *pull-in coil*. Saat itu arus belum sepenuhnya mengalir dari baterai karena

arus terminal 30 masih tertahan belum bersentuhan dengan *contact plate* oleh ujung *plunger*. Dari *pull-in coil* kemudian arus mengalir ke *field coil* dan *armature coil* melalui terminal C. Pada saat ini penurunan tegangan pada *pull-in coil* mempertahankan arus yang mengalir pada bagian motor (*field coil* dan *armature*) kecil sehingga motor berputar dengan putaran lambat, pada saat bersamaan medan magnet yang dibangkitkan oleh *hold-in coil* dan *pull-in coil* menarik *plunger* ke kanan melawan pegas pengembali, gerakan ini menyebabkan *drive lever* terungkit dan membuat *pinion gear* terdorong ke kiri dan berkaitan dengan *ring gear*. Kecepatan motor yang lambat akan membuat perkaitan gigi menjadi lembut. Alur spiral membantu perkaitan pinion dan *ring gear* menjadi lebih lembut.

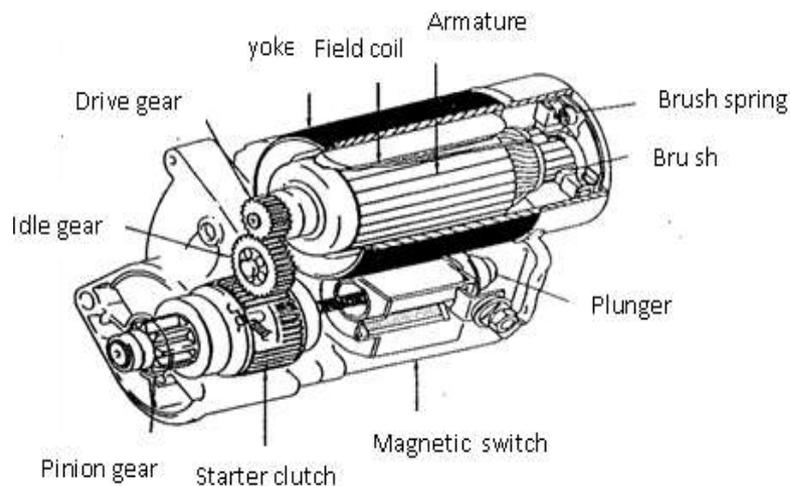
2) *Pinion gear* dengan *ring gear* berkaitan penuh



Gambar 17. Starter Pada Saat Pinion dan Ring Gear Berkaitan
(Sumber : Step 2 Training Manual)

Bila kunci kontak dikembalikan pada posisi ON dari posisi start, maka tegangan yang diberikan terminal 50 dari baterai akan terputus. *Main switch* tetap tertutup dalam keadaan belum membuka (belum bebas dari kontak plate) karena *ignition switch* tidak terhubung maka sebagian arus mengalir dari terminal C ke *hold-in coil* melalui *pull-in coil*, dengan mengalirnya arus melalui *hold-in coil* dengan arah yang sama seperti pada saat kunci kontak diposisikan pada start, ini akan membangkitkan medan magnet yang menarik *plunger*. Pada *pull-in coil* arus mengalir dengan arah yang berlawanan dan membangkitkan medan magnet yang akan mengembalikan *plunger* ke posisinya semula, medan magnet yang terjadi pada kedua tersebut akan saling menghilangkan sehingga *plunger* akan tertarik mundur kembali oleh pegas pembalik. Dengan demikian arus besar ke motor akan terputus bersamaan dengan itu pula *plunger* akan membuat *drive lever* bergerak menarik *starter clutch* dan memutuskan hubungan *pinion gear* dengan *ring gear* dari perkaitan.

