

**TUGAS AKHIR**

**PERBANDINGAN BUCK-BOOST KONVERTER DENGAN *MAXIMUM POWER POINT TRACKER* (MPPT) PADA *SOLAR CHARGING CONTROL*  
(STUDI KASUS PLTS PEMATANG JOHAR)**

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk mendapatkan Gelar Sarjana  
Program Strata-1 Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh :**

**HERI SETIADI**

**1607220001**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2021**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Heri Setiadi

NPM : 160722001

Program Studi: Teknik Elektro

Judul Skripsi : Perbandingan *Buck-Boost Konverter Dengan Maksimum Power Point Tracker (MPPT) Pada Solar Charging Control (Studi Kasus PLTS Pematang Johar)*

Bidang Ilmu : Sistem Kontrol

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Medan, 05 Oktober 2021

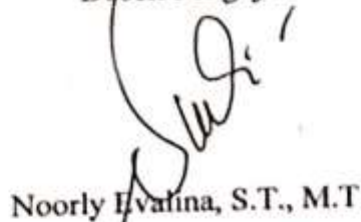
Mengetahui dan Meyetujui :

Dosen Pembimbing



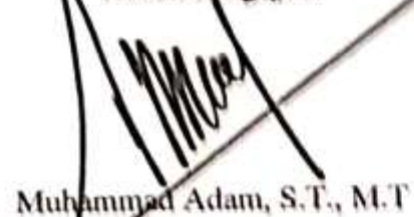
Rimbawati, S.T., M.T

Dosen Penguji I



Noorly Ivalina, S.T., M.T

Dosen Penguji II



Muhammad Adam, S.T., M.T

Program Studi Teknik Elektro

Ketua,



Faisal Irsan Pasribu, S.T., M.T

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Lengkap : Heri Setiadi  
Tempat/Tanggal Lahir : Medan/31 Januari 1999  
NPM : 1607220001  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul :

**"Perbandingan *Buck-Boost Konverter Dengan Maksimum Power Point Tracker (MPPT) Pada Solar Charging Control*"**

Bukan merupakan Plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan ketulusa / kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 06 September 2021

ng menyatakan,  
  
Heri Setiadi

Heri Setiadi

## ABSTRAK

Kebutuhan energi listrik merupakan hal yang sangat penting untuk menunjang kehidupan manusia khususnya negara Indonesia, dengan meningkatnya jumlah penduduk, maka energi listrik yang dibutuhkan akan semakin meningkat, namun ketersediaan energi listrik semakin menipis. Salah satu solusi alternatif untuk mengantisipasi dampak krisis energi listrik ialah dengan memanfaatkan energi matahari. Namun kemampuan PV untuk menghasilkan daya sangat tergantung oleh perubahan intensitas cahaya yang di terima oleh sel surya.

Oleh karena itu dengan perkembangan teknologi komponen dan rangkaian elektronika telah mampu menghasilkan sistem penyedia daya tegangan arus searah, yang dihasilkan melalui konversi tegangan DC masukan ke bentuk tegangan DC keluaran yang lebih tinggi atau lebih rendah. Buck-Boost Konverter merupakan salah satu jenis rangkain yang dapat merubah tegangan dari DC-DC yang mempunyai kelebihan yaitu tegangan output dapat diatur lebih besar atau lebih kecil dari tegangan input. Dimana tegangan keluaran dari Buck-Boost Konverter bisa lebih besar atau lebih kecil dari tegangan input adalah dengan adanya saklar elektrik yang akan mengatur arus masuk ke induktor sehingga nilai rata-rata tegangan beban sebanding dengan ratio antara waktu pembukaan dan waktu penutupan saklar. Tegangan output dari sistem pengendali ini dijaga sesuai standar tegangan pengisian baterai.

**Kata Kunci : SCC, Arduino Nano, Effisiensi, Buck-Boost Konverter, MPPT**

## ABSTARCT

*The need for electrical energy is very important to support human life, especially the country of Indonesia, with an increasing population, the electrical energy needed will increase, but the availability of electrical energy is running low. One alternative solution to anticipate the impact of the electrical energy crisis is to utilize solar energy. However, the ability of PV to generate power is highly dependent on changes in the intensity of light received by the solar cell.*

*Therefore, with the development of electronic component and circuit technology, it has been able to produce a direct current voltage power supply system, which is generated by converting the input DC voltage to a higher or lower output DC voltage. Buck-Boost Converter is one type of circuit that can change the voltage from DC-DC which has the advantage that the output voltage can be set greater or less than the input voltage. Where the output voltage of the Buck-Boost Converter can be greater or less than the input voltage, there is an electric switch that will regulate the incoming current to the inductor so that the average value of the load voltage is proportional to the ratio between the opening and closing times of the switch. The output voltage of this control system is maintained according to the standard battery charging voltage.*

***Keywords: SCC, Arduino Nano, Efficiency, Buck-Boost Converter, MPPT***

## KATA PENGANTAR



Assalamu”alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan Syukur Kehadirat Allah Subahana Wata’ala telah memberikan Rahmat dan Kesempatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Perbandingan *Buck-Boost Konverter* dengan *Maximum Power Point Tracker* (MPPT) Sebagai *Solar Charging Control* (Studi Kasus PLTS Pematang Johar)” dengan lancer dan hasil yang baik.

