

TUGAS AKHIR
IDENTIFIKASI SISTEM PENGISIAN PADA MOBIL
TOYOTA KIJANG INNOVA 1TR-FE
Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Program Diploma III
untuk Menyanggah Sebutan Ahli Madya Teknik Mesin



Oleh
Febryan Didi Kusnandar
5211312004

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2015

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Febryan Didi Kusnandar
NIM : 5211312004
Program Studi : Teknik Mesin Diploma III
Judul : Identifikasi Sistem Pengisian Pada
Toyota Kijang Innova ITR-FE.

Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Panitia Ujian

Ketua : Samsudin Anis S.T.,M.T.Ph.D.
NIP. 197601012003121002
Sekretaris : Widi Widayat, ST, MT
NIP. 197408152000031001

(Anis)
(Widi)

Dewan Penguji

Pembimbing : Dr. Dwi Widjanarko, SPd, ST, MT
NIP. 196901061994031003
Penguji Utama : Samsudin Anis S.T.,M.T.Ph.D.
NIP. 197601012003121002
Penguji Pendamping : Dr. Dwi Widjanarko, SPd, ST, MT
NIP. 196901061994031003

(Dwi)
(Anis)
(Dwi)

Ditetapkan di Semarang
Tanggal:

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik



Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd.
NIP. 196602151991021001

HALAMAN MOTTO

*Hai orang-orang yang beriman, Jadikanlah sabar dan shalatmu sebagai penolongmu,
sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar*

(Al-Baqarah: 153)

*Lihatlah mereka yang lebih tidak beruntung dari pada dirimu, sehingga kau tidak
mungkin tidak berpuas diri atas keberuntungan yang diberikan Allah kepadamu.*

(Nabi Muhammad SAW)

Tiga tugas utama kita sebagai kekasih Tuhan adalah :

Meminta kepada Tuhan, Memantaskan diri, dan Menerima dengan kesyukuran.

Tiga yang pertama, akan memantaskan kita bagi tiga berikutnya yang lebih besar.

(Mario Teguh)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada:

- *Bapak dan Ibuku tercinta yang telah mendoakan dan melakukan yang terbaik agar saya menjadi orang yang sukses.*
- *Keluarga besarku yang telah mendoakan dan mendukungku.*
- *Teman-teman D3 Teknik Mesin angkatan tahun 2012 yang selalu akan kurindukan.*
- *Dan siapa saja yang mencari ilmu.*

ABSTRAK

Febryan Didi Kusnandar. 2015. “Identifikasi Sistem Pengisian Pada Mobil Toyota Kijang Innova 1TR-FE”. Laporan Tugas Akhir. Teknik Mesin DIII. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang.

Kendaraan merupakan alat transportasi yang paling sering digunakan oleh masyarakat. Dalam sebuah kendaraan terdapat beberapa sistem penunjang sebagai pendukung kerja dari kendaraan tersebut. Sistem penunjang tersebut diantaranya adalah sistem pengisian.

Penulisan laporan tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui komponen dan fungsi komponen, mengetahui spesifikasi, dan dapat memahami cara kerja dari sistem pengisian Toyota Kijang Innova 1TR-FE.

Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode observasi untuk mengumpulkan data pada bahan proyek tugas akhir dan menggunakan metode pustaka untuk melakukan kajian-kajian teoritis dengan mencari data melalui buku-buku literatur yang berhubungan dengan obyek tugas akhir yaitu sistem pengisian mesin 1TR-FE Toyota Kijang Innova.

Analisis data yang ada dapat disimpulkan dari hasil pemeriksaan komponen tersebut masih dalam angka spesifikasi atau harus melakukan penggantian komponen. Pemeriksaan komponen meliputi pemeriksaan tegangan baterai, pemeriksaan tegangan output *alternator*, hambatan pada rotor, diameter slip ring, panjang sikat, tekanan pegas sikat, dan kelenturan *drive belt*. Dari hasil pemeriksaan komponen sistem pengisian secara visual terdapat komponen dengan kondisi tidak baik yaitu pada *casing* baterai tidak rata, terminal baterai, konektor baterai sedangkan pada hasil pemeriksaan tegangan output *alternator*, hambatan pada rotor, diameter slip ring, panjang sikat, tekanan pegas sikat, dan kelenturan *drive belt* masih dalam kondisi baik dan memenuhi standar spesifikasi yang tercantum pada *manual book service* sistem pengisian Toyota Kijang Innova 1TR-FE.

Kata Kunci : Sistem pengisian, Toyota Kijang Innova 1TR-FE, Analisis.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan segala berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“ANALISIS SISTEM PENGISIAN PADA MOBIL TOYOTA KIJANG INNOVA 1TR-FE”** dengan baik.

Dalam membuat Tugas Akhir ini tidak lepas dari dorongan, bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd. sebagai Dekan Fakultas Teknik.
2. Dr. Muhammad Khumaedi, M.Pd. sebagai Kepala Jurusan Teknik Mesin.
3. Widi Widayat, ST, MT sebagai Kepala Program Studi Diploma III Teknik Mesin.
4. Dr. Dwi Widjanarko, SPd, ST, MT sebagai Dosen Pembimbing.
5. Angga Septiyanto, SPd, MT sebagai Pembimbing Lapangan.
6. Seluruh Bapak dosen Teknik Mesin Diploma III yang selama ini telah membimbing dan membekali ilmu.
7. Bapak, Ibu dan adik tersayang yang selama ini telah mencurahkan cinta, perhatian, kasih sayang, dukungan dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini, yang penulis tidak dapat sebutkan satu per satu.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melimpahkan kasih dan karunia-Nya kepada semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Pada laporan Tugas Akhir ini untuk lebih menyempurnakannya, saran dan kritik yang bersifat membangun dari pembaca sangat diperlukan. Harapan penulis semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

Semarang,

2015

Febryan Didi K

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Motto	iii
Halaman Persembahan.....	iv
Abstrak	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Tabel	xiv
Daftar Lampiran	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Permasalahan	2
C. Tujuan	3
D. Manfaat	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	4
A. Kajian Teori	4
B. Prinsip Pembangkitan Tenaga Listrik.....	6
C. Sistem Pengisian Regulator Elektronik (<i>IC Regulator</i>).....	7
D. Komponen Sistem Pengisian Regulator IC	8
1. Baterai	9
2. Kunci Kontak	9
3. <i>Alternator</i>	9
a. Komponen dan Fungsi <i>Alternator</i>	10

1) Rangka Depan (<i>Front End Frame</i>).....	11
2) Rangka Belakang (<i>Rear End Frame</i>).....	11
3) Stator	12
4) Terminal B	13
5) Regulator IC.....	13
6) <i>Brush Spring</i>	15
7) <i>Brush</i> (Sikat).....	15
8) Slip Ring	16
9) Dioda.....	16
10) <i>Rear End Cover</i>	20
11) Rotor dan Kumparan Rotor.....	20
12) <i>Bearing</i>	20
13) Puli	20
4. <i>Drive Belt</i>	21
5. Lampu Indikator	21
E. Dasar Rangkaian dan Pengaturan Tegangan Regulator IC.....	21
F. Cara Kerja Sistem Pengisian dengan Regulator IC	25
1. Saat Kunci Kontak ON Mesin Belum Hidup	26
2. Saat Mesin Berputar	27
BAB III SISTEM PENGISIAN TOYOTA KIJANG INNOVA 1TR-FE	30
A. Alat dan Bahan.....	30
1. Alat	30
2. Bahan.....	30
B. Proses Pelaksanaan (Pekerjaan Lapangan).....	31
C. Komponen Sistem Pengisian Toyota Kijang Innova 1TR-FE.....	32
1. Baterai	32
2. Kunci Kontak	33
3. <i>Alternator</i>	34
a. Nama dan Fungsi Komponen <i>Alternator</i>	34
1) Rangka Depan.....	35

2) Stator	35
3) Cover Belakang	36
4) Dioda	36
5) Regulator IC	37
6) Terminal <i>Alternator</i>	37
7) Terminal B	37
8) <i>Brush</i>	38
9) Slip Ring	38
10) Rotor	39
11) Kipas Pendingin	39
12) <i>Bearing</i>	39
13) Rangka Belakang	39
14) Puli	40
4. <i>Drive Belt</i>	40
5. Lampu Indikator	41
D. Spesifikasi Sistem Pengisian Kijang Innova 1TR-FE	42
E. Cara Kerja Sistem Pengisian Kijang Innova 1TR-FE	43
1. Kunci Kontak ON Mesin Belum Hidup	43
2. Kunci Kontak ON Mesin Hidup	44
BAB IV PENUTUP	46
A. Kesimpulan	46
B. Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	51

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Komponen sistem pengisian	5
Gambar 2.2 Kaidah tangan kanan	6
Gambar 2.3 Rangkaian sistem pengisian dengan <i>alternator</i> tipe regulator IC	7
Gambar 2.4 Kunci kontak	9
Gambar 2.5 Bagian-bagian <i>alternator</i>	11
Gambar 2.6 Kumputan stator model Y dan delta pada <i>alternator</i>	12
Gambar 2.7 Prinsip kerja regulator IC 1	15
Gambar 2.8 Prinsip kerja regulator IC 2	15
Gambar 2.9 Sikat arang.....	16
Gambar 2.10 Dioda	16
Gambar 2.11 Rangkaian enam dioda dalam <i>alternator</i>	17
Gambar 2.12 Penyearahan oleh dioda pada kumputan stator model bintang ..	18
Gambar 2.13 Penyearahan oleh dioda pada kumputan stator model delta	19
Gambar 2.14 Lampu indikator pengisian.....	21
Gambar 2.15 Dasar pengaturan arus rotor koil pada <i>alternator</i>	22
Gambar 2.16 Skema dasar regulator IC	22
Gambar 2.17 Skema sistem pengisian dengan regulator IC	25
Gambar 2.18 Aliran arus saat kunci kontak ON mesin mati	27
Gambar 2.19 Aliran arus saat Tr1 dan Tr3 ON.....	28
Gambar 2.20 Saat mesin berputar	28
Gambar 3.1 Baterai	33

Gambar 3.2 <i>Alternator</i> tipe M.....	34
Gambar 3.3 Kumparan stator	34
Gambar 3.4 Tutup cover belakang	36
Gambar 3.5 Dioda dan IC regulator	36
Gambar 3.6 Sikat	37
Gambar 3.7 Rotor.....	38
Gambar 3.8 Rangka belakang	40
Gambar 3.9 Puli	40
Gambar 3.10 <i>Drive belt</i> Toyota Kijang Innova 1TR-FE	41
Gambar 3.11 Lampu indikator pengisian	41
Gambar 3.12 <i>Part number</i> pada komponen sistem pengisian	42
Gambar 3.13 Wiring diagram kunci kontak ON mesin belum hidup	43
Gambar 3.14 Wiring diagram kunci kontak ON mesin hidup	44

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Kondisi visual baterai	33
Tabel 3.2 Kondisi tegangan baterai.....	33
Tabel 3.3 Spesifikasi sistem pengisian	42
Tabel 3.4 Menunjukkan <i>part number</i> komponen sistem pengisian	42

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Spesifikasi mesin 1TR-FE Toyota Kijang Innova	51
Lampiran 2. Spesifikasi sistem pengisian	51
Lampiran 3. Dokumentasi pekerjaan lapangan.....	51
Lampiran 4. Surat tugas dosen pembimbing Tugas Akhir.....	54

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Alat transportasi merupakan kebutuhan yang penting untuk manusia dalam melaksanakan kegiatan sehari-hari, baik itu transportasi darat, laut, maupun udara. Aktivitas keseharian manusia dalam melakukan kegiatan banyak menggunakan kendaraan darat seperti motor, mobil, dan lain-lain.

Kendaraan bermotor lebih digemari pada transportasi darat karena lebih efisien dari kendaraan tradisional yang tidak menggunakan tenaga mesin. Kendaraan bermotor salah satunya yaitu Kijang Innova 1TR-FE. Mesin Kijang Innova 1TR-FE merupakan motor pembakaran dalam yang termasuk ke dalam motor bensin sehingga pada proses pembakarannya menggunakan percikan api yang timbul karena induksi dari tegangan. Kijang Innova mempunyai sistem penerangan dan kelistrikan yang membutuhkan sumber tenaga untuk melakukan kinerjanya. Sumber tenaga yang digunakan pada sistem kelistrikan tersebut adalah baterai.

Baterai pada mobil berfungsi untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia, yang akan digunakan untuk mensuplai listrik ke sistem *starter*, sistem pengapian, lampu-lampu dan komponen-komponen kelistrikan lainnya. Akan tetapi kapasitas baterai terbatas dan tidak mampu memberikan semua tenaga yang diperlukan secara terus-menerus oleh mobil. Baterai berisi elektrolit dengan batas yang tertera pada kotak baterai karena baterai menyimpan

listrik dalam bentuk energi kimia. Didalam proses pengisian, baterai kehilangan energi kimia sehingga alternator menyuplai kembali ke dalam baterai.

