

## EFEKTIVITAS PENGENDALI BATERAI PADA MOBIL LISTRIK

Sigit Joko Purnomo<sup>1\*</sup>, Nurhadi<sup>2</sup>, Adi Saputro<sup>3</sup>

<sup>123</sup> Program Studi Teknik Mesin Diploma III, Fakultas Teknik, Universitas Tidar  
Jalan Kapten Suparman 39 Magelang, 56116

\*Email: sigitjoko@untidar.ac.id

### Abstrak

*Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah mekanisme pengisian mandiri (self recharging) baterai yang digunakan pada mobil listrik. Dengan adanya self recharging ini, diharapkan mobil listrik tidak memiliki kendala terkait kapasitas tegangan pada baterai. Murat Ayaz dan Erkan Mese pada penelitian yang dilakukan pada 2016, melakukan penelitian tentang upaya peningkatan kapasitas daya baterai dengan menggunakan alternator magnet secara permanen. Kumparan alternator dihubungkan pada tegangan 12 Volt DC melalui rectifier. Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan 2 (dua) metode, yaitu pembuatan perangkat mikrokontrol sebagai self recharging dan pengambilan data mobil listrik dilakukan secara eksperimental di laboratorium dan di jalan perkotaan. Analisis yang dilakukan yaitu, menghitung nilai ketepatan pengukuran tegangan setiap sensor dengan mengambil setiap kesalahan pembacaan pengukuran, menguji aktifnya relay terhadap variasi tegangan secara elektrik, serta menguji aktifnya relay terhadap perubahan tegangan baterai karena penggunaan beban listrik (secara mekanikal). Hasil dari analisis yang dilakukan adalah, ketepatan pengukuran yang didapat yaitu, 98.86% (M1) dan 99.01% (M2), serta relay (aktuator) aktif tepat pada nilai tegangan dibawah 48.00V dengan variasi tegangan tanpa beban maupun dengan beban listrik.*

**Kata kunci:** Baterai; Mobil Listrik; Self Recharging

### 1. PENDAHULUAN

Sejarah perkembangan mobil listrik (*electric vehicle* atau disingkat EV) dimulai dari masalah yang dihasilkan oleh kendaraan berbahan bakar fosil. Setiap harinya kendaraan berbahan bakar fosil membuang gas CO<sub>2</sub> ke atmosfer yang dapat meningkatkan dampak buruk dari efek rumah kaca. Untuk dapat mengurangi dampak buruk ini, maka lahirlah ide untuk mengembangkan kendaraan berbasis listrik yang tidak memproduksi gas CO<sub>2</sub> sama sekali.

Dengan perkembangan *electric vehicle* saat ini yang terus meningkat, maka mobil listrik dapat menjadi bagian yang mendukung perkembangan *sustainable development*. Namun tanpa diketahui, teknologi *electric vehicle* sebenarnya telah berkembang lebih awal dari mobil berbahan bakar fosil, dan telah berkembang sejak tahun 1830. Namun dengan lahirnya kendaraan berbahan bakar fosil yaitu Ford model T pada tahun 1908 semua perkembangan EV menurun dan seolah hilang ditelan zaman. Hingga 1 (satu) abad kemudian EV kembali berkembang dengan berbagai pilihan teknologi baru yang mencoba bersaing dengan kendaraan berbahan bakar fosil yang sudah merajai pasar dunia selama bertahun-tahun.

Perkembangan adanya mobil listrik mulai dari pertama kali dibuat, kemudian harga minyak fosil turun sehingga produksi mobil listrik tidak berkembang, kemudian mulai berkembang lagi dengan munculnya mobil hibrid, dan akhirnya pada tahun 2017 produksi mobil listrik sudah mencapai 4 (empat) juta unit ([www.kemenperin.go.id](http://www.kemenperin.go.id)).

