

**TUGAS AKHIR**  
**PENGUJIAN SISTEM PENGISIAN PADA MESIN**  
**HONDA JAZZ TIPE L13A**

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Program Diploma 3  
untuk Menyandang Sebutan Ahli Madya



Disusun oleh :

Nama : M. Khusnussairi

NIM : 5211309046

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK MESIN**  
**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

**2013**

**HALAMAN PENGESAHAN**

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : M. Khusnussairi  
NIM : 5211309046  
Program Studi : D3 Teknik Mesin  
Judul : Pengujian Sistem Pengisian Pada Mesin Honda  
Jazz Tipe L13A

Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma 3 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

**Panitia Ujian**

Ketua : Drs. Aris Budiyono, MT  
NIP. 196704051994021001 ( )  
Sekretaris : Widi Widayat, S.T, MT  
NIP. 197408152000031001 ( )

**Dewan Penguji**

Pembimbing : Dwi Widjanarko, S.Pd, S.T, M.T  
NIP. 196901061994031003 ( )  
Penguji Utama : Drs. Aris Budiyono, MT  
NIP. 196704051994021001 ( )  
Penguji Pendamping : Dwi Widjanarko, S.Pd, S.T, M.T  
NIP. 196901061994031003 ( )

Ditetapkan di Semarang

Tanggal

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknik

Drs. Muhammada Harlanu, M.Pd  
NIP. 196602151991021001

## ABSTRAK

M Khusnussairi, 2012. Pengujian Sistem Pengisian Pada Mesin Honda Jazz Tipe L13A. Laporan Tugas Akhir. Teknik Mesin D3 Otomotif, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Tujuan dari pembahasan pengujian sistem pengisian ini yakni mengetahui fungsi komponen dan cara kerja pada sistem pengisian Honda Jazz tipe L13A dan menguji sistem pengisian Honda Jazz tipe L13A serta hal-hal yang perlu diperhatikan selama pengujian.

Metode yang digunakan dalam pengujian ini adalah pengambilan data pada komponen aktual sistem pengisian pada mesin Honda Jazz tipe L13A terhadap spesifikasi sehingga dapat diketahui apakah komponen tersebut masih baik atau tidak.

Dari hasil pengujian diperoleh tegangan *output* alternator sebesar 14,5 V dengan spesifikasi 13,9 – 15,1 V, tegangan pengisian 14,2 V dengan spesifikasi 13,9 – 15,1 V, dan arus *output* alternator 0,7 A dengan spesifikasi 0 – 400 A. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pengisian pada mesin Honda Jazz tipe L13A masih dalam kondisi yang baik dalam standar spesifikasi.

Komponen utama dalam sistem pengisian mesin Honda Jazz tipe L13A yaitu rotor yang berfungsi membangkitkan medan magnet, stator yang berfungsi menghasilkan arus listrik, MIC yang berfungsi mengatur jalannya sistem pengisian, dan baterai sebagai tempat menyimpan cadangan arus listrik. Prinsip kerja dari sistem pengisian Honda Jazz tipe L13A yaitu menstabilkan tegangan dengan memutus dan menyambung arus dan tegangan pada *rotor coil* yang telah dideteksi oleh MIC agar tetap pada harga standar. Pengujian sistem pengisian pada mesin Honda Jazz tipe L13A meliputi pengujian sistem lampu indikator, tegangan *output* alternator, arus *output* alternator, dan tegangan pengisian baterai.

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

- *Do the best and get the best.*
- Apa yang kita lakukan sekarang, adalah apa yang akan kita dapatkan nanti
- Sabar, tekun, ikhtiar dan doa adalah kunci kesuksesan.

### **PERSEMBAHAN**

- Keluarga, Bapak, dan Ibu yang telah membesarkanku
- Teman-teman seperjuangan Teknik Mesin '09

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir dengan judul “Pengujian Sistem Pengisian Pada Mesin Honda Jazz Tipe L13A”.

Laporan tugas akhir ini selesai tidak lepas dari bantuan, saran dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang
2. Dr. M. Khumaedi, Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang
3. Drs. Aris Budiyono, M.T Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang
4. Widi Widayat, S.T, M.T. Kaprodi D3 Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang
5. Dwi Widjanarko, S.Pd, S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan laporan tugas akhir
6. R. Ambar. A,md selaku Pembimbing Lapangan dalam pembuatan tugas akhir
7. Semua pihak yang tak dapat disebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan maupun dukungan moral.

Saya selaku penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan isi laporan tugas akhir ini. Semoga segala dorongan, bantuan, bimbingan dan pengorbanan yang telah diberikan dari berbagai pihak di dalam penulisan laporan ini mendapat balasan yang lebih dari Allah SWT.

Semarang, Februari 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
ABSTRAK .....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Permasalahan .....	3
C. Tujuan .....	4
D. Manfaat .....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....	5
A. <i>Battery</i> .....	5
1. Pengertian <i>battery</i> .....	5
2. Pengisian <i>battery</i> pada kendaraan.....	6
B. Prinsip Dasar Pembangkit Listrik Pada Alternator .....	6
1. Induksi elektromagnet.....	6
2. Arah gaya gerak listrik.....	8

3. Besar gaya listrik.....	9
4. Prinsip kerja alternator .....	10
C. Konstruksi Sistem Pengisian.....	10
1. <i>Battery</i> .....	11
2. Alternator .....	12
D. Prinsip Kerja Sistem Pengisian IC Regulator .....	19
1. Komponen yang terkait pada cara kerja sistem pengisian.....	19
2. Cara kerja pada saat kunci kontak ON, mesin mati .....	21
3. Cara kerja pada saat mesin berputar .....	22
4. Cara kerja pada saat tegangan <i>output</i> alternator melebihi spesifikasi ..	24
5. Cara kerja pada saat tegangan kurang dari spesifikasi.....	26
E. Pengujian Sistem Pengisian .....	27
1. Pemeriksaan arus dan tegangan pengisian.....	27
<b>BAB III. PENGUJIAN SISTEM PENGISIAN PADA MESIN HONDA</b>	
<b>JAZZ TIPE L13A .....</b>	<b>30</b>
A. Alat dan Bahan.....	30
1. Alat.....	30
2. Bahan .....	31
B. Proses Pelaksanaan .....	31
1. Pembongkaran rangkaian sistem pengisian .....	31
2. Pemeriksaan komponen alternator .....	35
3. Pengujian sistem pengisian .....	43
4. Pembahasan hasil pengujian .....	55



BAB IV PENUTUP.....	57
A. Simpulan .....	57
B. Saran .....	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN.....	60

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Battery</i> .....	5
Gambar 2.2 Prinsip pembangkit listrik.....	7
Gambar 2.3 Arah gaya gerak listrik .....	8
Gambar 2.4 Hukum tangan kanan flemming .....	9
Gambar 2.5 Besar gaya gerak listrik .....	9
Gambar 2.6 Prinsip kerja generator AC .....	10
Gambar 2.7 Konstruksi sistem pengisian IC Regulator .....	11
Gambar 2.8 <i>Battery</i> .....	12
Gambar 2.9 Konstruksi Alternator .....	13
Gambar 2.10 <i>Pulley</i> .....	13
Gambar 2.11 Struktur rotor .....	14
Gambar 2.12 Stator.....	15
Gambar 2.13 Diode pada alternator .....	16
Gambar 2.14 Prinsip kerja penyearahan arus listrik pada stator <i>coil</i> .....	17
Gambar 2.15 Brush.....	18
Gambar 2.16 MIC.....	20
Gambar 2.17 Cara kerja saat kunci kontak ON.....	21
Gambar 2.18 Cara kerja saat mesin berputar .....	23
Gambar 2.19 Cara kerja saat tegangan <i>output</i> melebihi spesifikasi.....	25
Gambar 2.20 Pemasangan volt-ampmeter .....	27
Gambar 2.21 Tegangan dan arus dengan beban.....	27

Gambar 2.22 Pemeriksaan kabel .....	28
Gambar 3.1 Melepas Alternator .....	32
Gambar 3.2 Melepas V-belt .....	32
Gambar 3.3 Melepas soket terminal pada alternator .....	33
Gambar 3.4 Melepas baut terminal B alternator .....	33
Gambar 3.5 Melepas <i>drive end housing</i> .....	34
Gambar 3.6 Melepas stator dan voltage regulator .....	35
Gambar 3.7 Pemeriksaan terbuka pada rotor .....	36
Gambar 3.8 Pemeriksaan rotor dengan massa .....	37
Gambar 3.9 Pemeriksaan sirkuit terbuka pada stator .....	38
Gambar 3.10 Pemeriksaan stator dengan massa .....	39
Gambar 3.11 Pemeriksaan diode positif .....	40
Gambar 3.12 Pemeriksaan diode positif dengan posisi terbalik .....	41
Gambar 3.13 Pemeriksaan diode negatif .....	42
Gambar 3.14 Saat kunci kontak pada posisi ON .....	45
Gambar 3.15 Saat mesin distarter .....	46
Gambar 3.16 Saat soket terminal dari alternator dilepas .....	47
Gambar 3.17 Saat kabel <i>connector</i> B (24P) dilepas dari ECM .....	48
Gambar 3.18 Terminal L dihubungkan ke massa .....	48
Gambar 3.19 Mengukur tegangan terminal IG .....	49
Gambar 3.20 Rpm 2000 .....	51
Gambar 3.21 Mengukur tegangan <i>output</i> alternator .....	51
Gambar 3.22 Mengukur arus pengisian <i>battery</i> .....	52

Gambar 3.23 Mengukur tegangan pengisian <i>battery</i> .....	53
Gambar 3.24 Grafik perbedaan tegangan.....	55
Gambar 3.25 Aliran tegangan <i>output</i> alternator .....	56

**DAFTAR TABEL**

Tabel 3.1 Hasil pemeriksaan komponen alternator .....	42
Tabel 3.2 Hasil pengukuran tegangan <i>output</i> alternator.....	52
Tabel 3.3 Hasil pengukuran arus pengukuran <i>battery</i> .....	53
Tabel 3.4 Hasil pengukuran tegangan pengisian <i>battery</i> .....	54
Tabel 3.5 Hasil pengujian keseluruhan .....	54

**DAFTAR LAMPIRAN**

1. Foto kegiatan ..... 59
2. Gambar *wiring* diagram sistem pengisian Honda Jazz Tipe L13A..... 63
3. Spesifikasi ..... 64

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. LATAR BELAKANG

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada era moderen seperti sekarang ini sangatlah pesat. Dalam dunia otomotif elektronisasi dan komputerisasi juga telah dilakukan oleh para produsen-produsen kendaraan. Pergantian dari komponen-komponen yang tadinya menggunakan sistem mekanis menjadi elektronik maupun komputer juga telah dilakukan. Salah satunya adalah sistem PGM-FI (*Programmed Fuel Injection*) yang dikembangkan oleh Honda.

Sistem tenaga listrik merupakan salah satu sumber listrik yang terdapat pada kendaraan. Setiap mesin mobil selalu membutuhkan tenaga listrik untuk menstart mobil, menyalakan lampu *body*, *wiper*, serta untuk menghidupkan lampu pada kendaraan. Oleh karena itu di dalam mobil dibutuhkan suatu sistem yang dapat memenuhi fungsi dari sistem kelistrikan pada mobil. Dalam hal ini *battery* sebagai sumber dari suatu sistem kelistrikan. Disisi lain, supaya sistem kelistrikan pada kendaraan dapat berjalan dengan baik, maka dibutuhkan juga suatu sistem pengisian pada *battery* untuk mengisi cadangan listrik pada *battery* sehingga *battery* tetap dapat meyuplai arus pada komponen-komponen yang membutuhkan listrik dan dapat dipakai terus menerus. Untuk itu, dalam sistem pengisian dilengkapi dengan suatu alternator yang berfungsi untuk menghasilkan sumber listrik yang digerakkan oleh  $V$

*belt*. Jika penggunaan tenaga listrik dilakukan secara terus menerus tanpa dilakukan pengisian kembali, dapat dipastikan kemampuan *battery* akan menurun atau tegangan menjadi lemah. Oleh karena itu sistem pengisian sangat dibutuhkan pada setiap kendaraan, dengan maksud mengembalikan kapasitas *battery* pada kondisi *full charge* disamping harus menggantikan fungsi *battery* selama mesin hidup.

Sistem pengisian mempunyai beberapa tipe, yaitu sistem pengisian tipe titik kontak atau yang biasa disebut dengan tipe mekanik dan sistem pengisian dengan menggunakan IC regulator. Kedua tipe tersebut mempunyai prinsip dasar yang sama, akan tetapi mempunyai beberapa perbedaan dalam segi komponen dan rangkaian kelistrikan. Perbedaan pokok bahwa regulator IC pemutusan arus dilakukan oleh IC, sedangkan pada tipe titik kontak atau mekanik dilakukan oleh relay. Berikut adalah kelebihan dari sistem pengisian dengan menggunakan IC regulator:

1. Stabilitas pengaturan tegangan dan arus yang dihasilkan lebih tinggi
2. Ukuran regulator lebih kecil sehingga mungkin dijadikan satu kesatuan dengan unit alternator
3. Rangkaian sistem pengisian lebih sederhana
4. Tidak memerlukan penyetelan
5. Dapat dirancang alternator yang mampu bekerja pada putaran tinggi, sehingga ukuran alternator lebih kecil untuk daya sama
6. Diameter rotor lebih kecil guna meningkatkan putaran alternator



7. Menggunakan V ribbed belt untuk memperluas kontak belt dengan *pulley* sehingga tidak slip
8. Lubang radiasi lebih banyak dan kipas pendingin ada di dalam alternator sebagai upaya meningkatkan proses pendinginan.

Sistem pengisian yang digunakan pada Honda Jazz tipe L13A menggunakan IC regulator tipe M yang merupakan *Monolithic Integrated Circuit* (MIC) atau otak dalam sistem pengisian. Selain itu tipe M juga yang paling banyak digunakan saat ini. Disisi lain, dengan minimya pengetahuan tentang sistem pengisian, penulis tertarik untuk mempelajari sistem pengisian yang banyak digunakan saat ini dan melakukan pengujian dari objek yang akan dianalisis, yaitu *engine stand* Honda Jazz Tipe L13A. Oleh sebab itu penulis mengambil judul “Pengujian Sistem Pengisian Pada Mesin Honda Jazz Tipe L13A” sebagai Tugas Akhir.

## **B. PERMASALAHAN**

Banyak permasalahan yang sering terjadi pada sistem pengisian. Untuk itu perlu dilakukan pembatasan masalah agar tidak terjadi kekacauan dalam mencari, menganalisa, dan mengatasi permasalahan yang terjadi, diantaranya sebagai berikut :

1. Bagaimana fungsi komponen dan cara kerja sistem pengisian pada Honda Jazz tipe L13A
2. Bagaimana pengujian sistem pengisian serta komponen-komponen sistem pengisian pada Honda Jazz tipe L13A dan hal-hal apa saja yang perlu diperhatikan selama pengujian.

**C. TUJUAN**

1. Mengetahui fungsi komponen dan cara kerja sistem pengisian pada sistem pengisian Honda Jazz tipe L13A
2. Menguji sistem pengisian Honda Jazz tipe L13A dan hal-hal yang perlu diperhatikan selama pengujian.

**D. MANFAAT**

Adapun manfaat yang diperoleh dari pengujian sistem pengisian Honda Jazz tipe L13A adalah sebagai berikut :

1. Memberikan pengetahuan bagaimana fungsi dan cara kerja komponen dalam sistem pengisian Honda Jazz tipe L13a
2. Memberikan pengetahuan tentang bagaimana pengujian sistem pengisian Honda Jazz tipe L13A dan apa saja yang perlu diperhatikan selama pengujian
3. Memberikan pengetahuan mengenai perbedaan sistem pengisian tipe IC regulator dengan tipe mekanik.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Battery

##### 1. Pengertian *Battery*

*Battery* adalah suatu alat elektrokimia yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik melalui reaksi kimia kelistrikan. *Battery* dapat dikelompokkan menjadi sel primer (*primary cell*) dan sel sekunder (*secondary cell*). *Battery* disebut juga *accu* atau aki (Daryanto, 2011 : 1).



Gambar 2.1 *Battery*

*Battery* merupakan bagian yang sangat penting pada sistem kelistrikan mobil karena *battery* berfungsi untuk menyimpan arus sementara yang kemudian digunakan untuk memenuhi kebutuhan arus listrik mobil. Disamping itu *battery* sebagai sumber tenaga cadangan untuk menstar mobil. Tenaga putar pertama kali untuk memutar poros engkol adalah dari arus listrik *battery* yang diubah menjadi tenaga mekanik pada motor

starter tidak akan kuat memutar poros engkol sehingga mobil tidak bisa dihidupkan dengan cara distarter (Sri Wurdiamoko, 2006 : 4).