Pada mobil dilengkapi dengan generator sebagai pembangkit tenaga listrik. Adapun generator yang dipasang yaitu dinamo menghasilkan arus DC. Bila tidak menggunakan generator DC, maka mobil selalu dilengkapi dengan pembangkit tenaga listrik AC yang disebut alternator. Baterai hanya dapat diisi oleh arus DC. Untuk merubah arus AC menjadi DC digunakan dioda yang biasanya dipasang pada bagian dalam alternator.

Agar baterai dapat terisi penuh, diperlukan sistem pengisian pada Kijang Innova 1TR-FE. Selain mengisi baterai, sistem pengisian juga memberikan arus yang dibutuhkan oleh bagian-bagian kelistrikan yang cukup selama *engine* bekerja.

B. Permasalahan

Dari uraian di atas didapat permasalahan sebagai berikut :

1. Apa saja komponen dan fungsi komponen dari sistem pengisian Kijang Innova 1TR-FE?
2. Apa spesifikasi yang digunakan pada sistem pengisian Kijang Innova 1TR-FE?
3. Bagaimana cara kerja dari sistem pengisian Kijang Innova 1TR-FE?

C. Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui komponen dan fungsi komponen dari sistem pengisian Kijang Innova 1TR-FE.
2. Mengetahui spesifikasi dari sistem pengisian Kijang Innova 1TR-FE.
3. Memahami dan menjelaskan cara kerja dari sistem pengisian Kijang Innova 1TR-FE.

D. Manfaat

Manfaat dari penulisan Proyek Tugas Akhir sistem pengisian pada Kijang Innova 1TR-FE sebagai berikut :

1. Menambah pengetahuan dan wawasan bagi para pembaca dan penulis, sehingga pembaca dan penulis dapat melakukan identifikasi sistem pengisian Toyota Kijang Innova 1TR-FE dengan baik dan benar.
2. Berguna sebagai bahan wacana dalam perawatan dan perbaikan pada sistem pengisian Toyota Kijang Innova 1TR-FE.
3. Berguna sebagai bahan pembelajaran atau referensi dalam menganalisis cara kerja, khususnya pada sistem pengisian Toyota Kijang Innova 1TR-FE.

BAB II

LANDASAN TEORI

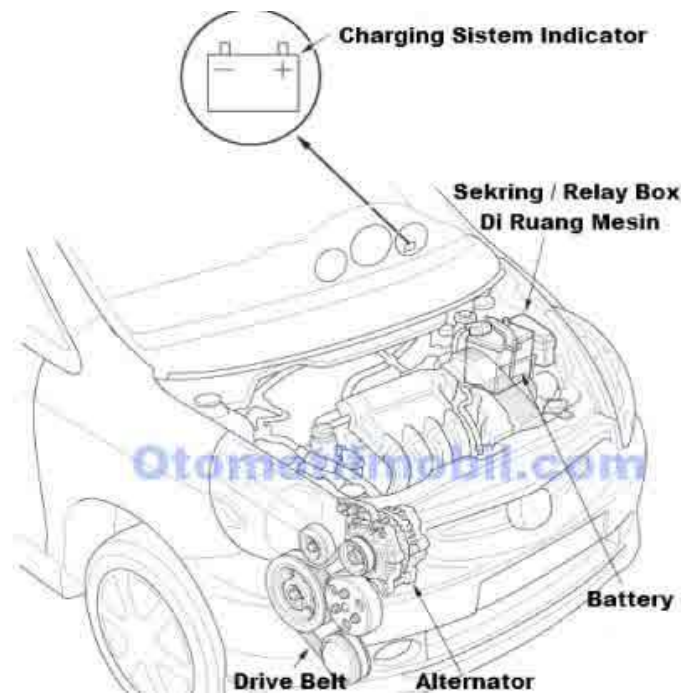
A. Kajian Teori

Sistem pengisian merupakan sistem yang berfungsi untuk menyediakan arus listrik yang nantinya dimanfaatkan oleh komponen kelistrikan pada kendaraan tersebut dan sekaligus mengisi ulang arus pada baterai, karena seperti yang kita ketahui baterai pada mobil berfungsi untuk mensuplai kebutuhan listrik dalam jumlah yang cukup besar pada bagian-bagian kelistrikan. Akan tetapi, kapasitas baterai terbatas dan tidak mampu memberikan semua tenaga yang diperlukan secara terus menerus oleh mobil (Eko, 2013).

Sistem pengisian akan memproduksi tenaga listrik untuk mengisi baterai serta untuk memberikan arus yang dibutuhkan oleh bagian-bagian kelistrikan yang cukup selama mesin bekerja. Sistem pengisian bekerja apabila mesin dalam keadaan berputar, selama mesin hidup sistem pengisian yang akan menyuplai arus listrik bagi semua komponen kelistrikan yang ada, namun jika pemakaian arus tidak terlalu banyak dan ada kelebihan arus, maka arus akan mengisi muatan di baterai. Dengan demikian baterai akan selalu penuh muatan listriknya dan semua kebutuhan listrik pada mobil dapat terpenuhi.

Sistem pengisian akan menghasilkan listrik untuk mengisi kembali baterai dan menyuplai kelistrikan ke komponen yang memerlukannya pada saat mesin dihidupkan. Mobil yang menggunakan arus bolak-balik dari alternator mampu menghasilkan tenaga listrik lebih baik. Adapun mobil dengan arus searah, arus bolak-balik yang dihasilkan oleh alternator disearahkan menjadi arus searah sebelum dikeluarkan.

Sistem Pengisian merupakan sistem yang mempunyai fungsi menyediakan atau menghasilkan arus listrik yang nantinya dimanfaatkan oleh komponen kelistrikan pada kendaraan dan sekaligus mengisi ulang arus pada baterai (Aria, 2009).



Gambar 1. Komponen sistem pengisian

B. Fungsi Pengisian

Sistem pengisian pada kendaraan secara umum berfungsi untuk mengisi kembali muatan baterai yang telah digunakan oleh beban pemakai. Sistem pengisian bekerja pada tiga tahap yaitu :

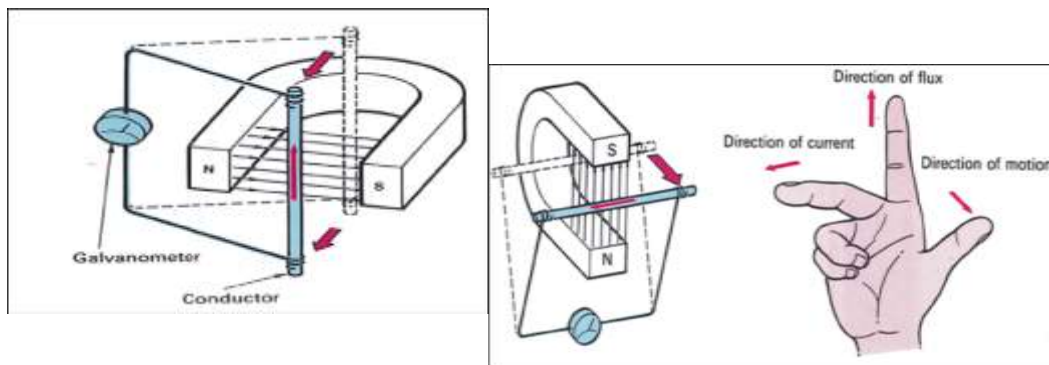
1. Pada saat awal menjalankan mesin, baterai menyuplai arus ke seluruh beban.
2. Selama operasi puncak baterai membantu alternator menyuplai arus.
3. Selama operasi normal alternator menyuplai kebutuhan arus dan pengisian kembali ke muatan baterai.

C. Prinsip Pembangkitan Tenaga Listrik

Garis gaya magnet dipotong oleh pengantar listrik yang bergerak diantara medan magnet akan timbul gaya gerak listrik (tegangan induksi) pada

penghantar dan arus akan mengalir apabila penghantar tersebut merupakan bagian dari sirkuit lengkap.

Generator listrik adalah alat yang memproduksi energi listrik dari sumber mekanik dengan menggunakan induksi elektromagnetik. Generator ini menggunakan prinsip *hukum faraday* yaitu bila sebuah konduktor digerakkan di dalam medan magnet, maka akan timbul arus induksi pada konduktor tersebut.

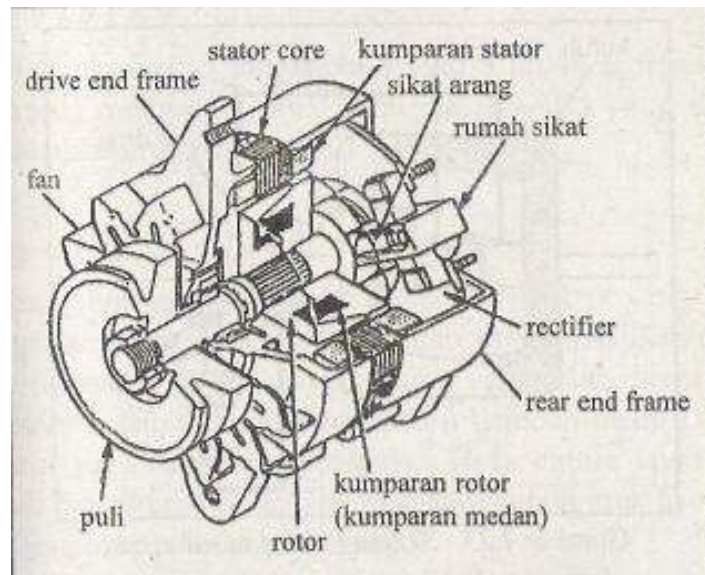


Gambar 2. Kaidah Tangan Kanan

D. Komponen Sistem Pengisian Konvensional

1. Alternator

Fungsi alternator adalah mengubah energi mekanis yang didapatkan dari mesin dalam bentuk tenaga listrik. Energi mekanik dari mesin yang disalurkan oleh sebuah puli, yang memutar roda dan menghasilkan arus listrik bolak-balik pada stator. Arus listrik bolak-balik ini kemudian dirubah menjadi arus searah oleh dioda.



Gambar 3. bagian-bagian alternator

a. Komponen dan Fungsi Alternator

Komponen alternator terbagi menjadi dua bagian, yaitu komponen aktif dan komponen pasif. Komponen aktif adalah bagian dari alternator yang secara langsung berhubungan dengan proses terjadinya arus listrik pada alternator, yaitu kumparan rotor, kumparan stator, sikat, dan diode penyearah. Komponen pasif dalam alternator adalah komponen yang mendukung komponen aktif alternator yang tidak secara langsung dialiri arus listrik. Yang termasuk komponen pasif adalah puli, kipas, bantalan, rangka depan dan belakang, dan komponen-komponen kecil lainnya.

1) Puli

Puli berfungsi untuk tempat tali kipas penggerak rotor.

2) Kipas

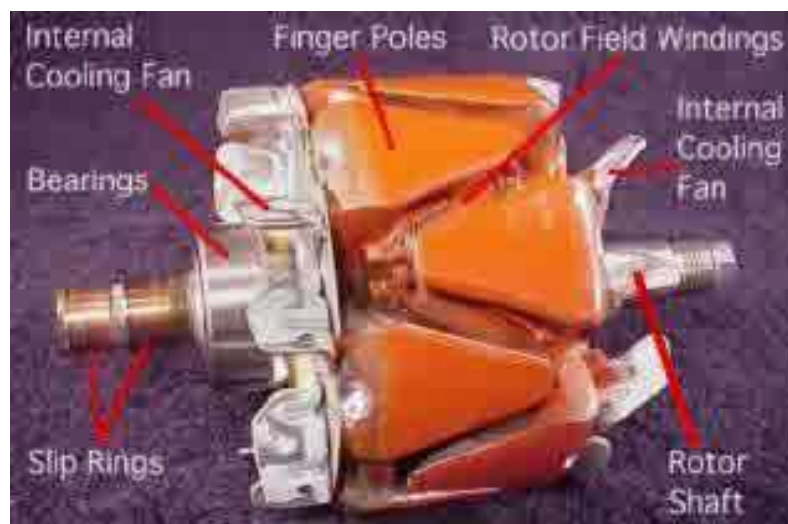
Fungsi kipas untuk mendinginkan diode dan kumparan-kumparan pada alternator.

3) Rumah bagian depan dan belakang

Dibuat dari alumunium tuang. Rumah bagian depan sebagai dudukan bantalan depan, dudukan pemasangan alternator pada mesin, dan dudukan penyetel kekencangan sabuk penggerak. Biasanya untuk rumah bagian belakang juga sebagai tempat dudukan bantalan belakang dan dudukan terminal keluaran, dudukan plat diode dan dudukan rumah sikat.

4) Rotor

Rotor merupakan bagian yang berputar didalam alternator. Pada rotor terdapat kumparan rotor yang berfungsi untuk membangkitkan kemagnetan. Kuku-kuku yang terdapat pada rotor berfungsi sebagai kutub magnet, dua slip ring yang terdapat pada alternator berfungsi sebagai penyalur listrik ke kumparan rotor. Rotor terdiri dari kutub magnet dan slip ring. Rotor digerakkan atau diputar didalam alternator dengan putaran tali kipas mesin.

