



**RANCANG BANGUN ALAT SISTEM PEMULIHAN ENERGI
KINETIK (*KERS*) UNTUK PENGISIAN ENERGI PADA
BATERAI MOBIL LISTRIK**

SKRIPSI

Oleh
Erfandi Carera
NIM 101910201067

**PROGRAM STUDI STRATA SATU (S1)
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2014



**RANCANG BANGUN ALAT SISTEM PEMULIHAN ENERGI
KINETIK (*KERS*) UNTUK PENGISIAN ENERGI PADA
BATERAI MOBIL LISTRIK**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat-syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh
Erfandi Carera
NIM 101910201067

**PROGRAM STUDI STRATA SATU (S1)
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2014

PERSEMBAHAN

Segala puji hanya untuk ALLAH SWT, Tuhan yang Maha Pengasih bagi semua makhlukNya didunia lagi Maha Penyayang kepada kepada makhlukNya diakhirat kelak. Sholawat serta salam tetap tercurahkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW, untuk itu saya persembahkan penulisan skripsi ini kepada :

1. Allah SWT atas semua rahmat dan hidayah-Nya.
2. Nabi Muhammad SAW sebagai panutan hidupku.
3. Ibu dan Ayah sebagai penuntun langkah hidupku menuju kepada kebenaran yang hakiki, yang selalu aku butuhkan ridlo, do'a dan kasih sayangnya sepanjang hidupku baik didunia maupun di akhirat khususnya. Seluruh keluargaku yang selalu mendoakan untuk kelancaran tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Triwahju Hardianto ST., MT. selaku ketua tim proyek perancangan *Kinetyc Energy Recovery System*. Laporan ini adalah pertanggung jawaban saya dalam mengerjakan proyek tersebut.
5. Bapak Dr. Triwahju Hardianto, S.T., MT. terima kasih atas kesabaran dan saran yang diberikan serta bersedia menjadi pendamping dan membimbing dengan segenap hati dalam mengerjakan skripsi ini sampai selesai.
6. Bapak Hary Sutjahjono, S.T., M.T. terima kasih atas kesabaran dan saran yang diberikan serta bersedia menjadi pendamping dan membimbing dengan segenap hati dalam mengerjakan skripsi ini sampai selesai.
7. Guru-guruku sejak Sekolah Dasar hingga semua dosen selama di Perguruan Tinggi yang terhormat, terima kasih telah mendidik saya dan memberikan banyak ilmu dengan penuh kesabaran.
8. Dulur-dulurku Teknik Elektro 2010, yang telah banyak membantu selama ini.
9. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember yang saya banggakan, terima kasih telah membuka jalan untuk saya menuju masa depan.

MOTTO

Orang yang berat menanggung siksa di hari kiamat ialah orang yang berilmu namun tidak mendapat manfaat dari ilmunya itu

(Muhammad SAW)

Petani belajar kepada pedagang, pedagang belajar kepada ulama, ulama belajar kepada tukang becak, tukang becak belajar kepada yang lain. Kita semua saling belajar untuk menemukan inti dari daya hidup bersama-sama.

(Emha Ainun Nadjib)

*Menjadi terkenal bukan lah sesuatu yg baik,
itu tidak akan 'Meninggikan' kita sebagai manusia.*

*Tujuan dari penciptaan kita ini, bukan lah semata untuk 'penilaian/Prestise' juga
bukan untuk mengejar 'kesuksesan'.*

*Tanpa disadari merasa gembira/lupa diri (disaat) cerita kita sudah naik
ke atas ujung mulut manusia..(buah bibir)..
harusnya (engkau) merasa itu perihal yg memalukan.*

(Amidado Dayori)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Erfandi Carera

NIM : 101910201067

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Alat Sistem Pemulihan Energi Kinetik (*KERS*) Untuk Pengisian Energi Baterai Mobil Listrik” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan subtansi 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, 17 Oktober 2014

Yang menyatakan,

(Erfandi Carera)

NIM. 101910201067

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN ALAT SISTEM PEMULIHAN ENERGI KINETIK
(KERS) UNTUK PENGISIAN ENERGI PADA BATERAI MOBIL LISTRIK**

Oleh :

Erfandi Carera

NIM 101910201067

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Triwahju H.,S.T.,M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Hary Sutjahjono, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Rancang Bangun Alat Sistem Pemulihan Energi Kinetik (*KERS*) Untuk Pengisian Energi Baterai Mobil Listrik” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

Hari : Jumat

Tanggal : 17 Oktober 2014

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

Dr. Triwahju H., S.T., M.T.

