



**Institut Teknologi Nasional Malang**

SKRIPSI – ELEKTRONIKA

**RANCANG BANGUN MODUL CONVERTER DC-DC  
MENGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO  
BERBASIS IOT UNTUK PENELITIAN MPPT  
(MAXIMUM POWER POINT TRACKING) PADA  
PANEL SURYA**

Fiko Senrianokxi  
NIM 1612228

Dosen Pembimbing  
Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST., MT.  
Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang  
Februari 2020**



# LEMBAR PENGESAHAN

## RANCANG BANGUN MODUL CONVERTER DC-DC MENGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO BERBASIS IOT UNTUK PENELITIAN MPPT (MAXIMUM POWER POINT TRACKING) PADA PANEL SURYA

### SKRIPSI

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Program Studi Teknik Elektro S-1  
Peminatan Elektronika  
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa dan Disetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Eng. Aryanto Soetedjo, ST., MT

NIP.Y. 1030800417

Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT

NIP.P. 1030100361



Mengetahui

~~Wakil~~ Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT

NIP.P. 1030100361

Rancang Bangun Modul *Converter DC-DC* Menggunakan  
Mikrokontroler Arduino Berbasis IoT Untuk Penelitian MPPT  
(*Maximum Power Point Tracking*) Pada Panel Surya

Fiko Senrianokxi  
Aryunto Soetedjo  
I Komang Somawirata  
fiko.noxi@gmail.com

### Abstrak

Solar Panel adalah alat yang digunakan untuk menyerap energi matahari dan diubah menjadi energi listrik dengan metode efek photovoltaic. Efek photovoltaic yaitu suatu peristiwa dimana muncul tegangan listrik karena adanya kontak dari dua elektrode dan dihubungkan dengan sistem padat atau cair ketika solar panel mendapatkan energi cahaya. Maka dari itu Solar Panel biasanya disebut dengan Sel Photovoltaic (PV). Efek *photovoltaic* ditemukan oleh Henri Becquerel pada tahun 1839.

*Maximum Power Point Tracking* (MPPT) adalah suatu teknik yang digunakan pada Solar Panel dengan tujuan untuk memaksimalkan daya masukan dalam kondisi apapun. Metode *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) digunakan untuk terus memberikan daya pada titik semaksimal mungkin meskipun pada kondisi cuaca yang berubah-ubah. Terdapat beberapa metode yang ada pada metode MPPT ini diantaranya yaitu : *Perturb & Observation* dan *Incremental Conductance*.

Untuk mendukung hal tersebut akan dilakukan penelitian terkait perbedaan metode dari dua metode Maximum Power Point Tracking (MPPT) tersebut yaitu : *Perturb & Observation* dan *Incremental Conductance* dan mengirim data dari kedua metode tersebut pada Web Server. Dengan membuat 3 modul yang akan digunakan sebagai :1.) Modul sebagai *Perturbation & Observation*. 2.) Modul sebagai *Incremental Conductance*. 3.) Modul sebagai pengirim data dari kedua tersebut ke Server Blynk. Dengan menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai mikrokontroler (sebagai algoritma MPPT), *DC-DC Buck Converter*, Sensor Arus ACS712, Sensor Tegangan, LCD, dan Modul Wifi ESP8266 sebagai pengirim data ke Server Blynk.

**Kata Kunci** — *Solar Panel, MPPT, Arduino Mega 2560, DC-DC Buck Converter, Sensor Arus ACS712, Sensor Tegangan, LCD, ESP8266*

*Design of DC-DC Converter Module Using Arduino Microcontroller Based on IoT for MPPT (Maximum Power Point Tracking) Research on Solar Panels*

Fiko Senrianokxi  
Aryuanto Soetedjo  
I Komang Somawirata  
fiko.noxi@gmail.com

***Abstract***

*Solar panels are devices used to absorb solar energy and convert it into electrical energy by the photovoltaic effect method. The photovoltaic effect is an event where an electrical voltage arises because of contact from two electrodes and is connected to a solid or liquid system when solar panels get light energy. Therefore Solar Panel is usually called a Photovoltaic Cell (PV). The photovoltaic effect was discovered by Henri Becquerel in 1839.*