## 2. Pengisian battery pada kendaraan

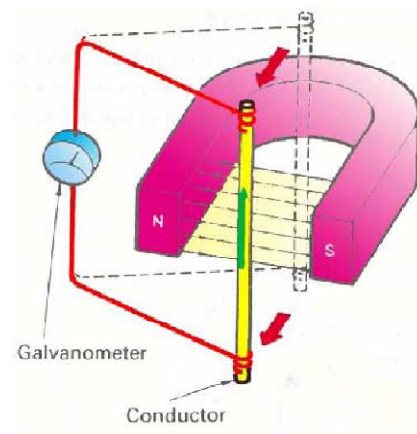
Sumber listrik untuk *battery* yang dipasang pada kendaraan adalah alternator yang tegangan *output*nya diatur oleh regulator untuk mengisi setrum *battery* dengan tegangan tertentu. Namun ada juga beberapa peralatan seperti illuminators, *wiper motor*, dan *heater*, sehingga alternator harus menyuplai tenaga listrik ke alat ini dan *battery* pada saat yang bersamaan ketika kendaraan berjalan. Jika mesin dalam keadaan *iddling*, maka *output* dari alternator akan dikurangi. Kemudian jika beban listriknya lebih tinggi dari *output* alternator, maka *battery* akan mengeluarkan arusnya sebagai tenaga listrik ekstra untuk disuplai ke komponen-komponen yang membutuhkan. Dalam hal ini, jumlah arus yang diisi dan dipakai akan ditentukan oleh status pemakaian arus (kapasitas listrik yang disediakan) dan kondisi lainnya seperti setting tegangan, jenis beban, status running dan temperatur di luar. Pada saat pengisian kembali bekerja secara normal dan beban tidak *overloaded*, jika kendaraan secara terus-menerus dijalankan, *battery* akan di-charge dan rata-rata arus yang sedang diisi akan berkurang (Daryanto, 2011 : 16).

## B. Prinsip Dasar Pembangkit Listrik Pada Alternator

### 1. Induksi Elektromagnet

Pembangkit listrik pada alternator menggunakan prinsip induksi elektromagnetik yaitu perpotongan antara penghantar dengan garis-garis

gaya magnet, jumlah konduktor pemotong medan magnet, dan kecepatan perpotongan. Prinsip kerja sebuah alternator adalah berputarnya medan magnet (rotor) sedangkan penghantar (stator) diam.



Gambar 2.2 Prinsip pembangkit listrik

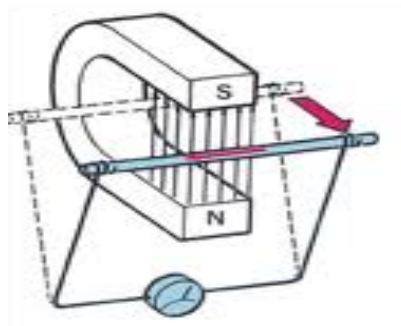
(Yayat Supriatna, 1998 : 10)

Seperti ditunjukkan dalam gambar, jarum galvanometer (ammeter yang dapat mengukur arus yang sangat kecil) akan bergerak karena gaya gerak listrik yang dihasilkan pada saat penghantar digerakkan maju-mundur diantara kutup utara dan kutup selatan magnet. Dari aksi ini dapat disimpulkan bahwa :

- a. Jarum galvanometer akan bergerak bila penghantar atau magnet digerakkan
- b. Arah gerakan jarum akan bervariasi mengikuti arah gerakan penghantar atau magnet
- c. Besarnya gerakan jarum akan semakin besar sebanding dengan kecepatan gerakan
- d. Jarum tidak akan bergerak bila gerakan dihentikan.

## 2. Arah Gaya Gerak Listrik

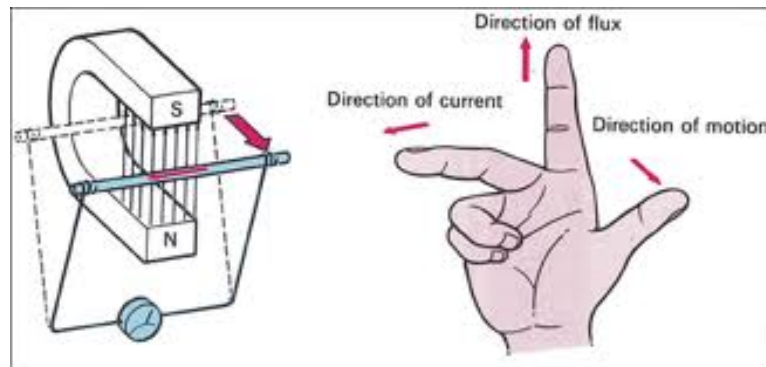
Arah gaya gerak listrik yang dibangkitkan di dalam penghantar di antara medan magnet bervariasi mengikuti perubahan arah garis gaya magnet dan gerakan penghantar. Apabila penghantar digerakkan (dengan arah seperti ditunjukkan oleh tanda panah besar pada gambar di bawah) di antara kutub magnet utara dan selatan, maka gaya gerak listrik akan mengalir dari kanan ke kiri (arah garis gaya magnet dari kutub utara ke kutub selatan).



Gambar 2.3 Arah gaya gerak listrik

Arah garis gaya magnet dapat dipahami dengan menggunakan Hukum Tangan Kanan Fleming (*Flemming's Right-hand Rule*).

Dengan ibu jari, telunjuk dan jari tengah tangan kanan dibuka dengan sudut yang tepat satu sama lain, maka telunjuk akan menunjukkan arah garis gaya magnet, ibu jari menunjukkan arah gerakan penghantar, dan jari tengah menunjukkan arah gaya gerak listrik.

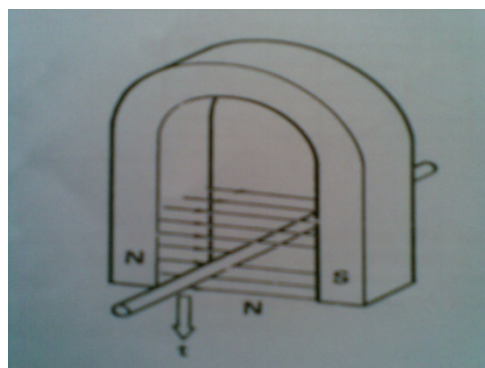


Gambar 2.4 Hukum tangan kanan *flemming*

(PPPGT, 2006 : 7)

### 3. Besar Gaya Gerak Listrik

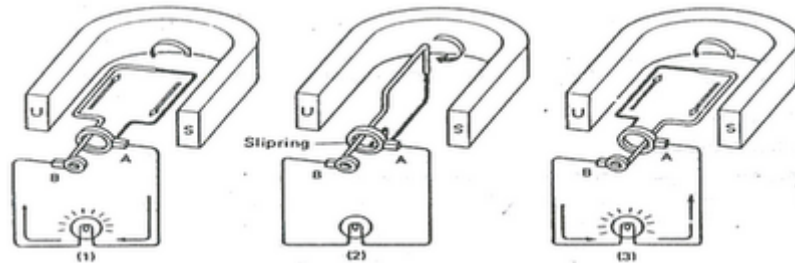
Besarnya gaya gerak listrik yang dibangkitkan pada saat penghantar memotong (melewati) garis gaya magnet di antara medan magnet sebanding dengan banyaknya garis gaya magnet yang dipotong pada satu satuan waktu. Sebagai contoh, bila banyaknya garis-garis N dipotong dalam waktu  $t$  detik dan gaya gerak listrik  $U$  volt, ini dapat dinyatakan dalam rumus berikut (simbol  $\propto$  berarti “sebanding dengan”)  $U \propto \frac{N}{t}$ .



Gambar 2.5 Besar gaya gerak listrik

(PPPGT, 2006 : 8)

#### 4. Prinsip Kerja Alternator



Gambar 2.6 Prinsip kerja generator AC

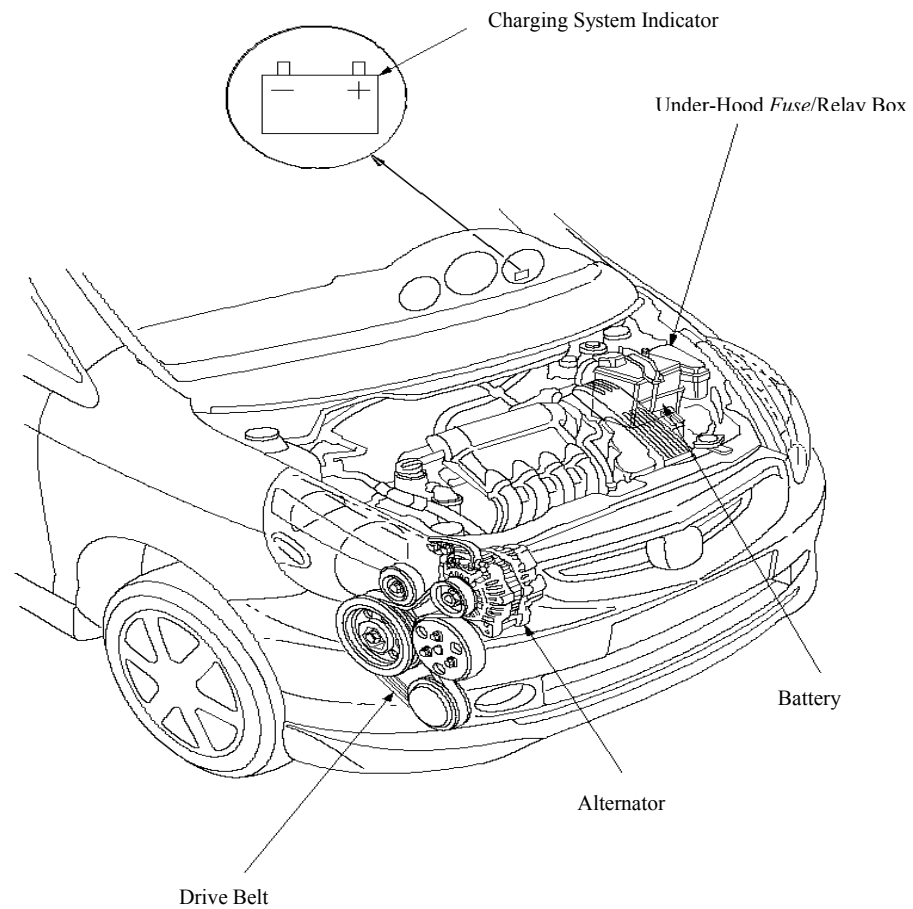
Pada generator AC (alternator) kedua ujung penghantar dihubungkan ke slip ring dan jenis sikat sudah tidak jelas karena berubah ubah sesuai posisi penghantar. Saat penghantar diputar maka penghantar tersebut akan memotong medan magnet sehingga menghasilkan induksi elektromagnetik. Arah arus yang dihasilkan akan berubah-ubah, pada posisi (1) arah arus menuju sikat "A", namun pada posisi (2) arah arus berubah menuju sikat "B". Perubahan tersebut dapat digambarkan dalam fungsi gelombang sinus.

<http://qtussama.files.wordpress.com/2012/02/.htm>.

#### C. Konstruksi Sistem Pengisian

Kebanyakan mobil dilengkapi dengan alternator arus bolak-balik (AC) yang menggunakan IC regulator karena ini lebih baik dibandingkan dengan alternator (AC) yang menggunakan regulator tipe mekanik, baik dari segi konstruksinya, komponen, maupun fungsinya.





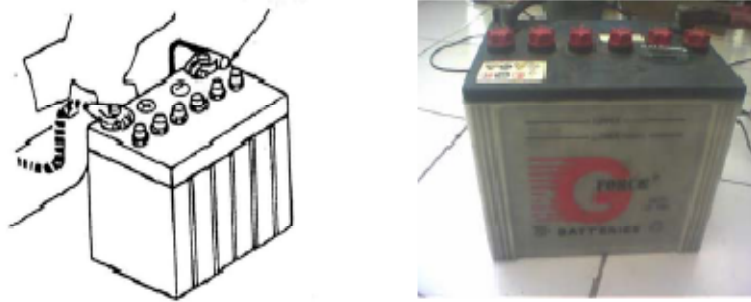
Gambar 2.7 Konstruksi sistem pengisian IC regulator

(Honda, 2002)

Dilihat dari gambar di atas, komponen-komponen yang terdapat pada sistem pengisian IC regulator adalah :

1. *Battery*

Battery berfungsi untuk menyuplai kebutuhan listrik pada komponen-komponen yang membutuhkannya. Apabila sistem pengisian pada *battery* terpenuhi, maka kebutuhan listrik pada komponen-komponen juga terpenuhi.

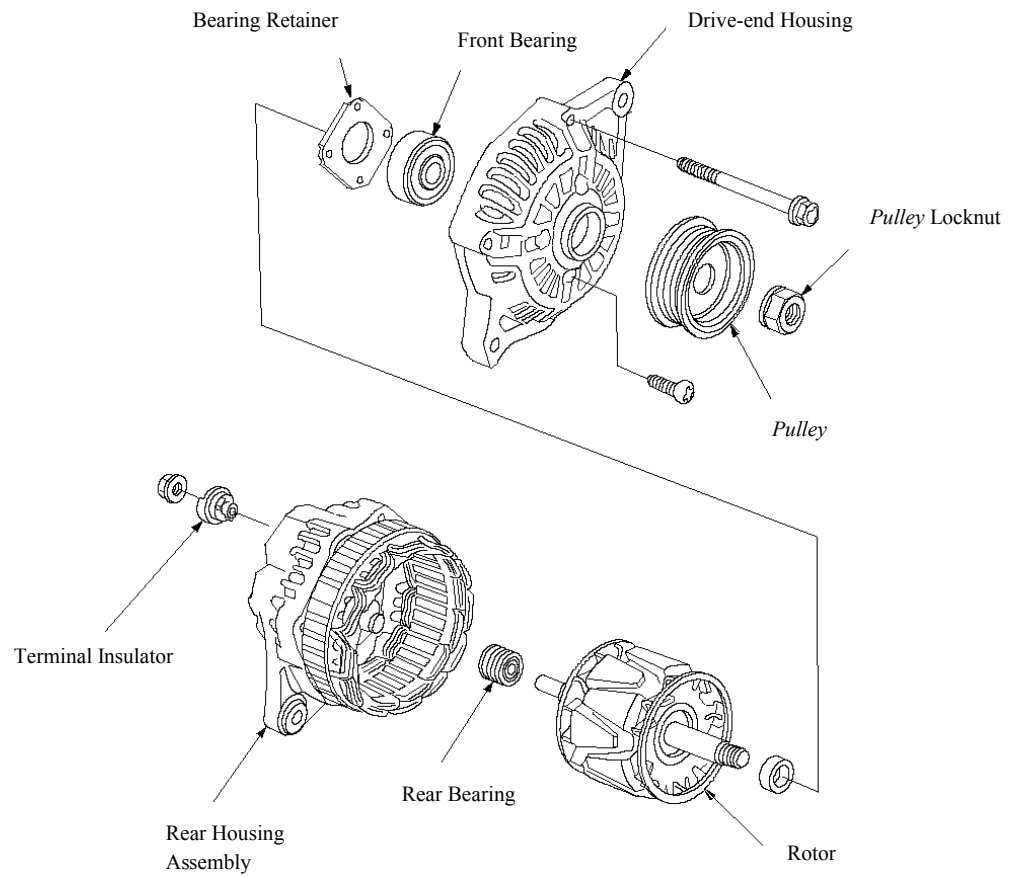


Gambar 2.8 *Battery*

## 2. Alternator

Alternator berfungsi untuk merubah energi mekanik dari mesin menjadi listrik. Energi mekanik dari mesin diterima dari sebuah *pulley* yang memutar rotor sehingga membangkitkan arus bolak-balik pada stator dan disearahkan oleh diode sebelum digunakan oleh komponen-komponen kendaraan yang membutuhkan atau pun untuk mengisi *battery* (Sri Wurdiatmoko, 2006 : 11).

Alternator juga terdiri dari beberapa komponen, yaitu rotor yang membangkitkan elektromagnet atau membuat garis magnet, stator yang membangkitkan arus listrik dan diode yang menyearahkan arus listrik. Sebagai tambahan, terdapat pula *brush* yang mengalirkan arus ke *rotor coil* untuk membentuk garis gaya magnet dan *fan* untuk mendinginkan komponen-komponen pada alternator.