Presiden Republik Indonesia Joko Widodo menegaskan komitmennya untuk mendukung pengembangan mobil listrik. Komitmen ini dilatarbelakangi oleh banyak pertimbangan, seperti perubahan global dan dampaknya terhadap iklim dan lingkungan. Oleh karena itu, komitmen ini harus segera ditindaklanjuti generasi muda untuk tujuan masa depan. Mahasiswa sebagai generasi yang secara langsung akan merasakan dampak perubahan global, harus segera berfikir untuk mempersiapkan tantangan ke depan. Pengembangan mobil hemat energi dapat dimulai dengan melakukan pengembangan mobil hemat energi dengan menggunakan energi listrik.

Kementerian Perindustrian mendorong pelaku industri otomotif nasional mulai mengembangkan mobil listrik. Pasalnya, tren kendaraan masa depan menuju konsep yang hemat energi dan ramah lingkungan. Di samping itu, pengembangan mobil listrik sebagai salah satu komitmen Pemerintah Indonesia dalam upaya menurunkan emisi sebesar 29 persen di bawah business as usual pada tahun 2030, pernyataan ini disampaikan *Dirjen* Industri Logam, Mesin, Alat Transportasi, dan Elektronika (*ILMATE*) Kemenperin I Gusti Putu Suryawirawan dalam pembukaan Focus Group Discussion (FGD) Pengembangan Mobil Listrik di Kementerian Perindustrian, Jakarta.

Murat Ayaz dan Erkan Mese pada penelitian yang dilakukan pada 2016, melakukan penelitian tentang upaya peningkatan kapasitas daya baterai dengan menggunakan alternator magnet secara permanen. Kumparan alternator dihubungkan pada tegangan 12 Volt DC melalui rectifier.

Roselli, Sasso, 2016, melakukan perbandingan kebutuhan energi listrik di sebuah gedung dengan sebuah mobil listrik. Penelitian dilakukan dengan menggunakan sistem photovoltaic sebagai media penangkap sumber energi panas.

Hammond, Hazeldine, 2015 melakukan penelitian tentang pengujian energi indikatif pada pengembangan sistem pengisian baterai. Dalam penelitian ini diperoleh sebuah baterai ZEBRA yang di masa yang akan datang menjadi pilihan dalam teknologi mobil listrik.

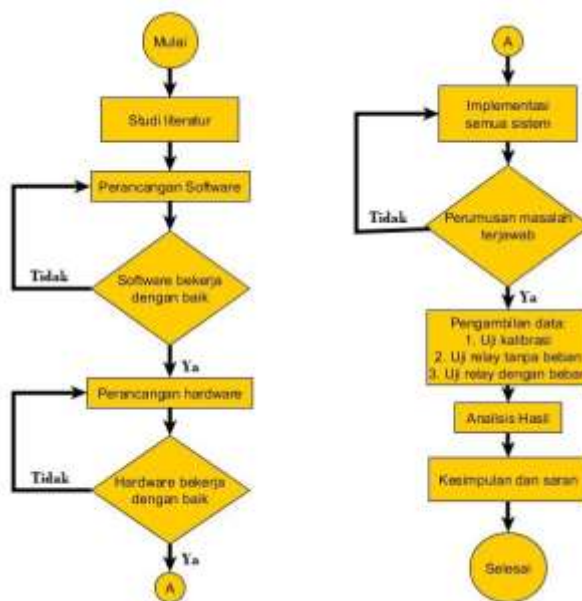
Baterai sebagai sumber daya penggerak mobil listrik menjadi salah satu komponen yang paling dominan dalam mobil listrik. Sistem penggerak/BLDC/*motor drive* mobil listrik dapat bekerja dengan adanya daya dari baterai. Baterai menjadi sumber kebutuhan arus listrik untuk aksesoris interior dan eksterior mobil listrik.

