



**RANCANG BANGUN SOLAR CHARGE  
CONTROLLER TIPE MPPT MENGGUNAKAN  
METODE PERTURB AND OBSERVATION (P&O)  
BERBASIS ARDUINO MEGA2560**

**SKRIPSI**

**BINTANG PITANTA SUNJAYA**

**2010314049**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO**

**2024**



**RANCANG BANGUN SOLAR CHARGE  
CONTROLLER TIPE MPPT MENGGUNAKAN  
METODE PERTURB AND OBSERVATION (P&O)  
BERBASIS ARDUINO MEGA2560**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik**

**BINTANG PITANTA SUNJAYA**

**2010314049**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO**

**2024**

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Bintang Pitanta Sunjaya

NRP : 2010314049

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Rancang Bangun *Solar Charge Controller* Tipe Mppt Menggunakan Metode *Perturb And Observation* (P&O) Berbasis Arduino Mega2560

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



**Luh Krisnawati, S.T., M.T.**

**Penguji Utama**



**Fajar Rahayu Ikhwannul M. S.T.,**

**M.T.**

**Penguji Lembaga**



**Dr. Muchamad Oktaviandri, S.T.,**

**M.T., IPM., ASEAN Eng**

**Plt. Dekan Fakultas Teknik**



**Dr. Henry Binsar Hamonangan,**  
**S.T., M.T.,**

**Penguji I (Pembimbing)**



**Ir. Achmad Zuchriadi P. S.T., M.T.,**

**CEC.**

**Ka. Prodi Teknik Elektro**

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 23 Desember 2024

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**RANCANG BANGUN SOLAR CHARGE CONTROLLER TIPE MPPT  
MENGUNAKAN METODE PERTURB AND OBSERVATION (P&O)  
BERBASIS ARDUINO MEGA2560**

**Bintang Pitanta Sunjaya**

**NIM 2010314049**

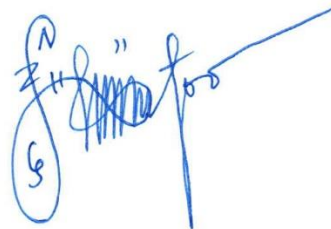
**Disetujui Oleh**

**Pembimbing I**



**Dr. Henry Binsar Hamonangan**  
**S.T., M.T.**

**Pembimbing II**



**Ferdivanto, S.T., M.T.**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Elektro**

**Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta**



**Ir. Achmad Zuchriadi P., S.T., M.T.,**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Proposal skripsi ini merupakan hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan benar.

Nama : Bintang Pitanta Sunjaya  
NIM : 2010314049  
Program Studi : Teknik Elektro

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 23 Desember 2024

Yang menyatakan,



Bintang Pitanta Sunjaya

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Bintang Pitanta Sunjaya

NIM : 2010314049

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Elektro

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**RANCANG BANGUN SOLAR CHARGE CONTROLLER TIPE MPPT  
MENGUNAKAN METODE PERTURB AND OBSERVATION (P&O)  
BERBASIS ARDUINO MEGA2560**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 23 Desember 2024

Yang menyatakan,



Bintang Pitanta Sunjaya

# **RANCANG BANGUN *SOLAR CHARGE CONTROLLER* TIPE MPPT MENGGUNAKAN METODE *PERTURB AND OBSERVATION (P&O)* BERBASIS ARDUINO MEGA2560**

