



**PERANCANGAN SISTEM *MONITORING*  
DAN KONTROL SIMULATOR MOBIL LISTRIK  
PADA PENGGUNAAN ENERGI SECARA OPTIMAL**

**SKRIPSI**

Oleh

**Fathurrozi Winjaya**

**NIM 091910201063**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2014**





**PERANCANGAN SISTEM *MONITORING*  
DAN KONTROL SIMULATOR MOBIL LISTRIK  
PADA PENGGUNAAN ENERGI SECARA OPTIMAL**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 (S1) Teknik Elektro dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Fathurrozi Winjaya**

**NIM 091910201063**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2014**

## PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat dan karunia yang teramat banyak kepada penulis sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini merupakan langkah awal kesuksesan menuju kesuksesan selanjutnya yang telah menanti di depan. Untuk itu saya ingin mempersembahkan karya ini kepada :

1. Kedua Orang Tuaku yakni Ayahanda Drs. H. Ach. Supardi M.Si dan Ibunda Hj. Supartiningsih S.Pd yang tercinta serta kedua Kakakku Andri Permana Wicaksono S.ST dan Abrianto Havid Setiawan S.Sos terima kasih atas dukungan, ketulusan, kasih sayang, kesabaran, ketabahan dan doa restunya selama ini;
2. Dosen-dosen Teknik Elektro Universitas Jember, terutama untuk bidang keahlian Elektronika Kendali yang telah memberikan ilmunya sebagai bekal mengerjakan skripsi ini;
3. Teman-teman Teknik Elektro 2009 terima kasih untuk kenangan terindah selama 4 tahun bersama kalian, cinta, kasih sayang, persaudaraan yang begitu indah dari kalian menjadi motivasi bagiku – Sak Lawase Tetep Dulur;
4. Buat semua dulur-dulur Teknik Elektro baik S1 maupun D3 angkatan 2007, 2008, 2010, 2011,2012 dan 2013 yang selama ini telah banyak membantu dan berdo'a;
5. Guru – guruku sejak Taman Kanak-kanak hingga semua dosen selama di Perguruan Tinggi yang terhormat, terima kasih telah mendidik saya dan memberikan banyak ilmu dengan penuh kesabaran;
6. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

## **MOTTO**

*Ing Ngarso Sung Tulodho*

*Ing Madyo Mangun Karso*

*Tut Wuri Handayani*

**-Ki Hadjar Dewantara-**

*Sesuatu yang belum dikerjakan, seringkali tampak mustahil;  
kita baru yakin kalau kita telah berhasil melakukannya dengan baik.*

**-Evelyn Underhill-**

*Disaat kesulitan datang sampai rasa putus asa menatangimu,  
maka disaat itu juga jalan keluar akan ditemukan.*

**-Fathurrozi Winjaya-**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fathurrozi Winjaya

NIM : 091910201063

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “ Perancangan Sistem *Monitoring* Dan Kontrol Simulator Mobil Listrik Pada Penggunaan Energi Secara Optimal ” adalah benar – benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan subansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Januari 2014  
Yang menyatakan,

Fathurrozi Winjaya  
NIM. 091910201063

**SKRIPSI**

**PERANCANGAN SISTEM *MONITORING*  
DAN KONTROL SIMULATOR MOBIL LISTRIK  
PADA PENGGUNAAN ENERGI SECARA OPTIMAL**

Oleh :

Fathurrozi Winjaya

NIM 091910201063

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Sumardi, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Moh. Agung P.N, S.T., M.T.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “ Perancangan Sistem *Monitoring* Dan Kontrol Simulator Mobil Listrik Pada Penggunaan Energi Secara Optimal” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 29 Januari 2014

Tempat : Ruang sidang lantai 3 gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Jember