Pada saat mobil listrik beroperasi, kebutuhan daya yang dikeluarkan akan semakin besar. Kebutuhan daya saat akselerasi, pengereman, dan beban jalan tanjakan menjadi parameter yang sangat dominan terhadap penurunan kapasitas baterai. Kondisi ini sangat memungkinkan baterai dapat mengalami penurunan kinerja pada saat mobil listrik beroperasi. Ditambah lagi dengan jumlah ketersediaan unit/stasiun pengisian baterai seperti halnya SPBU di wilayah Indonesia masih jauh dari kebutuhan yang ada.

Dengan kondisi yang ada sekarang ini, peneliti mencoba untuk memberikan solusi alternatif dengan memanfaatkan putaran yang dihasilkan oleh komponen mobil listrik. Selanjutnya adanya putaran ini akan dijadikan sebagai penggerak mekanik pada dinamo (alternator) untuk dapat bekerja dan menghasilkan arus listrik yang akan secara kontinu melakukan pengisian mandiri (*self recharging*) pada baterai.

## 2. METODOLOGI

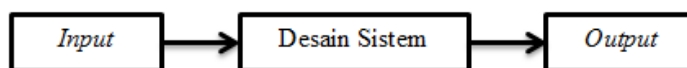
Penelitian ini dimulai dengan membuat alat kendali tegangan baterai yang disusun berdasarkan tujuan utama pembuatan alat, yaitu membuat alat sistem kendali untuk mengontrol aktifnya aktuator atau *relay* terhadap tegangan baterai untuk mengalirkan tegangan ke terminal F alternator serta mekanisme pengisian sendiri (*self-recharging*) pada mobil listrik, sesuai Gambar 1.



Gambar 1. Metode penelitian

2.1. Konsep Kerja Alat

Setelah dilakukan perencanaan pengerjaan, selanjutnya melakukan proses perancangan *software* seperti desain sistem, rangkaian sistem, dan diagram alir sistem. Setiap langkah pembuatan desain *software* akan sangat penting dalam pembuatan sistem kendali, karena desain *software* merupakan cikal bakal sistem kendali yang akan dibuat. Adapun langkah-langkah pertama yang dilakukan adalah membuat metode “tiga kotak”. Gambar 2 menunjukkan metode “tiga kotak” yang digunakan.



Gambar 2. Metode “tiga kotak”

Dengan berpegang pada tiga kotak diatas, perancangan akan lebih terarah dalam menyelesaikan suatu proyek sistem kendali. Kotak (‘Input’) merupakan daftar ‘modal’ dalam suatu sistem. Dalam proyek instrumentasi, ‘modal’ adalah berupa input parameter lingkungan. Kotak (‘Output’) yang merupakan tujuan akhir dari suatu sistem. Dan yang terakhir, kotak (‘Desain Sistem’) yang pada awalnya belum tahu apa isinya, langkah berikutnya akan menjelaskan pembuatan sistem yang merupakan sebuah solusi bagaimana mencapai kotak (‘output’) dengan menggunakan ‘modal’ pada kotak pertama.

Selanjutnya mendefinisikan input dan output suatu sistem kendali yang akan digunakan untuk menunjukkan bahwa ‘modal’ sistem yang akan dibuat adalah ‘nilai tegangan baterai’ dan ‘tujuan akhir’ sistem adalah mengendalikan tegangan baterai dengan nilai tegangan konstan 48 volt DC. Tabel 1 menunjukkan *input* dan *ouput* yang digunakan.

