

**MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) Controler Solar Cell  
pada Mobil LISTRIK**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan sebagai Syarat untuk Memenuhi Pelaksanaan Tugas Akhir  
pada Jurusan Teknik Elektro Program Diploma IV  
di Universitas Negeri Padang*



**Disusun Oleh :**

**ETA DIAN OKTARI**

**1302574 / 2013**

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

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

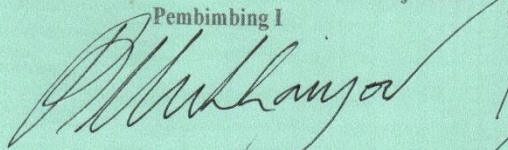
MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) *ControlerSolarCell* pada  
Mobil Listrik

Nama : Eta Dian Oktari  
BP/NIM : 2013/1302574  
Program Studi : Teknik Elektro Industri  
Jurusan : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik

Padang, April 2018

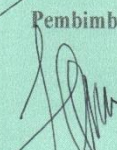
Disetujui Oleh

Pembimbing I



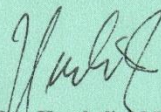
Dr. Ir. Riki Mukhaivar, S.T., M.T  
NIP. 197806252008121001

Pembimbing II



Habbullah, S.Pd., M.T  
NIP. 19820920 200812 1 001

Mengetahui  
Ketua Jurusan teknik Elektro



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

**HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) ControlerSolarCell pada  
Mobil Listrik**

Nama : Eta Dian Oktari  
BP/NIM : 2013/1302574  
Program Studi : Teknik Elektro Industri  
Jurusan : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik

Dinyatakan LULUS setelah dipertahankan didepan tim penguji tugas akhir  
Program Studi Teknik Elektro Industri Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas teknik Universitas Negeri Padang

Padang, April 2018

Tim Penguji :

Tanda Tangan

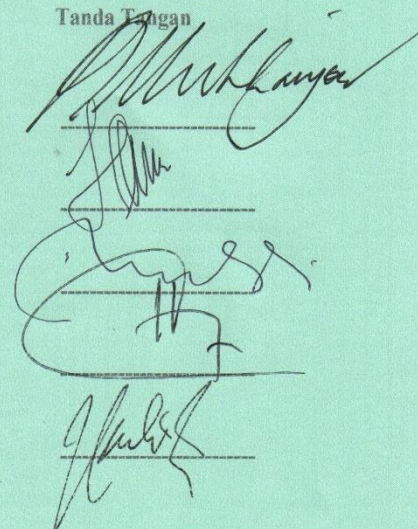
Ketua : Dr. Ir. Riki Mukhaiyar, S.T, M.T

Sekretaris : Habibullah, S.Pd, M.T

Anggota : Dr. MuldiYuhendri, S.Pd, M.T

Anggota : Dr. Hendri, M.T

Anggota : Drs. Hambali, M.Kes

The image shows four handwritten signatures in black ink, each written over a horizontal line. The signatures are arranged vertically, corresponding to the list of examiners on the left. The first signature is the largest and most prominent, followed by three smaller ones.



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](mailto:elo_unp@yahoo.com)



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Eta Dian Oktari  
NIM/TM : 1302574/2013  
Program Studi : Teknik Elektro Industri  
Jurusan : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul “*MPPT (Maximum Power Point Tracking) Controler Solar Cell pada Mobil Listrik*” 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,



**Eta Dian Oktari**  
NIM/BP. 1302574/2013

## ABSTRAK

**Eta Dian Oktari :MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) *Controler Solar Cell* pada Mobil Listrik.**

**Pembimbing : 1. Dr. Riki Mukhaiyar, S.T., M.T**

**2. Habibullah, S. Pd., M.T**

Cahaya matahari merupakan energi terbarukan yang dimanfaatkan sebagai sumber energi. Mobil listrik merupakan salah satunya yang memanfaatkan intensitas cahaya matahari sebagai sumber energinya. Penggunaan energi panas matahari ini membutuhkan alat yaitu solar sel. *Sollar cell* merupakan alat yang akan menangkap panas matahari yang nantinya akan diubah menjadi energi listrik. Energi cahaya matahari tersebut akan digunakan untuk pengisian daya ulang pada *accumulator* dengan kemampuan arus yang dimiliki 65 Ah. Karena intensitas cahaya matahari berubah-ubah, maka dibutuhkan MPPT *controler* untuk memaksimalkan daya keluaran dari *solar cell*. Percobaan yang dilakukan menggunakan *solar cell* 100 wp dengan memposisikan permukaan modul *solar cell* tegak lurus dengan posisi matahari.