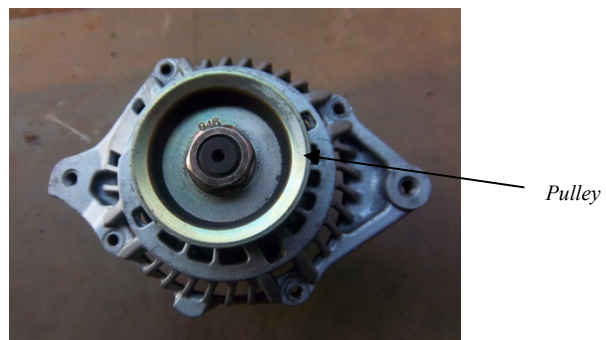


Gambar 2.9 Konstruksi alternator

(Honda, 2002)

Komponen-komponen alternator terdiri dari :

a. *Pulley*



Gambar 2.10 *Pulley*

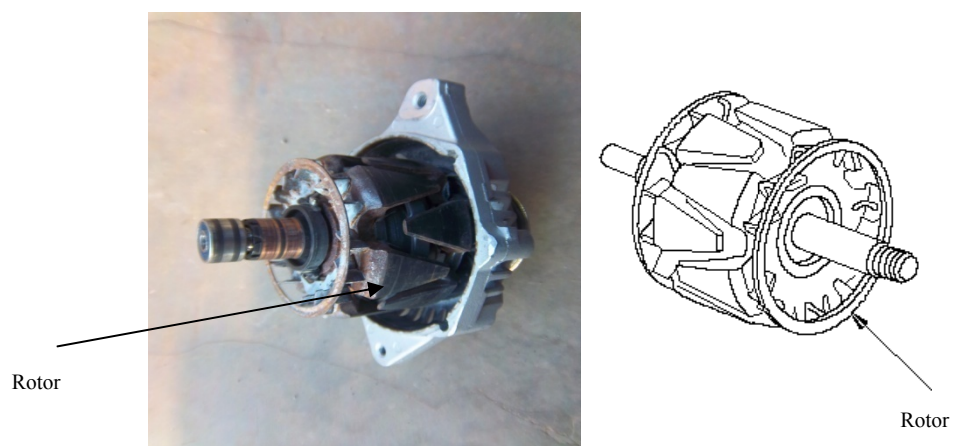
*Pulley* berfungsi sebagai tempat V belt penggerak alternator yang memindahkan gerak putar mesin untuk memutar alternator.

b. Fan (kipas)

Fan berfungsi untuk mendinginkan komponen-komponen pada alternator.

c. Rotor

Rotor terdiri dari *rotor core*, *rotor coil*, *shaft*, dan *slip ring*. Rotor berfungsi untuk menghasilkan medan magnet, kuat medan magnet yang dihasilkan tergantung dari besar arus listrik yang mengalir ke *rotor coil*. Di dalam rotor terdapat dua buah slip ring, satu slip ring negatif dan satu slipring positif. Slip ring berfungsi sebagai terminal kumparan rotor.



Gambar 2.11 Struktur rotor

(Honda, 2002)

Cara kerja rotor adalah sebagai berikut. Pada saat arus mengalir di dalam *rotor coil* melalui kontak *brush* ke slip ring.

Garis-garis magnet akan terbentuk sesuai dengan arah shaft sehingga satu sisi dari inti dimagnetkan ke kutub N dan satu sisinya lagi dimagnetkan ke kutub S. Karena itulah masing-masing kutub yang saling berhadapan satu sama lainnya juga dimagnetkan dan kutub N dan S disusun secara berjejer. Bahan *rotor core* terbuat dari penggandaan besi karbon yang rendah. Slip-nya terbuat dari material konduksi yang baik seperti tembaga atau besi baja (Daryanto, 2011 : 80).

d. Stator

Stator terdiri dari *stator core* dan *field coil* dan diikat oleh frame depan serta belakang. *Stator core* terdiri dari lapisan *steel plating* yang tipis (inti besi berlapis). Didalamnya terdapat slot tempat masuknya tiga buah *stator coil* yang masing-masing berdiri sendiri.



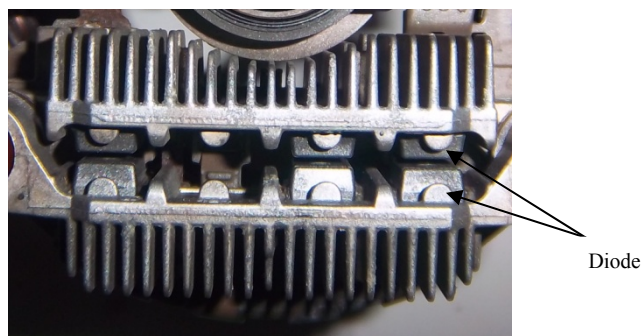
Gambar 2.12 Stator

Stator berfungsi sebagai kumparan yang menghasilkan listrik saat terpotong medan magnet dari rotor. Ada dua macam model

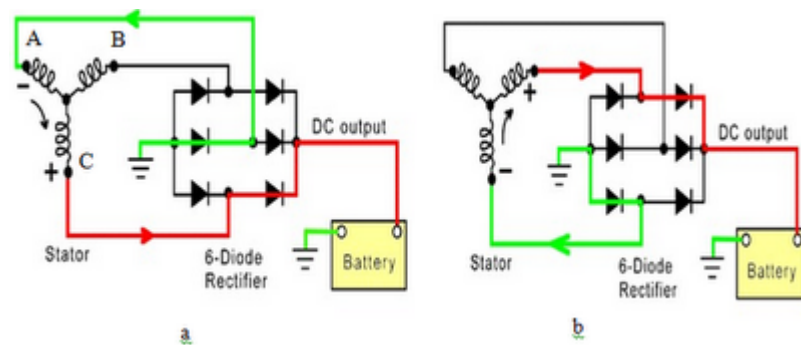
*stator coil*, yaitu model “delta” dan model “Y”. Namun yang paling banyak digunakan saat ini adalah model Y. Pada model “Y” ketiga ujung kumparan tersebut disambung menjadi satu. Titik sambungan ini disebut titik “N” (neutral point). Pada model “delta” ketiga ujung lilitan dijadikan satu sehingga membentuk segi tiga (delta). Model ini tidak memiliki terminal neutral (N). *Stator coil* menghasilkan arus listrik AC tiga *phase*. Tiap ujung stator dihubungkan ke diode positif dan diode negatif (<http://qtussama.files.wordpress.com/2012/02/.htm>).

e. *Rectifier* (diode)

Diode berfungsi untuk menyearahkan arus AC yang dihasilkan oleh *stator coil* menjadi arus DC, disamping itu juga berfungsi untuk menahan agar arus dari *battery* tidak mengalir ke *stator coil*.



Gambar 2.13 Diode pada alternator



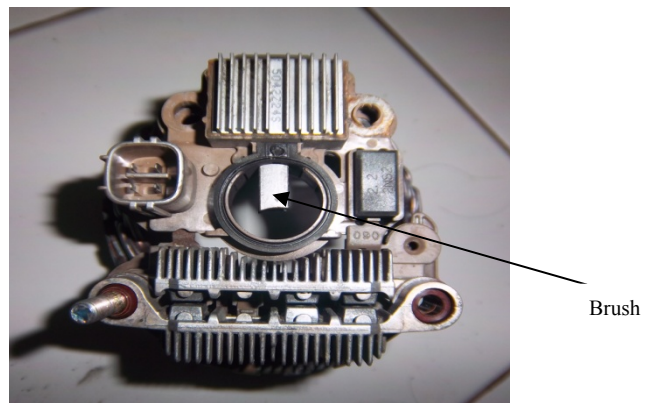
Gambar 2.14 Prinsip kerja penyearahan arus listrik pada *stator coil*  
<http://qtussama.files.wordpress.com/2012/02/.htm>

Prinsip kerja penyearahan arus listrik yang dihasilkan *stator coil* pada alternator adalah sebagai berikut:

Saat rotor alternator berputar maka terjadi induksi elektromagnetik pada *stator coil*, gambar di atas: a, menunjukkan bahwa ujung *stator coil* “A” negatif dan ujung *stator coil* “C” menghasilkan arus positif, arus yang dihasilkan *stator coil* “C” disalurkan oleh diode positif “C”, kemudian dialirkan ke *battery* (*battery*). Rotor terus berputar sehingga *stator coil* “C” yang tadinya menghasilkan arus positif menjadi menghasilkan arus negatif, arus positif dihasilkan oleh *stator coil* “B”, arus yang dihasilkan *stator coil* “B” disalurkan oleh diode positif “B”, kemudian dialirkan ke *battery*. Demikian seterusnya sehingga secara bergantian *stator coil* menghasilkan gelombang listrik dan disalurkan oleh diode, selisih gelombang satu dengan yang lain 120°.

f. Brush (sikat)

Sikat berfungsi untuk mengalirkan arus listrik dari regulator ke *rotor coil*.



Gambar 2.15 *Brush*

Sikat merupakan bagian yang sering menjadi penyebab gangguan pada alternator, karena cepat aus. Sikat yang sudah pendek dapat menyebabkan aliran listrik ke *rotor coil* berkurang, akibat tekanan pegas yang melemah. Berkurangnya aliran listrik ke *rotor coil* menyebabkan kemagnetan rotor berkurang dan listrik yang dihasilkan alternator menurun. Bila sikat sudah pendek harus segera diganti, sebab kalau sampai sikat habis maka slip ring akan bergesekan dengan pegas sikat sehingga menjadi aus. Sikat yang sudah habis dapat menyebabkan aliran listrik ke *rotor coil* terputus, kemagnetan rotor hilang, alternator tidak dapat menghasilkan listrik, sehingga tidak terjadi proses pengisian.



g. Regulator

Regulator merupakan otak dari sistem pengisian. Umumnya regulator mempunyai fungsi yang sama baik regulator tipe IC ataupun regulator tipe mekanik yaitu mengatur besar arus listrik yang masuk ke dalam *rotor coil* sehingga tegangan yang dihasilkan oleh alternator tetap konstan menurut harga yang telah ditentukan walaupun putarannya berubah-ubah. Selain itu regulator juga berfungsi untuk mematikan tanda dari lampu pengisian, lampu pengisian akan secara otomatis mati apabila alternator sudah menghasilkan arus listrik.

D. Prinsip Kerja Sistem Pengisian IC Regulator

1. Komponen yang terkait pada cara kerja sistem pengisian

a. *Stator coil*

*Stator coil* berfungsi sebagai kumparan yang menghasilkan listrik saat terpotong medan magnet dari rotor.

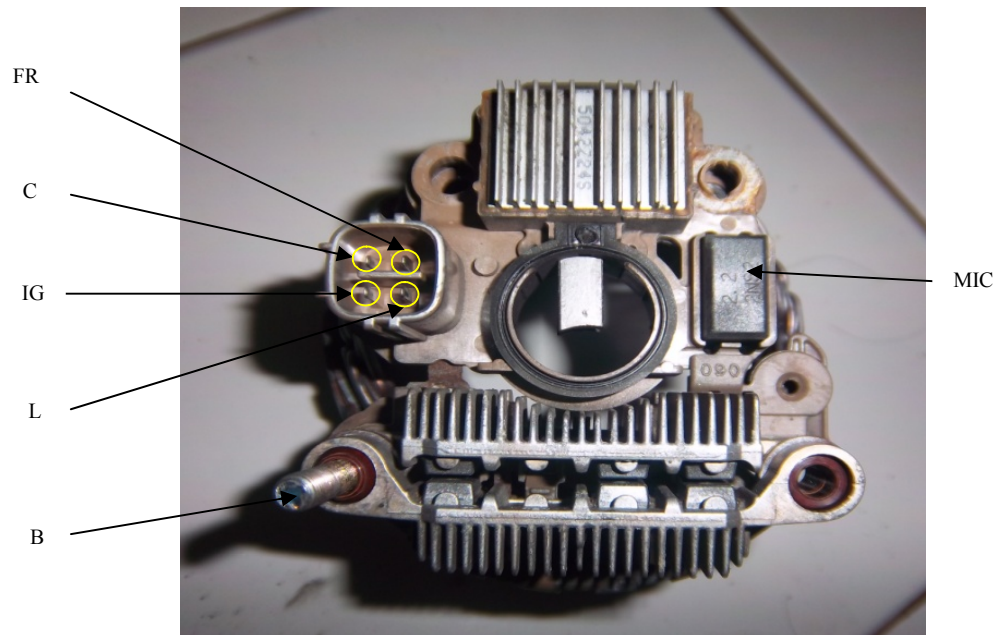
b. *Rotor coil*

*Rotor coil* berfungsi untuk menghasilkan medan magnet, kuat medan magnet yang dihasilkan tergantung dari besar arus listrik yang mengalir ke *rotor coil*.

c. Diode

Diode berfungsi untuk menyearahkan arus AC yang dihasilkan oleh *stator coil* menjadi arus DC, disamping itu juga berfungsi untuk menahan agar arus dari *battery* tidak mengalir ke *stator coil*.

d. MIC (*Monolithic Integrated Circuit*)



Gambar 2.16 MIC

MIC berfungsi sebagai otak dari sistem pengisian, mendeteksi setiap arus pada sistem pengisian.

e. Transistor

Transistor berfungsi untuk memutus/menyambung arus listrik dari setiap komponen yang bersangkutan.

f. *Ignition switch*

Ignition switch berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran listrik ke lampu indikator dan regulator.

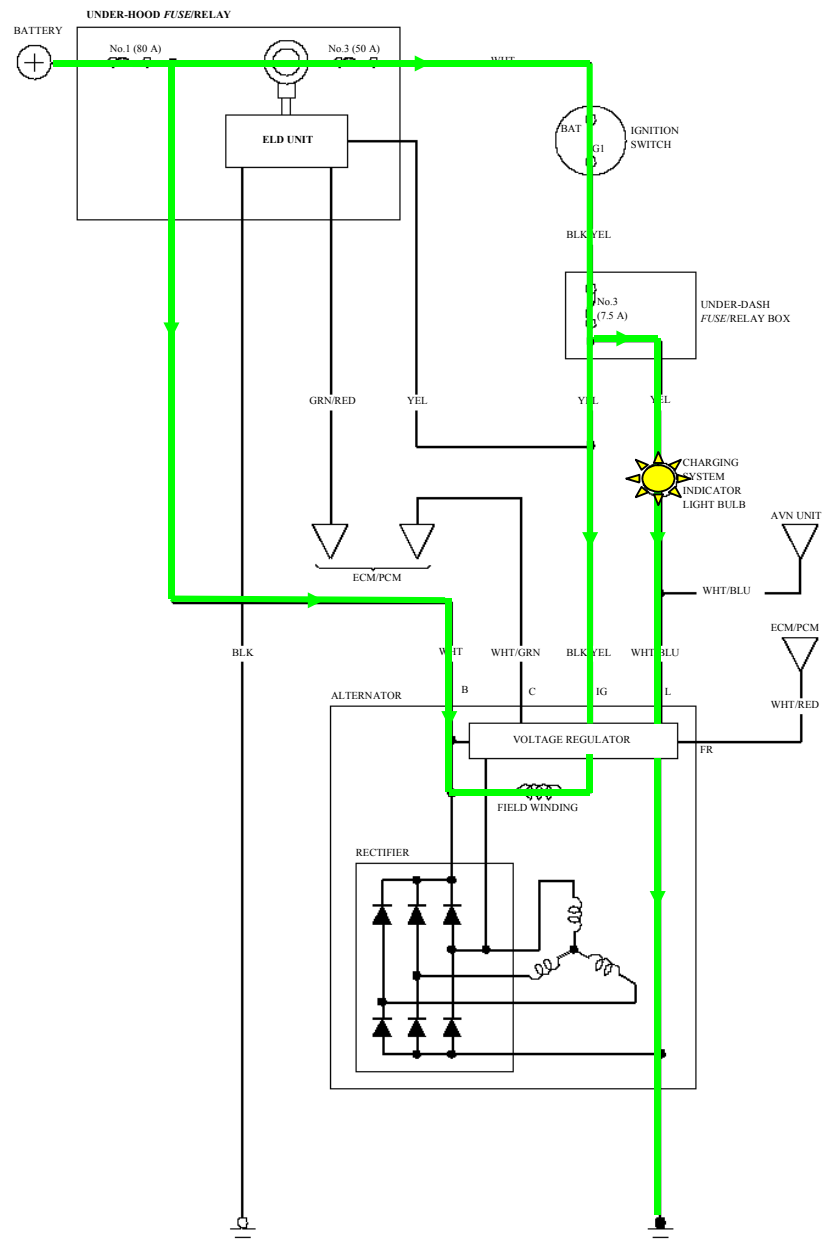
g. *Fuse*

*Fuse* berfungsi sebagai pengaman tegangan atau untuk membatasi arus yang berlebihan.

h. Lampu indikator

Lampu indikator berfungsi memberikan tanda terjadinya sistem pengisian pada pengendara.

