



PENGUJIAN KARAKTERISTIK SISTEM PENGISIAN KONVENSIONAL

Skripsi

**Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif**

Oleh

Nija Erlandu

NIM.5202412032

**PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2019



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG



PENGUJIAN KARAKTERISTIK SISTEM PENGISIAN KONVENSIONAL

Skripsi

**Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif**

Oleh

Nija Erlandu

NIM.5202412032

**PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2019**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Nija Erlandu
NIM : 5202412032
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Judul : PENGUJIAN KARAKTERISTIK SISTEM PENGISIAN
KONVENSIONAL

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 8 Mei 2019



Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., ST., MT.
NIP. 196901061994031003

PENGESAHAN

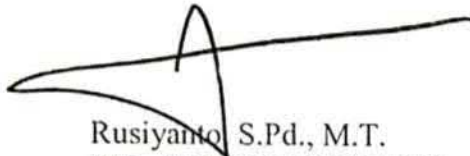
Skripsi dengan judul PENGUJIAN KARAKTERISTIK SISTEM PENGISIAN KONVENSIONAL telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 24 bulan Mei tahun 2019

Oleh

Nama : Nija Erlandu
NIM : 5202412032
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif

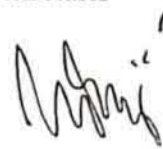
Panitia :

Ketua



Rusiyanto, S.Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002

Sekretaris



Samsudin Anis S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197601012003121002

Penguji I



Adhetya Kurniawan, S.Pd, M.Pd
NIP. 198505172001041001

Penguji II



Ahmad Roziqin, S.Pd, M.Pd.
NIP. 198704192014041002

Pembimbing



Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T., M.T
NIP. 196901061994031003

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang



Dr. Nur Qudus, M.T., IPM.
NIP. 90911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, Mei 2019
Yang membuat pernyataan,



Nija Erlandu
NIM. 5202412032

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. Mengusahakan apa yang bisa dilakukan, dan melakukan apa yang bisa diusahakan.
2. Jika mau berusaha dan berdoa maka siapapun bisa menjadi apapun.
3. Cari ridho Allah, menjadi manusia yang jujur dan bermanfaat.

PERSEMBAHAN

1. Bapak dan ibu yang senantiasa memberikan nasihat baik dan memberikan limpahan doanya.
2. Adik-adik yang saya banggakan: Dewi Anggreni dan Elvareta Claudia Kinanti
3. Keluarga Pendidikan Teknik Otomotif UNNES angkatan 2012 yang memberikan motivasi dan dukungan.
4. Adik tingkat Pendidikan Teknik Otomotif angkatan 2014 dan 2015 yang memberi motivasi dan dukungan.
5. Anak-anak kos Punokawan yang selalu membuat bahagia.
6. Anak-anak kos Nisa Putra yang selalu membuat bahagia.
7. Anak-anak kos Beta yang selalu membuat bahagia.
8. Teman-teman futsal yang selalu membuat bahagia dan badan sehat.

RINGKASAN

Erlandu, Nija. 2019. Pengujian Karakteristik Sistem Pengisian Konvensional. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T.,M.T.

Penelitian yang dilakukan ini bertujuan untuk menguji karakteristik tegangan tiap terminal pada sistem pengisian konvensional, menguji karakteristik arus tiap terminal pada sistem pengisian konvensional.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, *clamp meter*, *tachometer*, *tool set*, *regulator 2 point* dengan variasi putaran mesin dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Mesin Toyota Kijang seri 4K menggunakan bahan bakar pertalite. Pengujian karakteristik tegangan dan arus pada setiap terminal sistem pengisian dilakukan sebanyak 3 (tiga) kali pada setiap putaran mesin. Hasil pengujian yang sudah dilakukan akan dihitung rata-rata setiap variasi putaran mesin.

Setelah dilakukan penelitian terhadap tegangan dan arus terdapat karakteristik tegangan dan arus pada setiap pengujian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya karakteristik tegangan dan arus. Untuk karakteristik tegangan, tegangan pada terminal B, IG, dan N cenderung mengalami kenaikan sedangkan terminal F mengalami penurunan setiap kenaikan putaran mesin. Untuk karakteristik arus, arus pada terminal B mengalami naik turun berskala atau periodik sedangkan untuk arus pada terminal F, N dan IG cenderung stabil pada kenaikan putaran mesin.

Kata kunci: pengisian konvensional, pengujian, karakteristik, arus, tegangan

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “PENGUJIAN KARAKTERISTIK SISTEM PENGISIAN KONVENSIONAL”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi S1 Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Negeri Semarang. Shalawat dan salam disampaikan kepada Nabi Muhammad SAW, mudah-mudahan kita semua mendapatkan safaat di yaumul akhir nanti, Amin.

Penyelesaian karya tulis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih serta penghargaan kepada:

1. Dr. Nur Qudus, M.T., IPM, Dekan Fakultas Teknik
2. Rusiyanto, S.Pd., M.T., Ketua Jurusan Teknik Mesin
3. Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T., M.T., Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif atas fasilitas yang disediakan bagi mahasiswa dan sebagai juga pembimbing yang penuh perhatian dan atas berkenaan memberi bimbingan dan dapat dihubungi sewaktu-waktu disertai kemudahan menunjukkan sumber-sumber yang relevan dengan penulisan karya ini.
4. Semua dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah memberi bekal pengetahuan yang berharga.
5. Ketua Laboratorium Teknik Mesin UNNES yang menjadi tempat penelitian dalam penyusunan skripsi.
6. Bapak Ambar yang telah membantu penelitian dan pengambilan data.
7. Kedua orang tua yang telah membantu secara materiil dan rohani, yang tidak letihnya memberi semangat.
8. Rekan-rekan Pendidikan Teknik Otomotif angkatan 2012 dengan seluruh kebersamaan dan semangatnya.
9. Adik tingkat Program Studi Teknik Otomotif angkatan 2014 dan 2015 yang telah memberi motivasi, dukungan dan kebersamaannya.
10. Anak kos Punokawan, kos Nisa Putra dan kos Beta yang telah membantu memberi masukan dan tumpangan tidur.

11. Berbagai pihak yang telah memberi bantuan untuk karya tulis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga Skripsi ini dapat selanjutnya diujikan dalam Sidang Skripsi dan dapat bermanfaat bagi pembaca.

Semarang, Mei 2019

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|-------------------------------------|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR BERLOGO | ii |
| JUDUL DALAM | iii |
| PERSETUJUAN PEMBIMBING | iv |
| PENGESAHAN KELULUSAN | v |
| PERNYATAAN KEASLIAN..... | vi |
| MOTTO DAN PERSEMBAHAN | vii |
| RINGKASAN | viii |
| PRAKATA | ix |
| DAFTAR ISI..... | xi |
| DAFTAR TABEL | xv |
| DAFTAR GAMBAR | xvi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvii |
| BAB I. PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang Masalah..... | 1 |
| 1.2 Identifikasi Masalah..... | 2 |
| 1.3 Pembatasan Masalah..... | 2 |
| 1.4 Rumusan Masalah..... | 3 |
| 1.5 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.6 Manfaat Penelitian..... | 3 |

| | |
|--|-----------|
| BAB II. KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI | 4 |
| 2.1 Kajian Pustaka | 4 |
| 2.2 Landasan Teori | 6 |
| 2.2.1 Sistem Pengisian..... | 6 |
| 2.2.2 Komponen-Komponen Sistem Pengisian..... | 7 |
| 2.2.2.1 Baterai | 7 |
| 2.2.2.2 Kunci kontak | 8 |
| 2.2.2.3 Lampu pengisian | 8 |
| 2.2.2.4 Alternator..... | 8 |
| 2.2.2.5 Regulator..... | 10 |
| 2.2.3 Sistem Pengisian Konvensional | 11 |
| 2.2.4 Arus | 17 |
| 2.2.5 Tegangan | 18 |
| 2.2.6 Resistensi | 18 |
| 2.2.7 Hukum Ohm | 18 |
| 2.2.8 Daya Listrik | 19 |
| 2.3 Kerangka Pikir..... | 20 |
| 2.4 Pertanyaan Penelitian..... | 20 |
| BAB III. METODE PENELITIAN..... | 21 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan | 21 |
| 3.1.1 Waktu Penelitian | 21 |
| 3.1.2 Tempat Penelitian | 21 |
| 3.2 Desain Penelitian | 21 |
| 3.3 Alat dan Bahan Penelitian..... | 22 |