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

Sumardi, S.T., M.T.  
NIP. 19670113 199802 1 001

Moh. Agung P.N, S.T., M.T.  
NIP.19871217 201212 1 003

Penguji I

Penguji II

Dr. Ir. Bambang Sujanarko, M.M.  
NIP. 19631201 199402 1 002

Widjonarko, S.T., M.T.  
NIP. 19710908 199903 1 001

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknik

Ir. Widyono Hadi, M.T.  
NIP. 19610414 198902 1 001



**PERANCANGAN SISTEM *MONITORING*  
DAN KONTROL SIMULATOR MOBIL LISTRIK  
PADA PENGGUNAAN ENERGI SECARA OPTIMAL**

**Fathurrozi Winjaya**

Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik, Universitas Jember

**ABSTRAK**

Pengembangan dan penggunaan energi terbarukan makin menjadi hal yang sangat penting. Apalagi dengan makin mengglobalnya isu emisi CO<sub>2</sub> yang kontra terhadap pelestarian lingkungan global. Salah satu usaha untuk meminimalisasi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh gas emisi kendaraan adalah dengan menciptakan sebuah kendaraan yang berenergi listrik sehingga tidak menghasilkan gas emisi yang dapat mengakibatkan polusi lingkungan. Penggunaan mobil listrik dirasa efektif selain tidak menimbulkan polusi udara dan konstruksi mesinnya yang lebih sederhana. Dengan itu dibuatlah sebuah simulator mobil listrik yang terdapat tiga sistem yaitu *buck converter* untuk proses *charge*, *switching*, dan kontrol kecepatan motor beserta *monitoring* tegangan, arus, daya dan RPM dengan kondisi normal dan optimal. Pada proses *charge* dengan *buck converter* memiliki kisaran waktu sekitar 160 menit dengan besaran arus 1,5 ampere dan nilai kesalahan rata-rata 1,46%. Dalam penggunaan energi dengan kondisi optimal digunakan dengan beban yang berubah-ubah, sehingga jika terdapat daya yang dihasilkan lebih dari 22 watt, pada beban 10 Kg, maka arus pada motor adalah sebesar 3,69 ampere sehingga daya diatur menjadi 21,94 watt dengan mengendalikan RPM maksimal dengan mengurangi tegangan sampai dengan 5,94 volt dan RPM yang dihasilkan 36,8.

Kata kunci: *buck converter*, *charging baterai*, *mobil listrik*, *panel surya*, *switching baterai*.

**MONITORING AND CONTROL SYSTEM DESIGN OF  
ELECTRIC CAR SIMULATOR ON OPTIMIZING  
THE ENERGY USAGE**

**Fathurrozi Winjaya**

*College Student of Department of Electrical Engineering  
Engineering Faculty, Jember University*

**ABSTRACT**

*Development and usage of renewable energy becomes really important. Moreover, with CO emissions issues which becomes more global that contradict with global environment conservation. The example of attempts to minimize the environmental pollution caused by vehicle emissions is to create a vehicle that use electric energy which does not produce emissions that can lead to environmental pollution. The use of electric car is considered effective in addition to not cause air pollution and simplify engine construction. Based on that, electric car simulator using three system, which are buck converter for charging process, switching, and motor's velocity control with voltage monitoring, current, power, and RPM in normal and optimum condition. In charging process using buck converter the time obtained is around 160 minutes with current value of 1,5 ampere and error percentage of 1,46%. In energy usage with optimum condition, variable load can be used, so if there is power output that valued more than 22 watts for 10 kg load, the current value in motor is 3,69 ampere, so the power can be adjusted to 21,94 watts by controlling maximum RPM to reduce the voltage until 5,94 volt and RPM output is 36,8.*

*Keywords: battery charging, baterai switching, buck converter, electric car, solar panel.*

## RINGKASAN

**Sistem *Monitoring* dan Kontrol Simulator Mobil Listrik pada Penggunaan Energi Secara Optimal;** Fathurrozi Winjaya, 0919102010963; 2013; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Pengembangan dan penggunaan energi terbarukan (*renewable energy*) makin menjadi hal yang sangat penting. Apalagi dengan makin mengglobalnya isu emisi CO<sub>2</sub> yang kontra terhadap pelestarian lingkungan global. Gagap-gempita upaya diversifikasi sumber energi tak pelak merambah Indonesia menyusul ditandatanganinya Inpres No.1/2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati. Salah satu contoh energi hybrid adalah energi matahari yang bisa dimanfaatkan sebagai energi alternatif di Indonesia. Indonesia terletak di garis khatulistiwa, sehingga mempunyai sumber energi surya yang berlimpah dengan intensitas radiasi matahari rata-rata sekitar 4.8 kWh/m<sup>2</sup> per hari di seluruh wilayah Indonesia

Salah satu usaha untuk meminimalisasi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh gas emisi kendaraan adalah dengan menciptakan sebuah kendaraan yang berenergi listrik sehingga tidak menghasilkan gas emisi yang dapat mengakibatkan polusi lingkungan. *Zero Emissions Car* adalah kendaraan roda empat yang tidak memiliki gas emisi berbahaya, hal ini dikarenakan sumber energi yang digunakan untuk menggerakkan kendaraan ini adalah energi listrik yang tidak memiliki gas buang. Dengan itu dibuatlah sebuah simulator mobil listrik yang terdapat tiga sistem yaitu *buck converter* untuk proses *charge*, *switching*, dan kontrol kecepatan motor beserta *monitoring* tegangan, arus, daya dan RPM dengan kondisi normal dan optimal.