2. Tipe Reduksi



Gambar 19. Starter Tipe Reduksi
(Sumber : Step 2 Training Manual)

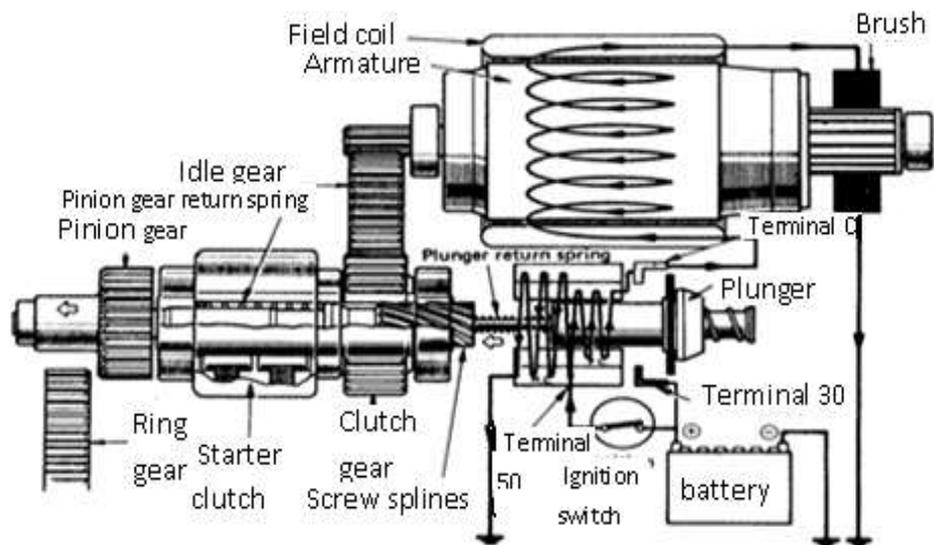
a. Kontruksi

Tipe ini terdiri dari sebuah *magnetic switch*, sebuah motor berkecepatan tinggi yang sangat kompak, beberapa roda gigi reduksi, sebuah *pinion gear*, *starter clutch*, dan lain-lain. *Magnetic switch* pada tipe reduksi agak berbeda bentuknya dengan *magnetic switch* tipe konvensional namun demikian ada juga *magnetic switch* tipe reduksi yang hampir sama dengan tipe konvensional. Roda gigi extra memperlambat putaran motor sampai sepertiga atau seperempat putaran dan memindahkan putaran tersebut ke *pinion gear*, tertariknya *plunger* terutama diakibatkan oleh medan magnet yang ditimbulkan oleh *pull-in coil*. *Plunger* dapat tertarik pada saat *pull-in coil* dialiri arus karena posisi *plunger* tidak simetris atau tidak ditengah kumparan sehingga saat terjadi medan magnet pada *pull-in coil* *plunger* tertarik dan bergerak ke kiri sehingga *contact plate*

menempel menghubungkan terminal utama 30 dan terminal penghubung C. *Plunger* dari *magnetic switch* langsung menekan *pinion gear* yang letaknya satu sumbu menyebabkan *pinion gear* berhubungan dengan *ring gear*. Motor starter ini menghasilkan momen yang lebih besar dengan ukuran dan berat yang sama bila dibandingkan dengan tipe konvensional. Pada mesin Toyota Dyna 130 HT juga memakai starter tipe reduksi.

b. Cara kerja

1) Kunci kontak pada posisi start

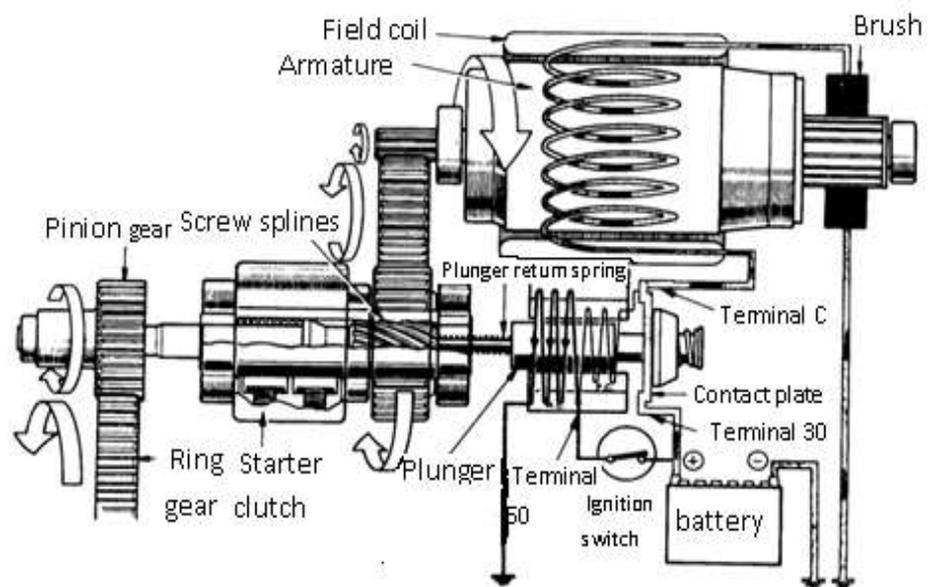


Gambar 20. Starter Pada Saat Kunci Kontak Start
(Sumber : Step 2 Training Manual)

