

**PERANCANGAN SISTEM PENGISIAN ACCUMULATOR MOBIL
LISTRIK DENGAN SUMBER LISTRIK SOLAR CELL
BERBASIS MIKROKONTROLLER**

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Sarjana Sains Terapan pada
Program Studi Teknik Elektro Industri Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



Oleh:

ELSI MARTHA

NIM: 1302545 / 2013

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK ELEKTRO INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2018**

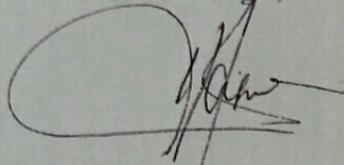
HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Judul : Perancangan Sistem Pengisian *Accumulator* Mobil Listrik dengan Sumber Listrik *Solar Cell* Berbasis Mikrokontroller
Nama : Elsi Martha
BP / NIM : 2013 / 1302545
Jurusan : Teknik Elektro
Program Studi : Teknik Elektro Industri (DIV)

Padang, Mei 2018

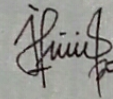
Disetujui Oleh

Pembimbing I,



Asnil, S.Pd, M.Eng
NIP. 198110072006041001

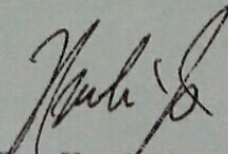
Pembimbing II,



Fivia Eliza, M.Pd
NIP. 198508072009122004

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Drs. Hambali, M.Kes
NIP. 196205081987031004

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**Perancangan Sistem Pengisian *Accumulator* Mobil Listrik
dengan Sumber Listrik *Solar Cell* Berbasis Mikrokontroler**

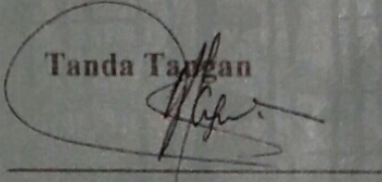
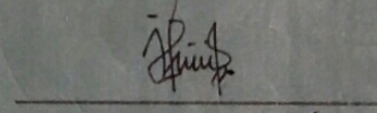
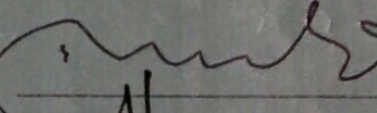
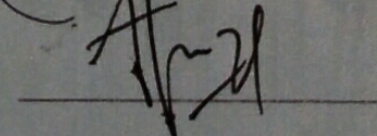
Oleh

Nama : Elsi Martha
BP / NIM : 2013 / 1302545
Jurusan : Teknik Elektro
Program Studi : Teknik Elektro Industri (DIV)

**Dinyatakan LULUS Setelah Dipertahankan Didepan Dewan Penguji Jurusan
Program Studi Teknik Elektro Industri Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang**

Padang, Mei 2018

Dewan Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Asnil, S.Pd, M.Eng	
Sekretaris	: Fivia Eliza, M.Pd	
Anggota	: Dr. Muldi Yuhendri, S.Pd, M.T	
Anggota	: Irma Husnaini, S.T, M.T	



**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN DIKTI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**



Jl. Prof. Dr. Hamka, Kampus UNP Air Tawar, Padang 25171
Telp. (0751) 445998, Fax (0751) 7055644 e-mail: elo_unp@yahoo.com

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

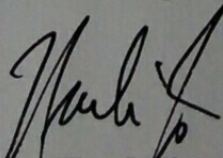
Nama : Elsi Martha
NIM/TM : 1302545/2013
Program Studi : Teknik Elektro Industri
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul “**Perancangan Sistem Pengisian Accumulator Mobil Listrik dengan Sumber Listrik Solar Cell Berbasis Mikrokontroler**” adalah benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di Institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan Negara.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui Oleh,

Ketua Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang


Drs. Hambali, M.Kes
NIP. 19620508 1987 03 1004

Saya yang menyatakan,



Elsi Martha
NIM/BP. 1302545/2013

ABSTRAK

Elsi Martha (1302545/2013) : Perancangan Sistem Pengisian *Accumulator* Mobil Listrik dengan Sumber Listrik *Solar Cell* Berbasis Mikrokontroler