2. Cara kerja pada saat kunci kontak ON, mesin mati



Gambar 2.17 Cara kerja saat kunci kontak ON

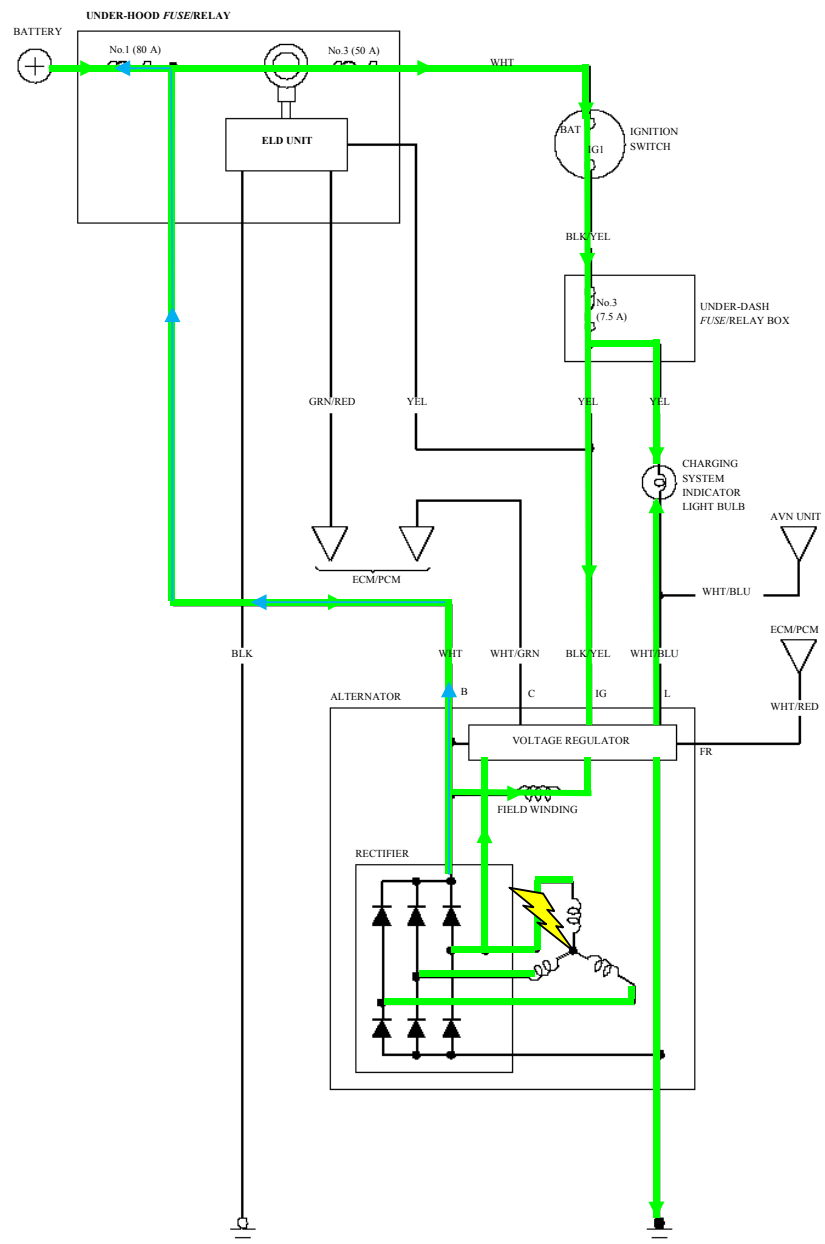
Arus mengalir dari *battery* → *fuse* → terminal B → *rotor coil*.

Dalam kondisi ini arus hanya berhenti pada *rotor coil* karena salah satu transistor yang berhubungan dengan *rotor coil* masih dalam keadaan OFF.

Arus juga mengalir dari *battery* → kunci kontak → terminal IG → MIC. Dalam kondisi ini, MIC mengaktifkan transistor yang berhubungan dengan *rotor coil*, sehingga terjadi sedikit kemagnetan pada *rotor coil*.

Setelah melalui kunci kontak arus juga mengalir ke lampu indikator → terminal L → MIC (mengaktifkan transistor yang berhubungan dengan lampu indikator) → massa. Pada kondisi ini, MIC mendeteksi arus dari terminal L dan mengaktifkan transistor yang berhubungan dengan lampu indikator dan diteruskan ke massa sehingga lampu indikator menyala.

### 3. Cara kerja pada saat mesin berputar



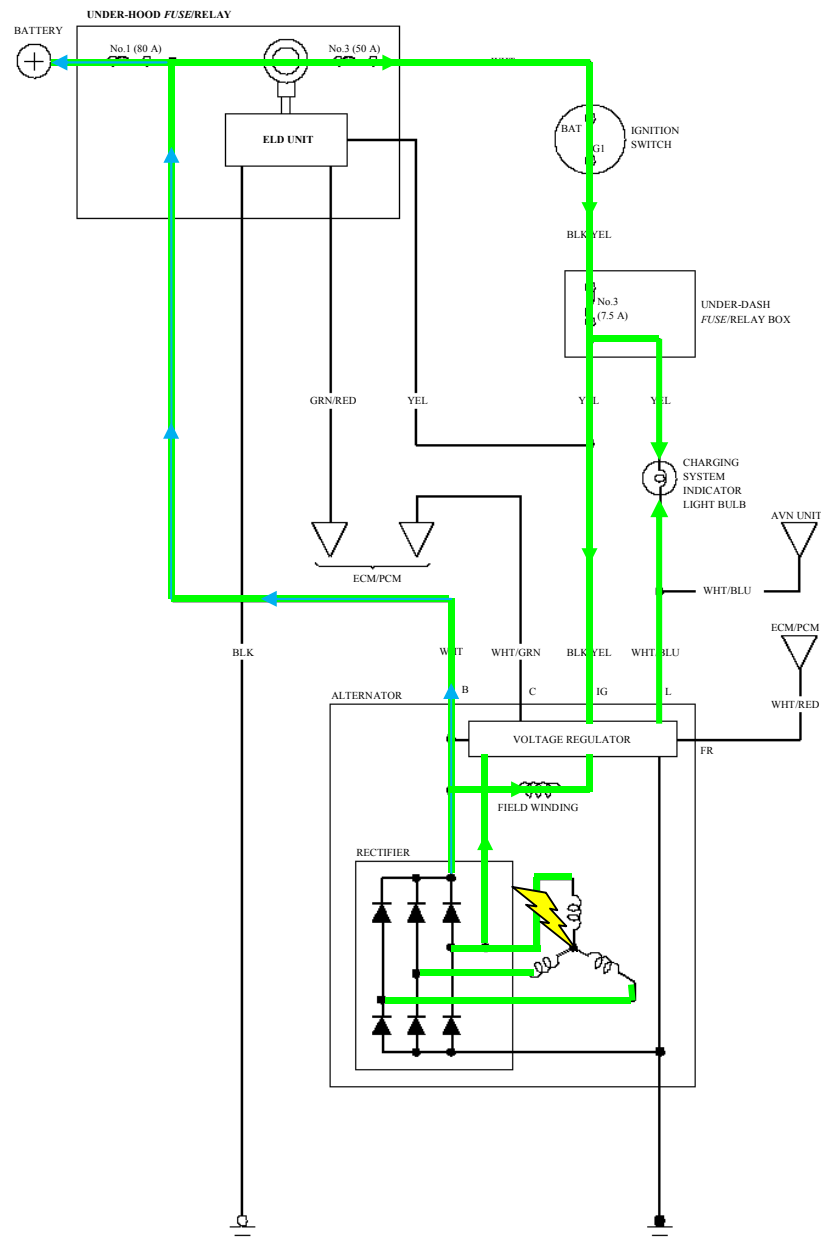
Gambar 2.18 Cara kerja saat mesin berputar

Pada saat mesin hidup maka rotor berputar, sehingga *stator coil* menghasilkan arus listrik, hal ini dideteksi oleh MIC. Stator → MIC (mengaktifkan transistor yang berhubungan dengan *rotor coil*) → massa.

Arus yang keluar dari stator masih berupa arus AC dan disearahkan oleh diode sehingga menjadi arus DC dan terjadi pengisian pada *battery*. Stator → diode → terminal B → *battery* (*charging system*). Selain itu arus yang keluar dari alternator juga dialirkan ke komponen-komponen lain. Stator → terminal B → kunci kontak → terminal IG → MIC (mengaktifkan transistor yang lain untuk mematikan lampu indikator) . Selain itu arus juga mengalir dari kunci kontak → lampu indikator, dan juga terminal IG → terminal L (melalui transistor) → lampu indikator. Pada kondisi ini MIC menonaktifkan salah satu transistor yang berhubungan dengan lampu indikator yang menuju ke massa pada IC regulator sehingga membuat lampu indikator mati. Hal ini disebabkan arus dari terminal IG dan terminal L mengarah ke arah lampu indikator sehingga tidak ada beda potensial.

Akibat kemagnetan pada *rotor coil* yang semakin besar, maka arus yang dialirkan *battery* ke *rotor coil* juga semakin besar. *Battery* → *fuse* → terminal B → *rotor coil* → MIC → massa.

4. Cara kerja pada saat tegangan *output* alternator melebihi spesifikasi.



Gambar 2.19 Cara kerja saat tegangan *output* melebihi spesifikasi

Saat putaran mesin semakin tinggi maka *output* alternator menjadi semakin tinggi, hal ini dapat merusak sistem kelistrikan pada kendaraan. Untuk mengatasi hal itu maka kemagnetan harus dikurangi atau dihentikan agar tegangan *output* alternator berkurang. Pada

kondisi demikian, tegangan pada terminal C juga semakin tinggi. Apabila tegangan terminal C sudah mencapai harga standar, MIC mendeteksi dan menonaktifkan transistor yang berhubungan dengan *rotor coil* untuk mencegah kerusakan pada transistor. Ketika transistor tersebut OFF, maka tegangan akan menurun dan hal ini dideteksi oleh MIC untuk mengaktifkan lagi transistor tersebut. Dengan pengulangan proses ini, maka tegangan pada terminal C akan terus pada harga standar.

Adapun aliran arus dari proses tersebut, stator → diode → terminal B → *battery (charging system)*. Selain itu arus juga mengalir dari terminal B → kunci kontak → terminal IG → MIC (melalui transistor yang ON) → terminal L → lampu indikator. Pada waktu yang sama arus juga mengalir dari terminal IG → lampu indikator. Karena tegangan yang tinggi, MIC mempertahankan transistor yang berhubungan dengan lampu indikator agar tetap OFF sehingga lampu indikator tetap tidak menyala.

##### 5. Cara kerja saat tegangan kurang dari spesifikasi

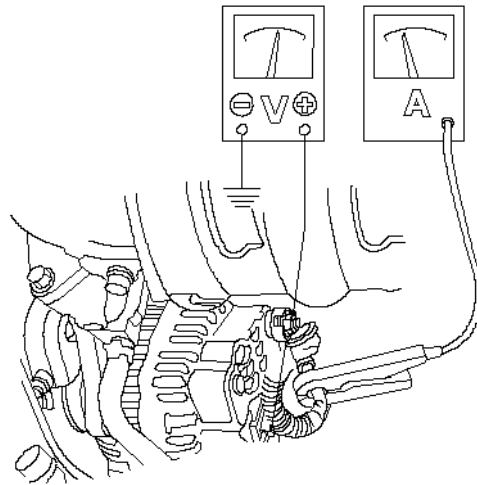
Pada saat tegangan kurang dari spesifikasi MIC mendeteksi tegangan tersebut dan mengaktifkan transistor yang berhubungan dengan *rotor coil* sehingga tetap terjadi kemagnetan pada *rotor coil*. Dengan terjadinya kemagnetan pada *rotor coil* maka *stator coil* dapat menghasilkan listrik sehingga tetap terjadi pengisian pada *battery* dan tegangan tetap berada pada harga standar.



## E. Pengujian Sistem Pengisian

### 1. Pemeriksaan arus dan tegangan pengisian

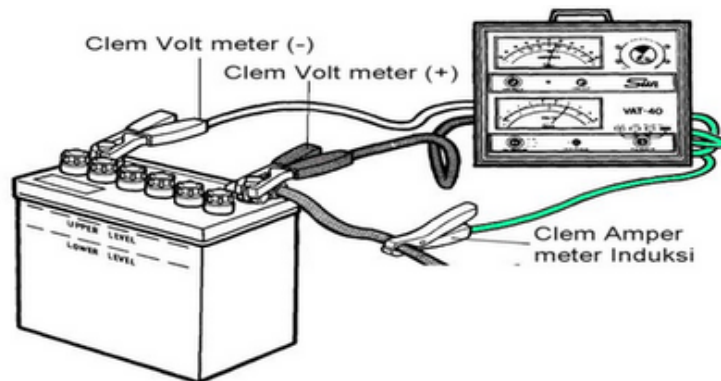
- a. Memasang Volt meter yaitu menghubungkan clem positif pada terminal positif *battery* dan clem negatif pada terminal negatif *battery*
- b. Memasang amper meter dengan memasang clem induksi pada kabel positif *battery*



Gambar 2.20 Pemasangan volt-ampermeter

(Honda, 2002)

- c. Menghidupkan mesin, atur putaran mesin dari putaran idle sampai 2000 rpm, Hidupkan lampu kepala dan fan AC. Periksa penunjukan pada Amper-Volt meter. Standar penunjukan untuk regulator mekanik , arus lebih dari 30 A dan tegangan: 13,8-14,8 A. Standar penunjukan tegangan untuk sistem pengisian IC regulator, IC tipe A: 13,8-14,1 volt sedangkan regulator tipe M: 13,9-15,1 volt.

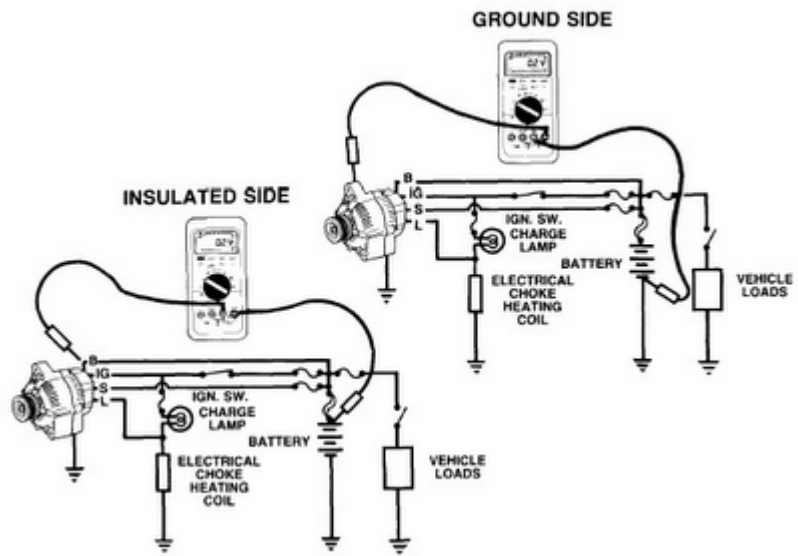


Gambar 2.21 Tegangan dan arus dengan beban

<http://qtussama.files.wordpress.com/2012/02/.htm>

Apabila setelah dilakukan pemeriksaan seperti di atas dan hasil dari pemeriksaan arus serta tegangan kurang dari spesifikasi, maka lakukan langkah berikut:

- 1) Memeriksa tegangan antara terminal positif *battery* dengan terminal B alternator, tegangan harus NOL volt, jika ada tegangan berarti ada sambungan yang kurang kuat atau putus
- 2) Memeriksa tegangan antara bodi alternator dengan terminal negatif *battery*, tegangan harus NOL volt, bila ada tegangan maka pemasangan alternator kurang baik, terminal kotor atau kabel massa kendur/berkarat.



Gambar 2.22 Pemeriksaan kabel

<http://qtussama.files.wordpress.com/2012/02/.htm>

Pada sistem pengisian dengan IC regulator bila tidak ada arus pengisian, maka hubungkan terminal F dengan bodi alternator menggunakan kawat atau penghantar. Bila arus pengisian menjadi normal maka kemungkinan yang rusak adalah IC regulator. Jika tetap tidak ada pengisian kemungkinan yang rusak adalah alternatornya dan harus dioverhaul.

## BAB III

### PENGUJIAN SISTEM PENGISIAN PADA MESIN

#### HONDA JAZZ TIPE L13A

#### A. Alat dan Bahan

##### 1. Alat

Beberapa alat yang digunakan dalam melaksanakan praktek mencakup sebagai berikut :

- a. Kunci pas 1 set
- b. Kunci ring 1 set
- c. Kunci sock 1 set
- d. Kunci “T” ukuran 8,10,12,14
- e. Kunci “L”
- f. Digital clamp tester

Digital clamp tester digunakan untuk mengukur arus dan tegangan *output* alternator.

- g. Multitester

Multitester terdiri dari ohmmeter, voltmeter dan ammeter. Ohmmeter digunakan untuk mengukur tahanan pada komponen-komponen alternator atau pada sirkuit-sirkuit kumparan. Voltmeter digunakan untuk mengukur tegangan *output* alternator, tegangan pengisian *battery*, dan tegangan *output* dari *battery*. Sedangkan

ammeter digunakan untuk mengukur arus sirkuit-sirkuit kumparan pada alternator.

## 2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam melaksanakan pengujian adalah sebagai berikut :

- a. *Engine stand* Honda Jazz tipe L13A
- b. Bensin

## B. Proses pelaksanaan

Sebelum melakukan pengujian terlebih dahulu harus mempersiapkan peralatan-peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan pembongkaran dan pemeriksaan pada setiap komponen-komponen sistem pengisian. Adapun hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan pembongkaran, yaitu menandai setiap komponen yang akan dibongkar pada posisi sebenarnya untuk menghindari kesalahan dalam pemasangan kembali komponen-komponen tersebut.

### 1. Pembongkaran rangkaian sistem pengisian

#### a. Melepas alternator dari *engine stand*

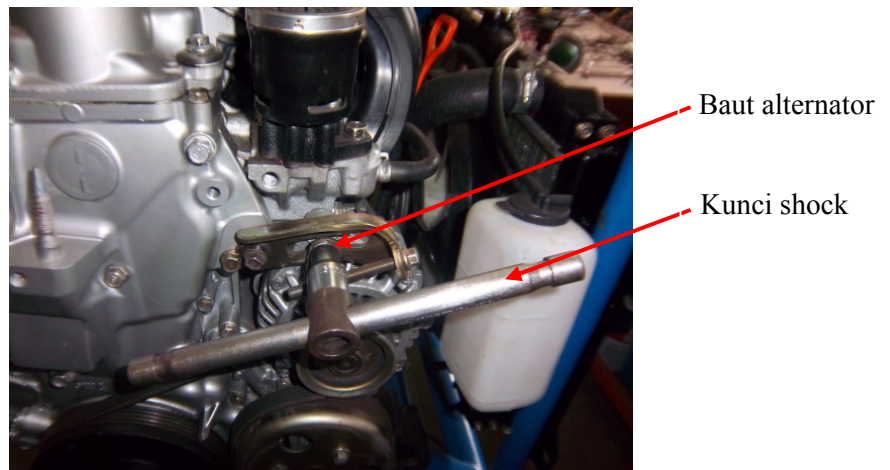
Beberapa bagian yang perlu dilepas :

##### 1) Melepas baut pengikat alternator

Melepas baut pengikat alternator dengan menggunakan kunci *shock* 12.