*Maximum Power Point Tracking (MPPT) is a technique used in Solar Panels with the aim of maximizing input power under any conditions. The Maximum Power Point Tracking (MPPT) method is used to continue providing power at the maximum possible point even in changing weather conditions. There are several methods available in this MPPT method including: Perturb & Observation and Incremental Conductance.*

*To support this, research will be conducted related to differences in the methods of the two Maximum Power Point Tracking (MPPT) methods, namely: Perturb & Observation and Incremental Conductance and sending data from both methods on the Web Server. By making 3 modules that will be used as: 1.) Module as Perturbation & Observation. 2.) Module as Incremental Conductance. 3.) Module as the sender of data from the two to the Blynk Server. By using the Arduino Mega 2560 as a microcontroller (as an MPPT algorithm), DC-DC Buck Converter, ACS712 Current Sensor, Voltage Sensor, LCD, and Wifi Module ESP8266 as sending data to the Blynk Server.*

***Keyword — Solar Panel, MPPT, Arduino Mega 2560, DC-DC Buck Converter, Sensor Arus ACS712, Sensor Tegangan, LCD, ESP8266***

## **KATA PENGANTAR**

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga kami selaku penyusun dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini.

Sebagai pihak penyusun, penulis menyadari tanpa adanya kemauan dan usaha. Laporan ini tidak dapat diselesaikan dengan baik, jika tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Dan penyusun mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua atas dukungan dan doa yang selalu dipanjatkan serta rekan lab Sistem Kendali Industri ITN Malang dan sahabat-sahabat yang membantu penyusunan skripsi ini.

Usaha telah kami lakukan semaksimal mungkin, namun jika ada kekurangan dan kesalahan dalam penyusunan, kami mohon saran dan kritik yang sifatnya membangun. Begitu juga sangat kami perlukan untuk menambah kesempurnaan laporan ini dan dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Malang, Januari 2020

Penyusun

# DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
Abstrak .....	ii
<i>Abstract</i> .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1 Latar Belakang .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Rumusan Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Tujuan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 Batasan Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5 Metodologi Pemecahan Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6 Sistematika Penulisan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 Maximum Power Point Tracking (MPPT) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.1 Metode Maximum Power Point Tracking (MPPT) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.1.1 Metode Perturbation and Observation .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.1.2 Metode Incremental Conductance .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Solar Panel .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

2.3.1	Karakteristik Solar Panel	<b>Error!</b>	<b>Bookmark not defined.</b>
2.3	Buck Converter .....	<b>Error!</b>	<b>Bookmark not defined.</b>
2.3.1	Prinsip Kerja Buck Converter	<b>Error!</b>	<b>Bookmark not defined.</b>
2.4	Protokol Komunikasi I2C	<b>Error!</b>	<b>Bookmark not defined.</b>
2.5	Mikrokontroler Arduino Mega 2560	<b>Error!</b>	<b>Bookmark not defined.</b>
2.6	Sensor Tegangan .....	<b>Error!</b>	<b>Bookmark not defined.</b>
2.7	Sensor Arus ACS712 5A	<b>Error!</b>	<b>Bookmark not defined.</b>
2.8	LCD (Liquid Crystal Display)	<b>Error!</b>	<b>Bookmark not defined.</b>
2.9	ESP8266-01.....	<b>Error!</b>	<b>Bookmark not defined.</b>
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>		<b>Error!</b>	<b>Bookmark not defined.</b>
3.1	Pendahuluan .....	<b>Error!</b>	<b>Bookmark not defined.</b>
3.2	Perancangan Sistem.....	<b>Error!</b>	<b>Bookmark not defined.</b>
3.3	Prinsip Kerja Sistem.....	<b>Error!</b>	<b>Bookmark not defined.</b>
3.4	Perancangan Mekanik ..	<b>Error!</b>	<b>Bookmark not defined.</b>
3.5	Perancangan Perangkat Keras (Hardware) .....	<b>Error!</b>	<b>Bookmark not defined.</b>
3.5.1	Perancangan Modul MPPT (P&O dan INC) .....	<b>Error!</b>	<b>Bookmark not defined.</b>
3.5.2	Perancangan Modul Server	<b>Error!</b>	<b>Bookmark not defined.</b>
3.5.3	Perancangan 3 Modul...	<b>Error!</b>	<b>Bookmark not defined.</b>