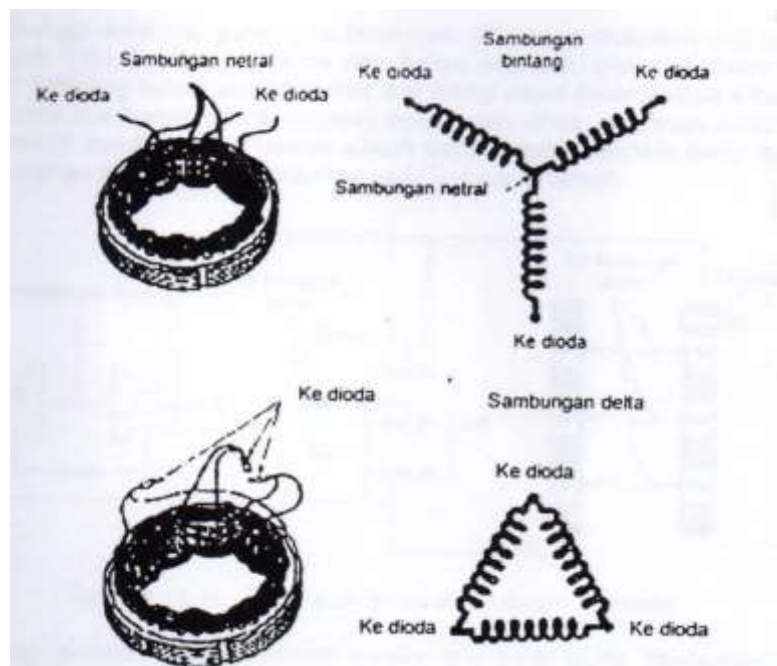


Gambar 4. Rotor

5) Stator

Kumparan stator berfungsi untuk menghasilkan arus bolak-balik (AC). Kumparan stator terpasang secara tetap pada inti stator dan terikat pada rumah alternator sehingga

tidak ikut berputar. Kumputan stator terdiri dari tiga gulungan kawat berisolasi yang dililitkan pada slot di sekeliling rangka besi (inti stator). Setiap gulungan mempunyai jumlah lilitan yang sama. Ketiga gulungan kawat dililitkan saling bertumpuk berurutan untuk mendapatkan sudut fasa yang diperlukan sehingga tegangan yang dihasilkan oleh tiap gulungan stator mempunyai sudut fasa yang berbeda sehingga output alternator tersebut menjadi tiga fasa.

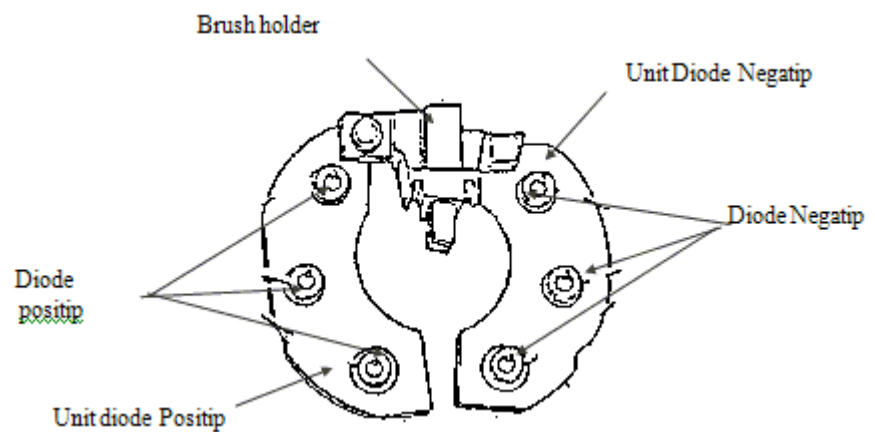


Gambar 5. Kumputan stator model Y dan delta pada alternator

Hubungan antara gulungan pada kumputan stator ada dua macam, yaitu hubungan bintang dan hubungan delta. Sambungan model bintang pada alternator dapat diidentifikasi dengan mudah karena jenis ini mempunyai empat ujung kumputan, yaitu tiga ujung kumputan yang berhubungan dengan dioda dan satu ujung kumputan yang merupakan gabungan tiga ujung kumputan stator yang disebut dengan sambungan netral (N). Kumputan model

bintang digunakan pada alternator yang membutuhkan output tegangan yang tinggi pada kecepatan rendah. Pada saat terjadinya tegangan (missal pada satu fasa), dua kumparan terhubung secara seri dalam suatu rangkaian tertutup (hal ini secara khusus dijelaskan pada bagian penyearahan oleh dioda). Sambungan delta kumparan stator dapat diidentifikasi dengan mudah karena pada kumparan jenis ini hanya mempunyai tiga ujung kumparan stator yaitu ujung kumparan yang ketiganya dihubungkan dengan dioda penyearah. Sambungan delta ini biasanya digunakan untuk alternator yang mampu menghasilkan arus yang besar pada saat putaran lambat.. ketiga kumparan ini dihubungkan secara paralel.

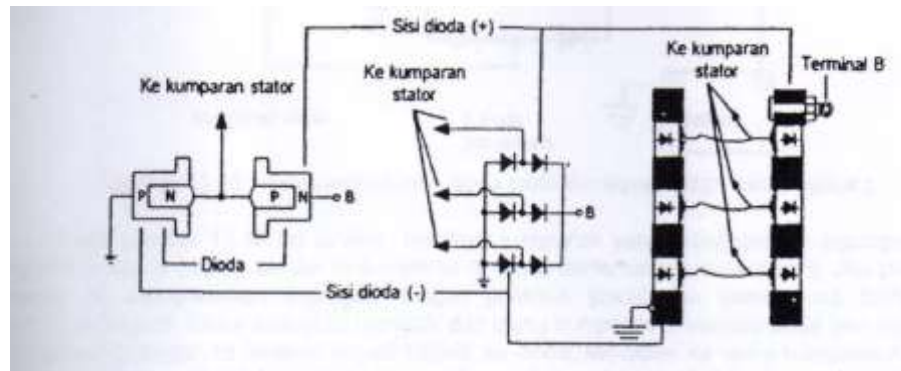
6) Dioda



Gambar 6. Dioda

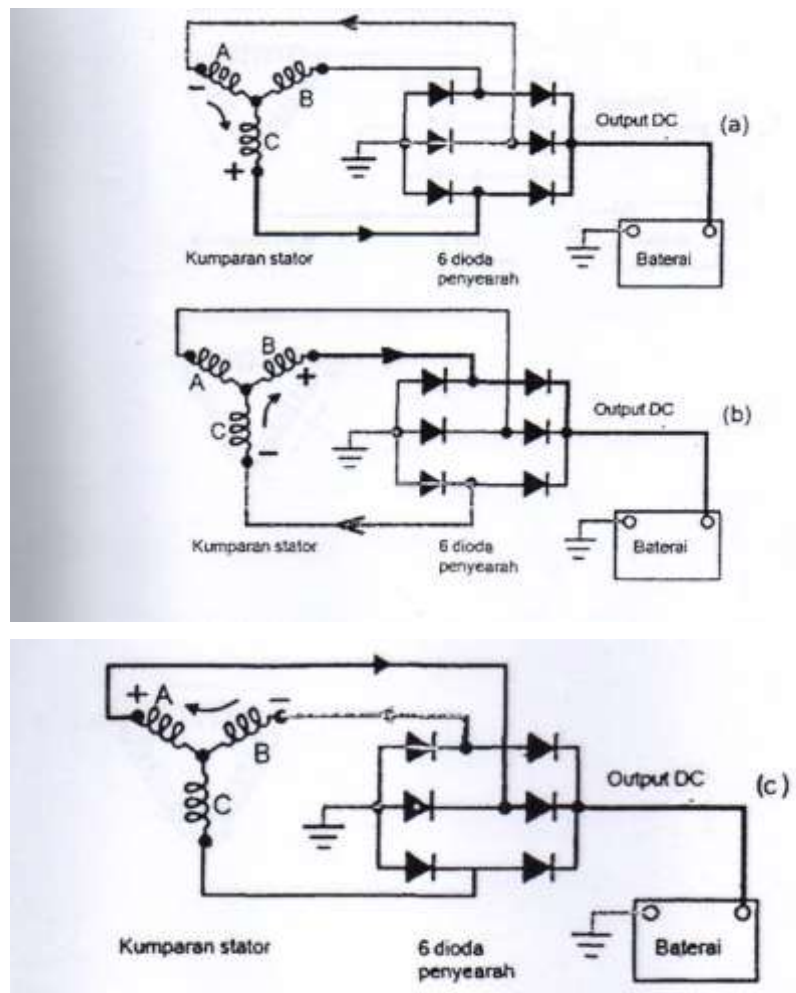
Dioda digunakan sebagai penyearah tegangan. Dioda mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC sehingga baterai menerima listrik yang sesuai. Seluruh dioda digunakan untuk mengubah tegangan stator AC ke tegangan DC. Karakteristik diode yang hanya bisa dialiri oleh arus dalam satu arah saja dapat dimanfaatkan sebagai penyearah arus. Pada alternator tipe konvensional terdapat

enam buah dioda, tiga buah diode masuk dalam kelompok dioda positif dan tiga dioda lainnya adalah dioda negatif. Keenam dioda tersebut disusun dengan sistem jembatan seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah.



Gambar 7. Rangkaian enam dioda dalam alternator

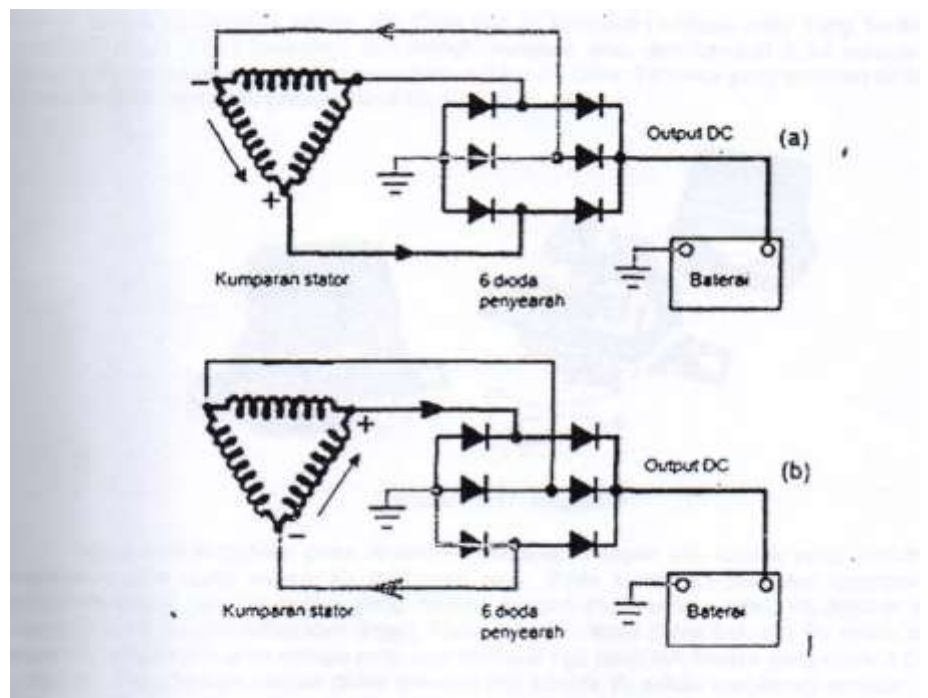
Berdasarkan gambar diatas, tampak bahwa dua buah dioda dihubungkan secara seri sehingga terdapat tiga pasang dioda yang dihubungkan secara seri. Kaki anoda pada sisi dioda negatif digabungkan satu sama lain dan dihubungkan dengan massa, sedangkan kaki katoda pada sisi dioda positif saling dihubungkan dan disambungkan dengan terminal B. ujung-ujung kumparan stator disambungkan dengan bagian tengah di antara pasangan dioda yang dihubungkan seri.

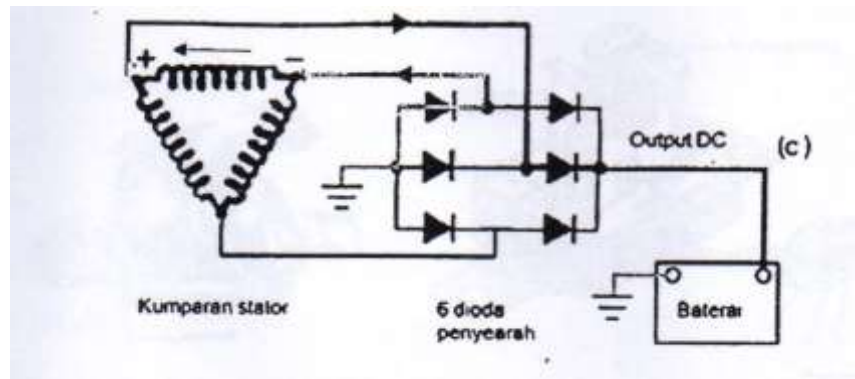


Gambar 8. Penyearahan oleh dioda pada kumparan stator model Y

Pada gambar diatas kumparan yang menghasilkan tegangan adalah kumparan A dan B (dalam kondisi ini kumparan A dan B berhubungan secara seri). Jika pada ujung kumparan C menghasilkan tegangan dengan polaritas positif dan pada ujung kumparan A polaritasnya negatif, maka arus akan mengalir dari ujung kumparan C menuju dioda dan mengalir ke terminal positif baterai, ke terminal negatif baterai, ke dioda, kemudian ke ujung kumparan A. Apabila sekarang tegangan dihasilkan pada kumparan B dan C, ujung kumparan B menghasilkan

tegangan dengan polaritas positif dan ujung terminal C polaritasnya negatif, maka arus akan mengalir dari ujung kumparan B ke dioda, ke positif baterai, ke negatif baterai, ke dioda, kemudian ke ujung kumparan C. Meskipun dalam keadaan ujung kumparan C negatif, namun arus tetap mengalir ke terminal positif baterai. Dengan demikian tegangan bolak-balik yang dihasilkan kumparan stator akan dialirkan dengan arah yang tetap sama (searah) ke dalam baterai. Jadi, bahwa fungsi dioda pada sistem ini sebagai penyearah atau pengubah arus bolak-balik menjadi arus searah. Proses yang sama terjadi pada stator model delta.