| | |
|---|-----------|
| 3.3.1 Alat Penelitian | 22 |
| 3.3.1.1 Clamp meter | 22 |
| 3.3.1.2 Stopwatch | 22 |
| 3.3.1.3 Tachometer | 23 |
| 3.3.2 Bahan penelitian | 24 |
| 3.3.2.1 Alternator | 24 |
| 3.3.2.2 Regulator | 24 |
| 3.3.2.3 Mesin Toyota Kijang Seri 4K | 25 |
| 3.3.3 Skema Penelitian | 25 |
| 3.4 Parameter Penelitian | 26 |
| 3.4.1 Variabel Bebas | 26 |
| 3.4.2 Variabel Terikat | 26 |
| 3.4.3 Variabel Kontrol | 26 |
| 3.5 Teknik Pengumpulan Data | 26 |
| 3.5.1 Diagram Alir pelaksanaan penelitian | 27 |
| 3.5.2 Proses Analisis Teoritis | 28 |
| 3.5.3 Proses Penelitian / Pengujian Empirik | 28 |
| 3.5.4 Data Penelitian | 30 |
| 3.6 Kalibrasi Instrumen..... | 31 |
| 3.6.1 Clampmeter | 31 |
| 3.7 Teknik Analisis Data..... | 31 |
| BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | 32 |
| 4.1 Hasil Penelitian | 32 |
| 4.1.1 Hasil Pengukuran Tegangan | 32 |

| | |
|--|----|
| 4.1.2 Hasil Pengukuran Arus | 34 |
| 4.2 Pembahasan | 36 |
| 4.2.1 Tegangan B, F, N dan IG pada variasi putaran mesin | 36 |
| 4.2.2 Arus B, F, N dan IG pada variasi putaran mesin | 38 |
| BAB V. PENUTUP | 40 |
| 5.1 Simpulan | 40 |
| 5.2 Saran | 41 |
| DAFTAR PUSTAKA | 42 |
| LAMPIRAN | 44 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 3.1 Desain one shot study model karakteristik sistem pengisian konvensional dan regulator konvensional | 21 |
| Tabel 3.2 Data pengukuran tegangan..... | 30 |
| Tabel 3.3 Data pengukuran arus..... | 30 |
| Tabel 4.1 Data tegangan dengan variasi putaran mesin menggunakan clampmeter | 32 |
| Tabel 4.2 Data tegangan dengan variasi putaran mesin menggunakan clampmeter | 34 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Rangkaian pengisian tipe konvensional | 12 |
| Gambar 2.2 Cara kerja sistem pengisian kunci kontak on mesin mati | 13 |
| Gambar 2.3 Cara kerja sistem pengisian mesin hidup putaran lambat | 14 |
| Gambar 2.4 Cara kerja sistem pengisian mesin hidup putaran sedang | 15 |
| Gambar 2.5 Cara kerja sistem pengisian mesin hidup putaran tinggi..... | 16 |
| Gambar 3.1 Clamp meter | 22 |
| Gambar 3.2 Tachometer..... | 23 |
| Gambar 3.3 Alternator Denso 27020-13290..... | 24 |
| Gambar 3.4 Regulator konvensional New Era AVR-551 | 24 |
| Gambar 3.5 Skema instalasi pengujian karakteristik sistem pengisian..... | 25 |
| Gambar 3.6 Diagram alir pelaksanaan penelitian | 27 |
| Gambar 4.1 Tegangan yang terjadi pada terminal B, F, N dan IG pada variasi putaran mesin | 36 |
| Gambar 4.2 Arus yang terjadi pada terminal B, F, N dan IG pada variasi putaran mesin | 38 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| Lampiran 1. Hasil pengukuran tegangan | 44 |
| Lampiran 2. Hasil pengukuran arus | 45 |
| Lampiran 3. Surat penelitian | 46 |
| Lampiran 4. Dokumentasi | 47 |
| Lampiran 5. Surat tugas | 49 |
| Lampiran 6. Berita acara | 50 |
| Lampiran 7. Selesai revisi | 51 |
| Lampiran 8. Izin penelitian | 52 |
| Lampiran 9. Daftar hadir | 53 |
| Lampiran 10. Undangan proposal | 54 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi pada saat ini semakin pesat, mendorong manusia untuk selalu berinovasi. Perkembangan teknologi juga terjadi di bidang otomotif, khususnya pada sistem pengisian pada kendaraan. Sistem pengisian merupakan salah satu dari sekian banyak komponen pada kendaraan yang sering mengalami perkembangan. Dikarenakan untuk memperoleh unjuk kerja mesin yang dibutuhkan sistem pengisian yang baik juga.

Sistem pengisian merupakan sistem yang penting pada kendaraan di samping sistem-sistem lainnya seperti sistem pengapian, kelistrikan bodi dan lainnya. Sistem pengisian adalah suatu sistem yang dapat mengisi baterai kembali, sekaligus sebagai sumber listrik yang fungsinya untuk mensuplai sistem kelistrikan pada kendaraan yang membutuhkan pada saat mesin dihidupkan. Komponen-komponen pada sistem pengisian terdiri dari baterai, kunci kontak, alternator, dan regulator. Alternator berfungsi untuk mengubah energi gerak menjadi energi listrik. Tegangan yang dihasilkan oleh alternator bervariasi tergantung dari kecepatan putaran dan besarnya beban. Karena tegangan alternator bervariasi akibat putaran, maka digunakan regulator yang berfungsi untuk menjaga tegangan *output* alternator agar tetap konstan dengan mengatur besar kecilnya arus listrik atau kuat lemahnya medan magnet pada kumparan rotor (*rotor coil*).

Sistem pengisian khususnya pada mobil telah mengalami banyak penyempurnaan. Pada saat awal mobil diproduksi sistem pengisian pada mobil menggunakan sistem pengisian konvensional. Sistem pengisian konvensional adalah sistem pengisian yang menggunakan regulator tipe relay untuk meregulasi arah dari alternator. Pada mulanya sistem pengisian konvensional berawal dari sistem pengisian yang memakai regulator satu relay (*point*). Karena masih belum sempurna, dibuatlah regulator dua relay (*point*).

Pada saat ini sistem pengisian konvensional dengan regulator satu relay maupun dua relay pada mobil telah mengalami perkembangan dan digantikan dengan sistem pengisian IC (*Integrated Circuit*) atau sistem pengisian elektronik. Sistem pengisian konvensional saat ini sudah mulai ditinggalkan oleh produsen-produk mobil dan beralih ke sistem pengisian IC. Karena di dalam sistem pengisian IC memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan sistem pengisian konvensional. Sistem pengisian IC pun banyak tipe-tipenya ada yang tipe A, tipe B dan tipe M. Tipe-tipe tersebut tergantung jenis kendaraan dan pabrikannya.

Pada saat ini banyak konsumen yang memilih kendaraan yang memiliki sistem pengisian IC daripada kendaraan yang menggunakan sistem regulator mekanik ataupun mengganti sistem pengisian konvensional pada mobil dengan sistem pengisian IC. Namun banyak yang belum tahu mengetahui berapa kenaikan arus dan tegangan yang dihasilkan antara yang menggunakan sistem pengisian konvensional. Dari uraian di atas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Pengujian Karakteristik Sistem Pengisian Konvensional”.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka identifikasi masalah sebagai berikut ini.

1. Masyarakat belum mengetahui secara jelas karakteristik sistem pengisian konvensional.
2. Masyarakat belum mengetahui pengujian karakteristik sistem pengisian konvensional.

1.3 Pembatasan Masalah

Agar permasalahan dalam penelitian ini jelas dan tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditetapkan maka peneliti perlu membatasi beberapa masalah pada variabel yang diteliti, meliputi tegangan dan arus yang masuk ke rotor, tegangan dan arus yang pada terminal B, tegangan tiap-tiap terminal dan tegangan stabil yang dihasilkan.