*Buck converter* adalah sebuah rangkaian DC-DC konverter yang memiliki fungsi yaitu tegangan dapat diatur lebih kecil dari sumber. Dalam *buck converter* terdapat sebuah saklar yaitu *mosfet* yang berfungsi untuk mengatur arus yang masuk pada induktor sehingga nilai rata-rata tegangan sebanding dengan rasio antara waktu pembukaan dan waktu penutupan saklar. sehingga, nilai rata-rata tegangan bisa lebih rendah dari tegangan keluaran sel surya.

Pada mulanya sumber tegangan dari sel surya masuk ke dalam *buck converter*. Penyaklaran *buck converter* dilakukan oleh arduino dengan menggunakan teknik PWM. Dalam arduino ini dilakukan pengaturan *duty cycle* dari PWM yang dihasilkan, sehingga akan menurunkan tegangan keluaran mendekati 13 volt. Setelah tegangan keluaran mendekati 13 volt, kemudian digunakan untuk mengisi baterai yang dibawah 11,5 volt. Sebelumnya 3 buah baterai digunakan untuk menggerakkan motor secara bergantian, apabila baterai 1 berada pada tegangan 11,5 volt, maka baterai 1 akan diisi oleh keluaran *buck converter* dan baterai untuk menggerakkan motor *diswitching* pada baterai 2. Dari percobaan yang sudah dilakukan dihasilkan eror persen 1,46%. Dalam penggunaan energi dengan kondisi optimal digunakan dengan beban yang berubah-ubah, sehingga jika terdapat daya yang dihasilkan lebih dari 22 watt, pada beban 10 Kg, arus pada motor sebesar 3,69 ampere sehingga daya diatur menjadi 21,94 watt dengan mengendalikan RPM maksimal dengan mengurangi tegangan sampai dengan 5,94 volt dan RPM yang dihasilkan 36,8.

## PRAKATA

*Bismillahirrohmanirrohim*

Sujud syukur alhamdulillah hamba panjatkan ke hadirat Allah SWT atas semua ridho dan petunjuk-Nya sehingga hamba selalu diberikan kemudahan dalam menyelesaikan Skripsi yang berjudul "Perancangan Sistem *Monitoring* dan Kontrol Simulator Mobil Listrik Pada Penggunaan Energi Secara Optimal". Penulisan skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penulis juga ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang membantu penulis, khususnya kepada :

1. Bapak Ir. Widyono Hadi M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Bapak Sumardi ST., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro serta dosen pembimbing I dan dosen pembimbing akademik yang telah memberikan dukungan, bimbingan, saran, pikiran, waktu, dan kesabaran dalam penyusunan skripsi ini;
3. Bapak Moh. Agung S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II yang telah dengan sabar memberikan waktu, bimbingan, dukungan, dan saran dalam penyusunan skripsi ini selama penulis menjadi mahasiswa.
4. Kedua Orang Tuaku yakni Ayahanda Drs. H. Ach. Supardi M.Si dan Ibunda Hj. Supartiningsih S.Pd yang tercinta serta kedua Kakakku Andri Permana Wicaksono S.ST, MT dan Abrianto Havid Setiawan S.Sos terima kasih atas dukungan, ketulusan, kasih sayang, kesabaran, ketabahan dan doa restunya selama ini;
5. Dulur-dulur seperjuangan Teknik Elektro 2009 yang selalu memberikan dukungan dan semangatnya;
6. Arif Yoga Fitranto, Dedy Wahyu, Gilang Ade Septian, Sigit Dermawan, Gamma Aditya, Ade Prasanto, Rizqi Kurniawan, Mas Kurniawan Hidayat yang telah banyak membantu meluangkan pikiran dan tenaga demi terselesaikannya skripsi ini;

7. Teman teman KOTA yang selalu memberikan dukungan dan semangat.

Semoga Allah SWT membalas semua budi baik yang diberikan kepada penulis selama ini dan juga skripsi ini dapat bermanfaat dalam mengembangkan ilmu pengetahuan di bidang elektro khususnya konsentrasi Elektronika Kendali. Kritik dan saran yang membangun diharapkan terus mengalir untuk lebih menyempurnakan skripsi ini dan dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya.