##### 2) Melepas baut penyetel *V-belt*

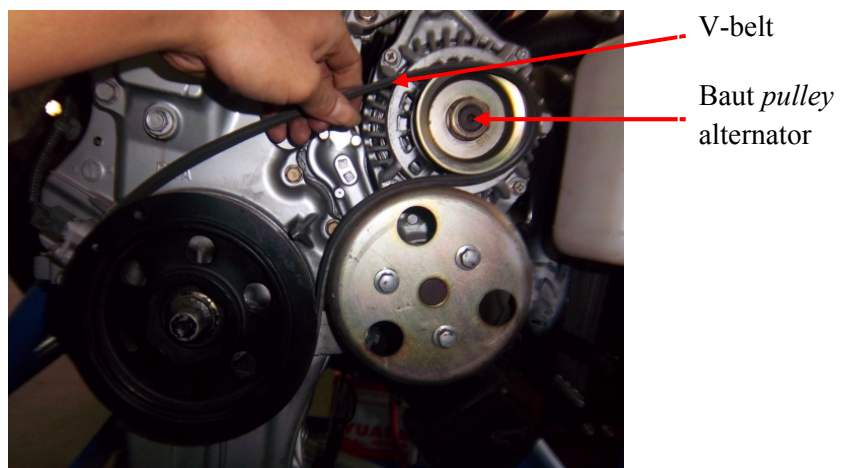
Melepas baut pengikat alternator dengan menggunakan kunci *shock* 12.



Gambar 3.1 Melepas Alternator

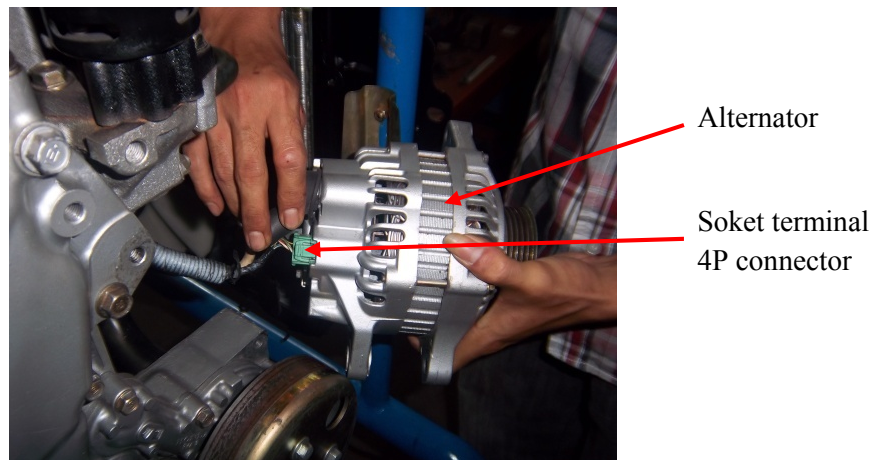
### 3) Melepas *V-belt*

Melepaskan *v-belt* dari *pulley alternator* dengan melepas penyetel kekencangan *v-belt*.



Gambar 3.2 Melepas *V-belt*

### 4) Melepas soket terminal pada alternator

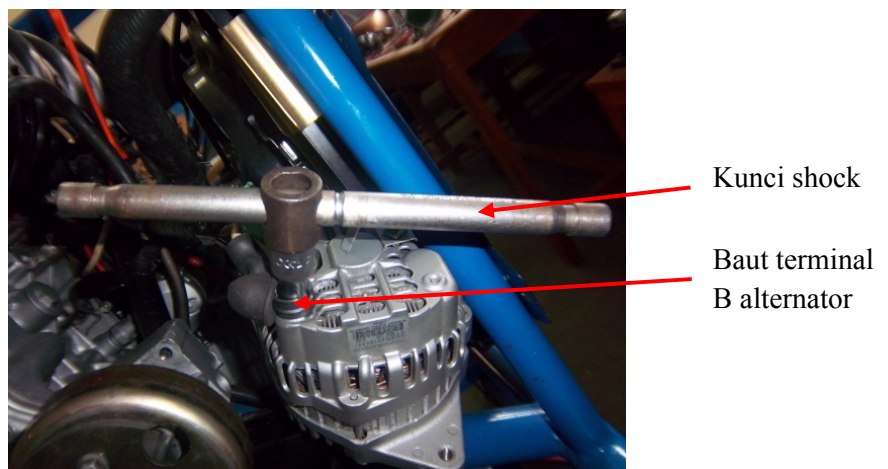


Gambar 3.3 Melepas soket terminal pada alternator

5) Melepas baut pengikat terminal B alternator

Melepas baut pengikat terminal B alternator dengan kunci *shock*

10.



Gambar 3.4 Melepas baut pengikat terminal B alternator

6) Melepas *Drive End Housing*

a) Melepas baut pengikat *drive end housing*

b) Melepas *drive end housing*

Melepas *drive end housing* dari alternator dengan menyetokkan palu karet ke sisi-sisi *drive end housing*.



Gambar 3.5 Melepas *drive end housing*

7) Melepas stator dan voltage regulator

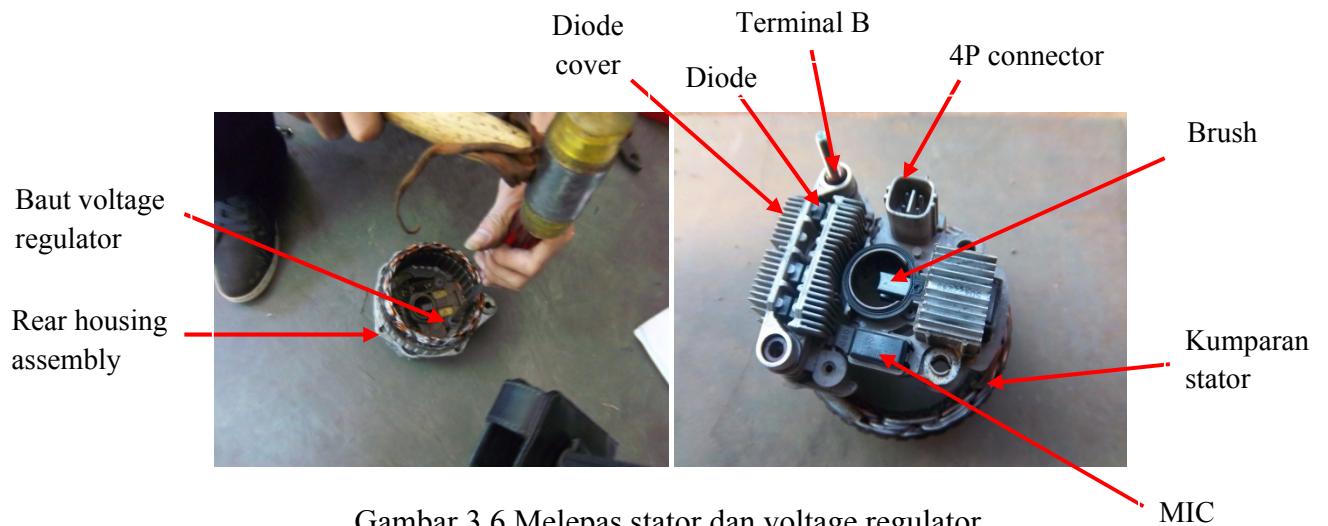
a) Melepas baut pada voltage regulator

Melepas baut yang terdapat pada voltage regulator untuk melepaskan voltage regulator dari *rear housing assembly*.

b) Melepas stator dan voltage regulator dari *rear housing assembly*

Melepas voltage regulator dan stator dengan menyetokkan palu karet ke sisi-sisi *rear housing assembly* sampai stator dan voltage regulator terlepas dari *rear housing assembly*.





Gambar 3.6 Melepas stator dan voltage regulator

## 2. Pemeriksaan komponen alternator

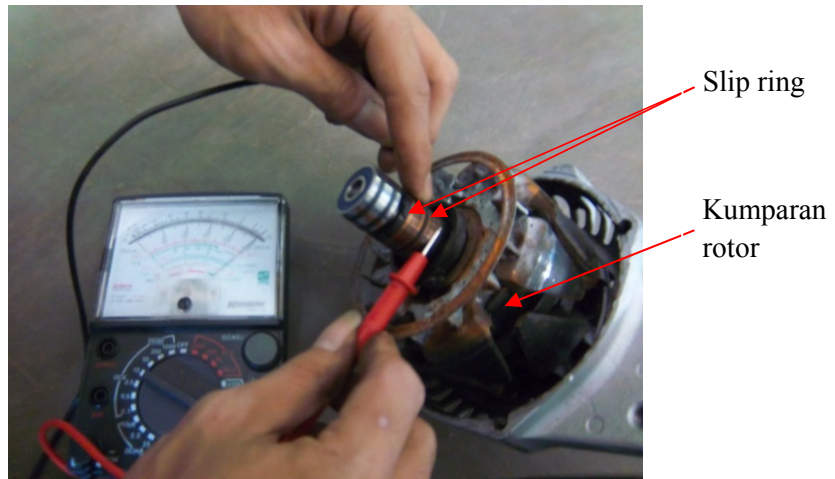
### a. Pemeriksaan rotor

Rotor berfungsi membangkitkan kemagnetan. Pada bagian rotor terdapat kumparan rotor (*rotor coil*) yang masing-masing ujungnya dihubungkan ke *slip ring*. Dua *slip ring* yang terdapat pada alternator berfungsi sebagai penyalur listrik ke kumparan rotor. Kuku-kuku pada rotor berfungsi sebagai kutub magnet. Pemeriksaan rotor bertujuan untuk mengetahui apakah ada sirkuit yang putus pada kumparan rotor atau tidak, sehingga akan diketahui bahwa rotor tersebut masih dapat membangkitkan kemagnetan atau tidak.

#### 1) Pemeriksaan sirkuit terbuka

Memeriksa kemungkinan sirkuit terbuka (terputusnya sirkuit kumparan) pada rotor. Tujuan dilakukannya pemeriksaan sirkuit terbuka adalah untuk mengetahui putus atau tidaknya sirkuit kumparan pada rotor melalui *slip ring*. Memeriksa tahanan dengan ohmmeter antara *slip ring* dengan *slip ring* pada rotor dan memastikan adanya hubungan atau tahanan (jarum pada ohmmeter tidak berada

pada posisi tak terhingga). Apabila tidak ada hubungan atau tahanan berarti terdapat sirkuit yang putus pada kumparan rotor.



Gambar 3.7 Pemeriksaan sirkuit terbuka pada rotor

Hasil pemeriksaan : Ada hubungan arus atau tahanan

Definisi : Sirkuit kumparan rotor masih terhubung (tidak ada sirkuit yang terputus)

Kesimpulan : Masih baik

## 2) Pemeriksaan hubungan rotor dengan massa

Dilakukannya pemeriksaan hubungan atau tahanan rotor dengan massa adalah untuk mengetahui apakah terjadi kebocoran arus kumparan ke massa atau tidak. Apabila terjadi kebocoran arus maka arus dari terminal IG sebagian ada yang langsung mengalir ke massa dan akan mempengaruhi pengisian. Pemeriksaan hubungan rotor dengan massa dilakukan dengan ohmmeter untuk mengetahui bahwa antara *slip ring* dengan bodi rotor/massa tidak ada hubungan arus. Apabila ada hubungan arus berarti terjadi kebocoran pada rotor.



Gambar 3.8 Pemeriksaan rotor dengan massa

Hasil pemeriksaan : Tidak ada hubungan arus

Definisi : Tidak terjadi kebocoran arus pada rotor

Kesimpulan : Masih baik

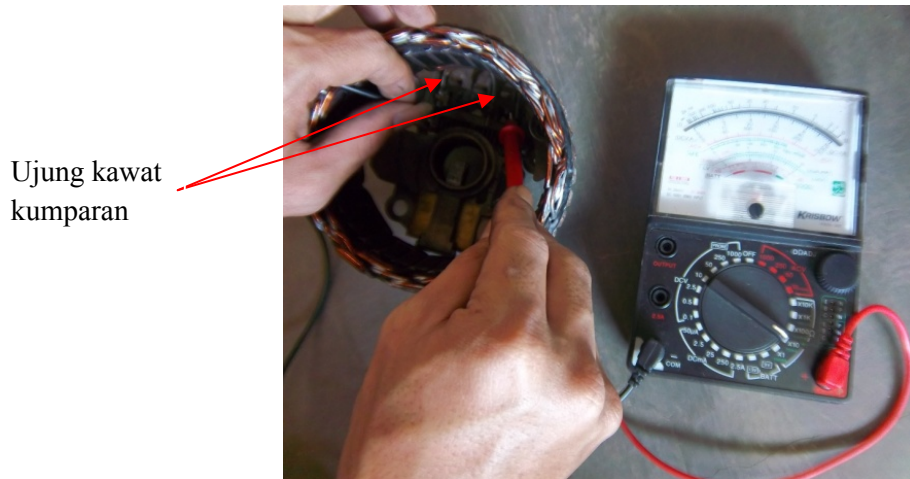
#### b. Pemeriksaan stator

Stator terdiri dari *stator core* dan *stator coil*. Stator berfungsi menghasilkan arus listrik bolak-balik. Untuk mengetahui stator dalam keadaan baik atau rusak, maka perlu dilakukan pemeriksaan.

##### 1) Pemeriksaan sirkuit terbuka

Pemeriksaan terbuka pada stator dilakukan dengan menghubungkan ujung-ujung kumparan *stator coil* pada kabel ohmmeter untuk mengetahui apakah terdapat kumparan yang putus atau tidak. Analisis dari pemeriksaan terbuka yaitu stator dalam keadaan baik jika ada hubungan atau tahanan pada ujung-ujung kawat kumparan, sedangkan jika tidak ada hubungan atau tahanan pada

ujung-ujung kawat kumparan berarti terjadi sirkuit terbuka (terputusnya sirkuit kumparan) pada *stator coil*.



Gambar 3.9 Pemeriksaan sirkuit terbuka pada stator

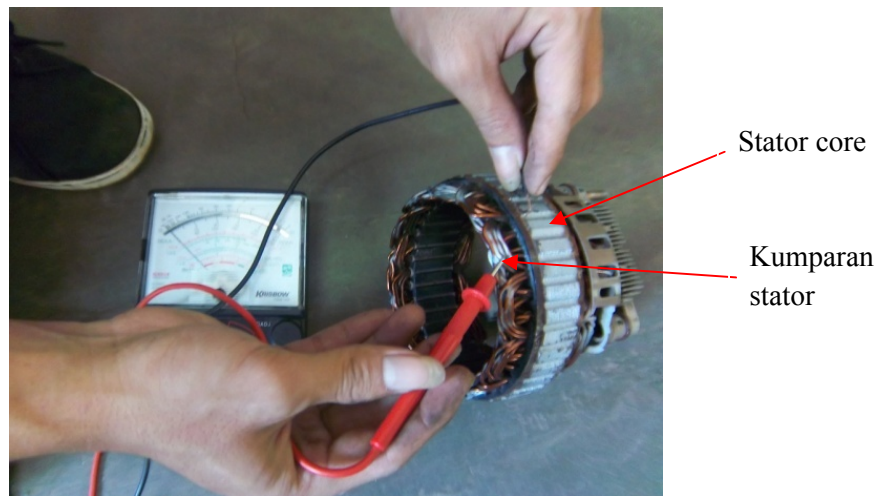
Hasil pemeriksaan : Ada hubungan arus atau tahanan

Definisi : Sirkuit-sirkuit kumparan pada *stator coil* masih terhubung ( tidak ada sirkuit yang terputus)

Kesimpulan : Masih baik

## 2) Pemeriksaan hubungan stator dengan massa

Pemeriksaan hubungan stator dengan massa dilakukan dengan menghubungkan ujung-ujung kawat kumparan dengan *stator core* untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan arus antara kawat kumparan dengan *stator core*. Pemeriksaan ini dilakukan dengan ohmmeter untuk memastikan bahwa tidak ada hubungan arus atau tahanan antarkawat kumparan dengan *stator core*. Apabila terdapat hubungan arus atau jarum pada ohmmeter bergerak dari posisi tak terhingga berarti telah terjadi kebocoran pada stator.