Bila kunci kontak diputar pada posisi Start, terminal 50 dilalui arus listrik dari baterai ke *hold-in coil* dan *pull-in coil*. Dari *pull-in coil*, arus mengalir ke *fiel coil* dan *armature coil* melalui terminal C. Pada titik ini motor berputar pada kecepatan rendah dengan adanya energi pada *pull-in coil* menyebabkan

tegangannya turun yang mana akan membatasi arus yang mengalir ke komponen motor (*field coil* dan *armature*). Pada saat yang sama, *pull-in coil* membangkitkan medan magnet yang menekan *plunger* ke kiri melawan *return spring*. *Pinion gear* kemudian bergeser ke kiri sampai berhubungan dengan *ring gear*. Kecepatan motor yang rendah pada tahap ini menyebabkan kedua roda gigi berhubungan dengan lembut.

2) Pinion dan *ring gear* berhubungan penuh

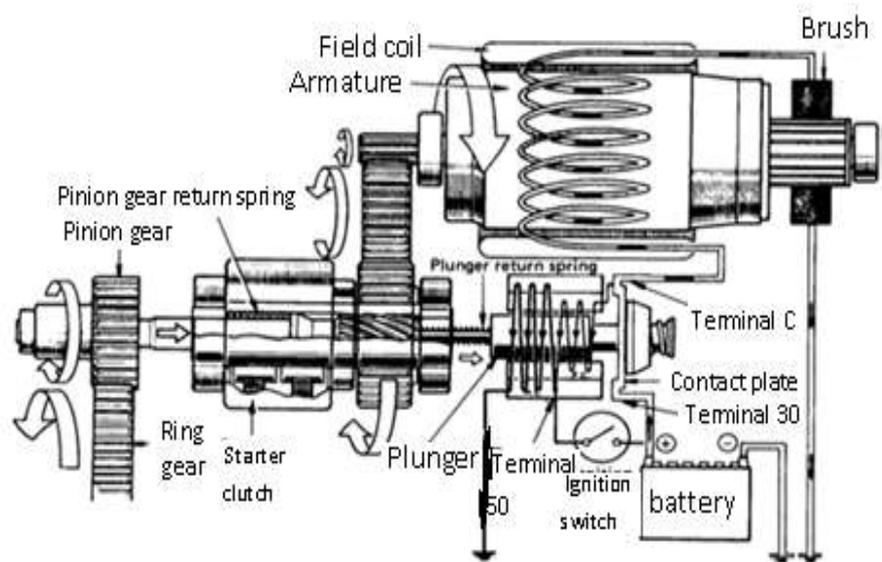


Gambar 21. Starter Pada Saat Pinion dan *Ring Gear* Berhubungan
(Sumber : Step 2 Training Manual)

Bila *magnetic switch* dan alur spiral mendorong *pinion gear* pada posisi dimana berkaitan penuh dengan *ring gear*, *contact plate* menyentuh *plunger* membuat *main switch* ON oleh hubungan singkat antara terminal 30 dan C akibatnya arus yang melalui motor starter lebih besar yang menyebabkan motor berputar dengan momen yang lebih besar pula, alur spiral

membantu *pinion gear* berkaitan lebih kuat dengan *ring gear*, pada saat yang sama, tegangan pada kedua ujung *pull-in coil* menjadi sama sehingga tidak ada arus yang mengalir melalui kumparan ini. *Plunger* kemudian ditahan pada posisinya hanya dengan gaya magnet yang dihasilkan oleh *hold-in coil*.