Dalam penulis Tugas Akhir ini, ternyata terdapat dukungan dari berbagai pihak yang mendukung, baik dari segi moril dan material. Untuk itu pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah Subahana Wata’ala yang dengan segala rahmat dan karunia-nya serta kesempatan yang diberikan kepada Penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Kedua orang tua penulis yakni Ayahanda Subari dan Ibunda Murni Waty yang sangat penuli sayangi, dan telah berjuang dengan keras baik doa sepanjang malam yang telah diberikan dan tindakan yang dilakukan serta memeras keringat dan air mata dalam mendukung penulis menggapai impian dan menyelesaikan Tugas Akhir ini dan yang saat ini belum penulis bahagiakan. Serta saudara-saudara penulis yang telah membantu dalam segi moral maupun material.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T., M.T dan Ibu Elvy Syahnur S.T., M.T selaku Ketua dan Sekertaris Program Studi S-1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibunda Rimbawati S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir serta selaku mentor yang memberikan segala solusi terbaik dalam menyelesaikan beberapa maasalah.
6. Seluruh staff pengajar/pegawai Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro Stambuk 2016, Terkhususnya abangda Ridho Ananda yang akan menyandang gelar sarjana teknik, Muhammad Aslam Ridho Effendy S.T yang saat ini sedang berjuang dan semoga mendapatkan pekerjaan diperusahaan yang diimpikan, Agung Tajali Ramadhan S.T (Atong) yang saat ini masih menggangur dan semoga mendapatkan pekerjaan, Wira Agus Lexmana Tanjung S.T yang sebentar lagi akan menjadi seorang Asisstem Manager dan semoga nantinya menjadi orang dalam bagi teman-temannya, Muhammad Ardiansyah (Kiteng) yang sebentar lagi akan menyadang gelar sarjana teknik, Andre Dwicahyo yang semoga segera menyelesaikan tugas akhirnya dan tamat darikampus tercinta terima kasih telh menjadi teman terbaik yang penulis miliki. Banyak yang penulis curahkan selama lima tahun terakhir, kejadian tersebut tidak akan pernah terlupakan dan akan jadi kengan ketika kita kumpul lagi.
8. Bapak Juman, selaku ketua BUMDES Pematang Johar yang telah memberi masukan.

9. Kekasih hati Delima Putri Cahyani yang selalu menemani penulis dan selalu merajuk ketika ada masalah terhadap penulis serta yang saat ini sedang mengejar gelar S.Pd di kampus tercintanya.
10. Mantan kekasih yang pernah ada dalam hidup penulis, yang pernah membuat janji bersama akan tetapi ternyata hanya singgah namun tidak menetap.
11. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang mendukung penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari sempurna, hal ini disebabkan keterbatasan kemampuan penulis, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritikan & saran yang dapat memangun dari segenap pihak.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tulisan ini dapat menambah dan memperkaya lembar Khazanah pengetahuan bagi para pembaca sekalian dan khususnya bagi penulis sendiri. Sebelum dan sesudahnya penulis mengucapkan terima kasih.

Medan, 06 September 2021  
Penulis,

**Heri Setiadi**



## DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	1
HALAMAN PENGSAHAN .....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	iii
ABSTRAK .....	iv
ABSTARCT .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Metodologi Penelitian .....	4
1.7 Sistematik Penulisan .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Tinjauan Pustaka Relavan .....	7
2.2 Landasan Teori .....	11
2.2.1 <i>Photovoltaic</i> .....	11
2.2.2 DC-DC Konverter.....	12
2.2.3 Driver Mosfet.....	19
2.2.4 <i>Pulse Widht Modulation (PWM)</i> .....	20
2.2.5 <i>Maximum Power Point Tracker (MPPT)</i> .....	20
2.2.6 <i>Mikrokontroller</i> .....	22
2.2.7 <i>Arduino</i> .....	22
2.2.8 Sensor Tegangan.....	25
2.2.9 Sensor Arus.....	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	27