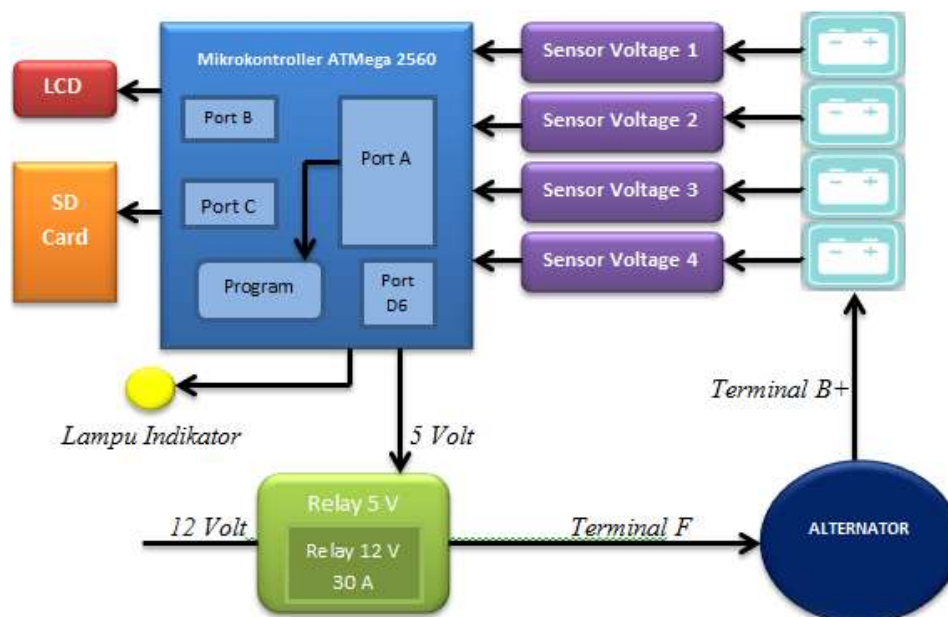
Tabel 1. Sistem kerja alat

Input	Solusi	Output
Nilai tegangan baterai	(Proses yang harus diselesaikan)	Nilai tegangan konstan 48VDC

2.2. Instalasi Komponen

Perancangan instalasi komponen sangat penting dalam membangun sistem kendali *self recharging*, mulai dari pemilihan komponen yang akan digunakan, fungsi setiap komponen,

serta *wiring* diagram untuk memudahkan proses instalasi komponen secara benar dan sesuai dengan rancangan sebelumnya. Gambar 3 menunjukkan blok diagram sistem yang akan dibuat.



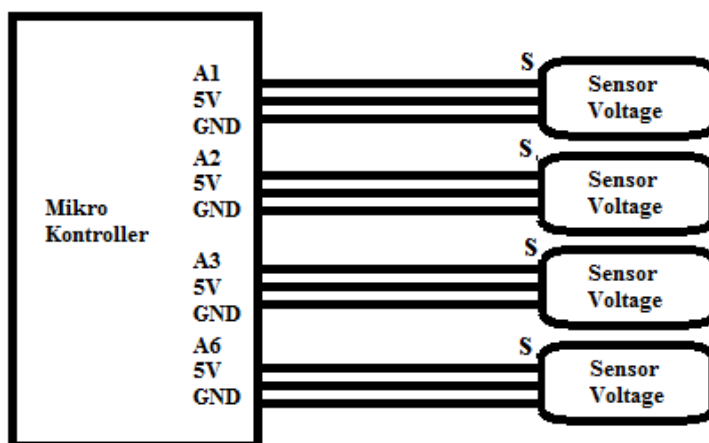
**Gambar 3. Blok diagram sistem**

Setelah mengetahui wiring sistem kelistrikan serta blok diagram sistem yang akan dibangun, selanjutnya mempersiapkan, memeriksa, serta memasang setiap komponen kelistrikan. Gambar 4 menunjukkan pemeriksaan terhadap salah satu komponen.



**Gambar 4. Pemeriksaan komponen**

Proses berikutnya yaitu, memasang setiap komponen kelistrikan sesuai dengan desain sistem yang dibuat. Gambar 5 menunjukkan pemasangan komponen mikrokontroller dengan sensor tegangan yang fungsinya untuk membaca nilai tegangan, setelah sensor voltage membaca nilai tegangan maka sensor tersebut akan mengirim data logger ke kontroller.