**Bintang Pitanta Sunjaya**

## **ABSTRAK**

Kebutuhan energi listrik yang terus meningkat dan masih adanya daerah 3T (Tertinggal, Terdepan, Terluar) di Indonesia yang belum teraliri listrik mendorong pemanfaatan energi terbarukan, salah satunya adalah energi surya. Panel surya memiliki potensi besar untuk memenuhi kebutuhan ini, tetapi daya outputnya sering tidak optimal akibat pengaruh intensitas cahaya dan suhu. Untuk mengatasi hal tersebut, teknologi Maximum Power Point Tracking (MPPT) diterapkan guna menjaga kinerja panel surya pada titik daya maksimum. Penelitian ini bertujuan merancang bangun *solar charge controller* (SCC) tipe MPPT menggunakan algoritma *Perturb and Observation* (P&O) berbasis Arduino Mega2560. Metode penelitian adalah membuat perancangan perangkat keras, seperti konverter buck serta perangkat lunak yang mengimplementasikan algoritma P&O untuk mengontrol pengisian baterai. Pengujian dilakukan dengan membandingkan kinerja SCC MPPT yang dirancang dengan SCC PWM yang dirancang, menggunakan panel surya berkapasitas 100 WP dan baterai VRLA 12V 3,5 Ah sebagai beban. Hasil penelitian menunjukkan bahwa SCC MPPT mengecras baterai lebih cepat dibandingkan SCC PWM karena SCC MPPT menghasilkan daya yang lebih besar dibandingkan SCC PWM. Hal ini membuktikan bahwa SCC MPPT lebih efektif dalam melakukan pengecasan baterai dari panel surya.

**Kata kunci** : Energi terbarukan, P&O, SCC MPPT, SCC PWM

# **DESIGN OF MPPT SOLAR CHARGE CONTROLLER WITH PERTURB AND OBSERVATION (P&O) ARDUINO MEGA2560 BASED**

**Bintang Pitanta Sunjaya**

## **ABSTRACT**

*The increasing need for electrical energy and the existence of 3T (Disadvantaged, Frontier, Outermost) areas in Indonesia that have not been electrified encourages the use of renewable energy, one of which is solar energy. Solar panels have great potential to meet this need, but their output power is often not optimal due to the influence of light intensity and temperature. To overcome this, Maximum Power Point Tracking (MPPT) technology is applied to maintain the performance of solar panels at maximum power points. This study aims to design and develop an MPPT type solar charge controller (SCC) using the Perturb and Observation (P&O) algorithm based on Arduino Mega2560. The research method are designing hardware, such as buck converters, as well as software that implements the P&O algorithm to control the charging battery. Testing is carried out by comparing the performance of the designed SCC MPPT with the designed SCC PWM, using a 100 WP capacity solar panel and a 12V 3,5 Ah VRLA battery as a load. The results of this research shows that SCC MPPT charge the battery faster than SCC PWM because SCC MPPT produces more power than SCC PWM. This proves that SCC MPPT is more effective in charging the battery from solar panel.*

**Keywords :** *Renewable Energy, P&O, SCC MPPT, SCC PWM*



## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang maha esa, atas seluruh rahmat dan hidayah-Nya penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Rancang Bangun Solar Charge Controller Tipe Mppt Menggunakan Metode *Perturb and Observation* (P&O) Berbasis Arduino Mega2560”**. Penulis menyadari bahwa proses penyelesaian skripsi berjalan dengan baik berkat bimbingan dan bantuan dari pihak yang telah memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karenanya penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga penulis, Bapak Alexander Purwanta Wisnu Sunjaya dan Ibu Erna Tridupitaningsih serta Melati Cita Sejahtera selaku orangtua dan kakak penulis yang telah membantu dengan memberikan dukungan moral, wawasan dan selalu memberikan doa restu kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Henry Binsar Hamonangan Sitorus S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing I sekaligus Wakil Rektor I UPN Veteran Jakarta yang telah banyak membantu penulis dengan memberikan wawasan, kemudahan serta saran-saran yang bersifat membangun dalam penulisan skripsi ini.
3. Bapak Ferdyanto S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing II yang juga telah banyak memberikan wawasan, kemudahan serta saran-saran yang bersifat membangun dalam penulisan skripsi ini.
4. Bapak Achmad Zuchriadi P., ST., MT., CEC selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik UPN Veteran Jakarta.
5. Mahasiswa dengan NIM 2110312051 yang telah membantu dan memotivasi penulis selama proses penyusunan skripsi.
6. Teman – teman Peminatan Teknik Tenaga Listrik, yang telah membantu dan memotivasi dalam proses penyusunan skripsi.
7. Teman - teman Program Studi Teknik Elektro, peminatan Teknik Tenaga Listrik, yang telah membantu dan memotivasi dalam proses penyusunan skripsi.
8. Teman-teman penulis yang tidak saya sebutkan satu persatu yang telah membantu dan memotivasi dalam proses penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih atas saran dan kritik yang membangun untuk kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di masa yang akan datang.