1.4 Rumusan Masalah

Perumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah karakteristik tegangan pada tiap terminal pada regulator dan alternator pada sistem pengisian konvensional.
2. Bagaimanakah karakteristik arus pada tiap terminal pada regulator dan alternator pada sistem pengisian konvensional.

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian pengujian karakteristik sistem pengisian konvensional adalah :

1. Untuk menguji karakteristik tegangan pada tiap terminal pada regulator dan alternator pada sistem pengisian konvensional.
2. Untuk menguji karakteristik arus pada tiap terminal pada regulator dan alternator pada sistem pengisian konvensional.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi kepada masyarakat luas tentang pengujian karakteristik system pengisian konvensional pada mesin Toyota Kijang seri 4K.
2. Sebagai salah satu referensi yang dapat digunakan untuk penelitian sejenis, dalam system kelistrikan mobil.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Hasil penelitian yang di sampaikan oleh Wijayanti (2015), menyimpulkan bahwa pengujian sistem pengisian terdapat perbedaan unjuk kerja antara penggunaan regulator konvensional dua relay dengan regulator elektronik berbasis mikrokontroler AVR ATMEGA8 pada mesin Toyota Kijang 5K yang signifikan. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa perbandingan rata-rata total output tegangan untuk semua variasi putaran mesin. Tegangan output rata-rata total sistem pengisian yang menggunakan regulator elektronik relatif lebih stabil pada kisaran 14,45 Volt. Hasil ini juga menunjukkan bahwa sistem pengisian yang menggunakan regulator konvensional tegangan outputnya cenderung naik turun dan memiliki nilai rata-rata total sebesar 13,31 Volt. Hal ini menunjukkan bahwa output tegangan sistem pengisian elektronik lebih baik dan lebih stabil dibanding sistem pengisian konvensional. Sehingga regulator elektronik yang dirancang bangun dan diuji memiliki unjuk kerja yang lebih baik dibandingkan dengan regulator konvensional.

Hasil penelitian penelitian yang disampaikan Muhadrin (2016) menyimpulkan terdapat perbandingan hasil keluaran dari output tegangan secara jelas terlihat dalam putaran mesin, ketika putaran mesin bertambah dengan kelipatan 300 rpm. Secara jelas perubahan output dari pully yang standarnya tetapi dengan pully yang berbeda. Perbedaan tegangan yang dihasilkan oleh alternator ini dipengaruhi oleh perbedaan jumlah putaran rotor yang diputar oleh pully alternator yang berbeda, dan semakin kecil pully yang digunakan semakin tinggi pula putaran dan arus yang dihasilkan.

Hasil penelitian yang di sampaikan oleh Hernanda, dkk (2018) menyimpulkan pengujian yang dilakukan telah mampu menginisiasi feroresonansi. Perbedaan bentuk gelombang antara kondisi sebelum dan setelah transformator terhubung dengan kapasitor terlihat lebih jelas pada tegangan daripada arus. Hal ini menjadikan respons feroresonansi lebih mudah diamati (dideteksi) pada gelombang tegangan daripada arus. Peningkatan tegangan

sumber menyebabkan respons feroresonansi terlihat lebih jelas, terutama ketika tegangan sumber melebihi tegangan nominal transformator (kondisi saturasi). Hal ini dapat diamati pada peningkatan tegangan sumber yang berbanding lurus terhadap distorsi bentuk gelombang, amplitude frekuensi harmonik ketiga, dan THD. Selain itu, amplitude frekuensi harmonik genap yang terlihat signifikan hanya ditemui pada tegangan sumber sebesar 80 V dan 100 V. Respons feroresonansi yang diperoleh tergolong mode fundamental. Hal ini dibuktikan oleh kemunculan frekuensi harmonik pertama hingga kesepuluh (kelipatan bilangan integer dari fundamental) dan periode gelombang sebesar 20 ms. Variasi tegangan sumber yang diberikan tidak memengaruhi (mengubah) mode feroresonansi yang muncul. Efek fluks sisa inti transformator (fluks dalam kondisi saturasi akibat pemberian tegangan melebihi tegangan nominal transformator pada pengujian sebelumnya) memengaruhi respons feroresonansi pada tegangan sumber 10 V. Selain itu, efek fluks sisa inti dan muatan awal kapasitor menimbulkan riak pada puncak gelombang tegangan selama kondisi transien pada tegangan sumber 20 V. Secara keseluruhan, hasil penelitian telah mampu menunjukkan sensitivitas respons feroresonansi terhadap perubahan parameter dan kondisi inisial sistem secara fisik. Di samping itu, karakteristik arus dan tegangan yang telah diperoleh, terutama nilai THD-nya, mampu menjelaskan tingkat efek feroresonansi terhadap transformator. Selanjutnya, karakteristik bentuk gelombang dapat dijadikan sebagai pertimbangan dalam penentuan parameter deteksi sinyal feroresonansi pada penelitian berikutnya..

Hasil penelitian yang di sampaikan oleh Prihanto, dkk (2005) menyimpulkan bahwa berdasarkan hasil analisis dapat ditarik kesimpulan bahwa: (a) berdasarkan kurva karakteristik beban nol bahwa pada saat $I_m = 0$, terdapat tegangan output generator sebesar $(E_o) = 2$ volt. Hal tersebut dikarenakan adanya energi magnet yang tersisa. (b) pada saat putaran generator ditambah, sedang arus magnetisasi konstan, maka tegangan pada output generator akan bertambah. Hal tersebut dikarenakan putaran generator berbanding lurus dengan besar tegangan output generator, sesuai dengan $E_o = C.n.\Phi$ Volt. (c) berdasarkan karakteristik beban, bahwa se makin besar tegangan kerja, maka drop tegangan semakin kecil. (d)

berdasarkan karakteristik luar bahwa semakin besar arus beban (I_L) yang mengalir, tegangan pada terminal box (E_k) akan turun. (e) karakteristik pengaturan dapat digunakan untuk pedoman merencanakan AVR (automatic voltage regulation).

Hasil penelitian yang disampaikan Faizin, dkk (2014) menyatakan bahwa dari hasil perancangan dan pembuatan sistem pengisian pada tipe kendaraan 5K ini diperoleh beberapa analisa dan kesimpulan diantaranya hubungan antara pulley motor terhadap alternator cenderung linear yaitu semakin kecil desain pulley motor akan dapat mempercepat putaran pada pulley alternator, hal ini berbanding dengan semakin besar putaran pulley motor maka torsi yang dihasilkan akan semakin kecil, maka akan didapatkan putaran yang melambat pada alternator, semakin lambat alternator berputar maka arus yang keluar dari alternator akan semakin kecil.

Berdasarkan penelitian yang terdahulu dan relevan yang telah dilakukan yaitu mengenai penggunaan sistem pengisian pada sistem kendaraan didapatkan hasil adanya karakteristik kelistrikan sistem pengisian pada kendaraan maka hal ini dapat menjadi pandangan untuk penelitian yang akan dilaksanakan yaitu mengenai pengujian sistem pengisian.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Sistem Pengisian

Buntarto (2015: 93) menyatakan bahwa, “sistem pengisian (*charging system*) akan menghasilkan listrik untuk mengisi kembali baterai dan menyuplai kelistrikan ke komponen yang memerlukannya pada saat mesin dihidupkan.”

Menurut Widjanarko (2008), sistem pengisian (*charging system*) merupakan sistem kelistrikan pada kendaraan yang berfungsi untuk mengisi kembali baterai agar selalu dalam kondisi baik dan memberikan kebutuhan energy listrik untuk sistem kelistrikan lainnya selama *engine* hidup.