Pembimbing I : Asnil, S.Pd, M.Eng

Pembimbing II : Fivia Eliza, M.Pd

Transportasi yang sudah menjadi kebutuhan primer masyarakat Indonesia terutama di pusat kota membuat peningkatan polusi udara dan krisis bahan bakar minyak bumi. Seriusnya penanganan permasalahan bahan bakar dan polusi udara membuat orang mulai melirik teknologi kendaraan listrik. Energi matahari dapat diperoleh dengan mudah dan gratis dan dapat di konversi menjadi energi listrik menggunakan *solar cell*. Energi listrik dari *solar cell* akan disimpan pada baterai dengan menggunakan Sistem Pengisian *Accumulator* Mobil Listrik dengan Sumber Listrik *Solar Cell* Berbasis Mikrokontroler.

Pada perancangan Sistem Pengisian *Accumulator* Mobil Listrik dengan Sumber Listrik *Solar Cell* ini salah satu komponen utama yang digunakan adalah MOSFET sebagai *switching* tegangan. Metode yang digunakan untuk mengatur *switching* ini adalah teknik PWM (*Pulse Width Modulation*) yang dihasilkan Mikrokontroler ATmega 8. Tegangan *input solar cell* adalah 15-24 VDC dan tegangan *output* yang dihasilkan untuk proses pengisian ke baterai adalah 14.4 VDC dari *buck converter* untuk kapasitas baterai 12V dengan arus 65Ah. Pada Tugas Akhir ini digunakan tiga buah sensor tegangan tegangan untuk mengukur tegangan dari *solar cell*, output dari *buck converter* dan tegangan baterai. Serta digunakan LCD karakter (16x2) yang berfungsi menampilkan tegangan dari *solar cell*, tegangan pengisian dari output *buck converter* dan tegangan pada baterai.

Hasil pengujian Tugas Akhir ini dapat menghasilkan tegangan keluaran pengisian dari *solar cell* 14.4 VDC dengan menggunakan *buck converter* untuk proses pengecasan (*charging*) ke baterai (akumulator).

Kata kunci: *Solar Cell*, *Buck Converter*, PWM, Mikrokontroler ATmega 8

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Perancangan Sistem Pengisian Accumulator Mobil Listrik Dengan Sumber Listrik Solar Cell Berbasis Mikrokontroler”. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik ELEktro Industri Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada

1. Allah SWT yang selalu memberikan rahmat, nikmat, dan Karunia-Nya kepada penulis, dan atas izin-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kepada kedua orang tua dan seluruh keluarga tercinta yang selalu mendoakan dan mendukung setiap langkah yang penulis tempuh dalam pendidikan, dan memberikan motivasi baik secara moril dan materil.
3. Bapak Asnil, S.Pd.,M.Eng dan Ibu Fivia Eliza M.Pd selaku selaku pembimbing yang telah banyak membantu penulis atas waktu, bimbingan, arahan, perbaikan, saran dan dorongan selama penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Muldi Yuhendri, S.Pd, M.T dan Ibu Irma Husnaini, ST, MT selaku penguji pada Tugas Akhir ini.