3) Kunci kontak pada posisi ON

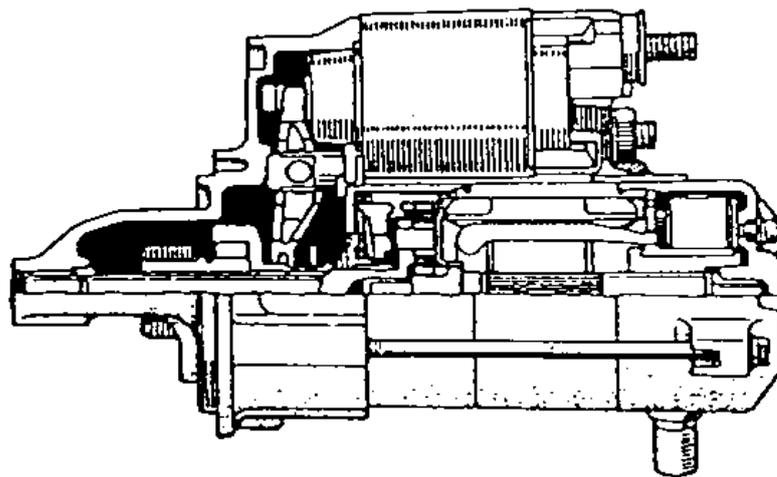


Gambar 22. Starter Pada Saat Kunci Kontak ON
Sumber : Step 2 Training Manual.

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

membangkitkan medan magnet yang akan mengembalikan *plunger* pada posisinya semula. Medan magnet yang dihasilkan oleh kedua kumparan ini akan saling meniadakan sehingga *plunger* akan tertarik mundur oleh *return spring*. Dengan demikian arus yang besar diberikan ke motor akan terputus dan bersamaan itu pula *plunger* akan membebaskan hubungan pinion dengan *ring gear*. *Armature* yang digunakan pada motor starter tipe reduksi mempunyai gaya inerti lebih kecil bila dibandingkan dengan tipe konvensional sehingga akan segera berhenti bila terjadi gesekan. Motor starter ini tidak memerlukan mekanisme *brake* seperti yang digunakan pada tipe konvensional.

3. Tipe *Planetary*



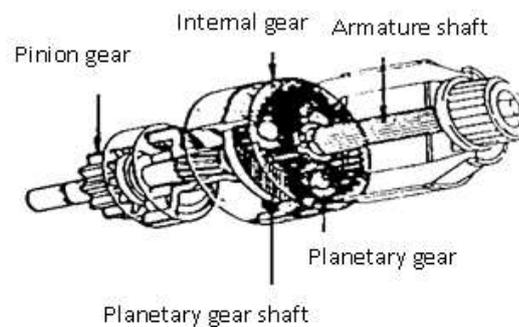
Gambar 23. Starter Tipe *Planetary*
(Sumber : Step 2 Training Manual)

a. Kontruksi

Motor starter tipe *planetary* menggunakan *planetary gear* untuk mengurangi kecepatan putaran *armature*, seperti pada tipe reduksi, dan *pinion gear* berkaitan dengan *ring gear* melalui *drive lever* seperti pada tipe konvensional.

b. Cara Kerja

1) Mekanisme pengurangan kecepatan



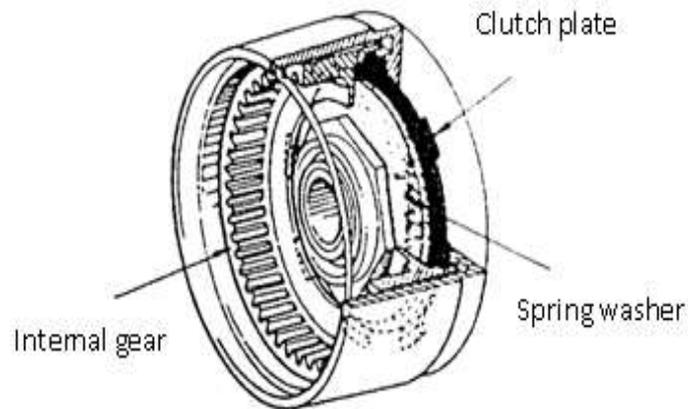
Gambar 24. Mekanisme Pengurangan Kecepatan
(Sumber : Step 2 Training Manual)

Pengurangan kecepatan poros *armature* dilakukan oleh tiga buah *planetary gear* dan satu *internal gear*. Apabila poros *armature* berputar, maka *planetary gear* akan berputar dengan arah sebaliknya yang selanjutnya menyebabkan *internal gear* berputar. Akan tetapi karena *internal gear* terikat, *planetary gear* itu sendiri akhirnya berputar didalam *internal gear*.