Gambar 9. Penyearahan oleh dioda pada kumparan stator model delta

7) Sikat arang

Sikat arang berhubungan dengan cincin gesek yang dipasangkan pada rumah bagian belakang, atau menyatu dengan regulator tegangan didalam alternator yang dipasangkan pada plat dudukan dioda.



Gambar 10. Sikat arang

2. IC Regulator

Baik regulator tipe titik kontak (*point type*) maupun IC regulator mempunyai fungsi dasar yang sama yaitu membatasi tegangan yang dikeluarkan alternator dengan mengatur arus yang mengalir pada rotor coil. Perbedaan pada regulator IC pemutusan arus dilakukan oleh IC, sedang pada regulator tipe titik kontak pemutusan dilakukan oleh relay. Regulator IC sangat ringan dan mempunyai

kemampuan yang tinggi karena tidak mempunyai titik kontak mekanik. Dibandingkan dengan tipe titik kontak (*point type*), ini mempunyai kelebihan sebagai berikut:

Keuntungan

- a. Rentang tegangan outputnya lebih sempit dan variasi tegangan outputnya dalam waktu singkat.
- b. Tahan terhadap getaran dan dapat digunakan dalam waktu lama karena tidak banyak bagian-bagian yang bergerak.
- c. Karena tegangan outputnya rendah suhunya naik, pengisian baterai dapat dilakukan dengan baik.

Kerugian

- a. Mudah terpengaruh oleh tegangan dan suhu yang tidak stabil.

Cara kerja regulator IC

Dalam sirkuit diagram regulator IC, pada saat tegangan output di terminal B rendah, tegangan baterai mengalir ke base Tr1 melalui resistor R1 dan Tr1, ON, pada saat itu arus ke rotor coil mengalir dari B, ke rotor coil, ke F, ke Tr1, ke E.

Pada saat tegangan output pada terminal B tinggi, tegangan yang lebih tinggi itu dialirkan ke dioda zener (ZD) dan bila tegangan ini mencapai tegangan dioda zener, maka dioda zener menjadi penghantar. Akibatnya, Tr2 ON dan Tr1 OFF. Ini akan menghambat arus dan mengatur tegangan output.

3. Baterai

Baterai atau aki berfungsi untuk menyimpan muatan listrik yang dihasilkan oleh alternator untuk dipergunakan saat mesin mobil mati dan saat starter mesin.

4. Charging Indikator

Untuk memonitor tegangan pengisian baterai mobil dari alternator. Pada kondisi normal indikator pengisian baterai mobil yang terdapat di dashboard akan menyala ketika kunci kontak mobil pada posisi ON dan setelah mesin mobil hidup lampu indikator pengisian tersebut akan mati.



Gambar 11. Lampu indikator pengisian

5. Kunci Kontak

Kunci kontak berfungsi untuk menyambung dan memutus arus listrik mobil dari baterai, kecuali beberapa peralatan listrik mobil yang memerlukan listrik *stand by* dari baterai tidak melewati kunci kontak seperti alarm, ECM, *door switch*, *room lamp* dan lain-lain.



Gambar 12. kunci kontak

6. Drive Belt

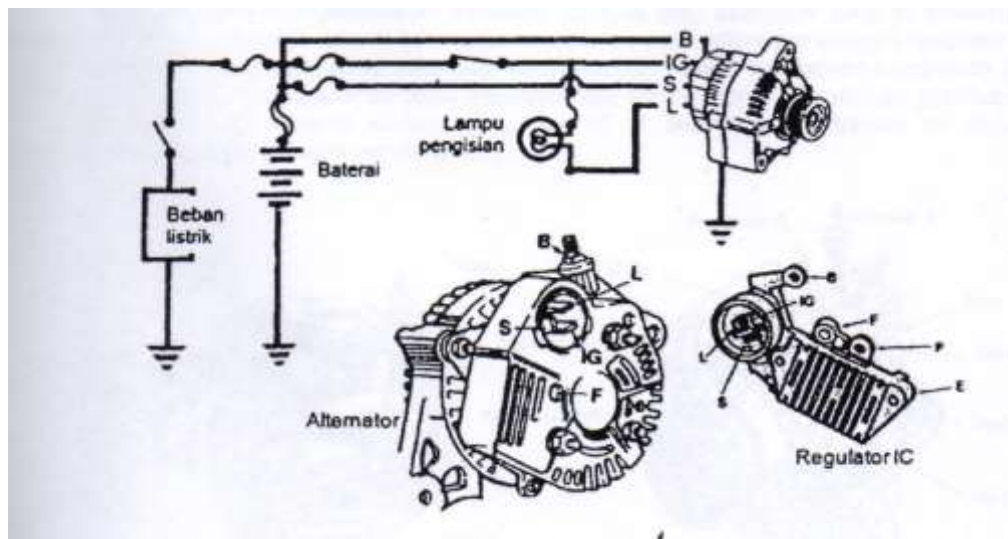
Fungsi drive belt atau tali kipas adalah untuk menghubungkan putaran mesin dengan alternator sehingga alternator bekerja ketika mesin berputar. Jika drive belt putus maka sistem pengisian baterai pada mobil akan berhenti.

E. Sistem Pengisian Regulator Elektronik (*IC Regulator*).

Sistem pengisian dengan regulator elektronik merupakan perkembangan dari sistem pengisian dengan regulator konvensional. Pada regulator tipe konvensional seperti yang telah dijelaskan, proses pengaturan tegangan output alternator dilakukan secara elektromagnetik dengan memindahkan posisi titik kontak pada voltage regulator sesuai dengan kebutuhan. Pemindahan posisi titik kontak ini digunakan untuk mengatur besar kecilnya arus yang masuk ke kumparan rotor. Saat putaran tinggi, arus yang masuk ke kumparan rotor dikurangi sehingga kuat medan magnetnya menurun dan sebaliknya pada putaran rendah arus yang ke kumparan rotor dibesarkan sehingga medan magnet pada kumparan rotor kuat. Efek dari pengaturan arus pada kumparan

rotor sesuai dengan kecepatan putaran rotor adalah tegangan yang dihasilkan oleh alternator stabil (13,8 sampai 14,8 V).

Secara prinsip, kerja regulator elektronik sama dengan kerja regulator konvensional yaitu dengan mengatur arus yang masuk ke kumparan rotor. Jika pada regulator konvensional pengaturan arus dilakukan dengan gerak mekanis titik kontak, maka pada regulator elektronik kerja kontak tersebut digantikan oleh transistor yang bekerja sebagai saklar elektronis yang mengatur arus yang masuk ke kumparan rotor. Pada regulator konvensional, kelebihan tegangan pengisian terdeteksi oleh kumparan *voltage regulator*. Kelebihan tegangan tersebut dimanfaatkan untuk memperkuat medan magnet pada kumparan tersebut dan reaksi akibat hal itu adalah menarik kontak sehingga arus ke *rotor coil* mengalir melalui hambatan. Pada regulator elektronik, kelebihan tegangan itu dideteksi oleh dioda zener.



Gambar 18. Rangkaian sistem pengisian dengan alternator tipe regulator IC

F. Komponen Sistem Pengisian dengan Regulator Elektronik

Alternator yang menggunakan regulator elektronik mempunyai empat terminal pada bagian belakang alternator tersebut. Terminal-terminal tersebut adalah terminal B, IG, S, dan L. Terminal B adalah terminal output alternator yang dihubungkan dengan baterai. Terminal IG adalah terminal yang

dihubungkan dengan kunci kontak yang mengaktifkan alternator atau regulator. Terminal S adalah terminal yang dihubungkan langsung dengan terminal positif baterai yang berfungsi untuk mendeteksi tegangan pengisian yang masuk ke baterai. Terminal L adalah terminal yang dihubungkan dengan lampu pengisian untuk memassakan lampu pengisian.

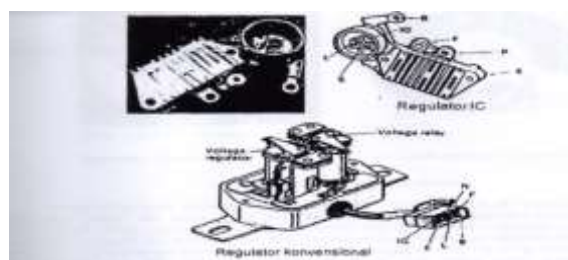
Bagian belakang alternator juga terdapat sebuah lubang yang posisinya bertepatan dengan terminal F pada regulator. Regulator pada sistem pengisian ini terdapat di dalam alternator. Beberapa terminal yang terdapat pada IC regulator adalah terminal E, P, F, S, L, IG, dan B.

1. Alternator

Alternator kompak atau alternator yang di dalamnya sudah terdapat IC regulator. Secara umum, komponen-komponen pada alternator dengan IC regulator sama dengan komponen-komponen pada alternator konvensional. Fungsi komponen yang ada juga sama dengan fungsi komponen pada alternator tipe konvensional. Perbedaan alternator kompak yaitu di dalamnya terdapat IC regulator.

Apabila tutup bagian belakang alternator dilepas, maka akan terlihat IC regulator, sikat dan dudukannya, dioda, dan slip ring. Apabila IC regulator, sikat,udukan sikat, dan dioda dilepas, maka akan terlihat rotor yang dilengkapi kipas dan kumparan stator. Jika dibandingkan dengan bagian-bagian alternator konvensional, semua komponen yang ada pada alternator IC juga ada pada alternator konvensional (kecuali IC-nya). Namun bentuk komponen-komponen tersebut berbeda.

2. Regulator

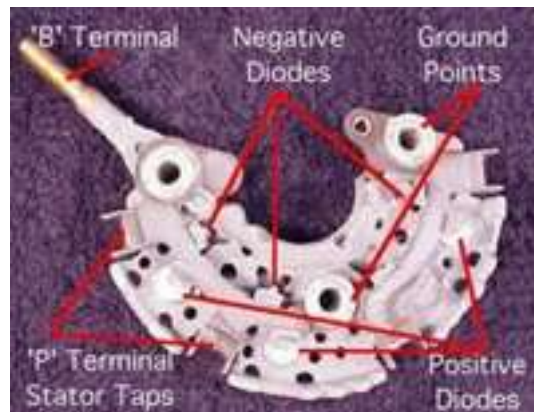


Gambar 19. Regulator IC dan regulator konvensional

Seperti halnya pada regulator tipe konvensional, regulator tipe IC ini berfungsi untuk mengatur arus yang masuk ke kumparan rotor. Jika pada regulator tipe konvensional pengaturan arus yang masuk ke kumparan rotor menggunakan prinsip magnetic-mekanik (kumparan dan perpindahan kontak poin), maka pada regulator IC ini pengaturan arus yang masuk ke kumparan rotor dilakukan secara elektronik. Komponen aktif yang bekerja sebagai pengganti kumparan dan kontak poin adalah transistor. Transistor ini bekerja ON dan OFF secara periodik untuk mengatur besar dan kecilnya medan magnet pada kumparan rotor. Secara rinci prinsip pengaturan ini akan dijelaskan pada bagian prinsip kerja IC regulator.

Beberapa terminal yang terdapat pada regulator ini adalah terminal E, P, F, S, L, IG, dan B. Terminal E merupakan terminal yang langsung berhubungan dengan massa atau bodi alternator. Terminal P adalah terminal yang dihubungkan dengan salah satu ujung kumparan stator. Terminal F adalah terminal yang tidak dihubungkan dengan terminal manapun saat regulator ini terpasang pada alternator. Terminal F ini difungsikan untuk melakukan pengetesan saat terjadi gangguan pada sistem pengisian untuk menentukan apakah IC regulator rusak atau tidak. Terminal S adalah terminal yang langsung dipasangkan dengan terminal positif baterai. Di dalam terminal S terdapat diode zener sebagai pendeteksi kelebihan tegangan. Terminal L (lampu) adalah terminal alternator yang dihubungkan dengan lampu pengisian sebagai indikator normal atau tidaknya sistem pengisian. Terminal IG adalah terminal yang dihubungkan dengan kunci kontak dan terminal IG yang berfungsi sebagai sumber daya pada IC regulator. Terminal B merupakan output arus DC yang keluar dari alternator yang dihubungkan langsung dengan baterai.