NIP. 19700826 199702 1 001

Hary Sutjahjono, S.T., M.T.

NIP. 19681205 1997 021002

Penguji I

Penguji II

Hari Arbiantara B, S.T., M.T.

NIP. 19670924 199412 1 001

Ir. Widyono Hadi, M.T.

NIP. 19610414 198902 1 001

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik

Ir. Widyono Hadi, M.T.

NIP. 19610414 198902 1 001

RANCANG BANGUN ALAT SISTEM PEMULIHAN ENERGI KINETIK (KERS) UNTUK PENGISIAN ENERGI PADA BATERAI MOBIL LISTRIK

Erfandi Carera

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Perkembangan mobil listrik saat ini berlangsung sangat pesat. Namun dalam prosesnya, mobil listrik memiliki beberapa kendala. Kendala tersebut adalah pada sistem *Recovery Energy* pada pengisian baterai. Sistem pemulihan energi kinetik atau *Kinetic Energy Regenerative System* adalah sebuah sistem penyimpanan energi yang memanfaatkan energi kinetik yang terbuang saat terjadi putaran tinggi pada *Flywheel*. Pada penelitian ini dibuat prototipe *KERS* dengan motor listrik sebagai penggerak utama menggantikan roda pembeban yang ada pada mobil listrik. Dari penelitian ini diharapkan memperoleh daya tambahan pada baterai dan mengetahui efisiensi perangkat pengisi daya. Pengambilan data menggunakan Tachometer, sensor Arus ACS712 dan Sensor Tegangan. Pengujian ini dilakukan dengan 6 variasi set Tegangan pada AVR, yaitu 170 V hingga 220 V. Dari penelitian dengan set tegangan 220 V, didapatkan besar energi kinetik dan daya tambahan pada baterai yaitu 4931,1 J dan 1,794 W. Sedangkan untuk efisiensi terbesar terjadi pada set Tegangan 220 V, yaitu 1,38 %. Hal ini menandakan bahwa semakin besar Energi Kinetik yang dihasilkan, maka semakin besar pula tegangan dan arus yang dihasilkan.

Kata Kunci : prototipe *KERS*, *tachometer*, *ACS712*, *sensor tegangan*

*RANCANG BANGUN ALAT SISTEM PEMULIHAN ENERGI KINETIK (KERS)
UNTUK PENGISIAN ENERGI PADA BATERAI MOBIL LISTRIK*

Erfandi Carera

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRACT

The development of electric cars is currently taking place very rapidly. But in the process, an electric car has some constraints. These constraints are on Energy Recovery System on battery charging. Kinetic energy recovery system is an energy storage system that utilizes kinetic energy is wasted during a high rotation on Flywheel. In this research a prototype KERS electric motor as the prime mover replace the existing wheels on electric cars. This research is expected to obtain additional power to the battery and knowing the efficiency of the charging device. Collecting data using a tachometer, sensor ACS712 and Voltage Sensors. The test is performed by six sets of variations on the AVR voltage, 170 V to 220 V. From research to set a voltage of 220 V, obtained large kinetic energy and additional power to the battery that is 4931.1 J and 1.794 W. As for greatest efficiency occurs at set voltage 220 V, which is 1.38%. This indicates that the greater the kinetic energy that is produced, the greater the voltage and current is generated.

KeyWord : prototipe KERS, tachometer, ACS712, voltage sensor

RINGKASAN

RANCANG BANGUN ALAT SISTEM PEMULIHAN ENERGI KINETIK (KERS) UNTUK PENGISIAN ENERGI PADA BATERAI MOBIL LISTRIK;

Erfandi Carera; 101910201067; 2014; 76 halaman; Program Studi Strata Satu Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Kinetic Energy Recovery system (KERS) adalah sebuah mekanisme pengereman non konvensional untuk menyerap dan memanfaatkan energi kinetik dari deselerasi pengereman pada kendaraan yang melaju sebagai langkah peningkatan efisiensi kerja kendaraan. Pada saat ini hanya digunakan pada kendaraan kecepatan tinggi, kendaraan hybrid dan kendaraan beban berat misalkan, mobil balap F1, mobil sport Ferrary Enzo, *Flybus* dan Truk modern.

Dalam penelitian ini, difokuskan tentang Analisis Penyerapan Energi listrik baterai pada Berbagai Variasi Kecepatan yang disebabkan Inersia *Flywheel* pada mekanisme KERS tipe mekanik. Model mewakili sebuah kendaraan yang sedang melaju yang ditambahkan mekanisme KERS. Sistem menggunakan motor listrik sebagai pengganti penggerak roda, dan mekanisme KERS menggunakan *flywheel* sebagai penyerap energi kinetik.