Jakarta, Desember 2024  
Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Tujuan Penelitian.....	3
1.4    Ruang Lingkup Penelitian .....	3
1.5    Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1    Penelitian Terdahulu.....	5
2.2    Panel Surya .....	8
2.2.1    Karakteristik Panel Surya .....	9
2.3    Solar Charge Controller (SCC) .....	11
2.4    Maximum Power Point Tracking (MPPT).....	11
2.5    Algoritma Perturb and Observation (P&O) .....	12
2.6    Arduino Mega2560.....	13
2.7    Arduino IDE.....	14
2.8    Optocoupler.....	15
2.9    Konverter Buck .....	15
2.9.1    Prinsip Kerja .....	16
2.9.2    Desain Konverter Buck .....	17
2.10    Daya dan Efisiensi <i>Solar Charge Controller</i> .....	19

2.11	<i>Pulse Width Modulation (PWM)</i> .....	20
2.12	Sensor INA219 .....	20
2.13	Liquid Crystal Display (LCD) .....	21
2.14	Baterai <i>Valve Regulated Lead Acid (VRLA)</i> .....	22
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>		<b>23</b>
3.1	Alur Penelitian .....	23
3.2	Perancangan <i>Hardware</i> .....	23
3.2.1	Perancangan Konverter Buck .....	23
3.2.2	Perancangan SCC PWM.....	26
3.3	Perancangan Software .....	27
3.4	Pembuatan Alat .....	28
3.5	Pengujian Alat.....	30
3.6	Pengumpulan Data .....	30
3.7	Hasil dan Pembahasan Data.....	31
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>33</b>
4.1	Hasil Perancangan Alat.....	33
4.1.1	Hasil Perancangan Hardware.....	33
4.1.2	Hasil perancangan Software .....	34
4.1.3	Pembuatan Alat.....	35
4.2	Pengujian Fungsionalitas .....	35
4.2.1	Panel Surya .....	35
4.2.2	Baterai .....	36
4.2.3	Arduino.....	37
4.2.4	Sensor INA219.....	39
4.2.5	LCD.....	42
4.2.6	Konverter Buck.....	43
4.3	Pengumpulan Data .....	44
4.4	Analisis Pengumpulan Data .....	48
4.4.1	Karakteristik Perbandingan SCC MPPT dan SCC PWM .....	48
4.4.2	Perbandingan Tegangan Masukan dan Keluaran serta Arus Masukan dan Keluaran SCC MPPT dan SCC PWM.....	57
4.4.3	Perbandingan Daya Keluaran SCC MPPT dan SCC PWM .....	59
4.4.4	Perbandingan Kapasitas Baterai yang terisi Pada Pengujian SCC MPPT dengan SCC PWM .....	61
4.4.5	Perbandingan Efisiensi SCC MPPT Terhadap SCC PWM.....	63
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>65</b>
5.1	Kesimpulan .....	65
5.2	Saran .....	65