3.5.4	Panel Surya.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.5	Buck Converter.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6	Perancangan Perangkat Lunak (Software).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6.1	Perancangan Perangkat Lunak Modul MPPT P&O.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6.2	Perancangan Perangkat Lunak Modul MPPT INC	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6.3	Perancangan Perangkat Lunak Modul Server .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Pendahuluan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2	Pengujian Sensor Tegangan dan Rangkaian Divider Voltage .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.1	Peralatan yang digunakan	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.2	Langkah-langkah yang dilakukan:	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.3	Hasil Pengujian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.4	Analisa pengujian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3	Pengujian Sensor Arus ACS712-5A	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.1	Peralatan yang digunakan	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.2	Langkah-langkah yang dilakukan:	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.3	Hasil Pengujian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

- 4.3.4 Analisa pengujian ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.4 Pengujian Buck Converter**Error! Bookmark not defined.**
  - 4.4.1 Peralatan yang digunakan**Error! Bookmark not defined.**
  - 4.4.2 Langkah-langkah yang dilakukan:**Error! Bookmark not defined.**
  - 4.4.3 Hasil Pengujian ..... **Error! Bookmark not defined.**
  - 4.4.4 Analisa pengujian ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.5 Pengujian Modul MPPT *Perturbation and . Observation* **Error! Bookmark not defined.**
  - 4.5.1 Peralatan yang digunakan**Error! Bookmark not defined.**
  - 4.5.2 Langkah-langkah yang dilakukan:**Error! Bookmark not defined.**
  - 4.5.3 Hasil Pengujian ..... **Error! Bookmark not defined.**
  - 4.5.4 Analisa pengujian ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.6 Pengujian Modul MPPT *Incremental Conductance* ..... **Error! Bookmark not defined.**
  - 4.6.1 Peralatan yang digunakan**Error! Bookmark not defined.**
  - 4.6.2 Langkah-langkah yang dilakukan:**Error! Bookmark not defined.**
  - 4.6.3 Hasil Pengujian ..... **Error! Bookmark not defined.**
  - 4.6.4 Analisa pengujian ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.7 Pengujian Respon Modul Server atau Respon Aplikasi Blynk ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.7.1	Peralatan yang digunakan	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.7.2	Langkah-langkah yang dilakukan	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.7.3	Hasil Pengujian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.7.4	Analisa pengujian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB V PENUTUP.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1	Kesimpulan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2	Saran .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR PUSTAKA .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1.1 : Kurva I-V dan P-V Solar Panel **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.1.2 : Kurva I-V dan P-V MPPE **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.1.3 : Pengaruh Sinar Matahari Pada Titik Puncak Daya **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar : 2.1.4 : Flowchart Metode *Perturbation and Observation* ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.1.5 : Flowchart Metode *Incremental Conductance* ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.2.1 : Solar Panel ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.2.2 : Rangkaian Ekuivalen Solar Panel **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.3.1 : Rangkaian Konverter Buck. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.3.2 : MOSFET-ON..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.3.3 : MOSFET-OFF ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.4.1 : Protokol Komunikasi I<sup>2</sup>C **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.5.1 : Mikrokontroler Arduino Mega 2560 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.6.1 : Modul Sensor Tegangan **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.7.1 : Sensor Arus ACS712-5A **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.7.2 : Pin-out Diagram IC ACS712 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.8.1 : LCD 16x2 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.9.1 : ESP8266-01 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.9.1 : Pin-Out ESP8266-01..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.2.1 : Blok Diagram Sistem .... **Error! Bookmark not defined.**