3.2	Alat dan Bahan .....	27
3.2.1	Alat.....	27
3.2.2	Bahan .....	28
3.3	Prosedur Penelitian.....	29
3.3.1	Tahapan Perencanaan .....	30
3.3.2	Persiapan Penelitian.....	30
3.3.3	Variabel Penelitian.....	31
3.4	Perancangan Sistem.....	32
3.4.1	Perancangan Sistem <i>Buck-Boost Converter</i> .....	33
3.4.2	Perancangan <i>Software Buck-Boost Converter</i> .....	34
3.4.3	Perancangan <i>Hardware Buck-Boost Converter</i> .....	36
3.4.4	Perancangan Program <i>Buck-Boost Konverter</i> .....	41
3.4.5	Perancangan Sistem <i>Maximum Power Point Tracker (MPPT)</i> .....	43
3.5	Pengujian Alat .....	44
3.6	Flowchart Sistem <i>Solar Charging Control</i> .....	45
BAB IV HASIL DATA DAN ANALISA .....		47
4.1	Hasil Pengukuran Solar Charging Control.....	47
4.1.1	Pengukuran Hari Pertama .....	48
4.1.2	Pengukuran Hari Kedua.....	51
4.1.3	Pengukuran Hari Ketiga.....	54
4.1.4	Pengukuran Hari Keempat.....	57
4.1.5	Pengukuran Hari Kelima .....	60
4.1.6	Pengukuran Hari Keenam.....	63
4.1.7	Pengukuran Hari Ketujuh .....	66
4.2	Pengujian Kinerja <i>Buck-Boost Converter</i> .....	69
BAB V KESIMPULAN.....		72
5.1	Kesimpulan.....	72
5.2	Saran	72
DAFTAR PUSTAKA .....		ii
LAMPIRAN.....		5

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Photovoltaic</i> .....	12
Gambar 2.2 Rangkaian <i>Buck Converter</i> .....	13
Gambar 2.3 Rangkaian <i>Boost Converter</i> .....	14
Gambar 2.4 Rangkaian <i>Buck-Boost Converter</i> .....	15
Gambar 2.5 Rangkaian <i>Cuk Converter</i> .....	17
Gambar 2.6 Rangkaian <i>Sepic Converter</i> .....	18
Gambar 2.7 <i>Maximum Power Point Tracker (MPPT)</i> .....	21
Gambar 2.8 Arduino Nano.....	23
Gambar 2.9 Konfigurasi Pin Arduino Nano .....	24
Gambar 2.10 Rangkaian Sensor Tegangan .....	25
Gambar 2.11 Sensor Arus (ACS712).....	26
Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem Kerja <i>Buck-Boost Converter</i> .....	33
Gambar 3.2 Rangkaian Simulasi <i>Buck-Boost Converter</i> .....	34
Gambar 3.3 Rangkaian <i>Buck-Boost Converter</i> Dengan PWM Arduino Nano .....	35
Gambar 3.4 Rangkaian keseluruhan <i>Buck-Boost Converter</i> .....	35
Gambar 3.5 PCB Layout Rangkaian <i>Buck-Boost Converter</i> .....	36
Gambar 3.6 Program <i>Buck-Boost Converter</i> .....	36
Gambar 3.7 Pengecekan Komponen-Komponen.....	37
Gambar 3.8 Pencetakan Papan PCB .....	37
Gambar 3.9 Pelarutan papan PCB.....	38
Gambar 3.10 Penempatan Komponen.....	38
Gambar 3.11 Melubangi PCB .....	39
Gambar 3.12 Penyolderan Komponen .....	39
Gambar 3.13 Preoses Pengkabelan atau Penghubung Komponen.....	39
Gambar 3.14 Upload Program .....	40
Gambar 3.15 Pengecekan Alat.....	40
Gambar 3.16 Pengujian Alat .....	41
Gambar 3.17 Diagram Alir Program Sensor.....	42
Gambar 3.18 Diagram Alir Program <i>Buck-Boost Converter</i> .....	43
Gambar 3.19 Diagram Sistem Kerja MPPT.....	44
Gambar 3.20 Flowchart Sistem <i>Solar Charging Contro</i> .....	46
Gambar 4.1 Posisi Panel Surya .....	47
Gambar 4.2 Grafik <i>Effisiensi</i> Hasil Pengukuran Hari Pertama.....	50
Gambar 4.3 Grafik <i>Effisiensi</i> Hasil Pengukuran Hari Kedua .....	53
Gambar 4.4 Grafik <i>Effisiensi</i> Hasil Pengukuran Hari Ketiga .....	56
Gambar 4.5 Grafik <i>Effisiensi</i> Hasil Pengukuran Hari Keempat .....	59
Gambar 4.6 Grafik <i>Effisiensi</i> Hasil Pengukuran Hari Kelima .....	62
Gambar 4.7 Grafik <i>Effisiensi</i> Hasil Pengukuran Hari Keenam.....	65
Gambar 4.8 Grafik <i>Effisiensi</i> Hasil Pengukuran Hari Ketujuh .....	68
Gambar 4.9 Grafik Perhitungan <i>Duty Cycle</i> Buck Boost Konverter .....	70