Gambar 5. Pemasangan sensor tegangan

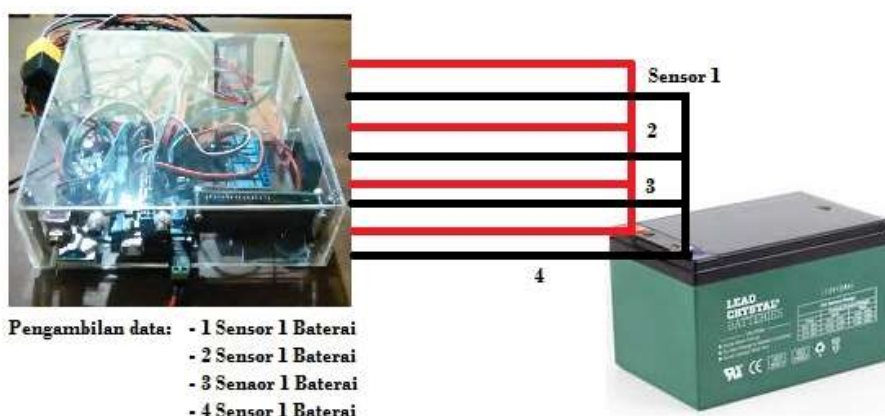
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses selanjutnya yaitu pengujian alat, proses pengujian ini dilakukan untuk, mengetahui ketepatan pengukuran nilai tegangan (beda potensial) pengendali tegangan baterai dengan alat ukur yang sudah ada, serta mengetahui aktifnya *relay* yang terhubung dengan terminal F alternator terhadap tegangan positif baterai menggunakan beban listrik (secara mekanikal) maupun tanpa beban (secara elektrik).

#### 3.1. Pengujian Kalibrasi Alat

Guna mengetahui kendali mutu alat ukur yang baik, maka perlu memastikan kinerja dan akurasi dari alat ukur tersebut agar nilai yang diukur akurat dan sesuai dengan standar yang ada. Pengujian ini untuk mengetahui hasil kalibrasi alat yang sudah dibuat dengan alat ukur yang sudah ada. Pengujian kalibrasi menggunakan alat ukur clampmeter dan multimeter guna membandingkan nilai beda potensial (tegangan) dengan alat sistem kendali *self-recharging* yang sudah dibuat. Adapun langkah-langkah melakukan pengujian kalibrasi alat adalah sebagai berikut:

Menyiapkan alat pengendali tegangan baterai yang sudah dibuat, baterai 12V 20Ah, clampmeter, dan multimeter digital. Melakukan pengukuran nilai tegangan dengan alat pengendali tegangan baterai yang sudah dibuat. Gambar 6 menunjukkan cara pengukuran nilai tegangan dengan alat kendali.