Gambar 3.10 Pemeriksaan stator dengan massa

Hasil pemeriksaan : Tidak ada hubungan arus atau tahanan

Definisi : Tidak terjadi kebocoran arus pada stator

Kesimpulan : Masih baik

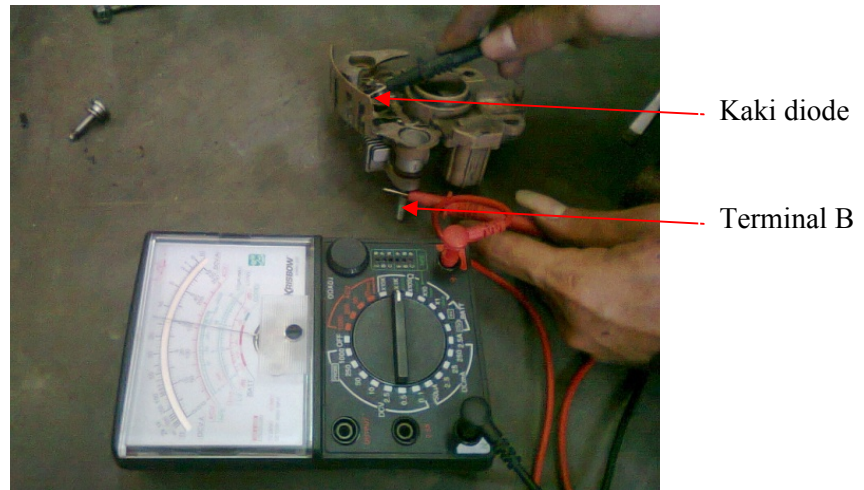
c. Pemeriksaan diode

Pemeriksaan diode dilakukan untuk mengetahui kemungkinan terjadinya kerusakan, yaitu terjadinya kebocoran pada diode, baik itu diode positif atau diode negatif. Dan juga untuk mengetahui kemungkinan terputusnya diode yang dapat mempengaruhi sistem pengisian.

1) Pemeriksaan diode positif (+)

Memeriksa hubungan arus atau tahanan antara kaki-kaki diode dengan terminal B dengan menghubungkan kabel (+) multimeter dengan terminal B dan menghubungkan kabel (-) multimeter dengan kaki-kaki diode. Memastikan bahwa ada hubungan arus atau tahanan

antara kaki-kaki diode dengan terminal B. Apabila tidak ada hubungan arus berarti diode terputus.



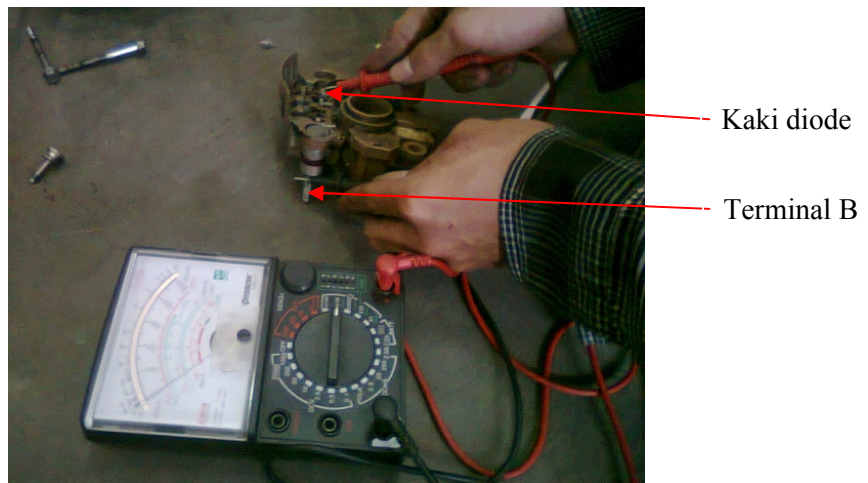
Gambar 3.11 Pemeriksaan diode positif

Hasil Pemeriksaan : Ada hubungan arus atau tahanan

Definisi : Tidak ada diode yang terputus pada ketiga diode positif

Kesimpulan : Masih baik

Melakukan pemeriksaan tersebut dengan kebalikannya, yaitu dengan menghubungkan kabel (+) multimeter dengan kaki-kaki diode dan kabel (-) multimeter dengan terminal B. Memastikan bahwa tidak ada hubungan arus atau tahanan. Apabila terdapat hubungan arus atau tahanan berarti telah terjadi kebocoran arus pada diode positif.



Gambar 3.12 Pemeriksaan diode positif dengan posisi terbalik

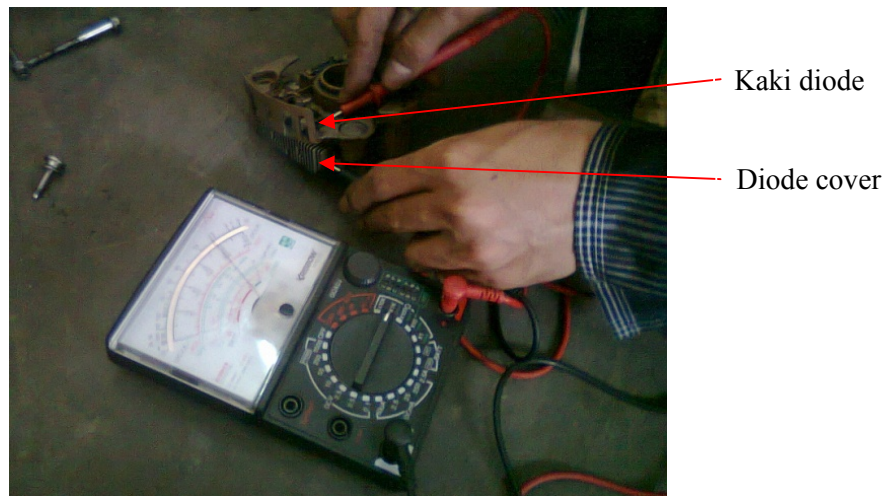
Hasil pemeriksaan : Tidak ada hubungan arus atau tahanan

Definisi : Tidak ada kebocoran arus pada ketiga diode

Kesimpulan : Masih baik

## 2) Pemeriksaan diode negatif (-)

Memeriksa hubungan arus atau tahanan antara kaki-kaki diode dengan diode *cover* dengan menghubungkan kabel (+) multimeter dengan kaki-kaki diode dan kabel (-) multimeter dengan diode *cover*. Memastikan bahwa ada hubungan arus atau tahanan. Apabila tidak ada hubungan arus atau tahanan berarti diode terputus.



Gambar 3.13 Pemeriksaan diode negatif

Hasil pemeriksaan : Ada hubungan arus atau tahanan

Definisi : Tidak ada diode yang terputus pada ketiga diode negatif

Kesimpulan : Masih baik

Melakukan pemeriksaan dengan kebalikannya, yaitu dengan menghubungkan kabel (-) multimeter dengan diode *cover* dan kabel (+) dengan kaki-kaki diode. Memastikan bahwa tidak ada hubungan arus atau tahanan. Apabila ada hubungan arus berarti telah terjadi kebocoran arus pada diode negatif.

d. Hasil pemeriksaan komponen alternator

Tabel 3.1 Pemeriksaan komponen alternator

Komponen	Pemeriksaan	Hasil pemeriksaan	Spesifikasi	Keterangan
Rotor	Sirkuit terbuka	Ada hubungan arus	Ada hubungan arus	Masih baik
	Hubungan	Tidak ada	Tidak ada	Masih baik



Stator	massa	hubungan arus	hubungan arus	
	Sirkuit terbuka	Ada hubungan arus	Ada hubungan arus	Masih baik
Diode	Hubungan massa	Tidak ada hubungan arus	Tidak ada hubungan arus	Masih baik
	Positif	1. Ada hubungan arus	1. Ada hubungan arus	Masih baik
		2. Tidak ada hubungan arus	2. Tidak ada hubungan arus	
	Negatif	1. Ada hubungan arus	1. Ada hubungan arus	Masih baik
2. Tidak ada hubungan arus		2. Tidak ada hubungan arus		

---

### 3. Pengujian sistem pengisian

Setelah dilakukan pemeriksaan terhadap komponen-komponen yang terkait dalam sistem pengisian, selanjutnya dilakukan pengujian. Tujuan dilakukannya pengujian sistem pengisian yaitu untuk mengetahui apakah sistem tersebut berjalan dengan baik atau tidak. Selain itu juga untuk mengetahui berapa tegangan *output* alternator, tegangan pengisian *battery*, dan juga untuk mengetahui berapa arus yang keluar dari alternator.

#### a. Pengujian sistem lampu indikator

Pada sistem pengisian terdapat sebuah sistem yang dapat menunjukkan terjadinya pengisian pada *battery* kepada pengemudi melalui lampu indikator yang terdapat pada *dashboard*. Namun terjadinya gangguan pada sistem pengisian dapat mempengaruhi sistem lampu indikator sehingga pengemudi tidak mengetahui apakah terjadi pengisian pada *battery* atau tidak. Untuk itu perlu dilakukan pengujian sistem lampu indikator untuk mengetahui kemungkinan-kemungkinan terjadinya gangguan dan juga untuk memastikan bahwa sistem lampu indikator berjalan dengan baik.

Adapun analisis pengujian sistem lampu indikator, diantaranya :

1) Menyalakan kunci kontak pada posisi ON

Menyalakan kunci kontak dimaksudkan untuk mengetahui apakah lampu indikator menyala atau tidak. Apabila lampu indikator menyala berarti sistem lampu indikator dalam keadaan baik. Sedangkan bila lampu indikator tidak menyala kemungkinan terjadi gangguan pada terminal L. Dalam hal ini arus hanya mengalir dari *battery*.

Lampu indikator



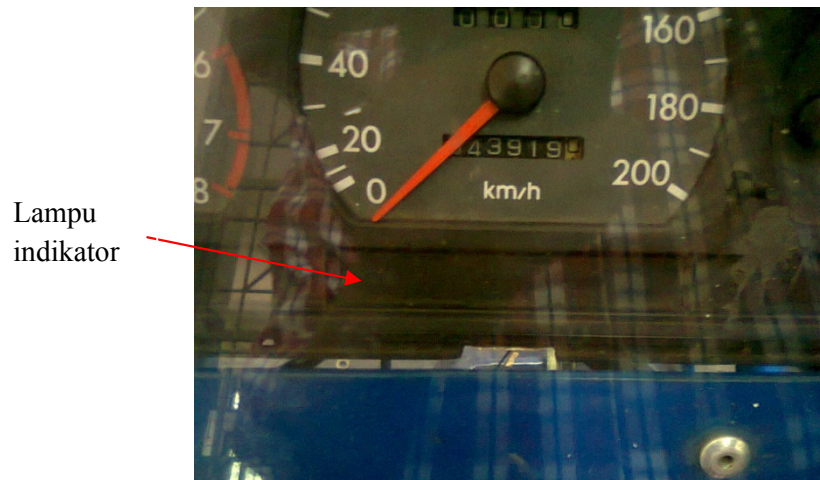
Gambar 3.14 Saat kunci kontak pada posisi ON

Hasil pemeriksaan : Lampu indikator menyala

Kesimpulan : Sistem dalam keadaan baik

## 2) Menstarter mesin

Memastikan bahwa lampu indikator mati saat mesin distarter, kemudian mematikan kunci kontak. Hal ini dimaksudkan ketika mesin distarter dan lampu indikator mati berarti telah terjadi pengisian pada *battery*. Sedangkan bila lampu indikator tetap menyala kemungkinan terjadi kerusakan pada komponen alternator.



Gambar 3.15 Saat mesin distarter

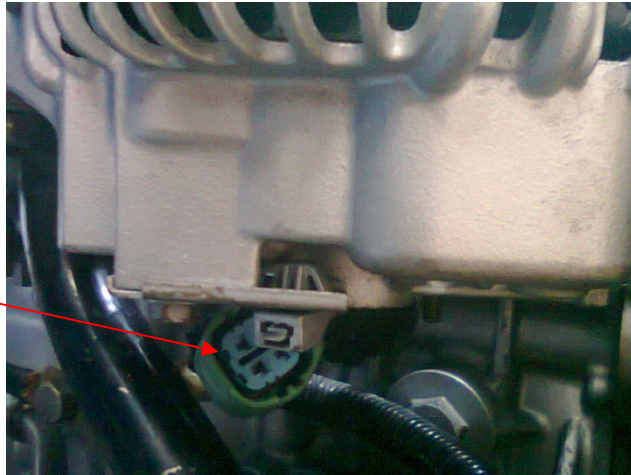
Hasil pemeriksaan : Lampu indikator mati

Kesimpulan : Sistem dalam keadaan baik

### 3) Melepaskan soket terminal dari alternator

Setelah melepaskan soket terminal dari alternator selanjutnya memposisikan kunci kontak pada posisi ON dan memeriksa bahwa lampu indikator mati, kemudian mengOFFkan kunci kontak. Apabila lampu indikator menyala kemungkinan terjadi hubungan singkat pada kabel *WHT/BLU* (terminal L). Jika kabel *WHT/BLU* mengalami hubungan singkat dengan massa kemungkinan voltage regulator di alternator rusak.

Soket terminal  
4P connector



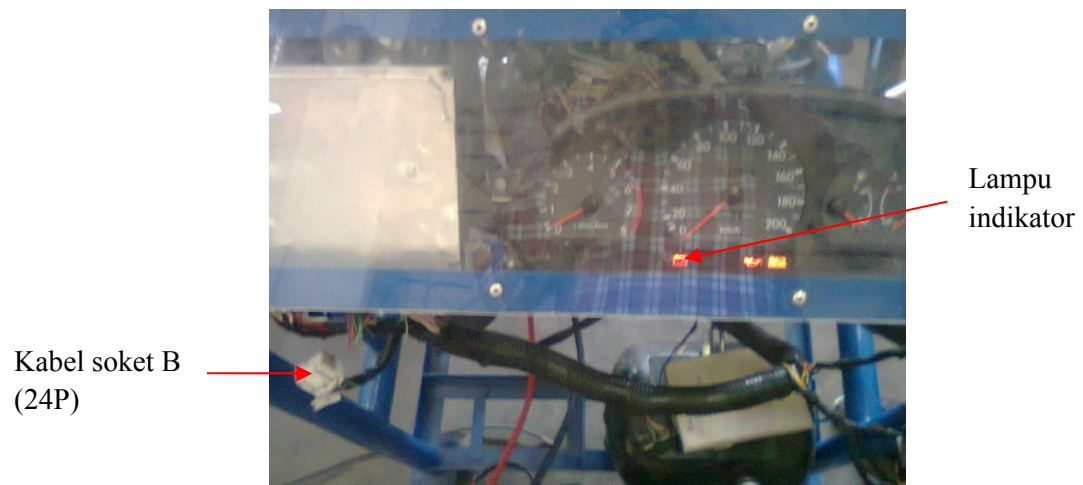
Gambar 3.16 Saat soket terminal dari alternator dilepas

Hasil pemeriksaan : Lampu indikator mati

Kesimpulan : Sistem dalam keadaan baik

4) Melepaskan kabel connector B (24P) dari ECM

Memastikan bahwa lampu indikator menyala saat kabel *connector* B (24P) dilepas dari ECM (*Electronic Control Module*) setelah kunci kontak diposisikan ke ON. Apabila lampu indikator mati, kemungkinan terminal tidak terpasang erat pada konektor. Namun apabila telah terpasang erat dan lampu indikator masih tetap mati, kemungkinan AVN unit pada ECM tidak berfungsi.



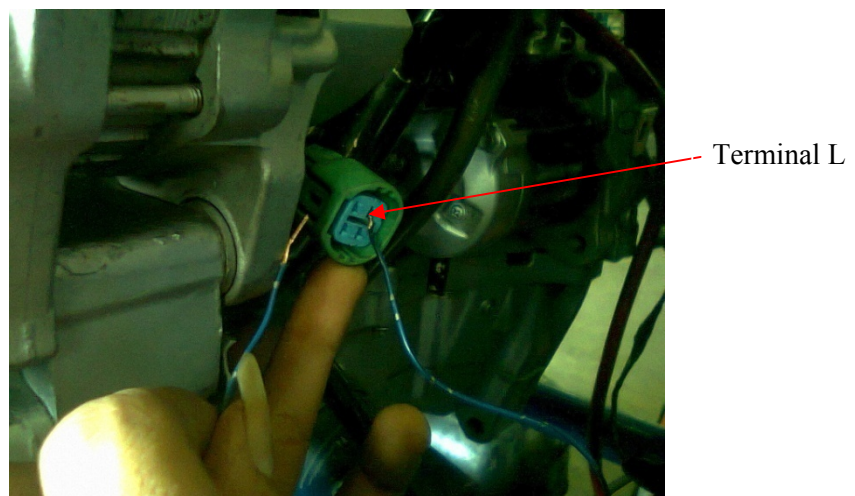
Gambar 3.17 Saat kabel *connector* B (24P) dilepas dari ECM

Hasil pemeriksaan : Lampu indikator menyala

Kesimpulan : Sistem dalam keadaan baik

5) Menghubungkan terminal L pada kabel soket alternator dengan massa

Memastikan bahwa lampu indikator menyala ketika terminal L pada kabel soket alternator dihubungkan (dijumper) ke massa setelah kunci kontak diposisikan ke ON. Apabila lampu indikator mati kemungkinan bola lampu indikator putus.