Arus yang ada di dalam baterai akan habis digunakan secara terus-menerus untuk kebutuhan starter, penerangan, pengapian atau kelistrikan dan aksesoris lainnya yang memerlukan arus dari baterai untuk itu diperlukan sistem pengisian

yang berfungsi untuk mengisi kembali baterai yang telah digunakan sehingga baterai tidak kekurangan arus. (Walujodjati, 2006: 28)

Di dalam sistem pengisian pada kendaraan mobil dibedakan menjadi 2 yaitu generator dan alternator. Generator berfungsi untuk menghasilkan arus searah atau yang dikenal dengan arus DC (*Direct Current*). Alternator berfungsi untuk menghasilkan arus bolak-balik atau yang dikenal dengan arus AC (*Alternating Current*). (Faizin, 2014: 17)

Kebanyakan mobil dilengkapi dengan alternator arus bolak-balik karena ini lebih baik dari dinamo arus searah dalam hal kemampuan membangkitkan tenaga listrik dan ketahanannya. Karena mobil membutuhkan arus searah maka arus bolak-balik yang diproduksi oleh alternator disearahkan sebelum dikeluarkan (Toyota,1994).

2.2.2 Komponen Sistem Pengisian

Komponen-komponen pada sistem pengisian adalah sebagai berikut diantaranya : baterai, kunci kontak, lampu pengisian, alternator dan regulator.

2.2.2.1 Baterai

Baterai pada mobil berfungsi untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia yang digunakan untuk menyuplai listrik kesistem starter, sistem pengapian, lampu-lampu dan komponen sistem lainnya. Pada sistem pengisian, baterai digunakan untuk menerima dan menyimpan energi listrik setelah mesin hidup. Hampir semua kebutuhan listrik pada sistem kelistrikan dipenuhi oleh sistem pengisian. (Basuki dan Daryanto, 2018:70).

Baterai adalah bagian yang menyimpan cadangan energi untuk seluruh operasi mobil. Ini menyimpan energi dalam bentuk energi kimia dan mengubahnya kembali menjadi energi listrik bila diperlukan. Baterai berat, besar dan membutuhkan banyak waktu untuk mengisi daya dan belum memilikinya kapasitas dan kehidupan yang terbatas. (Mahangade dan Mahangade, 2017)

Accu (baterai) merupakan salah satu alat yang dapat mengkonversikan energi listrik menjadi energi kimia, atau energi kimia menjadi energi listrik. Kemampuan untuk menyimpan energi listrik ke dalam bentuk energi kimia memungkinkan penggunaannya dapat diperluas dalam sistem kelistrikan. Meskipun baterai

berguna dalam piranti yang bisa dibawa-bawa atau piranti berdaya rendah, akan tetapi mempunyai waktu operasi yang terbatas. (Sufandi dan Rahayu, 2018)

Baterai listrik adalah perangkat yang terdiri dari dua atau lebih sel elektrokimia yang dikonversi disimpan energi kimia menjadi energi listrik. Setiap sel berisi terminal positif atau katoda dan terminal negatif atau anoda. Elektrolit memungkinkan ion untuk bergerak di antara elektroda dan terminal, yang memungkinkan arus mengalir keluar baterai untuk melakukan pekerjaan. (Suhas dkk, 2015)

2.2.2.2 Kunci kontak

Kunci kontak berfungsi sebagai pemutus dan penghubung arus dari baterai ke regulator. (Faizin, 2014:18).

2.2.2.3 Lampu pengisian

Lampu pengisian berfungsi indikator untuk mengontrol adanya pengisian di mobil. Lampu pengisian ini berada di dashboard mobil yang bergambar aki yang digunakan untuk memonitor pengisian mobil. (Faizin, 2014: 18-19)

2.2.2.4 Alternator

Alternator adalah merupakan suatu perangkat yang dapat mengubah energi gerak putar (*rotasi*) menjadi energi listrik. Secara garis besar, alternator memiliki 2 komponen utama, yaitu stator dan rotor yang menentukan jenis dan karakteristik alternator. (Krisnadi, 2011: 63)

Alternator mobil merupakan sebuah alat pembangkit tenaga listrik yang berfungsi sebagai pensuplai energi listrik untuk kebutuhan kelistrikan mobil seperti lampu penerangan, lampu indikator, pengapian, injeksi bahan bakar dan peralatan listrik lainnya. Alternator mempunyai konstruksi yang sederhana, pada alternator mobil terdapat beberapa keuntungan bila dibandingkan dengan mesin listrik lainnya. Keuntungannya adalah pada alternator ialah tidak terdapat bunga api antara sikat- sikat dan *slip ring*, disebabkan tidak terdapat komutator yang dapat menyebabkan sikat menjadi aus. Rotornya lebih ringan dan tahan terhadap putaran tinggi, dan *silicon diode*. (Lubis, S., 2018)

Alternator dipakai untuk sistem pengisian pada kendaraan. Alternator adalah generator jenis *brush* dimana arus mengalir dari *brush* melalui *slip ring* ke medan koil di dalam rotor (Hyundai, t.t: 94-95).

Alternator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik dan karenanya menghasilkan listrik ketika diputar tentang sumbunya. (Belekar dkk, 2017). AC Generator atau alternator bersifat elektromekanis perangkat yang mengkonversi ketika didorong dengan kecepatan tinggi itu menghasilkan gaya gerak listrik. (Tharani dkk, 2016)

Tugas alternator saat mesin hidup adalah sebagai sumber energi untuk seluruh kebutuhan energi dalam mobil dan pengisi baterai agar selalu siap pakai. (Amirono, 2013 :122).

Fungsi alternator adalah untuk mengubah energi mekanis yang didapatkan dari mesin tenaga listrik. Energi mekanik dari mesin disalurkan oleh sebuah puli, yang memutar roda menghasilkan arus listrik bolak-balik pada stator. Arus listrik bolak-balik kemudian diubah menjadi arus searah oleh diode-dioda. (Buntarto, 2015:93).

Pemasangan alternator meningkatkan jangkauan baterai dan menyediakan pengisian baterai saat mobil listrik dalam kondisi berjalan dan alternator menghasilkan listrik. (Kapilla, 2017)

Menurut Faizin (2014: 18), Alternator mempunyai 8 komponen yang terdiri dari :

- a. Puli, Puli berfungsi untuk menerima putaran dari mesin sehingga diteruskan untuk memutar rotor.
- b. Kipas, kipas berfungsi untuk mendinginkan dioda dan kumparan pada alternator.
- c. Rotor, rotor berfungsi untuk membangkitkan medan magnet.
- d. Stator, stator berfungsi untuk menghasilkan listrik saat terpotong medan magnet dari rotor.
- e. *End frame, end frame* sebagai rumah dudukan alternator pada mesin.

- f. Dioda, dioda berfungsi untuk menyearahkan arus AC yang dihasilkan oleh stator menjadi arus searah DC. Serta berfungsi untuk mencegah arus dari baterai supaya tidak kembali ke stator.
- g. *Carbon brush*, atau yang disebut sikat karbon berfungsi untuk mengalirkan arus listrik dari regulator ke rotor melalui slip ring untuk menghasilkan kemagnetan.
- h. *Bearing*, atau yang disebut bantalan berfungsi untuk tempat poros rotor berputar secara lembut.

Menurut Faizin (2014: 20), prinsip kerja alternator digerakan oleh mesin melalui v-belt. Jika arus dari baterai mengalir ke rotor melalui regulator, maka akan terjadi kemagnetan pada lilitan rotor. Selanjutnya jika mesin berputar, rotor juga berputar. Hal ini menyebabkan induksi tegangan dari rotor ke kumparan stator. Pada kumparan stator akan dibangkitkan tegangan arus bolak-balik yang selanjutnya disearahkan oleh dioda. Arus yang disearahkan akan disalurkan ke baterai, adapun pengeluaran besar kecilnya tegangan diatur oleh regulator.

Pada alternator terdapat 4 terminal yaitu terminal B, E, F, dan N. Terminal B adalah terminal output alternator yang dihubungkan ke baterai, beban, dan regulator terminal B. Terminal E verhubungan dengan sikat negative, bodi alternator dan terminal E regulator. Terminal N berhubungan dengan netral stator coil, saat alternator menghasilkan listrik maka terminal N juga menghasilkan listrik yang dialirkan ke terminal N regulator untuk mematikan lampu indikator pengisian. (Faizin, 2014: 20)

2.2.2.5 Regulator

Regulator pada sistem pengisian merupakan alat pengontrol dan pelindung generator dan baterai. Tugas regulator ada 3 macam, karena itu regulator akan terdiri dari 3 bagian. Ketiga bagian itu adalah pemutus arus (*cut out*), pengatur tegangan (*voltage regulator*), dan pengatur arus (*current regulator*). (Amirono,2013).