**DAFTAR PUSTAKA**  
**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**  
**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b>	Rangkaian ekuivalen sel surya.....	8
<b>Gambar 2. 2</b>	Kurva karakteristik panel surya I-V .....	9
<b>Gambar 2. 3</b>	Kurva karakteristik panel surya P-V .....	10
<b>Gambar 2. 4</b>	Kurva karakteristik panel surya dibawah pengaruh suhu I-V .....	10
<b>Gambar 2. 5</b>	Kurva karakteristik panel surya dibawah pengaruh suhu P-V.....	10
<b>Gambar 2. 6</b>	Kurva karakteristik panel surya dibawah pengaruh iradiasi I-V ....	10
<b>Gambar 2. 7</b>	Kurva karakteristik panel surya dibawah pengaruh iradiasi P-V....	10
<b>Gambar 2. 8</b>	SCC PWM (Sumber : tokopedia.com) .....	11
<b>Gambar 2. 9</b>	Skema panel surya dengan MPPT.....	11
<b>Gambar 2. 10</b>	Karakteristik prinsip kerja P&O .....	12
<b>Gambar 2. 11</b>	Flowchart algoritma P&O.....	13
<b>Gambar 2. 12</b>	Arduino Mega2560 (Sumber : tokopedia.com) .....	14
<b>Gambar 2. 13</b>	Tampilan Arduino IDE (Sumber : Dokumen Pribadi) .....	14
<b>Gambar 2. 14</b>	TLP250 (Sumber : embededstudio.com).....	15
<b>Gambar 2. 15</b>	Rangkaian konverter buck .....	15
<b>Gambar 2. 16</b>	Konverter buck kondisi on.....	16
<b>Gambar 2. 17</b>	Konverter buck kondisi off.....	16
<b>Gambar 2. 18</b>	Sinyal Output PWM.....	20
<b>Gambar 2. 19</b>	Skematik sensor INA219.....	21
<b>Gambar 2. 20</b>	Sensor INA219 (Sumber : esphome.io).....	21
<b>Gambar 2. 21</b>	LCD (Sumber : microcontrollerslab.com).....	22
<b>Gambar 2. 22</b>	Baterai VRLA (Sumber : gridoto.com) .....	22
<b>Gambar 3. 1</b>	Flowchart penelitian.....	23
<b>Gambar 3. 2</b>	Skema rangkaian konverter buck.....	24
<b>Gambar 3. 3</b>	Rangkaian SCC PWM.....	26
<b>Gambar 3. 4</b>	Flowchart P&O pada MPPT .....	28
<b>Gambar 3. 5</b>	Rancangan desain alat .....	28
<b>Gambar 3. 6</b>	Rancangan wiring alat .....	29
<b>Gambar 3. 7</b>	Diagram blok pengumpulan data .....	31
<b>Gambar 4. 1</b>	Realisasi perancangan SCC MPPT .....	33
<b>Gambar 4. 2</b>	Perancangan software.....	34
<b>Gambar 4. 3</b>	Implementasi perancangan hardware .....	35
<b>Gambar 4. 4</b>	Skema pengisian baterai 1 dan 2.....	37