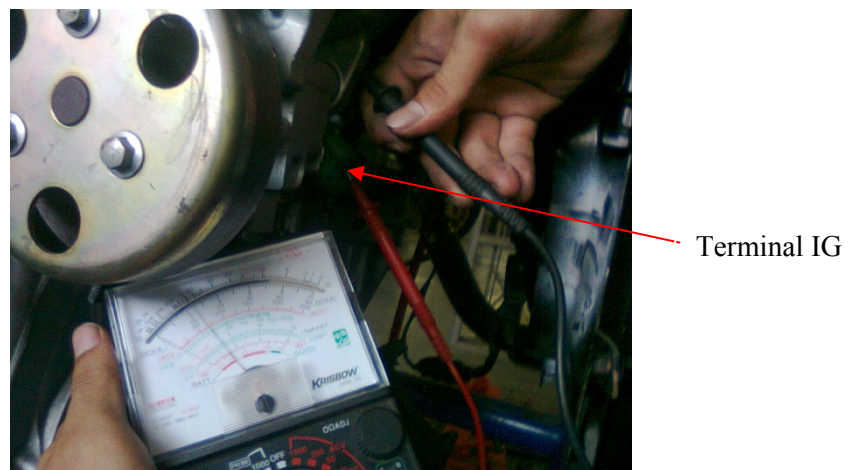
Gambar 3.18 Terminal L dihubungkan ke massa

Hasil pemeriksaan : Lampu indikator menyala

Kesimpulan : Sistem dalam keadaan baik

6) Mengukur tegangan IG pada kabel soket alternator

Memastikan bahwa terdapat tegangan ketika terminal IG pada soket alternator diukur dengan multimeter setelah kunci kontak diposisikan ke ON. Hal ini dimaksudkan untuk memastikan adanya arus yang mengalir dari *battery*. Apabila tidak ada tegangan kemungkinan kabel *BLK/YEL* (terminal IG) mengalami hubungan singkat ke massa.



Gambar 3.19 Mengukur tegangan terminal IG

Hasil pemeriksaan : Terdapat tegangan 13,5 Volt

Kesimpulan : Sistem dalam keadaan baik

b. Pengujian tegangan *output* alternator

Setelah dilakukan analisis pemeriksaan komponen-komponen alternator dan pengujian sistem lampu indikator, dapat diketahui hipotesis atau hasil dugaan sistem pengisian secara keseluruhan. Namun hipotesis tersebut tidak secara pasti dapat disimpulkan bahwa sistem

pengisian dalam keadaan baik atau tidak. Dalam hal ini maka dilakukan pengujian *output* alternator untuk mengetahui hasil keseluruhan dari sistem pengisian yang meliputi; tegangan *output* alternator, tegangan pengisian *battery*, dan arus *output* alternator berdasarkan analisis dari pemeriksaan komponen-komponen alternator dan pengujian sistem lampu indikator.

Adapun proses yang dilakukan saat pengujian *output* alternator, diantaranya :

- 1) Memastikan bahwa *battery* dalam keadaan yang baik

Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa *battery* dalam kondisi yang baik (standar), yaitu dengan memperhatikan tegangan *battery* (12 Volt), kuantitas air *accu* (berat jenis 1,26 – 1,28), dan kondisi fisik *battery* (tidak retak, tidak terdapat kerak, dll).

- 2) Mengaitkan voltmeter, kabel (+) pada terminal B alternator dan kabel (-) pada massa.

Spesifikasi : Ammeter = 0 – 400 A

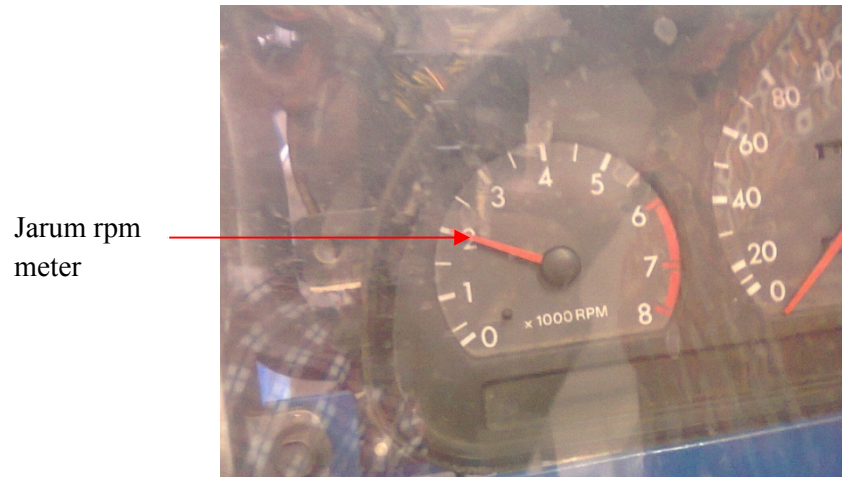
Voltmeter = 0 – 20 V

Hal ini dilakukan untuk mengetahui berapa tegangan dan arus *output* alternator pada terminal B saat mesin distarter.

- 3) Menstarter mesin dan mengatur putaran mesin pada rpm 3000, dan mempertahankan sampai kipas radiator menyala
- 4) Mengubah putaran mesin pada rpm 2000



Dalam pengujian ini tegangan diukur pada saat mesin berputar dalam kecepatan 2000 rpm.



Gambar 3.20 Rpm 2000

5) Mengukur tegangan *output* alternator

Mengukur tegangan *output* alternator dengan merubah setelan pada *digital clamp tester* pada 600 V arus searah dan menghubungkan kabel positif *digital clamp tester* pada terminal B dan kabel negatif *digital clamp tester* pada massa.



Gambar 3.21 Mengukur tegangan *output* alternator

Spesifikasi : 13,9 – 15,1 V

Hasil pengujian : 14,5 V

Kesimpulan : Sistem dalam keadaan baik (masih dalam standar spesifikasi)

Tabel 3.2 Hasil pengukuran tegangan *output* alternator

Putaran	Tegangan	Spesifikasi	Keterangan
2000 rpm	14,5 V	13,9 – 15,1 V	Masih dalam standar spesifikasi. Sistem dalam keadaan baik.

6) Mengukur arus pengisian *battery* (tanpa beban)

Mengukur arus pengisian *battery* dengan merubah saklar ke posisi arus searah pada *digital clamp tester* dan mengaitkan ke positif *battery*.



Gambar 3.22 Mengukur arus pengisian *battery*

Spesifikasi : 0 – 400 A

Hasil pengujian : 3,17 A

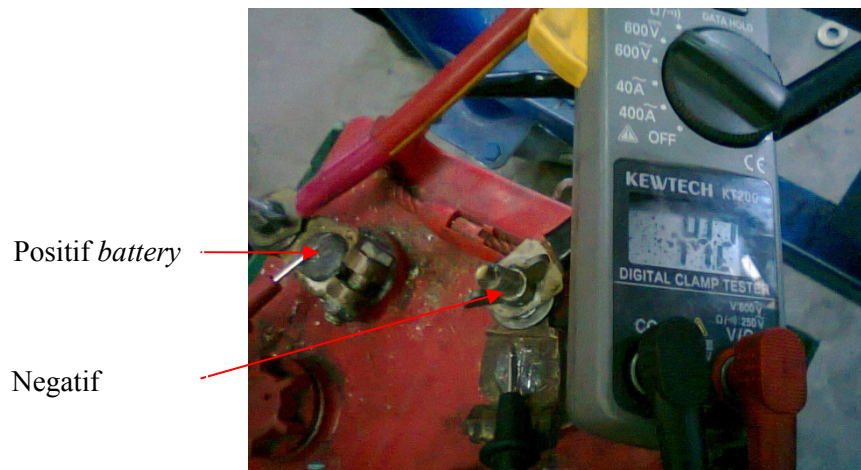
Kesimpulan : Sistem dalam keadaan baik (masih dalam standar spesifikasi)

Tabel 3.3 Hasil pengukuran arus pengisian *battery*

Putaran	Arus	Spesifikasi	Keterangan
2000 rpm	3,17 A	0 – 400 A	Masih dalam standar spesifikasi. Sistem dalam keadaan baik.

7) Mengukur tegangan pengisian *battery*

Mengukur tegangan beteraai dengan menghubungkan kabel positif *digital clamp tester* pada positif *battery* dan kabel negatif *digital clamp tester* pada negatif beteraai.



Gambar 3.23 Mengukur tegangan pengisian *battery*

Spesifikasi : 13,9 – 15,1 V

Hasil pengujian : 14,2 V

Kesimpulan : Sistem pengisian normal (masih dalam standar spesifikasi)

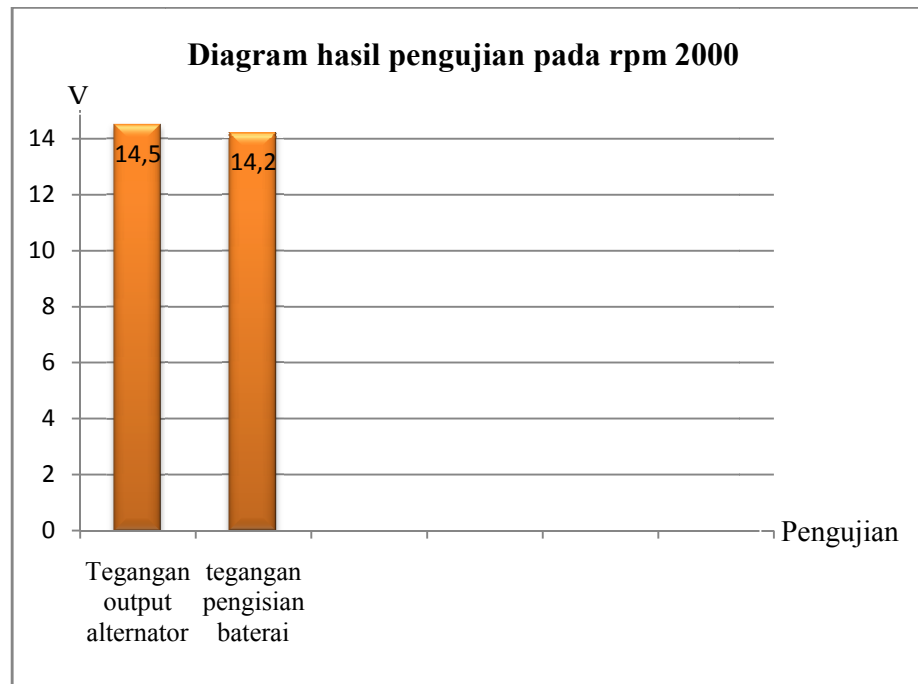
Tabel 3.4 Hasil pengukuran tegangan pengisian *battery*

Putaran	Tegangan	Spesifikasi	Keterangan
2000 rpm	14,2 V	13,9 – 15,1 V	Masih dalam standar spesifikasi. Sistem dalam keadaan baik.

Tabel 3.5 Hasil pengujian keseluruhan

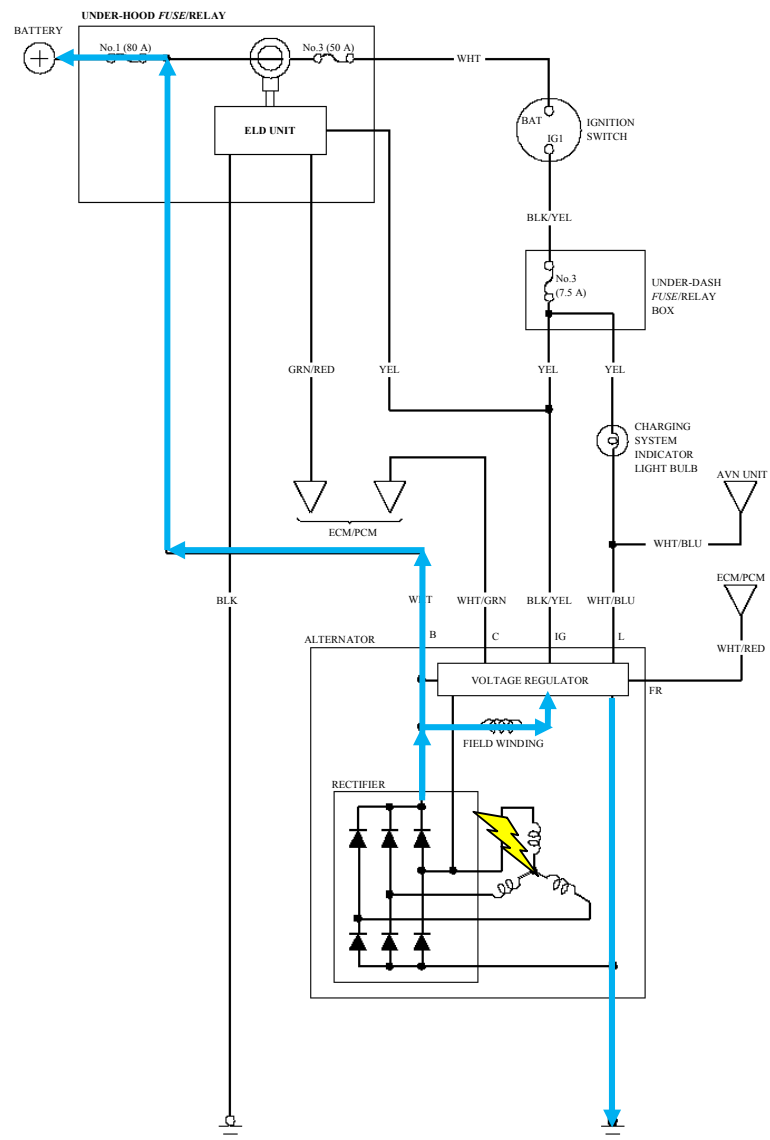
Pengujian	Putaran	Hasil pengujian	Spesifikasi	Keterangan
Tegangan <i>output</i> alternator	2000 rpm	14,5 V	13,9 – 15,1 V	Masih dalam standar spesifikasi. Sistem dalam keadaan baik
Arus pengisian <i>battery</i>	2000 rpm	3,17	0 – 400 A	Masih dalam standar spesifikasi. Sistem dalam keadaan baik
Tegangan pengisian <i>battery</i>	2000 rpm	14,2 V	13,9 – 15,1 V	Masih dalam standar spesifikasi. Sistem dalam keadaan baik

#### 4. Pembahasan hasil pengujian



Gambar 3.24 Grafik perbedaan tegangan

Dari pengujian tegangan *output* dan tegangan pengisian *battery* didapatkan hasil yang berbeda, yaitu 14,5 V untuk tegangan *output* alternator dan 14,2 untuk tegangan pengisian *battery*. Menurut analisis hal ini terjadi karena arus *output* alternator telah digunakan untuk menyuplai kebutuhan listrik pada mesin sehingga terjadi perbedaan tegangan antara tegangan *output* alternator dengan tegangan pengisian.



Gambar 3.25 Aliran tegangan *output* alternator

## BAB IV

### PENUTUP

#### A. Simpulan

Simpulan yang dapat diambil dari pelaksanaan tugas akhir yang berjudul “Pengujian Sistem Pengisian Pada Mesin Honda Jazz Tipe L13A” adalah sebagai berikut :

1. Komponen utama yang terkait dalam cara kerja sistem pengisian pada Mesin Honda Jazz tipe L13A diantaranya rotor yang berfungsi membangkitkan medan magnet, startor berfungsi menghasilkan listrik, dan MIC yang mengatur jalannya sistem pengisian. Prinsip kerja dari sistem pengisian Honda Jazz tipe L13A yaitu dengan menstabilkan tegangan agar tetap pada harga standar. Apabila mesin berputar pada kecepatan tinggi, putaran rotor pun semakin tinggi sehingga kemagnetan semakin besar dan tegangan yang dihasilkan juga semakin tinggi. MIC mendeteksi tegangan ini dan memutus arus pada *rotor coil* sehingga arus pada *rotor coil* terhenti dan mengakibatkan kemagnetan dan tegangan menurun, MIC mendeteksi tegangan ini dan menyambung kembali arus pada *rotor coil* sehingga tegangan yang dihasilkan tetap pada harga standar. Proses ini berlangsung secara terus-menerus selama mesin berputar.
2. Pengujian sistem pengisian Honda Jazz meliputi beberapa tahapan, yaitu pemeriksaan komponen-komponen alternator, pengujian sistem lampu indikator, dan pengujian tegangan output alternator, arus output

alternator, dan tegangan pengisian battery. Dari hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa komponen-komponen alternator dan sistem lampu indikator masih dalam kondisi yang baik. Pengujian arus dan tegangan dalam sistem pengisian dilakukan dengan *digital clamp tester*. Dari pengujian yang dilakukan didapatkan hasil; tegangan *output* alternator (14,5 V) dan tegangan pengisian *battery* (14,2 V). Dari semua pemeriksaan dan pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa sistem pengisian pada mesin Honda Jazz tipe L13A masih dalam kondisi yang baik.

#### **B. Saran**

Berdasarkan pelaksanaan tugas akhir yang penulis lakukan, maka penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Setelah mengetahui fungsi komponen dan cara kerja sistem pengisian diharapkan dapat menganalisis apabila terjadi gangguan dalam sistem pengisian.
2. Apabila melakukan pemeriksaan dan pengujian, lakukan sesuai dengan SOP (*Standard Operational Procedure*) pada buku manual. Pastikan semua komponen dapat bekerja sesuai spesifikasinya.



## DAFTAR PUSTAKA

- Daryanto. 1999. *Reparasi Sistem Kelistrikan Mesin Mobil*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Daryanto. 2011. *Sistem Kelistrikan Motor*. Bandung : Satu Nusa.
- Honda. 2002. *Technical Information Guide*. Jakarta: Honda Motor Co., Ltd.
- Wurdiatmoko, Sri. 2006. *Analisis Sistem Pengisian dan Troubleshooting Pada Toyota Kijang 5K*. Semarang. Teknik Mesin FT UNNES.
- Yayat Supriatna. Sumarsono. 1998. *Listrik Otomotif 1*. Bandung : Angkasa.
- <http://qtussama.files.wordpress.com/2012/02/.htm> tanggal 16 April 2012.
- <http://rusyiam.blogspot.com/2011/04/sistem-pengisian-generator-ac.html> tanggal 07 Mei 2012.