- Gambar 3.2.2 : Blok Diagram Modul MPPT P&O **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.2.4 : Blok Diagram Modul Server **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.4.1 Perancangan Tampak Atas **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.4.2 Perancangan Per-Modul MPPT **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.4.3 Perancangan Modul Server **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.4.4 : Perancangan Mekanik Tampak Samping ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.5.1 Perancangan Modul MPPT (P&O dan INC) ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.5.2 Perancangan Modul Server **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.5.3 Perancangan 3 Modul ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.5.4 : Bentuk Fisik Solar Panel **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.5.4.2 : Spesifikasi Panel Surya **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.5.5.1 : Mosfet IRF540N ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.5.5.2 : Driver Mosfet IR2111 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.5.5.3 : Skematik *Synchronous Buck Converter* ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.6.1 : Flowchart Perancangan Perangkat Lunak Modul MPPT P&O ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.6.2 : Flowchart Perancangan Perangkat Lunak Modul MPPT INC ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.6.3 : Perancangan Perangkat Lunak Modul Server ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.2.1 : Pengujian (a) Modul Sensor Tegangan (b) Rangkaian *Divider Voltage* ..... **Error! Bookmark not defined.**

- Gambar 4.2.2 : Tampilan LCD Pengujian Sensor Tegangan..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.2.3 : Tampilan Avometer Pengujian (a) Modul Sensor Tegangan (b) Rangkaian *Divider Voltage* ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.3.1 : Pengujian Sensor Arus ACS712-5A**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.3.2 : Tampilan LCD Pengujian Sensor Arus ACS712-5A ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.3.3 : Tampilan Avometer Pengujian Sensor Arus ACS712-5A ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.4.1 : Pengujian *Buck Converter***Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.4.2 : Tampilan Avometer Pengujian *Buck Converter* ... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.4.3 : Pengujian PWM *Buck Converter***Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.5.1 : Pengujian Kedua Modul MPPT**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.5.2 : Modul MPPT P&O ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.5.3 : Grafik Daya MPPT P&O R=3 Ohm**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.5.4 : Grafik Daya MPPT P&O R=5 Ohm**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.5.5 : Grafik Daya MPPT P&O R=10 Ohm**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.5.6 : Grafik I-V dan P-V MPPT P&O R=3 Ohm Step=30 PWM ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.5.7 : Pergerakan Daya MPPT P&O Untuk Mencapai Titik Puncak ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.6.1 : Pengujian Modul MPPT INC**Error! Bookmark not defined.**

- Gambar 4.6.2 : Grafik Daya MPPT INC R=3 Ohm **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.6.3 : Grafik Daya MPPT INC R=5 Ohm **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.6.4 : Grafik Daya MPPT INC R=10 Ohm **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.5.5 : Grafik I-V dan P-V MPPT INC R=3 Ohm Step = 30 PWM..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.5.6 : Pergerakan Daya MPPT INC Untuk Mencapai Titik Puncak ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.6.2 : Pengujian Aplikasi Blynk pada kedua modul MPPT ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.6.3 : Pengujian Modul Server dengan smartphone (Blynk) ..... **Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR TABEL

- Tabel 2.5 : Tabel Spesifikasi Arduino Mega 2560 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2.7 : Keterangan Tiap Kaki ACS712 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2.8 : Spesifikasi Kaki LCD 16 x 2 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.5.1.1 Konfigurasi Arduino dan Sensor Tegangan (*Divider Voltage*)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.5.1.2 Konfigurasi Arduino dan ACS712-5A **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.5.1.2 Konfigurasi Arduino dan LCD **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.5.3 Konfigurasi Arduino dan ESP8266-01. **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.5.5 Spesifikasi Buck Converter **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.2.1 Data Hasil Pengujian Modul Sensor Tegangan ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.2.2 Data Hasil Pengujian Rangkaian *Divider Voltage* ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.3.1 Data Hasil Pengujian Sensor Arus ACS712-5A ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.4.1 Data Hasil Pengujian *Buck Converter* **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.5.1 Data Hasil Pengujian MPPT P&O **Error! Bookmark not defined.**
- (Step PWM = 10)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.5.2 Data Hasil Pengujian MPPT P&O **Error! Bookmark not defined.**
- (Step PWM = 20)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.5.3 Data Hasil Pengujian MPPT P&O **Error! Bookmark not defined.**



(Step PWM = 30).....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.6.1 Data Hasil Pengujian MPPT INC**Error! Bookmark not defined.**

(Step PWM = 10).....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.6.2 Data Hasil Pengujian MPPT INC**Error! Bookmark not defined.**

(Step PWM = 20).....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.6.3 Data Hasil Pengujian MPPT INC**Error! Bookmark not defined.**

(Step PWM = 30).....**Error! Bookmark not defined.**