5. Bapak Drs. H. Hambali, M.Kes selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Padang.
6. Bapak Dr. Hendri, M.T selaku ketua program Studi Teknik Elektro Industri.
7. Bapak dan Ibu Dosen serta seluruh staf Jurusan Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang telah membantu penulis selama menuntut ilmu.
8. Rekan – rekan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNP, khususnya Program Studi Teknik Elektro Industri angkatan 2013 dan semua pihak yang telah membantu penulis untuk mewujudkan Tugas Akhir ini dan menyelesaikan studi yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Semoga Tugas Akhir ini memberikan manfaat untuk penulis sendiri, bermanfaat untuk semua pihak, dan bernilai ibadah di sisi Allah SWT. Tugas Akhir ini tidak terlepas dari kesalahan dan kekeliruan, oleh sebab itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Padang, Mei 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan Perancangan Alat	6
F. Manfaat Perancangan Alat	6
BAB II LANDASAN TEORI	7
A. Mobil Listrik	7
1. Sejarah Mobil Listrik	8
2. Perkembangan Mobil Listrik	9
B. <i>Solar Cell (Photovoltaic)</i>	11
C. Baterai	15
1. Proses Pengosongan (<i>Discharge</i>)	16
2. Proses Pengisian (<i>Charge</i>)	16
D. <i>DC-DC Converter</i>	17
E. <i>Buck Converter</i>	18
1. Mode 1 (Saat <i>switch on</i>).....	19
2. Mode 2 (Saat <i>switch off</i>)	20

F. Metode <i>PWM (Pulse Width Modulation)</i>	26
G. MOSFET	27
H. Sensor Tegangan	28
J. Mikrokontroler ATmega 8	30
K. Bahasa Pemograman C	35
BAB III METODE PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	38
A. Blok Diagram	39
B. Prinsip Kerja	41
C. Perancangan <i>Hardware</i>	42
1. Perancangan <i>Box</i> Alat	42
2. Perancangan Rangkaian Elektronik	44
H. Diagram Alir (<i>Flowchart</i>)	52
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS	54
A. Tujuan Pengujian Alat	54
B. Spesifikasi Alat	55
C. Instrumen Pengujian	55
1. Multimeter Digital	55
2. <i>Oscilloscop</i>	55
3. LCR Meter Digital	56
4. Lux Meter	56
5. Kabel	56
D. Pengujian dan Analisa Hasil Uji Coba Alat	56
1. Modul <i>Solar Cell</i>	56
2. Pengujian Rangkaian Power Supply Tegangan 5V	58
3. Pengujian Rangkaian LCD.....	59
4. Pengujian PWM ATmega 8	61
5. Pengujian Rangkaian Driver MOSFET	62

6. Pengujian Rangkaian <i>Buck Converter</i>	63
7. Proses Pengisian (<i>Charging</i>) Baterai	64
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	66
A. Simpulan	66
B. Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	70

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Spesifikasi Dari Solar Sel RD100TU-18P	38
Tabel 2. Spesifikasi Dari GP SERIES-VRLA <i>Battery</i>	39
Tabel 3. Hasil pengukuran keluaran <i>solar cell</i>	57
Tabel 4. Hasil pengujian dan pengukuran rangkaian <i>buck converter</i>	63
Tabel 5. Hasil Pengukuran pengisian baterai 12V-65Ah	65

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Pengaruh atmosfer dan awan terhadap radiasi matahari	11
Gambar 2. Struktur lapisan <i>solar cell</i>	13
Gambar 3. Cahaya menggerakkan elektron	14
Gambar 4. Karakteristik Arus-Tegangan <i>solar cell</i>	15
Gambar 5. Baterai pada kondisi <i>discharge</i>	16
Gambar 6. Baterai pada kondisi <i>charge</i>	16
Gambar 7. Rangkaian <i>Buck Converter</i>	19
Gambar 8. Rangkaian Ekuivalen Mode 1	20
Gambar 9. Rangkaian Ekuivalen Mode 2	20
Gambar 10. Bentuk Gelombang Tegangan dan Arus Beban	21
Gambar 11. Pengendalian PWM	27
Gambar 12. Simbol MOSFET	28
Gambar 13. Rangkaian pembagi tegangan	29
Gambar 14. Susunan Pin Microcontroller ATmega8	30
Gambar 15. Blok Diagram Rangkaian Keseluruhan	43
Gambar 16. Rancangan <i>box</i> alat	43
Gambar 17. Tampilan depan <i>box</i> alat	44
Gambar 18. Tampilan dalam <i>box</i> alat	44
Gambar 19. Skematik Mikrokontroler ATmega 8	45
Gambar 20. Rangkaian regulator tegangan 5 Volt	45
Gambar 21. Skematik Rangkaian Gate Drive	46
Gambar 22. Rangkaian <i>Buck Converter</i>	47
Gambar 23. Rangkaian Sensor Tegangan	51
Gambar 24. Rangkaian LCD	52
Gambar 25. <i>Flowchart</i>	53
Gambar 26. Modul <i>Solar Cell</i>	57