<b>Gambar 4. 5</b>	Tegangan baterai 1 dan 2 pada kondisi penuh setelah pengisian....	37
<b>Gambar 4. 6</b>	Pengujian Sinyal PWM Arduino Mega 2560 .....	38
<b>Gambar 4. 7</b>	Wiring skema pengujian INA219 .....	39
<b>Gambar 4. 8</b>	Wiring pengujian LCD .....	42
<b>Gambar 4. 9</b>	Tampilan LCD SCC MPPT .....	42
<b>Gambar 4. 10</b>	Tampilan LCD SCC PWM .....	43
<b>Gambar 4. 11</b>	Skema pengujian konverter buck .....	43
<b>Gambar 4. 12</b>	Tegangan panel surya terhubung SCC MPPT dan SCC PWM pada hari ke-1 .....	49
<b>Gambar 4. 13</b>	Tegangan panel surya terhubung SCC MPPT dan SCC PWM pada hari ke-2.....	50
<b>Gambar 4. 14</b>	Tegangan panel surya terhubung SCC MPPT dan SCC PWM hari ke-3.....	51
<b>Gambar 4. 15</b>	Arus panel surya terhubung SCC MPPT dan SCC PWM pada hari ke-1.....	52
<b>Gambar 4. 16</b>	Arus panel surya terhubung SCC MPPT dan SCC PWM pada hari ke-2.....	53
<b>Gambar 4. 17</b>	Arus panel surya terhubung SCC MPPT dan SCC PWM pada hari ke-3.....	54
<b>Gambar 4. 18</b>	Daya Keluaran MPPT dan PWM pada hari ke-1 .....	55
<b>Gambar 4. 19</b>	Daya Keluaran MPPT dan PWM hari ke-2 .....	55
<b>Gambar 4. 20</b>	Daya Keluaran MPPT dan PWM pada hari ke-3 .....	56
<b>Gambar 4. 21</b>	Rata – Rata Tegangan masuk SCC MPPT & PWM .....	58
<b>Gambar 4. 22</b>	Arus masuk dan keluar SCC MPPT .....	59
<b>Gambar 4. 23</b>	Arus masuk dan keluar SCC PWM.....	59
<b>Gambar 4. 24</b>	Daya keluaran SCC MPPT dan SCC PWM .....	60
<b>Gambar 4. 25</b>	Kapasitas Baterai Setelah dicas oleh SCC MPPT dan PWM .....	62
<b>Gambar 4. 26</b>	Efisiensi SCC MPPT dan SCC PWM .....	63

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Penelitian terdahulu .....	5
<b>Tabel 3. 1</b> Parameter konverter buck .....	24
<b>Tabel 3. 2</b> Parameter SCC PWM .....	27
<b>Tabel 4. 1</b> Hasil pengujian panel surya 100WP .....	36
<b>Tabel 4. 2</b> Hasil pengujian INA219 input konverter buck .....	40
<b>Tabel 4. 3</b> Hasil pengujian INA219 untuk output konverter buck.....	40
<b>Tabel 4. 4</b> Hasil pengujian INA219 input PWM .....	41
<b>Tabel 4. 5</b> Pengujian sensor ina219 output PWM.....	41
<b>Tabel 4. 6</b> Tabel hasil pengujian konverter buck.....	44
<b>Tabel 4. 7</b> Hari ke-1 Pengujian SCC MPPT 30 November 2024 .....	45
<b>Tabel 4. 8</b> Hari ke-1 Pengujian SCC PWM 30 November 2024 .....	46
<b>Tabel 4. 9</b> Hari ke-2 Pengujian SCC MPPT 2 Desember 2024.....	46
<b>Tabel 4. 10</b> Hari ke-2 Pengujian SCC PWM 2 Desember 2024 .....	47
<b>Tabel 4. 11</b> Hari ke-3 Pengujian SCC MPPT 3 Desember 2024.....	47
<b>Tabel 4. 12</b> Hari ke-3 Pengujian SCC PWM 3 Desember 2024.....	48
<b>Tabel 4. 13</b> Perbandingan $V_{in}$ , $I_{in}$ , $V_{out}$ , $I_{out}$ SCC MPPT dan SCC PWM .....	57
<b>Tabel 4. 14</b> Perbandingan Daya Keluaran SCC MPPT dengan SCC PWM .....	60
<b>Tabel 4. 15</b> Perbandingan rata – rata arus keluar SCC MPPT dengan PWM .....	61
<b>Tabel 4. 16</b> Perbandingan kapasitas baterai terhubung SCC MPPT dan PWM ...	62
<b>Tabel 4. 17</b> Perbandingan Efisiensi SCC MPPT dan SCC PWM.....	63



## **DAFTAR LAMPIRAN**

**Lampiran 1.** Pengumpulan Data

**Lampiran 2.** Pengumpulan Data Pengujian Fungsional

**Lampiran 3.** Codingan

**Lampiran 4.** Lembar Konsultasi Pembimbing 1

**Lampiran 5.** Lembar Konsultasi Pembimbing 2