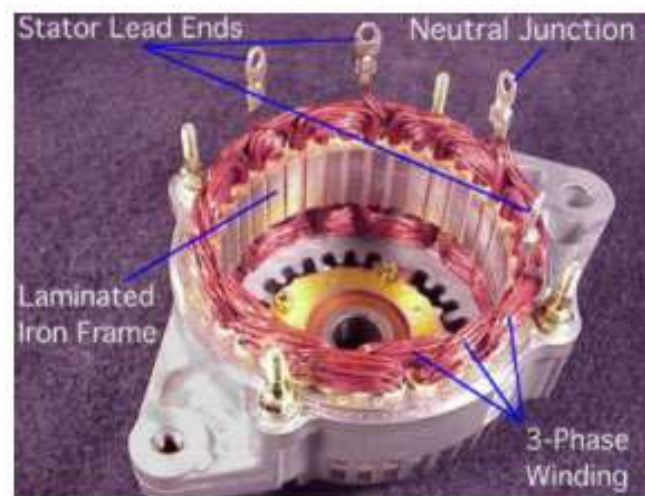
3. Dioda



Gambar 20. Dioda pada alternator

Jumlah dioda pada alternator dengan regulator IC terdiri dari 8 buah, empat buah tergabung dalam dioda positif dan empat buah lainnya dioda negatif. Pada alternator model lain, terdapat Sembilan buah dioda, enam buah dioda penyearah, dan tiga lainnya tergabung dalam dioda trio. Dioda pada alternator tipe konvensional terdiri dari enam buah dioda, tiga diode positif dan tiga dioda negatif. Dioda ini berfungsi untuk menyearahkan atau mengubah arus AC yang dihasilkan kumparan stator menjadi arus DC. Ujung-ujung kumparan stator (ada empat buah) pada alternator IC dihubungkan dengan terminal T_1 , T_2 , T_3 , dan T_4 . Lubang baut pada dioda tersebut merupakan massa dari dioda dan dalam pengecekan dioda, lubang tersebut digunakan untuk terminal negatif dioda. Baut terminal B merupakan output arus DC yang keluar dari alternator yang dihubungkan langsung dengan baterai.

4. Kumbaran Stator



Gambar 21. Kumbaran Stator

Kumbaran stator pada alternator tipe IC sama dengan kumbaran stator pada alternator konvensional yang terdiri dari empat ujung yaitu tiga ujung kumbaran stator dan satu ujung yang merupakan gabungan dari tiga ujung kumbaran stator yang disebut dengan terminal natural (N). keempat ujung kumbaran tersebut dibautkan pada dioda di terminal T1, T2, T3, dan T4. Kumbaran tersebut merupakan kumbaran jenis bintang karena mempunyai terminal N. Untuk kumbaran stator yang berbentuk delta atau segitiga, jumlah ujung kumbaran statornya ada tiga. Kumbaran stator berfungsi untuk menghasilkan atau membangkitkan tegangan bolak-balik.

5. Rotor dan kumbaran rotor

Rotor adalah bagian yang berputar pada alternator. Beberapa bagian dari rotor adalah *slip ring*, bantalan, kipas kutub, dan kumbaran rotor. *Slip ring* berfungsi untuk meneruskan arus dari sikat ke kumbaran rotor. Bantalan (*bearing*) berfungsi untuk mengurangi gesekan antara poros dengan rumahnya. Kipas berfungsi untuk mendinginkan komponen-komponen alternator terutama dioda dan IC. Inti kutub berfungsi untuk

memperkuat medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan rotor dan untuk membentuk kutub utara dan selatan pada rotor.

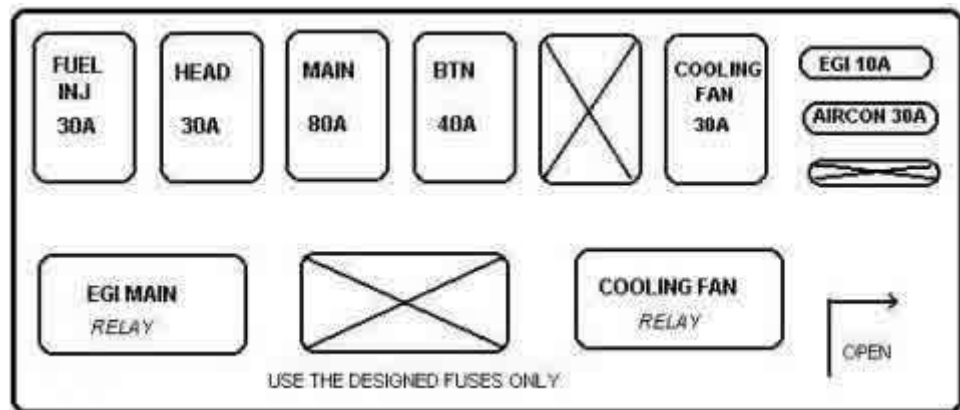
Kumparan rotor berfungsi untuk menghasilkan medan magnet pada alternator. Rotor berputar di antara kumparan stator. Jika kumparan rotor menghasilkan medan magnet dan rotor berputar, maka garis-garis gaya magnet akan dipotong oleh kumparan stator sehingga pada kumparan stator menghasilkan tegangan. Karena medan magnet pada rotor yang berputar maka kutub magnet yang memotong kumparan berganti-ganti antara utara dan selatan sehingga tegangan yang dihasilkan adalah tegangan bolak-balik.

6. Sikat danudukan sikat

Sikat berfungsi untuk menghantarkan arus dari terminal B alternator ke kumparan rotor (sikat positif) melalui *slip ring* positif dan meneruskan arus dari kumparan rotor ke terminal F regulator (sikat negatif) melalui *slip ring* negatif untuk diteruskan ke massa melalui transistor di dalam regulator IC. Sikat terpasang di dalam dudukannya dan dilengkapi pegas dan sikat untuk menjamin hubungan yang baik antara sikat dengan *slip ring*.

7. Fuse Box Alternator

Fungsi sekring ALT atau sekring Alternator adalah untuk melindungi arus listrik lebih, baik arus yang mengalir dari alternator maupun sebaliknya dari baterai ke alternator.



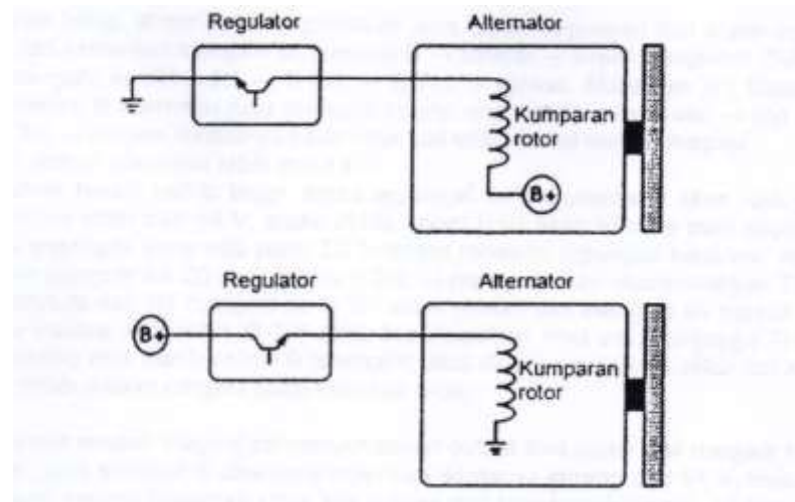
Gambar 22. Fuse box alternator

Fuse	Protected Circuit
FUEL INJ 30A	EGI SISTEM
HEAD 30A	HEAD LIGHT
MAIN 30A	Alternator, Meter, Engine
BTN 40A	Door Lock, Hazard Lamp, Room Lamp
COOLING FAN 30A	Cooling Fan
EGI 10A	Starter
AIRCON 30A	Pendingin Tambahan

Tabel 1. Bagian fuse box alternator

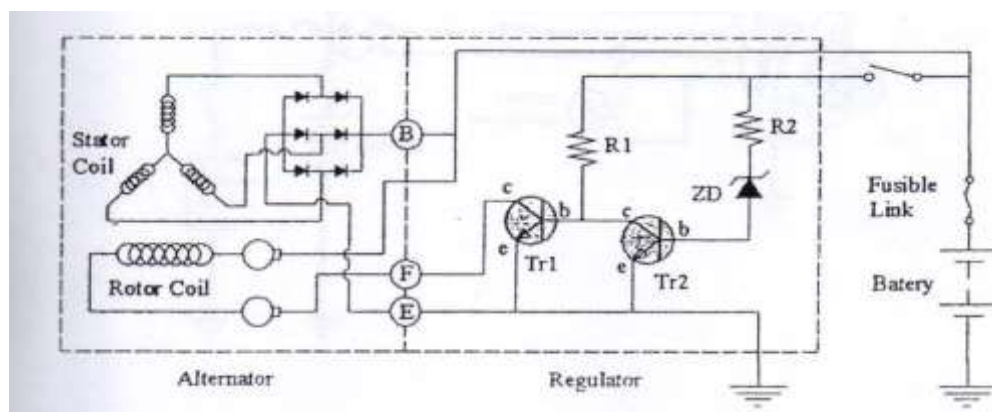
G. Dasar rangkaian dan pengaturan tegangan oleh regulator IC

Dibandingkan dengan alternator yang memakai regulator tipe kontak poin, alternator dengan regulator IC mempunyai keuntungan: tahan terhadap getaran dan tahan lama, tegangan output lebih stabil, tahanan kumparan rotor lebih kecil sehingga arus dapat diperbesar. Komponen aktif dalam regulator IC adalah transistor dan dioda zener. Secara sederhana proses pengaturan arus pada kumparan rotor sistem pengisian konvensional dapat digambarkan dengan skema berikut.



Gambar 23. Dasar pengaturan arus rotor coil pada alternator

Pengaturan arus yang masuk ke *rotor coil* pada regulator IC ada dua macam, dan IC regulator yang memberikan arus melalui transistor sebagai kontrol arus. Transistor bekerja untuk memutus atau menghubungkan arus yang menuju ke *rotor coil* sesuai dengan kondisi output alternator sehingga pengaturan medan magnet pada rotor coil dapat terjadi. Dioda zener bekerja sebagai pendeteksi tegangan yang dihasilkan oleh alternator.



Gambar 24. Skema dasar regulator IC

Dioda zener akan mengalirkan arus pada saat ada tegangan yang bekerja padanya melebihi tegangan kerja dari dioda zener tersebut. Pada dasarnya, kerja regulator IC sama dengan kerja regulator tipe konvensional, yaitu

mengatur arus yang masuk ke *rotor coil* sehingga medan magnet pada *rotor coil* juga dapat diatur sesuai dengan kondisi kerjanya. Transistor Tr1 pada rangkaian di atas berfungsi untuk memutus dan menghubungkan arus yang mengalir ke kumparan rotor untuk mengatur kuat lemahnya medan magnet pada kumparan rotor tersebut. Tr2 berfungsi untuk mengatur kerja (ON atau OFF-nya) Tr1. Dioda zener (ZD) berfungsi untuk mengatur kerja Tr2 dengan mengalirkan atau tidak mengalirkan arus ke Tr2. Mengalir tidaknya arus dari dioda zener tergantung dari tinggi rendahnya tegangan yang bekerja pada dioda zener yang berasal dari terminal B alternator. Prinsip kerja dari sistem pengisian IC di atas dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Kunci kontak on, mesin belum hidup

Arus mengalir dari baterai ke *fusible link*, kunci kontak, R1, B Tr1, E Tr1, ke massa. Akibatnya Tr1 *on*. Hal ini menyebabkan arus dari baterai juga mengalir ke *slip ring* positif, *rotor coil*, *slip ring* negatif, C Tr1, E Tr1, ke massa. Akibatnya pada *rotor coil* timbul medan magnet.

2. Mesin hidup, output alternator kurang dari 14 V

Setelah mesin hidup, *stator coil* menghasilkan arus listrik. Tegangan dari *stator coil* disearahkan oleh dioda dan kemudian mengalir ke terminal B, baterai, terjadi pengisian. Selain ke baterai, arus juga mengalir ke kunci kontak, R1, B Tr1, E Tr1, ke massa. Akibatnya Tr1 tetap *on*, sehingga arus dari terminal B alternator juga mengalir ke *slip ring* positif, *rotor coil*, *slip ring* negatif, C Tr1, E Tr1, ke massa. Akibatnya pada *rotor coil* tetap timbul medan magnet.