Variasi pengujian yang digunakan adalah kecepatan kendaraan yang diwakili oleh putaran motor listrik dengan set tegangan pada AVR 170 V, 180 V, 190 V, 200 V, 210 V, dan 220 V serta inersia *flywheel* $0,0845\text{Kg.m}^2$. Penelitian dilakukan di Laboratorium Desain dan Uji Bahan Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Jember.

Dari Hasil Penelitian dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi putaran pada CVT, Energi Kinetik yg dihasilkan pada *flywheel* semakin meningkat, sehingga menyebabkan putaran sisa pada *flywheel* yang menambah durasi pengisian pada baterai. Semakin tinggi Energi Kinetik yang dihasilkan *flywheel*, maka semakin meningkat daya baterai yang diserap.

Energi kinetik tertinggi yang dihasilkan oleh flywheel sebesar 4931,1 Joule. Energi kinetik tersebut menghasilkan tegangan dan arus pengisian baterai sebesar 14,8 V dan 3,9 A. Batas tegangan maksimal pada alternator sebesar 15 V, dengan demikian semakin meningkatnya energi kinetik yang ditimbulkan tidak akan mempengaruhi besar tegangan yang keluar dari alternator apabila tegangan tersebut sudah mencapai tengangan maksimal.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah memberikan kemudahan, kesempatan dan kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Alat Sistem Pemulihan Energi Kinetik (*KERS*) Untuk Pengisian Energi Baterai Mobil Listrik”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Program Studi Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu tersusunnya skripsi ini, khususnya kepada:

1. Bapak Ir. Widyono Hadi, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Bapak Sumardi S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Bapak Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatiannya guna memberikan pengarahan dan bimbingan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini.
4. Bapak Hary Sutjahjono, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatiannya guna memberikan pengarahan dan bimbingan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini.
5. Bapak Hari Arbiantara B, S.T., M.T. dan Bapak Ir. Widyono Hadi, M.T. selaku Tim Penguji Skripsi yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan pengarahan dan koreksi demi terselesaikannya penulisan skripsi ini
6. Para Dosen beserta seluruh karyawan program-program Teknik Universitas Jember, terima kasih atas segala dukungannya selama ini.
7. Ibu tercinta Rahmatun yang senantiasa memanjatkan doa untukku, tanpamu aku tidak akan menjadi seperti ini. Terimakasih atas segala cinta, kasih sayang, kesabaran, doa dan tetesan air mata yang selalu engkau lakukan untuk anakmu.

8. Bapak Fathollah Hasan yang selalu memberiku kasih sayang dan nasehat yang begitu berarti hingga akhirnya saya dapat memperoleh gelar sarjana teknik (ST).
9. Adikku Andreansyah Maulana, yang selalu membuatku ceria dan bahagia, terima kasih untuk hiburannya selama ini.
10. Marien Anugerah Cahyaningtias, ku ucapkan terima kasih atas suka-cita, doa, ketulusan dan selalu memberikan motivasi yang positif untuk kelancaran tugas akhir ini.
11. Dulurku Teknik Elektro Universitas Jember (PATEK UJ 2010), “Sing Penting Wani Disek”, terima kasih atas dukungan, semangat serta motivasinya.
12. Sahabat-sahabat Gundug Fams, Bhakti S.T, Jhohan S.T., Fathur, Reo, Imron, Halis, Anis AMD, yang selalu membuat hidup penuh canda dan tawa, terima kasih atas dukungannya selama ini.
13. Teman-teman yang membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini, Riki Setian S.T, Sugeng, Edward R. S.T., M.T, Farid Al haddad terima kasih telah membantu, meluangkan waktu, dan memberikan tenaganya.
14. Semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian penelitian ini yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Demi kesempurnaan penulisan laporan proyek akhir ini, selalu diharapkan segala kritik dan saran dari semua pihak. Akhirnya, semoga tulisan ini dapat bermanfaat.