Metode perancangan alat MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) pada penelitian ini akan menggunakan ATmega 328 sebagai pengendalinya. Atmega328 sebagai sistem minimum yang akan mengontrol PWM, fungsi PWM sendiri yaitu untuk mengatur tegangan pada *buck converter*. Hasil yang diperoleh berdasarkan percobaan tersebut dapat memaksimalkan daya keluaran *solar cell* tanpa melakukan *tracking* pada matahari, tegangan yang di dapatkan yaitu dari 1,97 watt menjadi 2,167 watt. MPPT *controler* dirancang menggunakan bantuan buck converter serta menggunakan algoritma *Pertubasi and Observasi* (PO) dalam pembuatan alat ini. Dengan demikian, MPPT ini cocok digunakan pada mobil listrik.

**Kata Kunci : *Solar Cell, Buck Converter, MPPT controller, Mobil Listrik***

## 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 “MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) *Controler Solar Cell* pada Mobil Listrik”. 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. Bapak Drs. H. Hambali, M.Kes selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Padang
2. Bapak Asnil, S.Pd.,M.Eng selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Dr. Hendri, M.T selaku ketua program Studi Teknik Elektro Indusri.
4. Bapak Dr. Ir. Riki Mukhaiyar, S.T, M.T dan Habibullah, S.Pd, M.T selaku pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr. Muldi Yuhendri, S.Pd, M.T selaku penguji pada Tugas Akhir.
6. Bapak Ali Basrah Pulungan, S.T, M.T selaku penguji pada Tugas Akhir.

7. Bapak dan Ibu Dosen serta seluruh staf Jurusan Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang telah membantu penulis selama menuntut ilmu.
8. Orang Tua dan semua keluarga yang telah banyak berjasa baik moral ataupun materil dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. 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, April 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	2
C. Batasan Masalah .....	3
D. Rumusan Masalah .....	3
E. Tujuan Penulisan .....	4
F. Manfaat .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
A. Mobil Listrik .....	5
B. Solar Sel ( <i>Photovoltaic</i> ) .....	6
C. Baterai ( <i>Accumulator</i> ).....	11
D. MPPT ( <i>Maximum Power Point</i> ).....	14
E. <i>Pertubasi dan Observasi (PO)</i> .....	16
F. Mosfet ( <i>Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor</i> ).....	17
G. PWM ( <i>Pulse Width Modulation</i> ) .....	18
H. DC-DC Converter .....	20
I. Mikrokontroler Atmega 328 .....	23
J. Bahasa Pemograman Atmega 328 .....	28
K. <i>Flowchart</i> .....	28
<b>BAB III METODOLOGI PERANCANGAN ALAT</b>	
A. Blok diagram .....	30
B. Prinsip Kerja .....	33
C. Perancangan Alat .....	34
D. <i>Flowchart</i> Sistem.....	38

**BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA**

A. Instrumentasi Pengujian Alat ..... 40  
B. Pengujian dan Analisa Hardware ..... 41

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

A. Kesimpulan ..... 53  
B. Saran ..... 53

**DAFTAR PUSTAKA**..... 54

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Mobil Listrik .....	6
Gambar 2. Karakteristik Arus-Tegangan Solar sel .....	7
Gambar 3. Pengaruh intensitas radiasi terhadap karakteristik I-V solar sel .....	9
Gambar 4. Cara Kerja <i>Accumulator</i> .....	10
Gambar 5. Bentuk Fisik Baterai .....	12
Gambar 6. Cara Kerja <i>Accumulator</i> .....	13
Gambar 7. Kurva MPPT .....	15
Gambar 8. Prinsip Kerja MPPT Berbasis PO .....	16
Gambar 9. Simbol MOSFET .....	18
Gambar 10. Sinyal PWM .....	19
Gambar 11 Rangkaian <i>Buck</i> Konverter .....	20
Gambar 12. Rangkaian Ekuivalen Mode 1 .....	21
Gambar 13. Rangkaian Ekuivalen Mode 2 .....	21
Gambar 14. Susunan Pin Mikrokontroler ATmega328 .....	26
Gambar 15. Blok diagram .....	31
Gambar 16. Rangkaian Elektronik .....	34
Gambar 17. Tampilan <i>Box</i> Alat .....	34
Gambar 18. Rancangan <i>Box</i> Alat .....	35
Gambar 19. Rangkaian ATmega328 .....	37
Gambar 20. Rangkaian <i>gate drive</i> .....	37
Gambar 21. Rangkaian Sensor Tegangan .....	38
Gambar 22. Rangkaian <i>Buck Converter</i> .....	38
Gambar 23. <i>Flowchart</i> Menggunakan Algoritma PO .....	38
Gambar 24. <i>Box</i> MPPT .....	48
Gambar 25. Pengujian Alat Keseluruhan .....	49
Gambar 26. Grafik Perbandingan $V_{sc}$ dan $V_{out}$ Berdasarkan Iradiasi .....	50
Gambar 27. Grafik Perbandingan $V_{sc}$ dan $V_{out}$ Berdasarkan Iradiasi .....	51
Gambar 28. Grafik Perbandingan $V_{sc}$ dan $V_{out}$ Berdasarkan Iradiasi .....	51