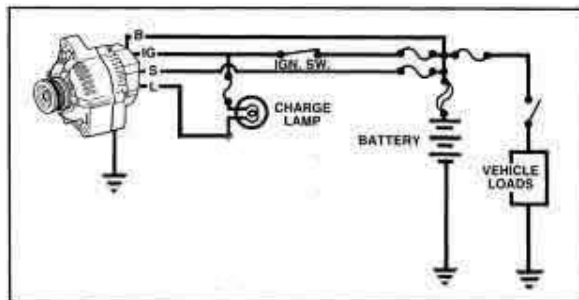
3. Mesin hidup, output alternator lebih dari 14 V

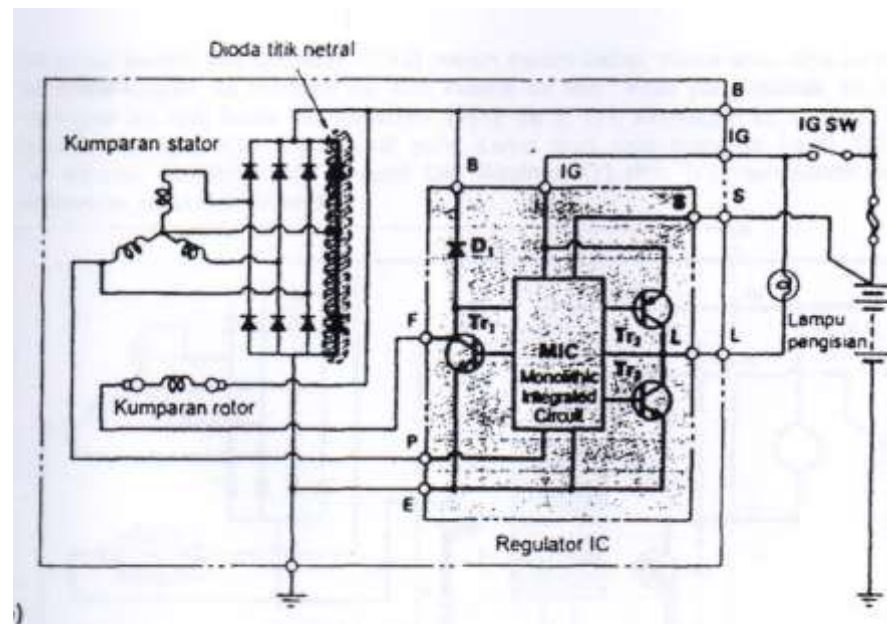
Apabila putaran mesin makin tinggi, maka tegangan output alternator akan naik juga. (a)* Bila output alternator lebih dari 14 V, maka dioda zener akan tembus atau dapat mengalirkan arus karena tegangan yang ada pada dioda zener tersebut melebihi tegangan kerjanya. Akibatnya, arus dari R2 dapat mengalir ke dioda zener, B Tr2, E Tr2, ke massa. Hal ini menyebabkan Tr2 mejadi *on*. Arus yang semula dari R1 mengalir ke B Tr1 akan pindah dan mengalir ke massa melalui C Tr2, E Tr2, ke massa.

Akibatnya B Tr1 tidak mendapatkan arus sehingga Tr1 menjadi *off*. Dengan demikian arus dari terminal B alternator tidak dapat mengalir ke *rotor coil* karena Tr1 *off*. Akibatnya adalah medan magnet pada *rotor coil drop*.

Efek *drop*nya medan magnet ini menyebabkan output dari *stator coil* menjadi *drop* juga. **(b)*** Apabila tegangan pada terminal B alternator *drop* dan harganya kurang dari 14 V, maka dioda zener menjadi posisi memblokir arus karena tegangan yang ada kurang dari tegangan kerjanya. Hal ini menyebabkan Tr2 menjadi *off*, dan arus dari R1 kembali mengalir ke Tr1 sehingga Tr1 on lagi. Tr1 on mengakibatkan arus mengalir lagi ke *rotor coil* dan medan magnet pada *rotor coil* akan menguat lagi, sehingga tegangan output alternator akan naik lagi. Bila tegangan tersebut melebihi 14 V maka proses akan kembali ke **(a)***. Proses **(a)*** dan **(b)*** akan terjadi secara terus menerus sehingga tegangan output alternator akan stabil sekitar 14 V.

H. Cara kerja sistem pengisian dengan regulator IC

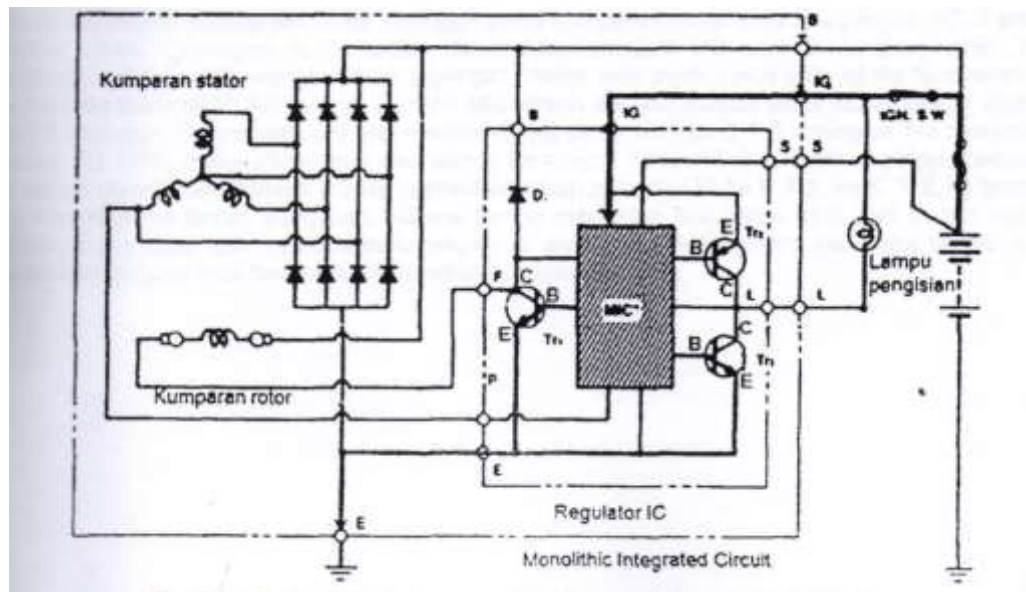




Gambar 25. Skema sistem pengisian dengan regulator IC

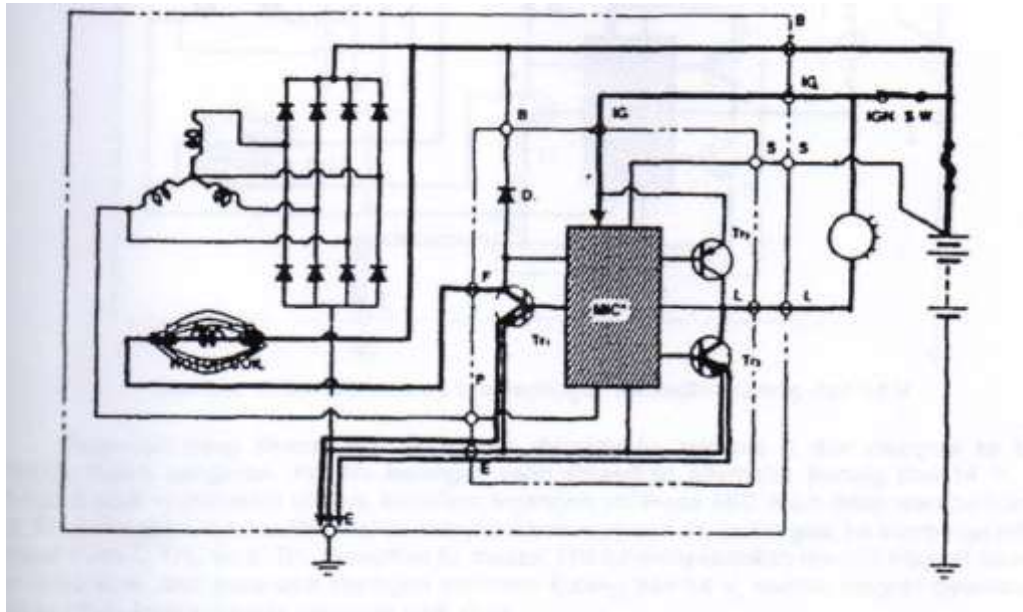
Hubungan antar komponen sistem pengisian regulator elektronik (IC). Terminal B alternator dihubungkan dengan terminal positif baterai. Terminal IG dihubungkan dengan terminal IG kunci kontak. Terminal S dihubungkan dengan terminal positif baterai. Terminal L dihubungkan dengan lampu pengisian. Untuk menjelaskan cara kerja sistem ini, maka hubungan antar komponen diwakili dengan skema rangkaian. MIC (*Monolithic Intergrated Circuit*) pada rangkaian di atas merupakan bagian dari IC regulator yang berfungsi untuk mengatur berbagai fungsi, yaitu pengaturan kerja Tr1, Tr2, dan Tr3 sehingga lampu pengisian bisa menyala saat kunci kontak ON mesin mati, lampu padam saat alternator sudah mengeluarkan output. Fungsi lainnya adalah menyalakan lampu pengisian jika terjadi *overcharge* saat terminal S dan B lepas atau putus. Fungsi-fungsi tersebut secara rinci dijelaskan dalam cara kerja sistem pengisian dengan regulator IC pada beberapa kondisi, yaitu saat kunci kontak ON mesin belum hidup, saat mesin hidup tegangan output alternator kurang dari 14 V, saat tegangan lebih dari 14 V, saat terminal S lepas atau putus, dan saat terminal B lepas atau putus.

1. Saat kunci kontak ON, mesin belum hidup



Gambar 26. Aliran arus saat kunci kontak ON, mesin mati

Saat kunci kontak ON mesin belum hidup, maka arus dari baterai mengalir ke sekering, ke kunci kontak, ke terminal IG, dan masuk ke MIC. Arus yang masuk ke MIC tersebut kemudian mengalir ke kaki basis (B) transistor (Tr_1), ke E Tr_1 , kemudian ke massa. Hal tersebut menyebabkan Tr_1 menjadi ON. Pada saat yang sama arus juga mengalir ke B Tr_3 , ke E Tr_3 , kemudian ke massa. Akibatnya Tr_3 menjadi ON. Aktifnya Tr_1 dan Tr_3 menyebabkan aliran arus seperti digambarkan pada skema berikut.



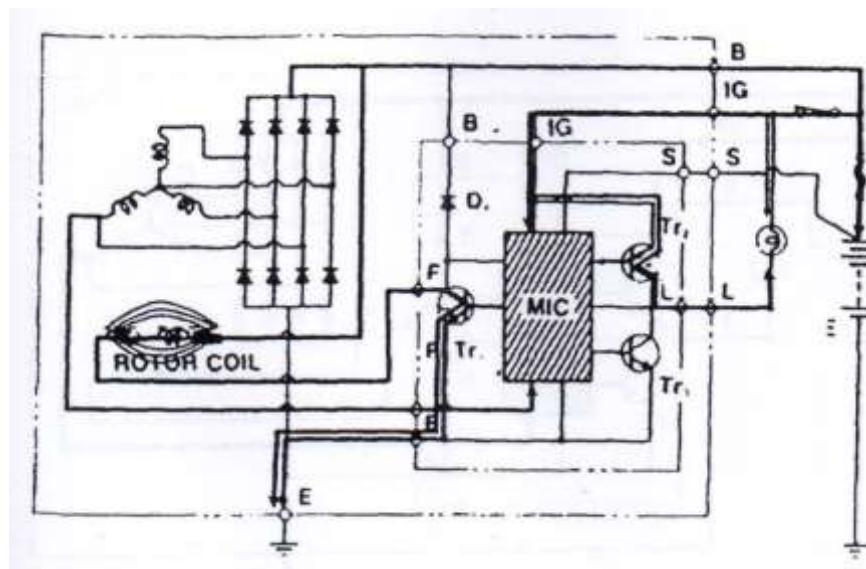
Gambar 27. Aliran arus saat Tr1 dan Tr3 ON

Aktifnya Tr1 menyebabkan arus mengalir dari baterai ke terminal B, ke kumparan rotor, ke terminal F, ke C Tr1, ke E Tr1, kemudian ke massa. Aliran arus ke kumparan rotor ini menyebabkan terjadinya medan magnet pada kumparan rotor. Pada saat yang sama, aktifnya Tr3 menyebabkan arus mengalir dari baterai ke kunci kontak, ke lampu pengisian, ke terminal L regulator, ke kaki C Tr3, ke E Tr3, kemudian ke massa. Aliran arus ini menyebabkan lampu pengisian menyala.