Jember, 17 Oktober 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
RINGKASAN.....	ix
PRAKATA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Pembahasan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 KERS (<i>Kinetic Energy Recovery System</i>).....	5
2.1.1 Prinsip Dasar <i>KERS</i>	6
2.1.2 Prinsip Kerja <i>KERS</i>	7
2.1.2 Insrumentasi <i>KERS</i>	8

2.2 Alternator	10
2.2.1 Prinsip Dasar	11
2.2.2 Komponen Alternator	12
2.3 Mikrokontroler	17
2.3.1 Mikrokontroler Atmega8535	18
2.3.2 Konstruksi Atmega8535	19
2.3.3 Pin Pada Atmega8535	21
2.4 Baterai	23
2.5 Sistem Pengisian Baterai	24
2.5.1 Efisiensi Pengisian Baterai	26
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	28
3.2 Rancang Bangun Sistem Pengisian	28
3.2.1 Rancang Bangun Mekanisme <i>KERS</i> Sederhana	28
3.2.1 Perancangan Sistem Pengisian	29
3.3 Alat dan Bahan	30
3.3.1 Alat	30
3.3.2 Bahan	31
3.4 Prosedur Penelitian	31
3.4.1 Mekanisme <i>Kinetic Energy Recovery Sistem</i>	31
3.4.2 Metode Pengujian Mekanisme <i>KERS</i>	32
3.4.3 Pengujian Mekanisme <i>KERS</i>	32
3.4.4 Pengamatan Pengujian	32
3.4.5 Tabel Data Hasil Pengamatan	32
3.4.6 Pengolahan Data	34
3.5 Diagram Alat dan <i>FlowChart</i> Penelitian	34
3.5.1 Blok Diagram Alat	34
3.5.2 Skema Prototipe Alat.....	35
3.5.3 Skema Rangkaian Sistem Pengisian.....	36

3.5.4 Skema Rangkaian Sensor	37
3.5.5 Diagram Alir Penelitian.....	38
3.5.6 Diagram Alir Pengujian Perangkat Pengisi Daya	39
3.6 Gambar Alat	40
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Data Hasil Percobaan	42
4.2 Perhitungan Energi Kinetik <i>Flywheel</i>	44
4.2.1 Variasi Kecepatan <i>CVT</i> Terhadap Sisa Putaran <i>Flywheel</i>	47
4.2.1 Energi Kinetik <i>Flywheel</i> Terhadap Perubahan Arus	48
4.3 Perhitungan Daya Serap Baterai	49
4.4 Perhitungan Efisiensi Perangkat Pengisi Daya	52
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran	55
Daftar Pustaka	57
Lampiran	58

DAFTAR TABEL

2.1	Fungsi Khusus Port B	22
2.2	Fungsi Khusus Port C	22
2.3	Fungsi Khusus Port D	23
3.1	Hasil Pencatatan Data Pengujian Perangkat Pengisi Daya	33
3.2	Hasil Pencatatan Data Pengujian Pengaruh Kecepatan <i>Flywheel</i>	33
3.3	Hasil Perhitungan Energi Kinetik Pada Mekanisme <i>KERS</i>	33
4.1	Penyerapan Rata-Rata Arus Pengisian	42
4.2	Hasil Pengujian Kecepatan Flywheel Terhadap Tegangan Pengisian	43
4.3	Hasil Perhitungan Energi Kinetik Pada Perangkat Pengisi Daya	45
4.4	Perhitungan Daya Listrik Yang Diserap Baterai.....	49
4.5	Hasil Perhitungan Efisiensi Perangkat Pengisi Daya.....	53

DAFTAR GAMBAR

2.1	Instalasi <i>KERS</i>	9
2.2	Rincian Konstruksi Alternator	11
2.3	Komponen Alternator	12
2.4	Cut Out Voltase saat kunci off	14
2.5	Cut Out saat kunci on	15
2.6	Cut Out saat Alternator berputar.....	15
2.7	Cut Out saat tegangan yang dibatasi tercapai	16
2.8	Cut Out saat putaran Mesin tinggi	17
2.9	Konfigurasi pin ATmega 8535	21
2.10	Diagram blok sistem Pengisian.....	25
3.1	Diagram Blok Alat.....	34
3.2	Skema permodelan sederhana pada <i>KERS</i>	35
3.3	Rangkaian sistem pengisian	36
3.4	Rangkaian Sensor	37
3.5	<i>Flowchart</i> penelitian	38
3.6	Diagram Alir Pengujian Perangkat Pengisi Daya	39
3.7	Mekanisme <i>KERS</i>	40
3.8	Alat monitoring pengisian	41
4.1	Grafik Arus dan Tegangan.....	44
4.2	Grafik Energi Kinetik <i>flywheel</i>	46
4.3	Grafik Kecepatan <i>CVT</i>	47
4.4	Grafik Perubahan Arus	48
4.5	Grafik energi serap baterai.....	50
4.6	Grafik energi listrik saat terjadi sisa putaran	51
4.7	Grafik efisiensi perangkat	53

DAFTAR LAMPIRAN

1. Perhitungan.....	58
2. Listing Program.....	67
3. Dokumentasi Penelitian.....	75