Regulator berfungsi untuk mengatur besar arus listrik yang masuk ke *rotor coil* sehingga alternator menghasilkan tegangan yang konstan dan sama walaupun putaran mesin berubah-ubah. Regulator juga berfungsi untuk mematikan tanda

dari lampu pengisian secara otomatis apabila alternator sudah menghasilkan arus listrik. (Buntarto, 2015: 94).

Tipe regulator ada dua macam yaitu regulator tipe kontak point/konvensional dan regulator tipe IC (*Integrated Circuit*). Regulator tipe kunci kontak/konvensional merupakan sistem pengisian dengan menggunakan sebuah relay sebagai pengatur tegangan yang masuk ke baterai. Regulator tipe IC biasanya pada mobil keluaran baru. Keuntungannya regulator ini bekerja secara elektronik sehingga lebih awet. (Faizin, 2014: 19)

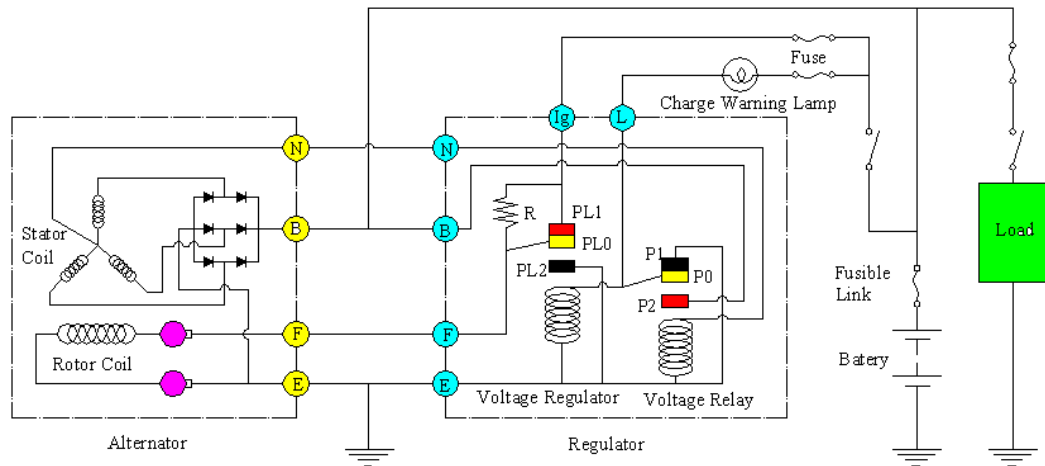
Basuki dan Daryanto (2018: 106-107), tegangan dan arus yang dikeluarkan oleh alternator bervariasi tergantung pada kecepatan putaran alternator dan beban alternator. Putaran mesin yang berubah-ubah, putaran alternator, beban yang selalu berubah-ubah mempengaruhi kondisi pengisian baterai. Agar alternator dapat memberikan tegangan yang sesuai dengan sistem maka diperlukan regulator untuk mengatur tegangan keluaran pada setiap perubahan putaran dan beban. Untuk tegangan sistem 12 volt maka tegangan regulasinya 14,4-14,8 volt, untuk tegangan sistem 24 volt maka diregulasi 28 volt. Untuk meregulasi tegangan keluaran alternator dilakukan dengan mengatur arus yang mengalir ke kumparan rotor (arus beban).

2.2.3 Sistem Pengisian Konvensional

Menurut Muhadrin (2016: 31), pembangkit listrik pada alternator menggunakan prinsip induksi yaitu perpotongan antara penghantar dengan garis-garis gaya magnet. Besarnya arus induksi tergantung pada kekuatan medan magnet, jumlah konduktor pemotong mesin medan magnet dan kecepatan potongan.

Sistem pengisian tipe konvensional adalah sistem pengisian yang menggunakan regulator tipe kontak point yang terdiri dari kumparan voltage regulator dan kumparan voltage relay. Adapun kumparan voltage regulator berfungsi untuk mengatur arus yang masuk ke rotor coil agar kemagnetannya bisa diatur sehingga tegangan output alternator tetap konstan. Sedangkan kumparan voltage relay berfungsi untuk mematikan lampu CHG dan menghubungkan arus dari terminal B ke voltage regulator. Terminal-terminal

yang terdapat pada sistem pengisian konvensional adalah terminal IG, N, F, E, L, dan B.



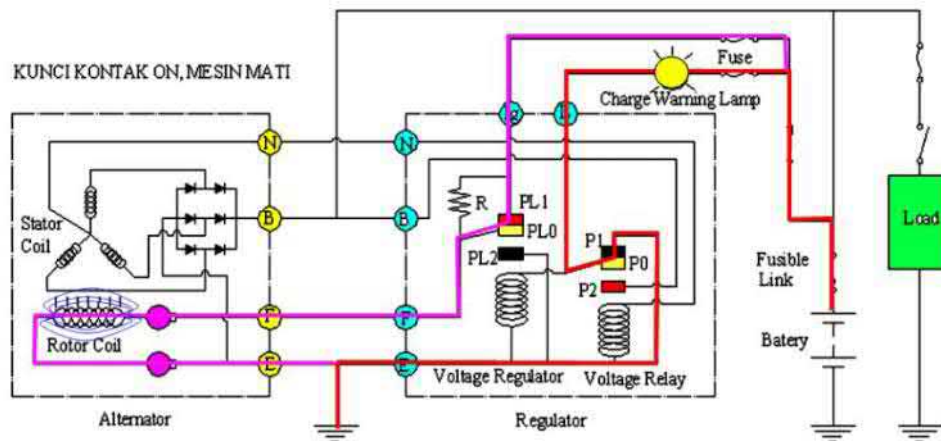
Gambar 2.1 Rangkaian Pengisian tipe konvensional
(Widjanarko, 2012)

Kebutuhan tenaga untuk menghasilkan medan magnet pada rotor alternator disuplai dari terminal F. Arus yang diatur dalam arti ditambah atau dikurangi oleh regulator sesuai dengan tegangan terminal B. Listrik dihasilkan oleh stator alternator yang disuplai dari terminal B., kemudian dipakai untuk menyuplai kembali beban-beban yang terjadi pada lampu-lampu besar (head light), wipers, radio dan lain-lain. Lampu pengisian akan menyala jika alternator tidak mengirimkan jumlah listrik yang normal. Hal ini disebabkan apabila tegangan di terminal N alternator kurang dari jumlah yang ditentukan.

Menurut Widjanarko (2012) cara kerja sistem pengisian konvensional terbagi menjadi 4. Cara kerja sistem pengisian konvensional sebagai berikut.

a. Cara Kerja Sistem Pengisian Kunci Kontak On Mesin Mati

Untuk memudahkan maka untuk komponen baterai, *fusible link*, kunci kontak, *charge warning lamp*, *fuse*, saya singkat menjadi :B, FL, KK, CWL, F. Dan juga : *Rotor Coil* (RC), *Stator Coil* (SC). Resistor (R).

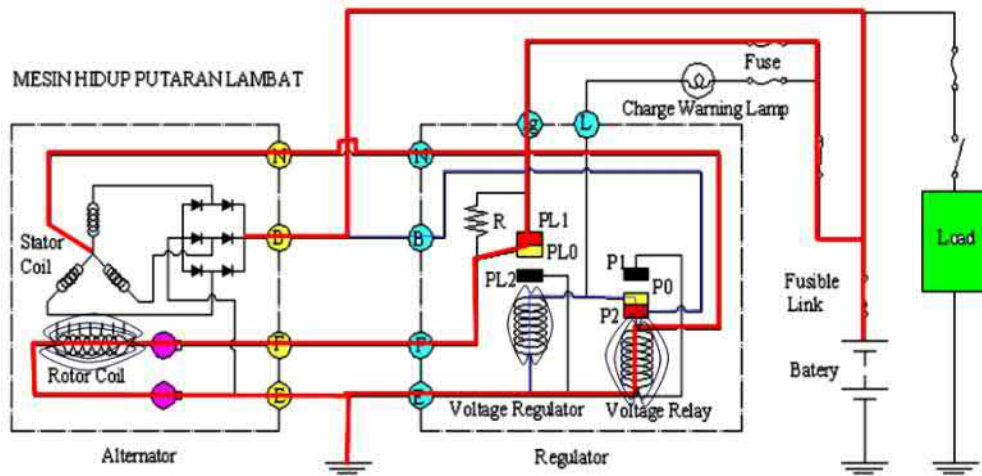


Gambar 2.2 Cara Kerja Sistem Pengisian Kunci Kontak On Mesin Mati
(Widjanarko, 2012)

Menurut Widjanarko (2012), cara kerja sistem pengisian pada posisi kunci kontak on mesin mati adalah sebagai berikut.