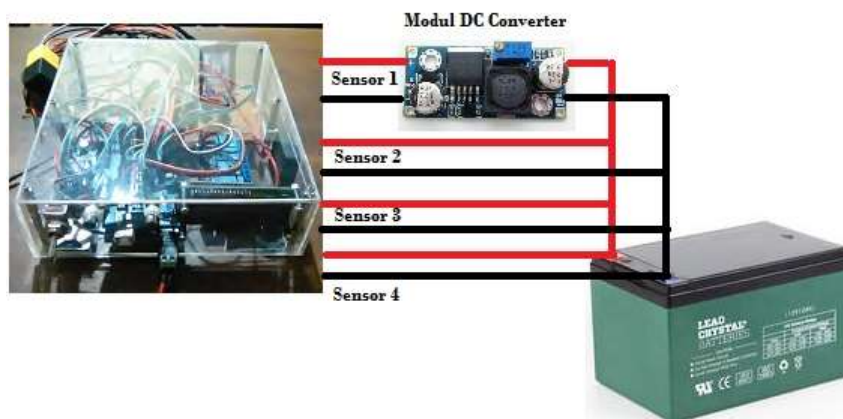


Gambar 6. Pengukuran nilai tegangan dengan alat kendali

#### 3.2. Pengujian Beban Variasi Tegangan

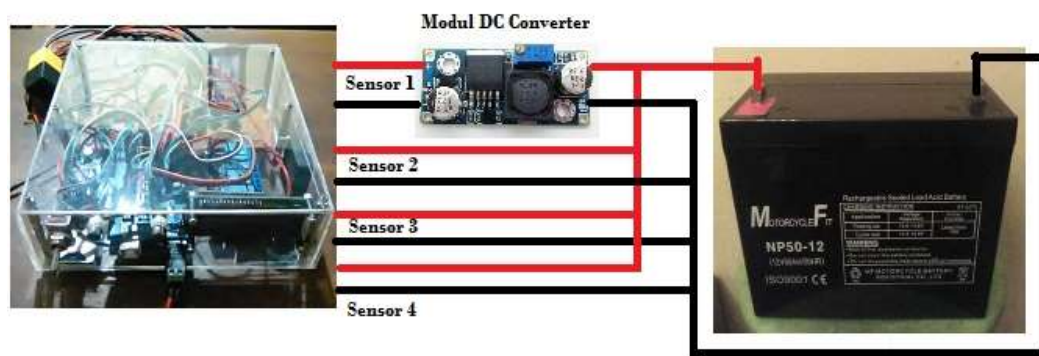
Pengujian ini berguna untuk mengetahui arus listrik dari positif baterai 12 volt mengalir melalui terminal 30 dan terminal 87 pada *relay* untuk menghubungkan arus beban ke

terminal F alternator. Pengujian ini dilakukan menggunakan clampmeter untuk mengetahui terhubung tidaknya antara terminal 30 dan 87 dengan memeriksa hambatan kedua terminal tersebut. Pengujian ini dilakukan dengan masukan nilai tegangan 47.00V, 47.40V, 47.80V, 48.00V, 48.20V, 48.60V, dan 49.00V untuk dibaca oleh sensor tegangan. Variasi tegangan tersebut berguna untuk mengetahui aktifnya *relay* untuk mengalirkan arus listrik ke terminal F alternator. Gambar 7 menunjukkan pengujian *relay* terhadap variasi tegangan pada baterai 12V 20Ah.



**Gambar 7. Pengujian *relay* terhadap variasi tegangan pada baterai 12V 20Ah**

Pengujian diatas menggunakan modul DC converter guna mengatur variasi tegangan untuk dibaca oleh sensor tegangan. Variasi tegangan dapat dirubah dengan cara memutarakan potensiometer di modul DC converter dengan obeng minus. Pengujian ini dilakukan pada 2 jenis kapasitas baterai yang berbeda, yaitu baterai 12V 20Ah dan 12V 50Ah. Gambar 20 menunjukkan pengujian *relay* terhadap variasi tegangan pada baterai 12V 50Ah.