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Prinsip Kerja MPPT Berbasis PO .....	17
Tabel 2. <i>Flowchart</i> .....	28
Tabel 3. Spesifikasi Solar Sel RD100TU-18P .....	31
Tabel 4. Spesifikasi <i>Accumulator Type</i> GP65-12 .....	32
Tabel 5. Pengukuran Mikrokontroler Atmega328 .....	42
Tabel 6. Pengujian Gate Drive .....	43
Tabel 7. Pengujian Sistem Keseluruhan.....	49

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### A. Latar Belakang Masalah

Semakin berkembangnya zaman, semakin canggih pula teknologi yang dihasilkan. Seperti dalam pembuatan mobil, mobil merupakan salah satu alat transportasi yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Sesuai dengan perkembangan zaman, produsen pembuatan mobil ternama bersaing dalam menciptakan mobil. Mobil yang baru-baru ini mulai muncul yaitu mobil listrik. Mobil listrik merupakan mobil yang menggunakan energi listrik sebagai sumber tenaganya. Mobil listrik ini merupakan mobil yang ramah lingkungan karena tidak memiliki emisi gas buang yang akan mencemari lingkungan, kemudian juga menghemat sumber daya alam seperti minyak bumi, serta gas bumi.

Mobil listrik ini sumber energinya berasal dari akumulator dan energi panas matahari. Energi panas matahari dimanfaatkan sebagai sumber tenaga pada mobil listrik karena ketersediaan energi cahaya matahari yang melimpah. Penggunaan energi panas matahari ini membutuhkan alat yaitu solar sel. Solar sel merupakan alat yang akan menangkap panas matahari yang nantinya akan diubah menjadi energi listrik. Energi cahaya matahari tersebut akan digunakan untuk pengisian daya ulang pada akumulator.

Namun, karena intensitas cahaya matahari tidak sama sepanjang hari, maka juga diperlukan alat yang bernama MPPT (*Maximum Power Point Tracking*). Menurut Fuady (2012), *Maximum Power Point* (MPPT) adalah

suatu metode untuk mencari point (titik) maksimum dari kurva karakteristik tegangan dan arus input (V-I) pada aplikasi panel surya. Dengan bantuan *buck converter* pada alat ini digunakan untuk memaksa panel surya supaya memperoleh daya maksimum dengan mengatur tegangan keluaran pada solar sel. Terdapat beberapa algoritma MPPT yang telah ditemukan dan ditulis pada jurnal internasional seperti *Perturb and Observe*, *Incremental conductance*, *Dynamic Approach*, *Temperature Methods*, dll. Semua algoritma tersebut berbeda-beda dalam beberapa aspek termasuk kesederhanaan, kecepatan, implementasi *hardware*, sensor yang dibutuhkan, biaya, efektifitas, dan parameter yang dibutuhkan (Tjatur widodo, 2010).

Pada Tugas Akhir ini akan menganalisa MPPT dengan menggunakan algoritma *Perturb dan Observe* untuk memaksimalkan daya tanpa melakukan proses *tracking* atau perputaran secara mekanik terhadap panel surya. Menggunakan *buck converter* pada alat ini bertujuan untuk menaikkan tegangan keluaran dari solar sel menuju baterai sesuai dengan tegangan yang dibutuhkan. Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis membuat tugas akhir dengan judul **“MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) Controler Solar Cell pada Mobil Listrik”**.

## B. Identifikasi Masalah

Tidak samanya intensitas cahaya matahari setiap waktu membuat tegangan keluaran pada solar sel tidak maksimal sehingga mempengaruhi daya keluarannya juga.