- 1) Setelah kunci kontak diputar ke posisi ON, maka arus akan mengalir dari baterai ke fusible link, ke kunci kontak ke fuse ke *charge warning lamp* ke terminal L regulator ke P0 ke P1 ke massa. Akibatnya lampu pengisian menyala. Pada gambar diatas aliran arusnya berwarna merah. Keterangan : Maaf kunci kontak jadi tidak kelihatan akibat tertutup warna merah.
- 2) Pada saat yang sama, arus dari baterai juga mengalir ke FL ke KK ke fuse ke terminal IG regulator ke PL1 ke PL0 ke terminal F regulator ke F alternator ke slipring, ke rotor coil, ke slip ring kemudian ke massa. Akibatnya pada kumparan rotor timbul medan magnet.

b. Cara Kerja Sistem Pengisian Mesin Hidup Putaran Lambat

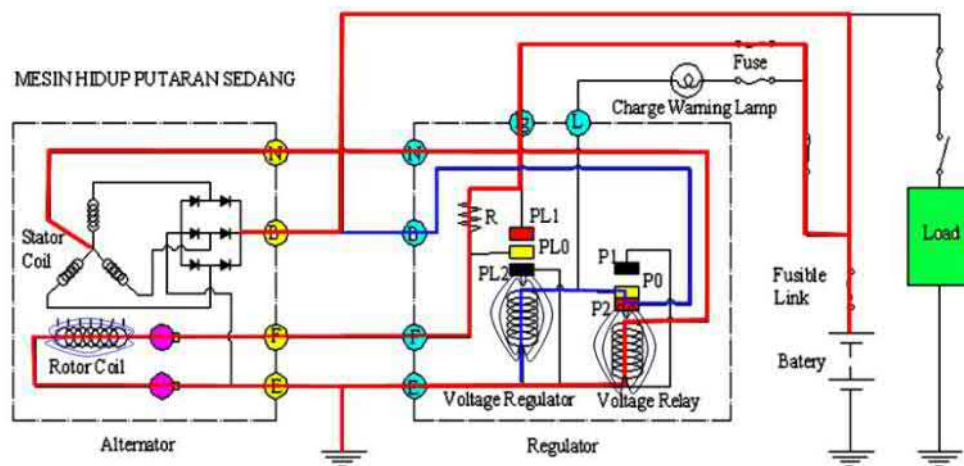


Gambar 2.3 Cara kerja sistem pengisian mesin hidup putaran lambat
(Widjanarko, 2012)

Menurut Widjanarko (2012), cara kerja sistem pengisian pada posisi mesin hidup putaran lambat adalah sebagai berikut.

- 1) Setelah mesin hidup, alternator khususnya pada stator coil akan menghasilkan arus listrik.
- 2) Arus yang dihasilkan ini dari terminal N alternator akan mengalir menuju terminal N alternator ke N regulator, ke kumparan voltage relay, ke massa. Akibatnya pada voltage relay terjadi kemagnetan, sehingga terminal P0 akan tertarik dan menempel dengan P2. Yang mana arus yang ke lampu pengisian (cwl) tidak mendapatkan massa, ini akan membuat lampunya mati.
- 3) Output dari stator coil ini disalurkan ke dioda (rectifier) dan disearahkan menjadi arus searah (DC) kemudian mengalir ke terminal B alternator kemudian ke baterai. Maka pada baterai/aki terjadi pengisian.
- 4) Arus dari terminal B alternator juga mengalir ke B regulator ke P2 ke P0 ke kumparan voltage regulator ke massa. Akibatnya timbul kemagnetan pada voltage regulator.

- 5) Karena putaran masih rendah, tegangan output alternator cenderung rendah, dan kemagnetan pada kumparan voltage regulatornya pun juga masih lemah, akibatnya tidak mampu menarik PL0 dan tetap menempel ke PL1 (karena adanya pegas pada P10).
 - 6) Pada saat ini arus yang besar mengalir dari IG ,ke PL1, ke PL0, ke F regulator, ke F alternator ke RC ke massa, maka arus yang mengalir ke RC besar dan medan magnet pada RC kuat. Jadi, meskipun putaran lambat, output alternator tetap cukup untuk mengisi baterai karena medan magnet pada RC kuat. Ouput tegangan ini berkisar antara 13,8 sampai 14,8 Volt.
- c. Cara Kerja Sistem Pengisian Mesin Hidup Putaran Sedang



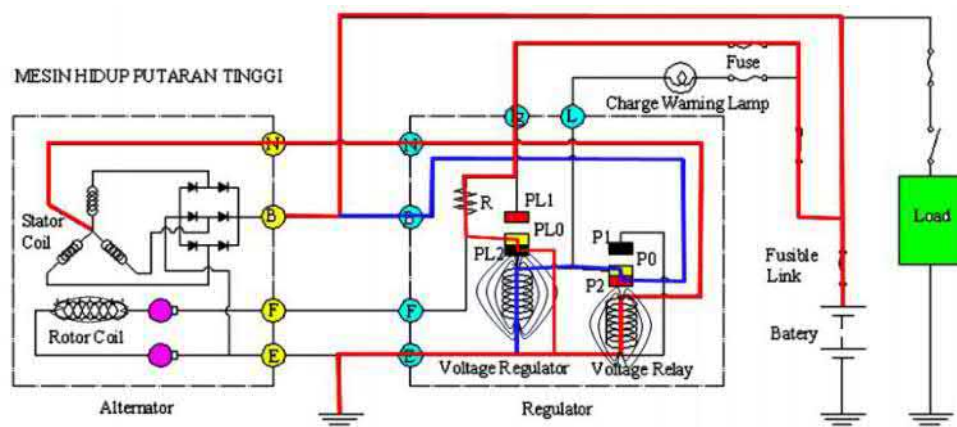
Gambar 2.4 Cara Kerja Sistem Pengisian Mesin Hidup Putaran Sedang
(Widjanarko, 2012)

Menurut Widjanarko (2012), cara kerja sistem pengisian pada posisi mesin hidup putaran sedang adalah sebagai berikut.

- 1) Ketika putaran mesin dinaikan menjadi putaran sedang, maka tegangan output alternator di terminal B akan naik juga dan arusnya mengalir ke B regulator ke P2 ke P0 ke kumparan voltage regulator, ke massa.
- 2) Akibatnya, kemagnetan pada voltage regulator menjadi semakin kuat dan mampu menarik PL0 tetapi belum cukup kuat sehingga PL0 ini akan lepas dari PL1 dan posisinya mengambang.
- 3) Akibatnya, arus dari B alternator mengalir ke IG regulator ke resistor/tahanan ke F regulator ke F alternator ke RC ke massa. Karena arus melewati resistor,

maka arus tersebut akan lebih kecil akibatnya kemagnetan pada rotor coil melemah.

- 4) Meskipun kemagnetan pada RC melemah, namun putaran mesin naik ke putaran sedang (putaran alternator semakin cepat) sehingga output alternator tetap cukup untuk mengisi baterai (tegangan antara 13,8 sampai 14,8 volt).
- d. Cara Kerja Sistem Pengisian Mesin Hidup Putaran Tinggi



Gambar 2.5 Cara kerja sistem pengisian mesin hidup putaran tinggi
(Widjanarko, 2012)

Menurut Widjanarko (2012), cara kerja sistem pengisian pada posisi mesin hidup putaran tinggi adalah sebagai berikut.