Gambar 27. Pengujian Rangkaian Regukator Tegangan	58
Gambar 28. Tampilan ociloskop output regulator tegangan 5 V	59
Gambar 29. Tampilan LCD Tanpa Program	60
Gambar 30. Tampilan LCD Setelah diberi Program	60
Gambar 31. Rangkaian Pengujia PWM ATmega	61
Gambar 32. Sinyal keluaran PWM ATmega	61
Gambar 33. Rangkaian Pengujian Driver MOSFET	62
Gambar 34. Tampilan ociloskop keluaran driver gate MOSFET	62
Gambar 35. Rangkaian Pengujian Buck Converter	63
Gambar 36. Alat Pengisian Baterai (Accumulator)	64
Gambar 37. Rangkaian Pengukuran pengisian baterai	64

LAMPIRAN

Lampiran 1 Rangkaian Keseluruhan

Lampiran 2 Gambar Pengukuran

Lampiran 3 Datasheet ATmega8

Lampiran 4 Datasheet IRFP 460

Lampiran 5 Datasheet IC HCPL 3120

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Transportasi yang sudah menjadi kebutuhan primer masyarakat Indonesia terutama di pusat ibu kota membuat peningkatan polusi udara. Selain itu dengan meningkatnya penggunaan transportasi menyebabkan krisis bahan bakar minyak bumi di Indonesia. Berbagai program sudah dilakukan oleh pemerintah untuk mengatasi pencemaran udara dan krisis bahan bakar. Namun hal tersebut tidak sepenuhnya teratasi karena melonjaknya pemakaian transportasi bahan bakar minyak bumi di Indonesia.

Pada tahun 2009 berdasarkan data yang dipaparkan oleh Pengkajian Ozon dan Polusi Udara Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (Lapan) di Indonesia sendiri, Jawa Barat menduduki peringkat polusi udara tertinggi di Indonesia. Pada tahun 2009 World Bank juga menempatkan Jakarta menjadi salah satu kota dengan kadar polutan/partikulat tertinggi setelah Beijing, New Delhi dan Mexico City. Dari semua penyebab polusi udara yang ada, emisi transportasi terbukti sebagai penyumbang pencemaran udara tertinggi di Indonesia, yakni sekitar 85 persen.

Semakin seriusnya penanganan permasalahan bahan bakar dan polusi udara membuat orang mulai memikirkan untuk membuat kendaraan yang lebih ekonomis dan mengurangi polusi udara. Keterbatasan sumber bahan bakar minyak bumi menyebabkan perkembangan teknologi kendaraan listrik menjadi

meningkat (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, 2012). Pada tahun 2004 LIPI sudah mengembangkan mobil listrik yang diberi nama MARLIP (Marmut Listrik LIPI). Pengembangan mobil listrik ini bertujuan menekankan penggunaan minyak bumi dan polusi lingkungan. MARLIP didesain sebagai model transportasi untuk area-area khusus, seperti bandar udara, rumah sakit, atau kawasan wisata. Bahkan MARLIP sudah diproduksi dan dijual massal melalui perusahaan rekanan LIPI. Saat itu Marlip dijual sekitar Rp 40 jutaan.

Indonesia sebagai wilayah beriklim tropis yang hanya memiliki dua musim, yaitu musim hujan dan musim panas dapat memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi listrik. Energi matahari yang melimpah dan tidak habis sangat baik dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk menggantikan bahan bakar minyak bumi. Energi sinar matahari tersebut dimanfaatkan dengan menggunakan Sel Surya (*Solar Cell*).