## LAMPIRAN

### 1. Foto kegiatan

#### a. Pelepasan alternator dari *engine stand*



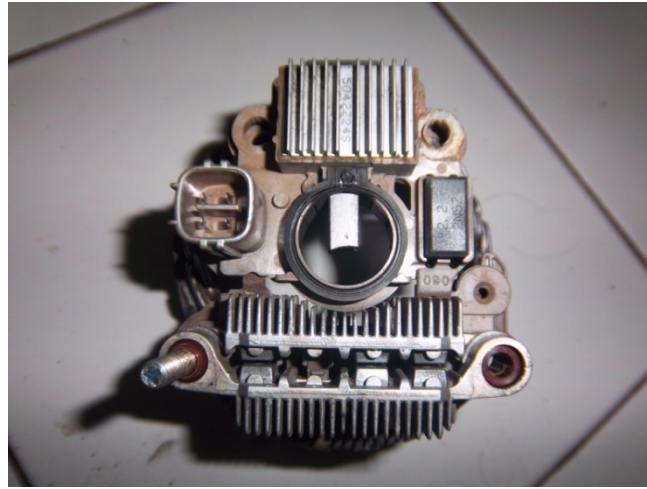
Gambar pelepasan alternator dari *engine stand*

#### b. Konstruksi alternator



Gambar konstruksi alternator

#### c. IC regulator



Gambar IC regulator

d. Pemeriksaan komponen-komponen alternator





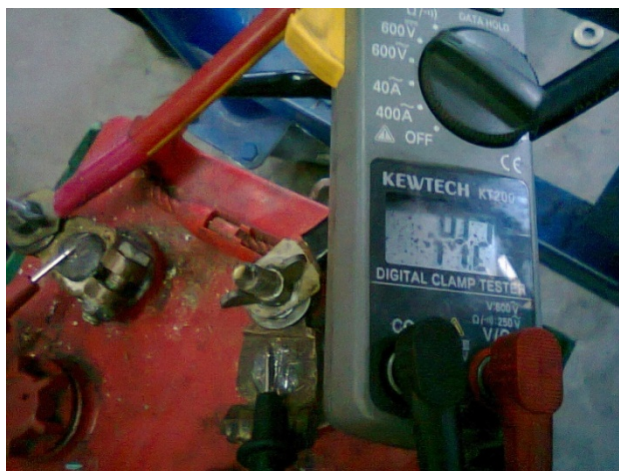
Gambar pemeriksaan komponen alternator

e. Pengujian tegangan *output* alternator



Gambar hasil pengujian tegangan *output* alternator

f. Pengujian tegangan pengisian *battery*



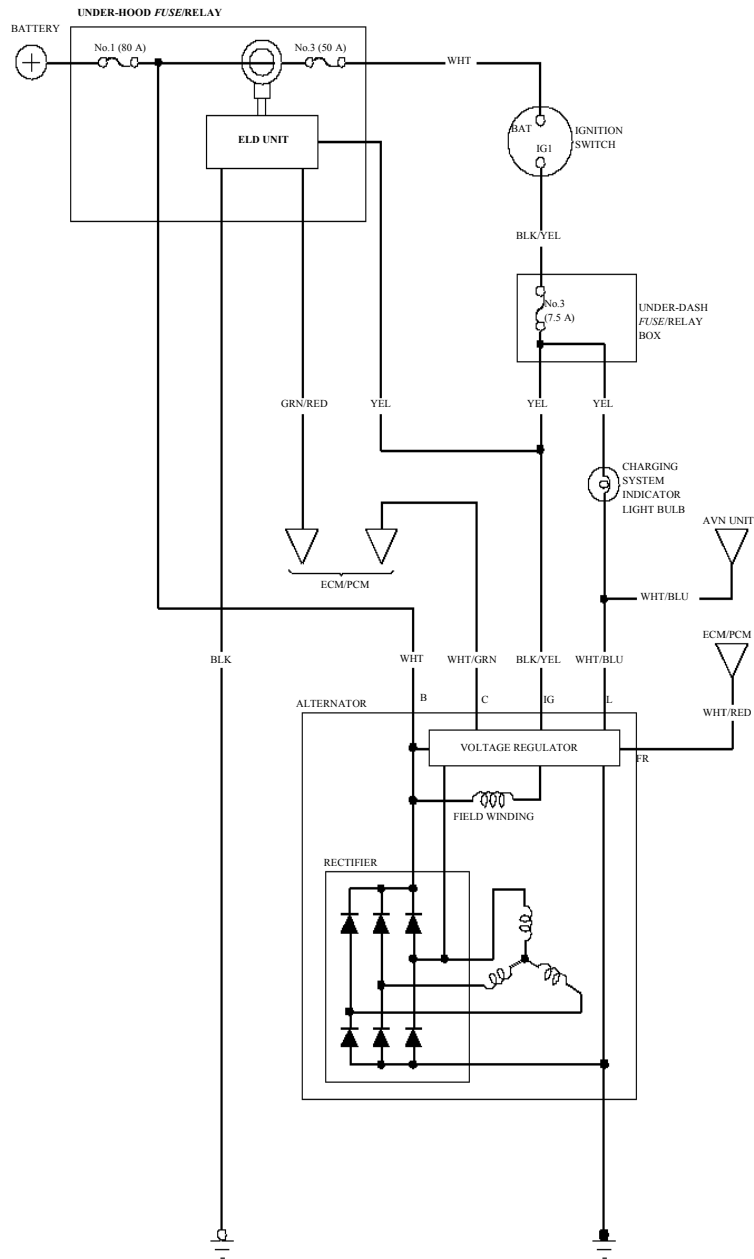
Gambar hasil pengujian tegangan arus pengisian

g. Pemasangan alternator ke *engine stand*



Gambar pemasangan alternator ke *engine stand*

2. Wiring diagram sistem pengisian Honda Jazz Tipe L13A



### 3. Spesifikasi

#### Engine Electrical

Item	Measurement	Qualification	Standard or New	Service Limit	
Ignition coil	Rated voltage		12 V		
	Firing order		1-3-4-2		
Spark plug	Type	L13A5 (KY model) and L15A4 (IN model) engines	NGK: BKR5E-11 DENSO: K16PR-U11		
		Except L13A5 (KY model), L15A1, L15A4 (IN model) and L15A5 engines	NGK: BKR6E-11 DENSO: K20PR-U11		
		L15A5 (IN model) engine	NGK: ZFR6K-11 DENSO: KJ20DR-M11		
		L15A1 and L15A5 (FO model) engines	NGK: IZFR6K13 DENSO: SKJ20DR-M13		
	Gap	Except L15A1 and L15A5 (FO model) engines		1.0-1.1 mm (0.039-0.043 in.)	
		L15A1 and L15A5 (FO model) engines		1.2-1.3 mm (0.047-0.051 in.)	1.5 mm (0.059 in.)
Ignition timing	Except L15A1, L15A5 engines	At idle (check the <i>red</i> mark)	M/T (in neutral): 8±2° BTDC		
			CVT (in N or P position): 8±2° BTDC		
	L15A1, L15A5 engines	At idle (check the <i>red</i> mark)	M/T (in neutral): 12±2° BTDC		
			CVT (in N or P position): 8±2° BTDC		
Drive belt NOTE: Adjust a new belt to the <i>new</i> belt spec., run the engine for 5 minutes, then readjust it to the <i>used</i> belt spec.	Deflection with 98 N (10 kgf, 22 lbf) applied mid way between pulleys	Without A/C (with A/C, see "Compressor belt" in the A/C table)	Used belt: 7.5-10.5 mm (0.30-0.41 in.)		
			New belt: 4.5-6.0 mm (0.18-0.24 in.)		
	Tension (measured with belt tension gauge)	Without A/C (with A/C, see "Compressor belt" in the A/C table)	Used belt: 440-590 N (45-60 kgf, 99-130 lbf)		
			New belt: 981-1,080 N (100-110 kgf, 220-243 lbf)		
Alternator	Output	At 13.5 V and normal engine temperature	75A		
	Coil (rotor) resistance	At 20°C (68°F)	2.6-2.9 W		
	Slip ring O.D.		22.7 mm (0.89 in.)	21.7 mm (0.85 in.)	
	Brush length		19.0 mm (0.75 in.)	5 mm (0.20 in.)	
	Brush spring tension		3.3-4.1 N (0.34-0.42 kgf, 0.7-0.9 lbf)		

#### Engine Assembly

Item	Measurement	Qualification	Standard or New	Service Limit
Starter	Output	L12A1, L12A3, L13A1, L13A3, L13A4 and L13A5 engines for M/T model	0.6 kW	
		L13A1, L13A3, L13A4 and L13A5 engines for CVT model	0.7 kW	
		L15A1, L15A2, L15A4 and L15A5 engines	0.7 kW	
		L13A2 engine	1.0 kW	
	Commutator mica depth		0.45-0.75 mm (0.018-0.030 in.)	0.2 mm (0.008 in.)
	Commutator runout		0.05 mm (0.002 in.) max.	0.4 mm (0.02 in.)
	Commutator O.D.		9.7-10.3 mm (0.38-0.41 in.)	27.0 mm (1.06 in.)
	Brush length		9.7-10.3 mm (0.38-0.41 in.)	6 mm (0.2 in.)

## Engine Assembly

Item	Measurement	Qualification	Standard or New	Service Limit
Compression	Pressure Check the engine with the starter cranking	Minimum	980 kPa (10.0 kgf/cm <sup>2</sup> , 142 psi)	
		Maximum variation	200 kPa (2.0 kgf/cm <sup>2</sup> , 28 psi)	

## Cylinder Head

Item	Measurement	Qualification	Standard or New	Service Limit	
Head	Warpage			0.08 mm (0.003 in.)	
	Height		119.9-120.1 mm (4.720-4.728 in.)		
Camshaft	End play		0.05-0.25 mm (0.002-0.010 in.)	0.5 mm (0.02 in.)	
	Camshaft-to-holder oil clearance		0.045-0.084 mm (0.0018-0.0033 in.)	0.100 mm (0.004 in.)	
	Total runout		0.03 mm (0.001 in.) max.	0.04 mm (0.002 in.)	
	Cam lobe height L12A1 and L12A3 engines	Intake		35.471 mm (1.3965 in.)	
		Exhaust		35.444 mm (1.3954 in.)	
	Cam lobe height L13A1, L13A2, L13A3, L13A4, L13A5, L15A2 and L15A4 engines	Intake		35.471 mm (1.3965 in.)	
		Exhaust		35.558 mm (1.3999 in.)	
Cam lobe height L15A1 and L15A5 engines	Intake, primary		35.3799 mm (1.39291 in.)		
	Intake, secondary		30.5291 mm (1.20193 in.)		
	Exhaust		35.3877 mm (1.39321 in.)		
Valve	Clearance (cold)	Intake	0.15-0.19 mm (0.006-0.007 in.)		
		Exhaust	0.26-0.30 mm (0.010-0.012 in.)		
	Stem O.D.	Intake	5.48-5.49 mm (0.216-0.216 in.)	5.45 mm (0.215 in.)	
		Exhaust	5.45-5.46 mm (0.215-0.215 in.)	5.42 mm (0.213 in.)	
	Stem-to-guide clearance	Intake	0.020-0.050 mm (0.0008-0.0020 in.)	0.08 mm (0.003 in.)	
		Exhaust	0.050-0.080 mm (0.0020-0.0031 in.)	0.11 mm (0.004 in.)	
Valve seat	Width	Intake	0.850-1.150 mm (0.0335-0.0453 in.)	1.60 mm (0.063 in.)	
		Exhaust	1.250-1.550 mm (0.0492-0.0610 in.)	2.00 mm (0.079 in.)	
	Stem installed height	Intake	46.1-46.5 mm (1.815-1.831 in.)	46.8 mm (1.843 in.)	
		Exhaust	46.2-46.6 mm (1.819-1.835 in.)	46.9 mm (1.846 in.)	
Valve spring	Free length	Intake	50.52 mm (1.989 in.)		
		Exhaust	57.37 mm (2.259 in.)		
Valve guide	I.D.	Intake	5.51-5.53 mm (0.217-0.218 in.)	5.55 mm (0.219 in.)	
		Exhaust	5.51-5.53 mm (0.217-0.218 in.)	5.55 mm (0.219 in.)	
	Installed height	Intake	15.85-16.35 mm (0.624-0.644 in.)		
		Exhaust	15.85-16.35 mm (0.624-0.644 in.)		
Rocker arm	Arm-to-shaft clearance	Intake	0.019-0.058 mm (0.0007-0.0023 in.)	0.08 mm (0.003 in.)	
		Exhaust	0.019-0.058 mm (0.0007-0.0023 in.)	0.08 mm (0.003 in.)	

## Engine Block

Item	Measurement	Qualification	Standard or New	Service Limit
Block	Warpage of deck		0.07 mm (0.003 in.) max.	0.10 mm (0.004 in.)
	Bore diameter		73.00-73.02 mm (2.8740-2.8748 in.)	73.07 mm (2.8767 in.)
	Bore taper			0.05 mm (0.002 in.)
	Reboring limit			0.25 mm (0.01 in.)
Piston	Skirt O.D. at 13 mm (0.5		72.98-72.99 mm (2.8732-	72.97 mm (2.8728



	in.) from bottom of skirt		2.8736 in.)	in.)
	Clearance in cylinder		0.010-0.040 mm (0.0004-0.0016 in.)	0.05 mm (0.002 in.)
	Ring groove width	Top	1.050-1.060 mm (0.0413-0.0417 in.)	1.08 mm (0.043 in.)
		Second	1.220-1.230 mm (0.0481-0.0484 in.)	1.250 mm (0.0492 in.)
		Oil	2.005-2.020 mm (0.0789-0.0795 in.)	2.050 mm (0.0807 in.)
Piston ring	Ring-to-groove clearance	Top	0.065-0.090 mm (0.0026-0.0035 in.)	0.15 mm (0.006 in.)
		Second	0.030-0.055 mm (0.0012-0.0022 in.)	0.13 mm (0.005 in.)
	Ring end gap	Top	0.15-0.30 mm (0.006-0.012 in.)	0.60 mm (0.024 in.)
		Second	0.35-0.50 mm (0.014-0.020 in.)	0.65 mm (0.026 in.)
		Oil	0.20-0.70 mm (0.008-0.028 in.)	0.80 mm (0.031 in.)
	Piston pin	O.D.		17.997-18.000 mm (0.7085-0.7087 in.)
Pin-to-piston clearance			0.010-0.017 mm (0.0004-0.0007 in.)	
Connecting rod	Pin-to-rod interference		0.019-0.036 mm (0.0007-0.0014 in.)	
	Small-end bore diameter		17.964-17.977 mm (0.707-0.708 in.)	
	Large-end bore diameter	Nominal	43.0 mm (1.69 in.)	
	End play installed on crankshaft		0.15-0.30 mm (0.006-0.012 in.)	0.40 mm (0.016 in.)
Crankshaft	Main journal diameter		49.976-50.000 mm (1.9676-1.9685 in.)	
	Rod journal diameter		39.976-40.000 mm (1.5739-1.5748 in.)	
	Rod/main journal taper		0.005 mm (0.0002 in.) max.	0.010 mm (0.0004 in.)
	Rod/main journal out-of-round		0.005 mm (0.0002 in.) max.	0.010 mm (0.0004 in.)
	End play		0.10-0.35 mm (0.004-0.014 in.)	0.45 mm (0.018 in.)
	Runout		0.03 mm (0.0012 in.) max.	0.04 mm (0.0016 in.)
Crankshaft bearing	Main bearing-to-journal oil clearance		0.018-0.036 mm (0.0007-0.0014 in.)	0.05 mm (0.0020 in.)
	Rod bearing clearance		0.020-0.038 mm (0.0008-0.0015 in.)	0.05 mm (0.0020 in.)

#### Engine Lubrication

Item	Measurement	Qualification	Standard or New	Service Limit
Engine oil	Capacity	Engine overhaul	4.2 L (4.4 US qt, 3.7 Imp qt)	
		Oil change including oil filter	3.6 L (3.8 US qt, 3.2 Imp qt)	
		Oil change without oil filter	3.4 L (3.6 US qt, 3.0 Imp qt)	
Oil pump	Inner rotor-to-outer rotor clearance		0.02-0.14 mm (0.001-0.006 in.)	0.20 mm (0.008 in.)
	Pump housing-to-outer rotor clearance		0.10-0.18 mm (0.004-0.007 in.)	0.20 mm (0.008 in.)
	Pump housing-to-rotor axial clearance		0.02-0.07 mm (0.001-0.003 in.)	0.15 mm (0.006 in.)
Relief valve	Relief valve, oil pressure with oil temperature at 80°C (176°F)	At idle	70 kPa (0.7 kgf/cm <sup>2</sup> , 10 psi) min.	
		At 3,000 rpm (min <sup>-1</sup> )	340 kPa (3.5 kgf/cm <sup>2</sup> , 50 psi) min.	