- 1) Kemudian jika putaran dinaikan lagi menjadi putaran tinggi, maka tegangan output pada terminal B alternator akan cenderung makin tinggi. Bila tegangan tersebut melebihi 14,8 volt, maka kemagnetan pada kumparan voltage regulator semakin kuat yang mana akan mampu menarik PL0 dan akan membuat menempel dengan PL2.
- 2) Karena PL0 menempel dengan PL2, maka aliran arus akan berbeda, yakni arus yang berasal dari terminal IG regulator akan mengalir ke R ke PL0 ke PL2 kemudian ke massa (tidak mengalir ke RC). Hal ini menyebabkan medan magnet pada Rotor coil tidak ada.
- 3) Karena pada RC tidak terjadi kemagnetan, maka output tegangan pada alternatornya pun akan turun. Bila tegangan output kurang dari tegangan standar (13,8 – 14,8 V) maka kemagnetan pada voltage regulator akan melemah lagi, sehingga PL0 akan lepas lagi dari PL2.

- 4) Arus dari IG regulator ke R kembali mengalir lagi ke RC ke massa, sehingga medan magnet pada RC kembali menguat sehingga tegangan output alternator naik lagi.
- 5) Bila tegangan di B naik lagi dan melebihi 14,8 volt, maka prosesnya berulang ke proses seperti di atas secara berulang-ulang dan PL0 lepas dan menempel dengan PL2 secara periodik sehingga output alternator tetap stabil.

Berdasarkan cara kerja system pengisian konvensional di atas, maka dapat disimpulkan bahwa terjadinya tegangan output alternator dipengaruhi oleh tiga hal penting, yaitu :

1. Adanya medan magnet yang dihasilkan oleh rotor coil.
2. Adanya kumparan di sekitar medan magnet, yaitu stator coil.
3. Adanya pemotongan medan magnet oleh kumparan. Pemotongan medan magnet ini terjadi karena adanya putaran poros alternator yang menyebabkan rotor coil berputar dan medan magnet yang ada padanya juga berputar memotong kumparan pada stator coil.

2.2.4 Arus

Arus listrik digolongkan menjadi dua macam yaitu arus searah (*Direct Current / DC*) dan arus bolak-balik (*Alternating Current / AC*). Arus searah adalah arus listrik yang searah, besar arus dan tegangannya tetap. Arus bolak-balik adalah arus listrik yang arah arus, besar arus dan tegangannya selalu berubah-ubah secara periodik (teratur). Satuannya adalah Ampere (A). (Basuki dan Daryanto, 2018:10).

Elektron bebas yang bermuatan negatif selamanya akan selalu tolak menolak satu dengan lainnya. Bila ada kelebihan elektron disatu tempat, maka akan ada kekurangan elektron ditempat lainnya, elektron akan selalu bergerak ke tempat yang kosong, dan kemudian mencoba untuk saling menjauh satu sama lainnya. Saat pergerakan ini terjadi, aliran atau arus elektron terbentuk, Arus akan terus berlanjut sampai elektron genap terpisah dari intinya. Mengalirnya suatu elektron sama dengan mengalirnya suatu arus. (Hyundai, t.t: 8)

2.2.5 Tegangan

Widjanarko (2012:11), tegangan adalah suatu gaya potensial atau perbedaan muatan listrik pada dua tempat yang beda yang dapat menyebabkan arus listrik mengalir melalui penghantar yang menghubungkan satu titik potensial yang tinggi ke titik potensial yang rendah.

“Satuan yang digunakan untuk menyatakan besarnya tegangan listrik (beda potensial) adalah Volt (V).” (Basuki dan Daryanto, 2018:11)

Jika perbedaan listrik secara alami terhubung dengan kedua kawat yang bermuatan berbeda, maka arus bisa mengalir dikarena adanya perbedaan potensial listrik antara kedua muatan sehingga arus dapat mengalir. Perbedaan potensial listrik biasa disebut dengan tegangan (voltage). Karena ada perbedaan potensial listrik, maka terjadi electromotive force (emf). Tegangan (V) adalah unit listrik untuk menerangkan jumlah tekanan listrik yang ada atau sejumlah tekanan listrik yang dibangkitkan oleh aksi kimia di dalam battery. (Hyundai, t.t : 10)

2.2.6 Resistansi

Resistansi adalah tahanan dari suatu rangkaian yang digunakan untuk menghambat aliran arus listrik. Setiap logam yang digunakan sebagai penghantar mempunyai karakteristik hambatan yang berbeda. Besar tahanan suatu konduktor tergantung pada tahanan jenis bahan, panjang bahan, luas penampang bahan, dan temperatur. Luas penampang dan panjang konduktor yang sama, nilai tahanannya bisa berbeda jika bahan dan tahanan jenisnya berbeda. (Widjanarko,)

Semua jenis benda tersusun dari atom-atom sehingga ada beberapa kemungkinan rintangan bagi elektron bebas untuk bergerak, tertahannya pergerakan elektron bebas biasa disebut dengan tahanan listrik. Jadi tahanan listrik pada suatu benda berbeda berdasarkan faktor sebagai berikut: Jenis benda, bagian kabel, panjang kabel, dan temperatur. (Hyundai, t.t: 13)

2.2.7 Hukum Ohm

Widjanarko (2012 : 13), resistansi atau tahanan adalah yang melawan aliran arus Dalam suatu rangkaian, satu-satunya yang melawan aliran arus di dalam suatu rangkaian. Hubungan tegangan, arus dan tahanan disebut Hukum Ohm. Karena arus bisa terjadi karena adanya tegangan yang diberikan, maka arus

berbanding lurus dengan tegangan. Tegangan yang diberikan konstan, besarnya arus akan menurun jika tahannya dinaikan. Oleh karena itu arus berbanding terbalik dengan tahanan. Hubungan ketiganya dalam rangkaian listrik dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$E = I \times R \dots\dots\dots 2.1)$$

Atau

$$I = E / R \dots\dots\dots 2.2)$$

Atau

$$R = E / I \dots\dots\dots 2.3)$$

2.2.8 Daya Listrik

Widjanarko (2012 :15), energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja yang satuannya adalah Joule sedangkan daya adalah laju penggunaan energi atau kemampuan untuk melakukan kerja per satuan waktu dan satuannya adalah Watt.

Dalam rangkaian listrik untuk mengetahui daya dipakailah rumus sebagai berikut :

$$P = E \times I \dots\dots\dots 2.4)$$

Dimana :

P adalah daya satuannya watt.

E adalah tegangan satuannya volt.

I adalah arus dalam satuan ampere.

Kerja merupakan ukuran energi yang digunakan dalam suatu periode waktu dan ditulis dengan satuan watt-detik atau watt-jam. Kerja listrik didapat dari hasil perkalian daya (satuan watt) dengan waktu (satuan detik atau jam) atau

$$W = P \times t \dots\dots\dots 2.5)$$

2.3 Kerangka Pikir

Sistem pengisian sangat diperlukan di kendaraan, kegunaannya yang sangat vital sehingga ikut berkembang mengikuti zaman, misalnya pengisian konvensional. Kendaraan yang menggunakan sistem pengisian konvensional dimana perubahan putaran mesin (rpm) sangat berpengaruh terhadap kelistrikan mesin Toyota Kijang seri 4K. Setiap putaran mesin akan mengakibatkan karakteristik kelistrikan. Karakteristik kelistrikan dapat dilihat dengan cara mengukur arus dan tegangan tiap-tiap terminal dan tegangan stabil.

2.4 Pertanyaan Penelitian

Dapat disimpulkan dari pembahasan kerangka pikir bahwa kecepatan putaran mesin sangat berpengaruh dengan keluaran tegangan dan arus mesin Toyota Kijang seri 4K sehingga pertanyaan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah karakteristik tegangan pada tiap terminal pada regulator dan alternator pada sistem pengisian konvensional?
2. Bagaimanakah karakteristik arus pada tiap terminal pada regulator dan alternator pada sistem pengisian konvensional?