Karena *planetary gear* terpasang pada poros pada poros *planetary gear* akan menyebabkan poros *planetary gear* berputar juga, perbandingan gigi antara gigi poros *armature* dengan *planetary gear* dan *internal gear* adalah 11:15:43 yang

menghasilkan perbandingan reduksi sekitar lima, mengurangi kecepatan putar pinion gear 1/5 dari putaran yang sebenarnya.

2) *Damping device*



Gambar 25. *Damping device*
(Sumber : *Step 2 Training Manual*)

Internal gear biasanya dipasang mati tetapi bila momen yang diberikan ke starter terlalu besar, maka *internal gear* pada akhirnya akan berputar untuk membuang momen yang berlebihan dan mencegah kerusakan pada *armature* dan bagian-bagian lain.

Internal gear diikatkan dengan *clutch plate* dan *clutch plate* didorong oleh *spring washer*. Bila momen yang berlebihan membawa *internal gear* ikut berputar. Dengan cara itulah momen yang berlebihan dapat diredam.

BAB IV

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Sistem starter adalah sistem yang berfungsi sebagai penggerak mula dari sebuah mesin. Dalam mengoperasikan suatu mesin, maka diperlukan sebuah sistem penggerak awal yang memiliki kemampuan yang cukup untuk menggerakkan seluruh sistem pada mesin agar dapat bekerja dengan baik dan sistematis sesuai dengan fungsinya masing-masing.
2. Mendeskripsikan cara melakukan pemeriksaan pada sistem Starter di *engine stand toyota dyna 130 HT*. Dalam melakukan pemeriksaan yang dilakukan bertujuan untuk memberikan langkah awal untuk menjaga selalu performa dari sistem starter dengan memberikan gambaran dalam melakukan pemeriksaan sistem starter. Pemeriksaan dan perawatan komponen ini dilakukan untuk melihat kondisi dari masing-masing komponen sistem starter yang rusak yang sudah tidak sesuai dengan spesifikasi.
3. Dalam tahap pemeriksaan harus dipastikan sudah dilakukan dengan prosedur yang baik. Agar dapat diketahui diagnosa kerusakan yang kemungkinan terjadi. Pada rangkaian sistem starter tersebut.
4. Melakukan perbaikan bertujuan untuk mengembalikan keadaan starter seperti semula agar hasil dan tenaga yang dihasilkan dapat seoptimal mungkin dan tidak terjadi kendala yang dapat menyebabkan sistem kerja starter berkurang.

B. Saran

Adapun saran yang dapat penulis berikan adalah sebagai berikut:

1. Setiap melakukan perawatan pemeriksaan dan perbaikan sistem starter sebaiknya berpedoman kepada buku panduan/buku manual dan reparasi mesin tersebut yang sesuai dengan yang dikeluarkan perusahaan. Karena itu akan memudahkan kita dalam melakukan pemeriksaan dan perbaikan untuk itu agar lebih bermanfaat tugas akhir pemeriksaan dan perbaikan sistem starter pada toyota dyna 130 HT ini dapat dipergunakan dan dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya bagi mahasiswa Teknik Otomotif.
2. Perlu adanya pengetahuan yang lebih mendalam secara teoritis dalam mempelajari sistem starter sehingga dalam penerapan secara praktisnya mahasiswa tidak mengalami banyak kesulitan.

DAFTAR PUSTAKA

Drs. H. Syukur Raudi. (1999). *Listrik Otomotif*. Padang: DIP Proyek Universitas Negeri Padang.

Kemendiknas. (2014). *Buku Panduan Penulisan Tugas Akhir/Skirpsi*. Padang: Universitas Negeri Padang.

PT. Toyota Astra Motor.(1995). *New Step 1 Training Manual*. Jakarta: Toyota Astra Motor.

PT. Toyota Astra Motor.(2002). *Pedoman Reparasi Mesin Dyna 130 HT*. Jakarta: Toyota Astra Motor.

PT. Toyota Astra Motor. (1995). *Engine group Step 2*. Jakarta: Toyota Astra Motor.

<https://smkkarnas.wordpress.com/2011/12/28/prinsip-kerja-sistem-starter-mobil/>