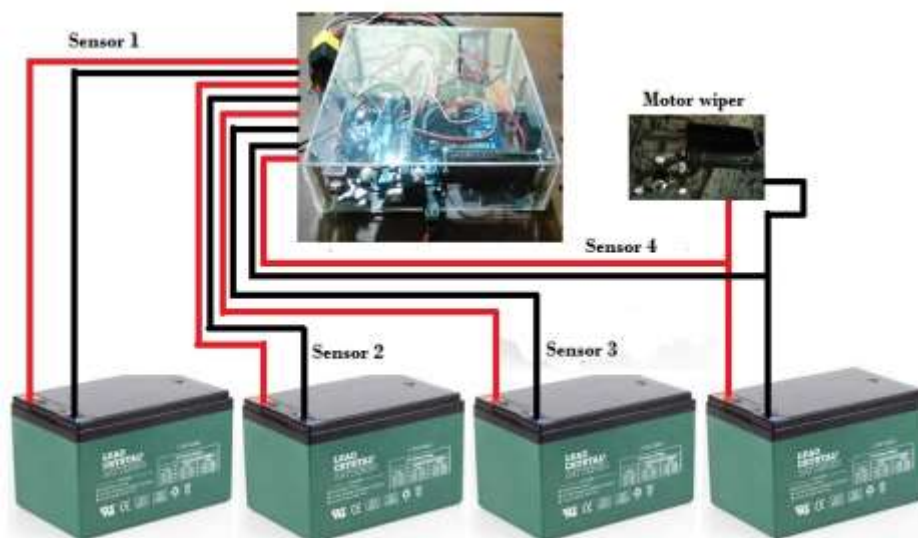


**Gambar 8. Pengujian *relay* terhadap variasi tegangan pada baterai 12V 50Ah**

Pengujian ini hampir sama dengan pengujian kedua, yang berguna untuk mengetahui arus listrik dari positif baterai 12 volt mengalir melalui terminal 30 dan terminal 87 pada *relay*. Pengujian ini dilakukan menggunakan motor wiper sebagai beban penggunaan baterai dan clampmeter untuk mengetahui terhubung tidaknya antara terminal 30 dan 87 dengan memeriksa hambatan kedua terminal tersebut.

Pengujian ini dilakukan dengan mode *high* dan *low* untuk membedakan perubahan penurunan tegangan baterai dan waktu aktifnya *relay*. Gambar 9 menunjukkan pengujian *relay* menggunakan beban motor wiper.





**Gambar 9. Pengujian relay menggunakan motor wiper**

#### 4. KESIMPULAN

Pembuatan alat pengendali tegangan baterai mobil listrik yang menggunakan sensor tegangan untuk membaca nilai tegangan merupakan keputusan yang tepat. Dari uji yang dilakukan menghasilkan nilai persentase ketepatan yang belum 100% tepat, penyebab nilai persentase ketepatan ditandai dengan nilai kesalahan pengukuran dan pergeseran nilai yang ada. Nilai kesalahan ini disebabkan oleh penyimpangan pengukuran pada alat ukur, salah satu sensor *voltage* yang digunakan pada alat kendali tegangan baterai memiliki perbedaan nilai masukkan *analog to digital conversion* (ADC), hal ini mempengaruhi perhitungan data terproses yang nantinya digunakan sebagai nilai penentuan perintah aktifnya *relay*.

Uji *relay* terhadap variasi tegangan sebagai nilai masukkan yang dilakukan menggunakan 2 jenis baterai berbeda, yaitu baterai 12V 20Ah dan 12V 50Ah menunjukkan hasil yang sama terhadap perubahan aktifnya *relay*. Perbedaan jika menggunakan baterai 12V 20Ah dan 12V 50Ah dengan alat pengendali tegangan baterai terletak pada waktu lamanya proses pengisian. Baterai 12V 20Ah lebih cepat jika dilakukan pengisian baterai sampai penuh daripada baterai 12V 50Ah yang membutuhkan waktu agak lama untuk proses pengisian baterai sampai penuh.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan telah dilaksanakannya penelitian ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Arfashad, Heru, Afrizal, Ade, Fendy yang telah bersama-sama melakukan perancangan dan pembuatan mobil listrik tahap ke-2. Kami ucapkan terima kasih juga kepada Pimpinan Fakultas dan Universitas Tidar atas segala dukungan program dan anggaran yang telah diberikan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), (2016). *Indonesia Energy Outlook 2016*, Pengembangan Energi untuk Mendukung Industri Hijau, ISBN 978-602-74702-0-0.
- Carlo Roselli, Maurizio Sasso, 2016. *Integration Between Electric Vehicle Charging and PV System to Increase Self-Consumption of Office Application, Energy Conversion and Management* 130, Scindirect, page 130-140.
- Hammond, Hazedine, 2015. *Indicative Energy Technology Assesment of Advanced Rechargeable Batteries*, Applied Energy 138, Elsevier, Scindirect, page 559-571.
- Murat Ayaz, Erkan Mese, 2016. *A Permanent Magnet Alternator with Increased Power Capability for Hybrid Electric Vehicle Applications*, Electric Power System Research 133, Scindirect, page 292-303.

Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2011, Rencana Aksi Nasional Gerakan Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN-GRK).