Menurut penelitian Purnomo, Wahyu (2010) cahaya langsung dari matahari dimanfaatkan oleh *solar cell* menjadi energi listrik. Tegangan dan arus pada *solar cell* akan mulai meningkat pada pagi hari, dan titik puncak maksimal pada siang hari, dan mulai turun lagi pada sore hari sampai matahari terbenam. Berdasarkan hal tersebut maka digunakanlah *Solar Cell* untuk pengisian baterai pada mobil listrik. Energi yang diserap oleh *solar cell* tersimpan pada baterai (*accumulator*) mobil.

Pada alat pengisian baterai biasanya hanya menggunakan trafo dan dioda *bridge* saja. Hal ini dapat menyebabkan tegangan pengisiannya tidak stabil dan dapat menimbulkan kerusakan pada aki. Oleh karena itu diperlukan

sebuah *DC-DC Converter* yang digunakan sebagai penurun tegangan pengisian aki dan menjaga kestabilan tegangan shinga tidak mengakibatkan kerusakan pada baterai. *DC-DC Converter* disebut juga *dc chopper*. Ada empat dasar topologi *dc-dc converter* yaitu rangkaian *buck converter* (penurun tegangan), rangkain *boost converter* (penaik tegangan), rangkaian *buck-boost converter* (penaik dan penurun tegangan) dan *cuk converter* (Muhammmad H Rashid,2011).

Maka dari itu dibuatlah sebuah tugas akhir tentang Perancangan Sistem Pengisian *Accumulator* Mobil Listrik dengan Sumber Listrik Solar Sel Berbasis Mikrokontroller. Perancangan sistem pengisian *accumulator* ini pernah dilakukan oleh Rio Muhadini (2017) dengan judul, Perancangan Sistem Pengisian Aki dengan Boost Converter. Pada tugas akhir tersebut *dc-dc converter* yang digunakan adalah *Boost Converter*. Boost Converter digunakan untuk menaikkan tegangan input 6V dari catu daya menjadi 13V dengan dutycyle 21%. *Controller* yang digunakan pada tugas akhir tersebut adalah mikrokontroller ATmega 8538. Sedangkan pada tugas akhir ini sistem pengisian baterai menggunakan *buck converter* yang terdiri dari satu saklar aktif (mosfet) dan satu saklar pasif (dioda) dan Mikrokontroler ATmega 8 sebagai *controller*-nya. Pemilihan penggunaan *buck converter* karena tegangan yang dimiliki oleh modul *solar cell* yang dipakai untuk tugas akhir ini adalah sebesar 24 Volt DC dan akan diturunkan menjadi 14.4 VDC untuk mengisi aki dengan tegangan 12 Volt DC.

Tegangan pengisian ke baterai harus lebih besar dari tegangan baterai. Berdasarkan spesifikasi baterai yang digunakan yaitu GP SERIES-VRLA *Battery* tegangan pengisian baterai harus berkisar 14.4V~15.0V. Tegangan keluarannya diatur dengan cara mengatur *duty ratio* yang diberikan kepada *switching device*. Untuk mengatur tegangan keluaran dari *buck converter* ini dibutuhkan sebuah *controller*. Salah satu *controller* pada zaman sekarang yang banyak dikembangkan yaitu mikrokontroler. Dalam pengaplikasiannya mikrokontroler dapat digunakan sebagai pembangkit sinyal PWM yang dapat mengatur nilai tegangan keluaran dari sebuah rangkaian *buck* konverter. Untuk memberi pulsa pulsa (*Pulse Width Modulation/PWM*) ke *buck converter* yang nilai *dutycycle*-nya diatur tetap maka digunakan mikrokontroler ATmega8. Dengan jumlah pin dan *memory* yang dimiliki oleh ATmega8 sudah memenuhi untuk *controller* sistem pengisian baterai ini, sehingga juga dapat menghemat dari segi dana dan fisik rangkaian.

Tegangan *solar cell* yang berubah-ubah dapat mempengaruhi keluaran dari sistem pengisian baterai. Untuk mendeteksi besarnya tegangan pada *solar cell* dan tegangan pengisian ke baterai diperlukan sebuah sensor tegangan yang akan diproses oleh mikrokontroler.