Jember, Januari 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>ix</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Manfaat .....	3
1.5 Batasan Masalah .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Mobil Listrik.....	5
2.2 <i>Photovoltaic</i> .....	6
2.2.1 Perhitungan teknis.....	8
2.2.2 Perhitungan daya masukan daya keluaran .....	8
2.3 Motor DC .....	10
2.4 Sensor.....	11
2.4.1 Sensor Tegangan.....	11
2.4.2 Sensor Arus.....	11
2.5 ADC .....	12

2.6 Baterai .....	12
2.6.1 Jenis-jenis Baterai .....	14
2.7 Arduino .....	15
2.8 <i>Opto-coupler</i> .....	17
2.9 <i>Relay</i> .....	18
2.9.1 Prinsip Kerja <i>Relay</i> .....	19
2.9.2 Transistor Sebagai Saklar .....	20
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1 Alat dan Bahan .....	21
3.2 Perancangan Sistem .....	21
3.2.1 Perancangan <i>Hardware</i> .....	22
3.2.2 Solar sel .....	24
3.2.3 Konverter Buck .....	25
3.2.4 ADC .....	25
3.2.5 Sensor Tegangan .....	26
3.2.6 Baterai .....	26
3.2.7 Arduino .....	26
3.2.8 Perancangan <i>Software</i> .....	27
3.2.9 Tahap Penelitian .....	31
3.2.10 Diagram Alir Penelitian .....	32
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
4.1 Pengujian Sistem <i>Monitoring</i> .....	33
4.1.1 Pengujian ADC pada Sensor Tegangan .....	33
4.2 Pengujian Simulator Mobil Listrik .....	37
4.2.1 Pengujian Rangkaian <i>Switching</i> .....	38
4.2.2 Pengujian <i>Buck Converter</i> .....	39
4.2.3 Pengujian Kontrol Kecepatan Motor .....	40
4.3 Pengujian Sistem Optimasi .....	41
4.3.1 Pengujian Dengan Kondisi Normal .....	41
4.3.2 Pengujian Dengan Kondisi Optimal .....	42
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>45</b>
5.1 Kesimpulan .....	45



5.2 Saran .....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>xviii</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Data pengujian solar cell 50WP.....	25
4.1 Pengujian ADC pada sensor tegangan sel surya dengan refrensi 6,8 volt .....	33
4.2 Pengujian ADC pada sensor tegangan baterai dengan referensi 6,8 volt .....	34
4.3 Pengujian rangkaian <i>switching</i> .....	38
4.4 Pengujian <i>buck converter</i> dengan tegangan input yang selalu naik.....	39
4.5 Pengujian sensor RPM .....	40
4.6 Pengujian kondisi normal.....	41
4.7 Pengujian kondisi optimal.....	43

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Komponen utama mobil listrik .....	5
2.2 Diagram Sirkuit Model PV .....	7
2.3 Proses pengubahan tegangan DC ke DC dengan metode <i>chopper</i> .....	10
2.4 Sensor tegangan menggunakan prinsip pembagi tegangan .....	10
2.5 Contoh aplikasi dari rangkaian sensor arus ACS712.....	11
2.6 ADC dengan kecepatan sampling rendah dan kecepatan sampling tinggi .....	12
2.7 <i>Board</i> arduino .....	16
2.8 <i>Optocoupler</i> .....	18
2.9 <i>Relay Normally Open</i> dan <i>Relay Normally Close</i> .....	19
2.10 Transistor sebagai Sakelar.....	20
3.1 Blok diagram sistem.....	22
3.2 Mobil listrik tenaga surya .....	23
3.3 Simulator mobil listrik .....	24
3.4 Rangkaian <i>Buck-Boost</i> Konverter .....	26
3.5 <i>Board</i> Arduino Mega 2560 .....	27
3.6 Diagram alir kontrol motor .....	27
3.7 Diagram alir <i>switching</i> pengisian aki.....	28
3.8 Diagram alir <i>switching</i> keluaran aki menuju beban.....	29
3.9 Diagram alir perancangan sistem pengoptimalan energi .....	30
3.10 Diagram Alir Penelitian .....	32
4.1 Grafik perbandingan antara ADC praktek dan teori sensor tegangan sel Surya .....	36
4.2 Pengujian sistem <i>monitoring</i> .....	36
4.3 Simulator mobil listrik .....	37
4.4 Grafik perbandingan $V_{out}$ terhadap $V_{ref}$ .....	39
4.5 Grafik pengujian sensor RPM.....	40
4.6 Grafik pengujian sistem dalam kondisi normal .....	42
4.7 Grafik pengujian sistem dalam kondisi optimal .....	43