2. Saat mesin hidup, tegangan alternator kurang dari 14 V

Setelah mesin hidup, maka rotor (yang sudah menjadi magnet) berputar karena diputar oleh poros engkol melalui tali kipas sehingga pada kumparan stator terjadi tegangan AC. Tegangan ini kemudian disearahkan menjadi DC oleh dioda penyearah. Karena kumparan stator sudah menghasilkan tegangan, maka arus pada salah satu ujung kumparan stator mengalir ke terminal P. Aliran arus ini oleh MIC diolah dan digunakan untuk mengalirkan arus basis (B) Tr2 sehingga Tr2 menjadi ON dan menghentikan aliran arus ke B Tr3 sehingga Tr3 menjadi OFF. Karena

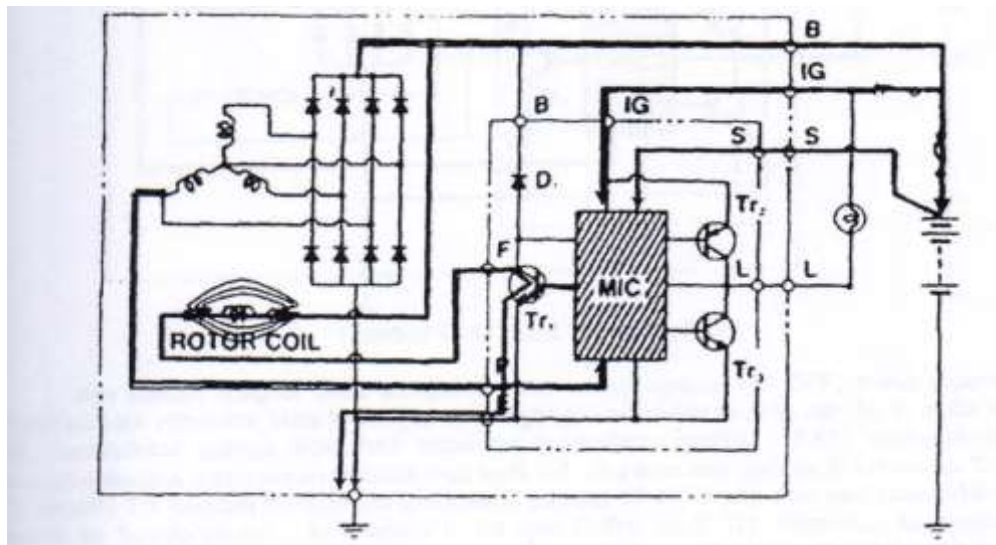
Tr3 OFF, maka aliran arus dari lampu ke massa melalui Tr3 terhenti sehingga lampu tidak mendapat massa dan aktifnya Tr2 menyebabkan aliran arus dari IG ke E Tr2, ke C Tr2, ke terminal L, dan kemudian ke lampu pengisian. Karena lampu mendapat dua aliran arus dari L dan dari kunci kontak, maka tidak ada perbedaan tegangan di antara kaki-kaki lampu sehingga lampu menjadi padam (lampu juga mati karena tidak mendapat massa dari Tr3).



Gambar 28. Aliran arus saat tegangan alternator kurang dari 14 V

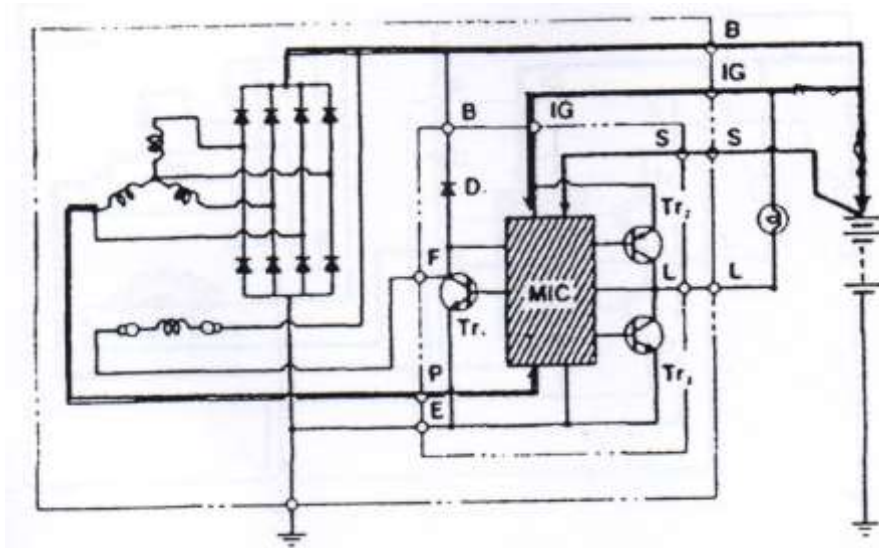
Tegangan yang disearahkan oleh dioda mengalir ke terminal B dan mengalir ke baterai sehingga terjadi pengisian. Apabila tegangan yang dihasilkan alternator kurang dari 14 V, maka terminal S tidak mendeteksi adanya kelebihan tegangan sehingga MIC akan tetap memberikan arus ke B Tr1 sehingga Tr1 tetap ON. Hal ini menyebabkan arus dari dioda mengalir ke kumparan rotor, ke terminal F, ke C Tr1, ke E Tr1, kemudian ke massa. Hal ini menyebabkan medan magnet kumparan rotor tetap kuat. Jadi pada saat tegangan alternator kurang dari 14 V, medan magnet dipertahankan pada keadaan kuat sehingga tegangan tidak *drop*.

3. Saat tegangan alternator lebih dari 14 V

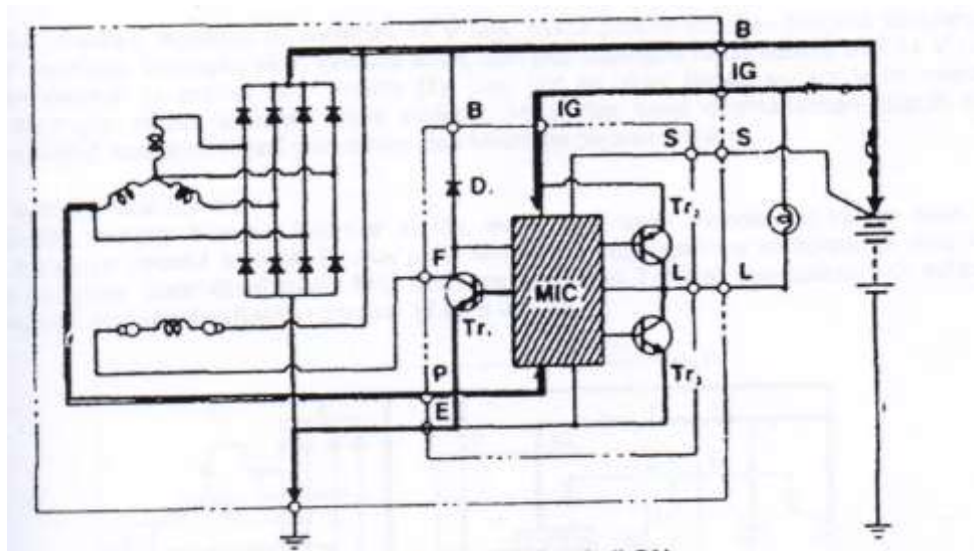


Gambar 29. Aliran arus saat tegangan alternator lebih dari 14 V

Apabila mesin berputar makin tinggi, maka output alternator akan cenderung naik juga. (1)* Jika tegangan yang dihasilkan lebih dari 14 V, maka tegangan itu akan terdeteksi oleh komponen aktif di dalam MIC berupa dioda zener melalui terminal S. Aliran arus melalui terminal S ini oleh MIC akan diolah dan difungsikan untuk menghentikan arus yang mengalir ke B Tr1, sehingga Tr1 menjadi OFF. Jika Tr1 OFF, maka aliran arus dari dioda yang menuju kumparan rotor dan ke massa melalui Tr1 akan terhenti sehingga medan magnet pada kumparan rotor menjadi hilang. Aliran arus dari terminal P tetap mengalir selama mesin hidup untuk mempertahankan Tr3 OFF dan Tr2 ON sehingga lampu pengisian tetap padam.



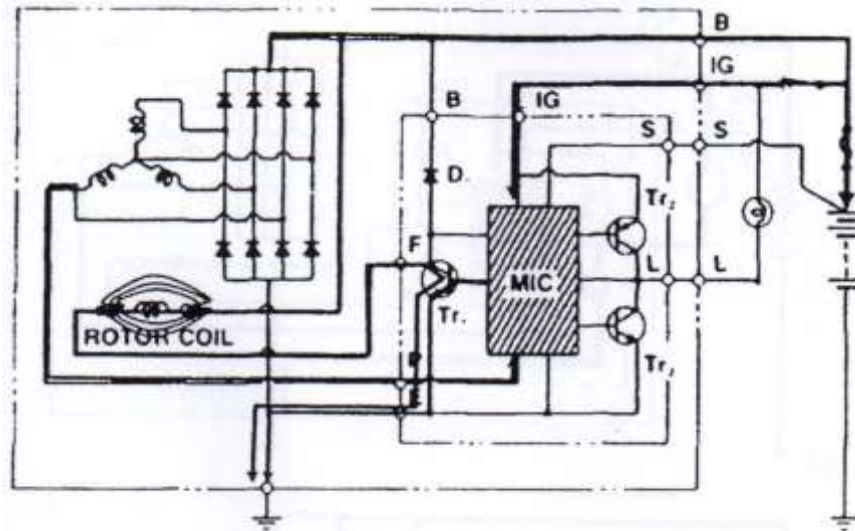
Gambar 30. Saat Tr1 OFF



Gambar 31. Saat Tr1 kembali ON

Jika medan magnet pada kumparan rotor hilang karena Tr1 OFF, maka tegangan yang dihasilkan oleh alternator akan turun. (2)* Jika tegangan alternator kurang dari 14 V, maka terminal S tidak mendeteksi adanya kelebihan tegangan sehingga MIC akan merespon dengan mengalirkan kembali arus ke B Tr1. Jika arus mengalir ke B Tr1, maka Tr1 menjadi ON. Apabila Tr1 kembali menjadi ON, maka arus dari dioda akan mengalir kembali ke kumparan rotor, ke terminal F, ke kaki C Tr1,

ke E Tr1, kemudian ke massa. Hal ini menyebabkan kemagnetan pada kumparan rotor kembali menguat. Medan magnet yang menguat ini kemudian akan menyebabkan output alternator kembali naik.



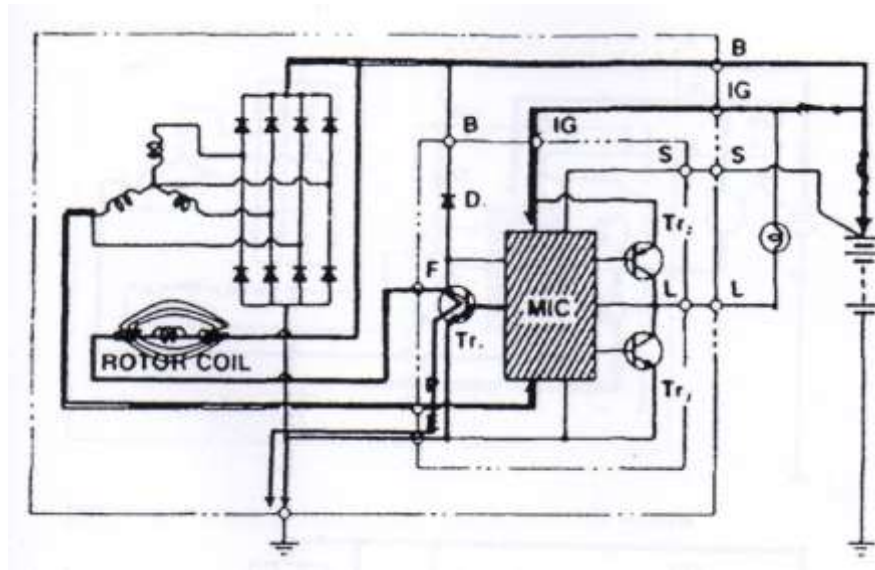
Gambar 32. Aliran arus saat tegangan turun kurang dari 14 V

Jika kenaikan tegangan ini melebihi 14 V lagi, maka proses ini akan kembali berulang ke proses (1)* sehingga tegangan akan kembali turun, dan jika tegangan turun kurang dari 14 V maka siklus akan kembali ke proses (2)*. Proses (1)* dan (2)* ini akan terjadi secara terus menerus sehingga tegangan output alternator akan berkisar 14 V dan tetap dipertahankan (stabil) pada tegangan tersebut meskipun terjadi penurunan atau kenaikan putaran mesin.

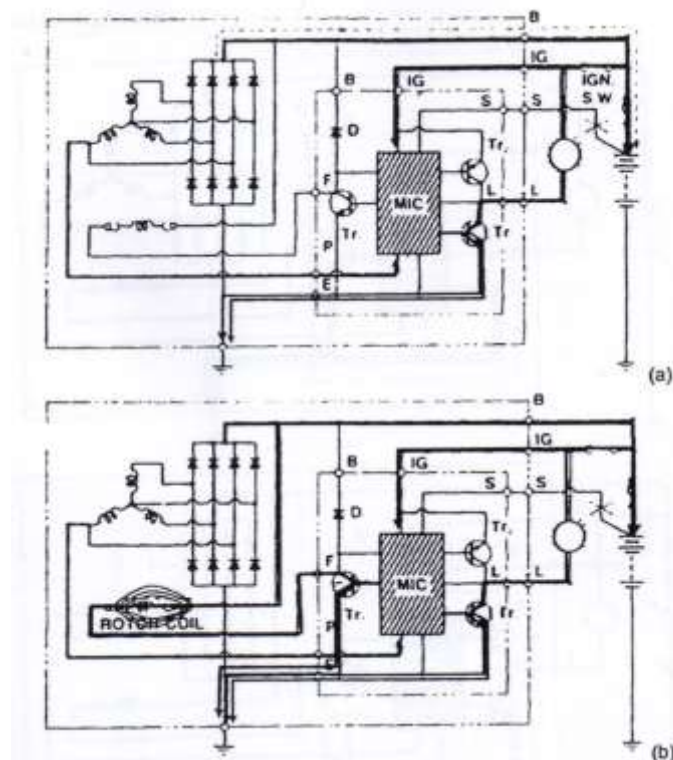
4. Saat terminal S putus

Apabila terminal S putus, maka MIC akan mendeteksi bahwa tidak ada masukan tegangan melalui terminal F. Jika pada terminal P tegangannya mencapai diatas 16 V (tegangan pengisian berlebihan) maka

MIC akan mengaktifkan Tr3 dan mematikan Tr2 sehingga lampu pengisian menyala.