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Penelitian pengujian karakteristik sistem pengisian konvensional pada mesin Toyota seri 4K dengan variasi putaran mesin 600 rpm, 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm, 3500 rpm, dan 4000 rpm yang menggunakan baterai 12 volt 100 mAH telah dilakukan dan telah mendapatkan hasil, sehingga dapat disimpulkan bahwa :

1. Adanya perubahan karakteristik tegangan pada sistem pengisian konvensional pada mesin Toyota Kijang seri 4K menggunakan regulator New Era AVR 551 dengan variasi putaran mesin 600 rpm, 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm, 3500 rpm dan 4000 rpm. Karakteristik pada tegangan pada terminal B adalah cenderung mengalami kenaikan pada setiap kenaikan putaran dan pada putaran 1500 rpm sampai 3500 rpm tegangan cenderung stabil, tegangan yang dihasilkan pada tegangan di terminal B terbesar pada putaran 1500 rpm sebesar 14,79 volt dan paling kecil pada putaran 600 rpm sebesar 13,21 volt. Karakteristik tegangan pada terminal F cenderung menurun dan tegangan stabil terdapat pada putaran 1000 rpm sampai 3500 rpm dan tegangan pada terminal F yang terbesar pada putaran 600 rpm dan paling kecil terdapat pada putaran 3000 rpm sebesar 2,56 volt. Karakteristik tegangan yang terdapat pada terminal IG sama dengan karakteristik tegangan terminal B namun semua nilai tegangan yang dihasilkan masih dibawah dari tegangan terminal B, tegangan pada terminal IG terbesar pada putaran 1500 rpm sebesar 5,25 volt dan tegangan terkecil pada putaran 600 rpm sebesar 4,52 volt. Karakteristik tegangan pada terminal N cenderung naik dengan tegangan stabil pada 1000 rpm sampai 3500 rpm, tegangan pada N terbesar pada putaran 1500 rpm sebesar 13,70 volt dan tegangan terkecil pada putaran 600 rpm sebesar 12,39 volt.
2. Adanya perubahan karakteristik arus pada sistem pengisian konvensional pada mesin Toyota seri 4K menggunakan regulator New Era AVR 551 dengan variasi putaran mesin 600 rpm, 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm,

3500 rpm dan 4000 rpm. Karakteristik arus pada terminal B naik turun dan tidak ada stabilnya arus, arus pada terminal B yang terbesar pada putaran 4000 rpm sebesar 7,66 A dan paling kecil pada putaran 3500 rpm sebesar 4,29 A. Karakteristik arus pada terminal F cenderung turun dengan stabil arusnya pada putaran 1500 rpm sampai 4000 rpm, arus pada terminal F yang terbesar pada putaran 1000 rpm dan paling kecil terdapat pada putaran 3000 rpm sebesar 2,55 A. Karakteristik arus pada terminal N cenderung stabil dari putaran 600 rpm sampai 4000 rpm dan arus pada terminal N, arus terbesar pada putaran 600 rpm sebesar 2,66 A dan arus terkecil pada putaran 3500 rpm sebesar 1,90 A. Karakteristik arus IG cenderung stabil pada putaran 600 rpm sampai 4000 rpm, arus pada terminal IG terbesar pada putaran 600 rpm sebesar 3,36 A dan arus terkecil pada putaran 1000 rpm sebesar 2,83 A.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah diuraikan di atas, saran yang dapat diberikan adalah :

1. Tegangan pada terminal B yang tidak sesuai yang seharusnya harus naik tiap putaran mesin, maka untuk memperbaiki atau menaikkan tegangan pada terminal B maka harus diganti kumparan statornya.
2. Arus pada terminal F yang harusnya menurun tiap kenaikan putaran mesin, maka untuk mnurunkan arus pada terminal F, maka harus diganti rotor coilnya.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambah variabel yang juga berpengaruh terhadap kelistrikan mobil, contohnya memvariasikannya dengan pengukuran dengan beban atau sistem pengisian IC (*Integrated Circuit*) untuk mendapatkan perbandingan karakteristik kedua sistem pengisian yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Amirono. 2013. *Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan 2*. Jakarta: Kementrian Pendidikan & Kebudayaan.
- Arikunto, Suharsimi. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta : PT. Rineka Cipta
- Aswar, Saifuddin. 2005. *Metodologi Penelitian*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar
- Basuki dan Daryanto. 2018. *Panduan Praktis Perawatan mobil Komponen Sistem kelistrikan. Cetakan 1*. Yogyakarta: Penerbit Gaya Media
- Belekar, dkk. 2017. "Alternator Charging System for Electric Motorcycle". *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* Vol. 4 issue 4. (hal. 1759-1766)
- Buntarto. 1995. *Dasar-Dasar Kelistrikan*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press
- Faizin, dkk. 2014. "Pengaruh Variasi Diameter Pulli dan Daya Motor Terhadap Proses Baterai pada Mobil 5K. *Jurnal Teknik Mesin Politeknik Kediri* Vol. 5, No. 1 (hal. 16-29)
- Hernanda, dkk. 2018. "Analisis Karakteristik Arus dan Tegangan pada Inisiasi Feroresonansi Transformator Tegangan Rendah". *JNTETI*, Vol. 7, No.2 (hal. 241-248)
- Hyundai. t.t. *Dasar Kelistrikan*. Hyundai Motor Company
- Kapila, dkk. 2017. "Electric car Charging System by Alternator". *International Journal of Engineering research in electrical and Electronic Engineering* Vol. 3 Issue 11 (page 14-19)
- Krisnadi, L. 2011. "Pembuatan Alternator Permanen Magnet Putaran Rendah Untuk Pembangkit Listrik Kapasitas 5 KW". *Metal Indonesia* Vol. 33, No. 2 (hal 62-71)
- Lubis. S. 2018. "Analisa Tegangan Keluaran Alternator Mobil Sebagai Pembangkit Energi Listrik Alternatif. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro* Vol. 1, No. 1 (hal. 44-47)
- Mangahade dan Mahangade. 2017. "Electric Vehicle Wireless Charging". *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology* Vol. 3 Issue 1 (page. 640-645)
- Muhadrin, dkk. 2016. "Pengaruh Variasi Diameter Pully Alternator Konvensional Terhadap Pengisian Pada Toyota Kijang 5K". *ENTALPY-Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin* Vol. 2, No. 2 (30-36)
- Prihanto, dkk. 2005. "Simulator Pengujian Karakteristik Generator AC 1 Fasa". *Jurnal TEKNO* Vol. 4 (hal. 10-16)
- Suhas V., dkk. 2015. "Performace of a Battery Electric Vehicle with Self Charging Capacity for Its Own Propulsion". *International Research*

- Jurnal of Emgineering and technology (IRJET) Vol.2 Issue 3 (page. 2313-2321)*
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung : Penerbit Alfabeta
- Sufandi dan Rahayu. 2018. “Pengembangan Sistem Pengisian Baterai dengan Kombinasi Sumber Listrik dari PLN dan Energi Surya”. *Jurnal ELKHA Vol.10, No. 1 (hal. 20-25)*
- Tharani, dkk. 2016. “Alternator Performance Testing using PLC and SCADA”. *International Journal of Innovative research in Electrical, Electronics, Instrumentation and Control Engineering Vol 4 issue 5 (page. 344-347)*
- Toyota. 1994. *New Step 2 Training Manual* .Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Walujodjati, A. 2006. “Engine Stand Sistem Pengisian Mesin Bensin Empat Silinder”. *Momentum, Vol. 2, No. 1 (Hal. 26-35)*
- Widjanarko, Dwi. 2008. “Studi Tingkat Penguasaan Rangkaian Sistem Pengisian (Charging System) Oleh Mahasiswa Pasca Proses Pembelajaran Mata Kuliah Teori kelistrikan Otomotif”. *Lembar Ilmu Kependidikan Jilid 37, No. 1 (hal. 1-6)*
- Widjanarko, Dwi. 2012. *Dasar Teknik Listrik dan Elektronika Otomotif, PTO Unnes*. Semarang: Universitas Negeri Semarang
- Wijayanti, E. 2015. “Studi Perbandingan Regulator Konvensional Dua Relay dan Regulator Elektronik Berbasis Mikrokontroler AVR ATMEGA 8”.*Jurnal ROTOR. Vol 8, No.1*