Mobil listrik sebagai teknologi canggih ramah lingkungan demi mengurangi krisis bahan bakar minyak bumi tersebut, maka dibuatlah sebuah penelitian Tugas Akhir Mobil Listrik oleh mahasiswa Teknik Elektro Industri 2013 Universitas Negeri Padang. Tugas Akhir ini dikerjakan oleh delapan orang mahasiswa yang dibagi menjadi delapan sub judul diantaranya *Starting Motor*,

Pengaturan Kecepatan Motor, Pengereman Motor, *Electric Power Steering*, Monitoring dan Sistem Proteksi, serta Sistem Pengisian dengan sumber listrik PLN sebagai pengisian primer dan dengan sumber listrik *solar cell* sebagai pengisian sekunder.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan dapat diidentifikasi masalah-masalah sebagai berikut:

1. Pengisian baterai yang digunakan pada mobil listrik saat ini tegangannya tidak stabil sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada baterai.
2. Diperlukan sebuah *DC-DC Converter* yang digunakan untuk mengisi dan menghindari tegangan pengisian yang tidak stabil dan mengakibatkan kerusakan pada baterai pada mobil listrik.

C. Batasan masalah

Untuk membatasi kajian yang telah dideskripsikan, maka pembuatan tugas akhir ini dibatasi ruang lingkungannya yaitu:

1. Rangkaian *dc-dc converter* yang digunakan untuk menurunkan tegangan solar sel sebagai pengisian baterai adalah *buck converter*.
2. Merancang *buck converter* dengan tegangan keluaran konstant 14.4VDC.
3. Penggunaan Mikrokontroler ATmega 8 yang berfungsi untuk mengolah data yang didapat dari sensor sebagai sumber *switching* PWM.
4. Proses pengisian baterai hanya terjadi pada siang hari saat tegangan *solar cell* diatas 15 VDC dan tegangan output *buck converter* 14.4 VDC.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan batasan masalah, maka rumusan masalah yang akan dibahas pada Tugas Akhir ini adalah bagaimana merancang, membuat, dan menguji kestabilan tegangan keluaran dari *buck converter* untuk pengisian baterai atau aki pada mobil listrik?

E. Tujuan Perancangan Alat

Adapun tujuan penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Merancang dan membuat *buck converter* sebagai penurun dan penstabil tegangan untuk sistem pengisian baterai dari *solar cell* menggunakan mikrokontroler ATmega 8.
2. Melakukan pengujian dan analisa pada sistem pengisian baterai dari *solar cell*.

F. Manfaat Perancangan Alat

Berdasarkan tujuan yang telah dijelaskan, maka manfaat yang dapat diperoleh dari tugas akhir ini adalah:

1. Dapat menjaga kestabilan tegangan keluaran *buck converter* untuk pengisian baterai sehingga tidak melewati ambang batas pengisian baterai agar tidak cepat merusak baterai.
2. Dapat memahami pemanfaatan sistem pengecasan *accumulator* dengan sumber listrik *solar cell* untuk mengontrol proses pengisian baterai.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa pada pembuatan Sistem Pengisian *Accumulator* Mobil Listrik Dengan Sumber Listrik *Solar Cell* Berbasis Mikrokontroller maka dapat simpulkan bahwa:

1. Rancangan dari Sistem Pengisian *Accumulator* Mobil Listrik Dengan Sumber Listrik *Solar Cell* Berbasis Mikrokontroller dirancang, dengan metode *Pulse Width Modulation* (PWM) dengan memanfaatkan lebar pulsa dalam proses pengisiannya. Dimana sumber tegangan keluaran dari *solar cell* berubah-ubah tergantung cuaca dan sinar matahari maka diatur *duty cycle*-nya agar tegangan pengisian (V_{out}) tetap stabil rata-rata 14.4 VDC untuk proses pengisian (charging) ke baterai (akumulator), sehingga tidak melewati ambang batas pengisian baterai yaitu 14.4~15 VDC. Hal ini dilakukan untuk menjaga baterai agar tidak cepat rusa.
2. Rangkaian Sistem Pengisian *Accumulator* Mobil Listrik akan optimal pada proses pengisian baterai (akumulator) sesuai dengan waktu yang diinginkan, tergantung dari kemampuan solar cell yang digunakan. Pada rancangan alat yang dibuat, proses pengisian (charger) dilakukan pada baterai (akumulator) yang berkapasitas 12 Volt – 65Ah, waktu percobaan pengisian baterai selama 8 jam (08.00-16.00 WIB) baterai tidak terisi penuh. Hal ini dipengaruhi oleh arus yang berubah-ubah dipengaruhi oleh cuaca dan