Gambar 33. Saat terminal S putus

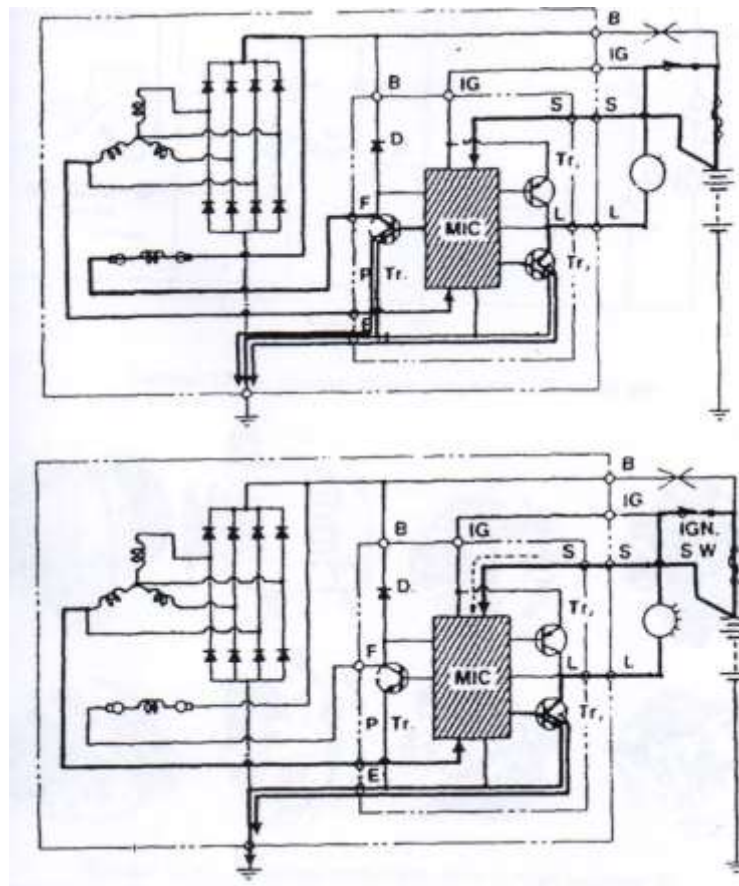


Gambar 34. ON dan OFF-nya Tr1 saat terminal S putus

Berdasarkan masukan dari terminal P juga, MIC akan menghentikan aliran arus ke kaki B Tr1 sehingga Tr1 menjadi tidak aktif (OFF).

Akibatnya arus yang mengalir ke kumparan rotor menjadi terhenti dan medan magnet pada kumparan rotor hilang. Hal ini menyebabkan tegangan di terminal P turun dan jika penurunan tegangan ini sampai di bawah 16 V maka MIC akan kembali mengalirkan arus ke B Tr1 sehingga Tr1 menjadi ON dan arus ke kumparan rotor kembali mengalir. Hal ini terjadi berulang ulang, dan dalam kondisi ini lampu pengisian tetap menyala untuk memberi peringatan kepada pengemudi untuk mengecek dan memperbaiki kerusakan tersebut.

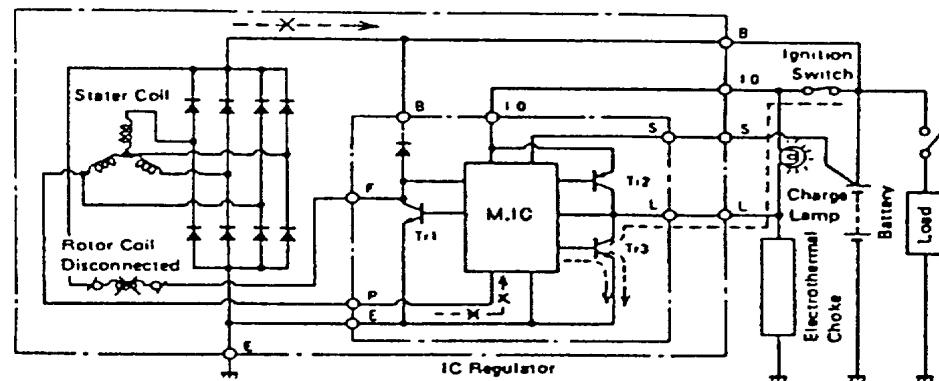
5. Saat terminal B putus



Gambar 35. Aliran arus saat terminal B putus

Jika kabel terminal B yang menghubungkan terminal B alternator dan terminal positif baterai putus, maka yang terjadi adalah sebagai berikut. Terminal S akan mendeteksi adanya tegangan yang besarnya kurang dari 13 V karena tidak ada masukan dari terminal B alternator. Sementara itu pada terminal P terjadi tegangan di atas 16 V. Perbedaan tegangan antara terminal S dan terminal P yang besar ini akan terbaca oleh MIC sehingga MIC akan mengatur kerja Tr1 untuk mempertahankan tegangan sekitar 16 V. Pada saat yang sama MIC akan menghentikan arus B Tr2 dan memberikan arus ke B Tr3 sehingga Tr2 menjadi OFF sementara Tr3 menjadi ON. Hal ini menyebabkan lampu pengisian menyala. Tegangan dipertahankan dengan mengatur kerja Tr1 ON dan OFF sehingga kerja rangkaian sistem pengisian bekerja secara berulang ulang.

6. Kumparan rotor coil putus



Gambar 36. Kumparan rotor coil putus

Jika hubungan ke rotor coil terputus ketika alternator berputar, tegangan pada terminal P IC regulator adalah 0 volt. Rangkaian MIC akan mendeteksi serta mematikan Tr2 dan menyalakan Tr3 sehingga lampu indikator pengisian akan menyala.

BAB IV

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari laporan tugas akhir ini dapat menarik beberapa kesimpulan antara lain sebagai berikut :

1. Pada Toyota Kijang Innova 1TR-FE, sistem pengisian menggunakan *compact alternator* dengan *IC regulator*. *IC regulator* adalah sirkuit yang diperkecil yang terdiri dari bagian-bagian listrik dan elektronik *voltage regulator* yang berfungsi mengatur tegangan yang dihasilkan oleh *compact alternator* agar tidak terjadi *over charge*. Komponen sistem pengisian lainnya terdiri dari kunci kontak berfungsi sebagai penghubung dan pemutus arus dari baterai ke *rotor coil*. Sedangkan lampu indikator berfungsi sebagai petunjuk aliran arus dari *compact alternator* ke baterai. Baterai berfungsi untuk menyimpan tegangan dan memberikan arus listrik awal yang digunakan sebagai pembangkit medan magnet pada *rotor coil*.
2. Penggunaan kendaraan secara terus menerus mengakibatkan komponen-komponen sistem pengisian mengalami keausan, penurunan pada angka spesifikasi komponen, perubahan struktur dan bahkan akan mengakibatkan kerusakan pada komponen. Untuk itu perlu dilakukan pemeriksaan komponen untuk mengetahui komponen tersebut masih dalam angka spesifikasi atau harus melakukan penggantian komponen. Pemeriksaan komponen meliputi

pemeriksaan tegangan baterai, pemeriksaan tegangan output *alternator*, hambatan pada rotor, diameter slip ring, panjang sikat, tekanan pegas sikat, dan kelenturan *drive belt*. Dari hasil pemeriksaan komponen sistem pengisian secara visual terdapat komponen dengan kondisi tidak baik yaitu pada *casing* baterai, yang melembung, terminal baterai, konektor baterai, sedangkan pada hasil pemeriksaan tegangan output *alternator*, hambatan pada rotor, diameter slip ring, panjang sikat, tekanan pegas sikat, kelenturan *drive belt* masih dalam kondisi baik dan memenuhi standar spesifikasi yang tercantum pada *manual book service* sistem pengisian Toyota Kijang Innova 1TR-FE.

3. Cara kerja dari sistem pengisian listrik pada Toyota Kijang Innova 1TR-FE yaitu *compact alternator* digerakkan oleh poros engkol melalui *drive belt*. Berputarnya *drive belt pulley alternator*, maka *rotor coil* akan berputar dan menghasilkan arus bolak-balik pada kumparan *stator*. Arus bolak-balik ini kemudian diubah menjadi arus searah oleh rangkaian dioda. *IC regulator* mengatur arus ke *rotor coil* sehingga medan magnetnya sesuai dengan putaran mesin. Arus searah yang sudah stabil ini kemudian mengalir ke kutub positif baterai untuk melakukan sistem pengisian.

B. Saran

1. Komponen-komponen pada *IC regulator*, dioda, dan *brush* sering kali rawan kerusakan. Agar komponen masih bisa digunakan dalam waktu yang lebih lama, sebaiknya lebih berhati-hati saat melakukan pembongkaran.

2. Agar sistem pengisian bekerja dengan baik pada kendaraan yang digunakan secara terus menerus maka pada jangka waktu tertentu harus dilakukan pemeriksaan spesifikasi dan kondisi komponen.
3. Cara kerja sistem pengisian meliputi rotor yang diputar melalui *drive belt*, agar putaran rotor bekerja secara maksimal, periksalah kelenturan, kuat penekanan, dan kondisi *drive belt* secara berkala.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (1995). *New Step 1 Training Manual*. Jakarta: PT. Toyota-Astra Motor.
- Anonim. (1994). *New Step 2 Training Manual*. Jakarta: PT. Toyota-Astra Motor.
- Bengkel, dunia. 2008. *Cara Kerja Alternator*. <http://duniabengkel.com/carakerja-alternator.asp>. 22:02. 25-April-2015.
- Buntarto. (2014). *Dasar-dasar Kelistrikan Otomotif*. Yogyakarta: PT. Pustaka Baru.
- Hambali Wahid. 2014. *Makalah Sistem Pengisian*. <http://www.academia.edu/7524016/Makalah-Sistem-Pengisian>. 20.10. 05-April-2015.
- Hengki. 2009. *Modul Sistem Pengisian*. www.slideshare.net/hengki123/modul-sistem-pengisian. 20.09. 05-April-2015.
- Nugroho Edwin. 2011. *Pelajaran Engine Alternator*. <http://spiritofedwin.blogspot.com/2011/11/pelajaran-engine-alternator.html>. 20.27. 24-April-2015.
- Praditha Nurdino. 2012. *Sistem Pengisian*. <http://nurdinopraditya.blogspot.com>. 12.57. 20-Juni-2015.
- Panpan. 2014. *Lampu Indikator Pengisian*. www.indootomania.com. 13.04. 20-Juni-2015.
- PPPPT. 2005. *Modul Pelatihan Sistem Kelistrikan Otomotif*. Malang :PPPPTK VEDC Malang.
- Punya Kita. 2014. *Sistem Pengisian*. www.kitapunya.blogspot.com/2014/11/sistem-pengisian-charging-system.html. 19.50. 24-April-2015.
- Qtussama. 2012. *Sistem Pengisian*. <http://qtussama.wordpress.com/2012/01/23/sistem-pengisian>. 20:08. 05-April-2015.
- Rusyiam, 2011. *Overhaul-alternator*. <http://rusyiam.blogspot.com/2011/09/overhaulalternator.html>. 17:38. 05-juli-2012.

Rusyiam. 2011. *Sistem Pengisian Generator AC*.

<http://rusyiam.blogspot.com/2011/04/sistem-pengisian-generator-ac.html>.20:09. 09-April-2015 .

Toyota. 2004. *Pedoman Reparasi Diagnosa Kijang Innova*. PT. Toyota Astra
Motor.

Widjanarko, Dwi. (2010). *Sistem Pengisian*. Semarang:

Universitas Negeri Semarang.

Yamaha. 2010. *Tip Cara Merawat Accu (aki) Mobil dan motor*. http://yamaha-thamrin.com/files/14-1124-7016_r428.php.00:08. 08-April-2015.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Spesifikasi mesin 1TR-FE Toyota Kijang Innova

<i>Engine Specification</i>	<i>Type</i>
<i>Engine</i>	<i>4 Cylinder-in line</i>
<i>Valve Mechanism</i>	<i>Variable Valve Timing Intelligent</i>
<i>Camshaft</i>	<i>Double Over Head Camshaft</i>
<i>Timing Valve</i>	<i>Timing Chain</i>
<i>Fuel System</i>	<i>Electronic Fuel Injection</i>
<i>Ignition System</i>	<i>Direct Ignition System</i>

Lampiran 2. Spesifikasi sistem pengisian

<i>Item</i>	<i>Measurement</i>	<i>Qualification</i>
Baterai		12 V
Alternator	<i>Output</i>	13.8 V pada saat suhu ruangan
Pengisian maksimal		80 A

Lampiran 3. Dokumentasi pekerjaan lapangan



Alternator



Mesin 1TR-FE Toyota Kijang Innova VVT-i tampak atas



Pengukuran panjang sikat



Pengukuran diameter slip ring



Pengukuran hubungan dioda



Pengukuran tegangan baterai



Komponen-komponen pada *alternator*