### C. Batasan masalah

Untuk membatasi kajian dalam pembuatan Tugas Akhir ini, maka yang menjadi pokok pembahasan adalah sebagai berikut:

1. Parameter yang diukur pada alat ini adalah intensitas sinar matahari.
2. Digunakan 1 unit solar sel yang bertipe RD100TU-18P. Solar sel ini berfungsi sebagai sumber pengisian baterai. Baterai yang digunakan dengan spesifikasi tegangan 12 volt dan kemampuan arus 65 Ah.
3. Menggunakan algoritma *Pertubasi* dan *Observasi* (PO) untuk mendapatkan titik maksimum dari intensitas cahaya matahari.
4. Untuk menstabilkan tegangan digunakan *buck converter*, dengan tegangan kerja mulai dari 15 volt sampai dengan 25 volt.
5. Menggunakan ATmega328 sebagai *controller* serta menggunakan bahasa pemrograman C dalam pemrogramannya.

### D. Rumusan Masalah

Berikut rumusan masalah yang akan dihadapi dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini:

1. Merancang MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) pada mobil listrik.
2. Memaksimalkan daya pada solar sel menggunakan algoritma *Pertubasi* dan *Observasi* (PO) .
3. Merancang MPPT serta membuat programnya untuk sistem panel surya pada ATmega328.

#### E. Tujuan Penulisan

Adapun tujuan penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Memaksimalkan kemampuan daya solar sel pada mobil listrik.
2. Dapat merancang MPPT serta membuat programnya pada ATmega328.

#### F. Manfaat

Adapun manfaat dari pembuatan Tugas Akhir ini yaitu:

1. Dapat memaksimalkan fungsi dari solar sel.
2. Dapat meningkatkan daya pada solar sel.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. KESIMPULAN**

Sebelumnya telah dilakukan perancangan dan pembuatan alat serta telah dilakukan pengujian alat MPPT pada solar sel. Maka pada bab ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. MPPT pada solar sel mampu memaksimalkan daya keluaran cahaya matahari tanpa melakukan tracking pada matahari.
2. MMPT *controller* di rancang menggunakan bantuan *buck converter* serta menggunakan algoritma PO dalam pembuatan alat ini.

#### **B. SARAN**

Setelah dilakukan pengujian alat dan pembahasan hasil, maka penulis menyarankan dalam pengembangan pembuatan alat ini ke depannya yaitu alat MPPT yang digunakan dapat menahan arus lebih besar dari *5 ampere*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Darna, R. (2015). *Rancang Bangun Alat Perontok Padi Otomatis Menggunakan Tenaga Sel Surya*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Fuady, A. (2012). *Rancang Bangun Maximum Power Point Tracker (MPPT) Pada Panel Surya Dengan Menggunakan Metode Fuzzy*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh november.
- Green, M. A. (1982). *Solar Cells Operating Principles, Technology and System Application*. New-Jersey: Prentice-Hall.
- Hart, D. W. (2011). *Power electronics*. Tata McGraw-Hill Education.
- <https://arabic.alibaba.com/product-detail/manufacture-12v-24v-autowork-mppt-20a-solar-charge-controller-circuit-diagram-60343919663.html> (diakses tanggal: 3 Desember 2017).
- <http://www.Budihasian.wordpress.com> (diakses tanggal: 26 November 2017).
- <http://www.njuskalo.hr/image-bigger/ostali-autodijelovi/akumulator-70-ah-12v-slika-13858610.jpg> (diakses tanggal 15 September 2017).
- <https://www.techmalak.com/wp-content/uploads/2016/02/electric-taxi.jpg> (diakses tanggal: 14 September 2017).
- J.P, B. P. (2013). Rancang Bangun Maximum Power Point Tracking pada Panel Photovoltaic Berbasis Logika Fuzzy di Buoy Weather Station. *Rancang Bangun Maximum Power Point Tracking pada Panel Photovoltaic Berbasis Logika Fuzzy di Buoy Weather Station*, 2.
- Kazmierczuk, M. K. (2008). *Pulse-width Modulated DC-DC Power Converters*. United Kingdom: Wiley.
- Luque, A., & Hegedus, S. (2003). *Hand Book Of Photovoltaic Science and Engineering*. England: Willey.
- Markvart, T. (1994). *Solar Electricity*. England: Willey.
- Priananda, C. W. (2017). *Desain Model MPPT Baru pada Topologi PV Farm Berbasis Cluster yang Tertutup Bayangan Sebagian*. Surabaya: ITS.