cahaya matahari yang ditangkap modul *solar cell* sehingga arus pengisian tidak maksimal.

B. Saran

Pada pembuatan Tugas Akhir ini, penulis sangat menyadari banyaknya kekurangan yang ditemukan, maka diperlukan saran-saran sebagai berikut:

1. Masih banyaknya metode lain yang bertujuan untuk memaksimalkan tegangan keluaran *solar cell*, seperti: *P, PI and PID Controller, Maximum Power Point Tracking (MPPT), Fuzzy Logic Control, ICM (Incremental Conductance)*, dan lain-lain.
2. Dalam proses pengecasan baterai yang berkapasitas besar, dibutuhkan arus yang lebih besar juga dari pemanfaatan *solar cell*. Oleh karena itu pengaruh dari cuaca, dan sifat optikal (penyerapan dan pemantulan) dari *solar cell* yang digunakan perlu diperhatikan. Dapat juga dengan menambahkan modul *control arus constant* untuk memaksimalkan arus dari *solar cell*. Penambahan sensor arus juga sangat disarankan agar dapat menghitung daya dari baterai sehingga pengukuran pengisian baterai lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Achyanto, Djoko. 1992. *Mesin-Mesin Listrik*. Jakarta: Erlangga
- Antonisfia, Yul dan Madona, Era. 2013. Pengisian Aki Dengan Buck Converter. Politeknik Negeri Padang: *Jurnal Elektron*. Vol.5, No.1:29-34. ISSN :2085-6989.
- Antonius, Rachmat C. 2010. *Algoritma dan Pemrograman dengan Bahasa C*. Yogyakarta. C.V ANDI OFFSET.
- Aslimeri, dkk. 2008. Teknik Transmisi Tenaga Listrik. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Aswardi. 2010. *Modul Elektronika Daya*. Padang. Teknik Elektro Universitas Negeri Padang.
- Choudhary, Dhananjay dan Anmol Ratna Saxena. 2014. *DC-DC Buck-Converter for MPPT of PV System*. *Madhav Institute of Technology & Science, Gwalior, India : International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. Vol 4, No 7.
- Datasheet Mikrokontroler ATmega8. [Alldatasheet.com](http://alldatasheet.com) (online) diakses 08 Agustus 2017 pukul 14.10 WIB.
- Hariyanto, Didik. 2014. Teknik Antarmuka ADC. Universitas Negeri Yogyakarta: <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/Teknik-Antarmuka-ADC.pdf> (online). Diakses 3 Januari 2018.
- Hart, Daniel W. 2011. *Power Electronics*. New York. The McGraw-Hill Companies
- Hersch, P., & Zweibel, K. 1982. *Basic Photovoltaic Principles and Methods*. Colorado: Solar Energy Research Institute.
- Kazimerczuk, Marian K. 2008. *Pulse-width Modulated DC-DC Power Converters*. USA. A John Wiley and Sons Publication.
- Luque, Antonio dan Steven Hegedus. 2003. *Hand Book Of Photovoltaic Science and Engineering*. England. Wiley Interscience Puplication.
- Markvart, Tomas. 2000. *Solar electricity*. New York. A Wiley Interscience Puplication.
- Modul praktikum UNY rangkain resistor, hukum ohm dan pembagi tegangan. (Diakses tanggal 08 Agustus 2017).