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Sheet Panel Surya .....	32
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran MPPT Hari Pertama .....	48
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran <i>Buck-Boost</i> Konverter Hari Pertama .....	49
Tabel 4.3 Tabel Hasil Pengukuran MPPT Hari Kedua .....	51
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran <i>Buck-Boost</i> Konverter Hari Kedua.....	52
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran MPPT Hari Ketiga.....	54
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran <i>Buck-Boost</i> Konverter Hari Ketiga.....	55
Tabel 4.7 Hasil Pengukuran MPPT Hari Empat .....	57
Tabel 4.8 Hasil Pengukuran <i>Buck-Boost</i> Konverter Hari Keempat.....	58
Tabel 4.9 Hasil Pengukuran MPPT Hari Kelima.....	60
Tabel 4.10 Hasil Pengukuran <i>Buck-Boost</i> Konverter Hari Kelima.....	61
Tabel 4.11 Hasil Pengukuran MPPT Hari Keenam .....	63
Tabel 4.12 Hasil Pengukuran <i>Buck-Boost</i> Konverter Hari Keenam .....	64
Tabel 4.13 Hasil Pengukuran MPPT Hari Ketujuh.....	66
Tabel 4.14 Hasil Pengukuran <i>Buck-Boost</i> Konverter Hari Ketujuh .....	67
Tabel 4.15 Hasil <i>Duty Cycle Buck-Boost</i> Konverter.....	69

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi listrik merupakan hal yang sangat penting untuk menunjang kehidupan manusia khususnya negara Indonesia, dengan meningkatnya jumlah penduduk, maka energi listrik yang dibutuhkan akan semakin meningkat, namun ketersediaan energi listrik semakin menipis. Salah satu solusi alternatif untuk mengantisipasi dampak krisis energi listrik ialah dengan memanfaatkan energi matahari. Dengan adanya *Photovoltaic* maka energi matahari dapat di rubah secara langsung menjadi energi listrik dalam bentuk tegangan/arus (DC) (Seminar et al., 2017).

*Photovoltaic* (PV) adalah sebuah peralatan yang digunakan untuk mengkonversi energi terbarukan dari sinar matahari. PV menawarkan banyak keuntungan seperti tidak adanya polusi dan emisi serta memiliki biaya perawatan yang relative murah. Namun kemampuan PV untuk menghasilkan daya sangat tergantung oleh perubahan intensitas cahaya yang di terima oleh sel surya (Efrita Arfah Zuliari<sup>1</sup>, Ciptian Weried Priananda, 2017).

Oleh karena itu dengan perkembangan teknologi komponen dan rangkaian elektronika telah mampu menghasilkan sistem penyedia daya tegangan arus searah (DC), yang dihasilkan melalui konversi tegangan DC masukan ke bentuk tegangan DC keluaran yang lebih tinggi atau lebih rendah. Karena tegangan solar cell berubah terhadap intensitas cahaya matahari, maka diperlukan sebuah metode untuk mengkonversi agar dihasilkan luaran tegangan yang stabil. Salah satu metode yang dapat dilakukan adalah menggunakan metode *buck boost converter*

bersumber solar cell untuk membuat sistem pengendali pengisian baterai. Dikarenakan metode *Buck-Boost* Konverter dapat menstabilkan tegangan keluaran dari *solar cell* ketika cuaca tidak menentu (suwito, suhanto, 2017). Hingga saat ini, berbagai konfigurasi Buck-Boost Konverter telah banyak dikembangkan, seperti konfigurasi DC-DC *Converter* yang tidak memiliki isolasi dielektrik antara tegangan masukan dan keluaran, atau biasa disebut sebagai *non-isolated* DC-DC konverter (Syafriзал, 2016).

*Buck-Boost* Konverter merupakan salah satu jenis rangkain yang dapat merubah tegangan dari DC-DC yang mempunyai kelebihan yaitu tegangan output dapat diatur lebih besar atau lebih kecil dari tegangan input. Dimana tegangan keluaran dari *Buck-Boost* Konverter bisa lebih besar atau lebih kecil dari tegangan input adalah dengan adanya saklar elektrik (IGBT, Power Mosfet, Transistor) yang akan mengatur arus masuk ke induktor sehingga nilai rata-rata tegangan beban sebanding dengan ratio antara waktu pembukaan dan waktu penutupan saklar (Syafriзал, 2016). Tegangan output dari sistem pengendali ini dijaga sesuai standar tegangan pengisian baterai.

Untuk mengatur besarnya nilai *duty cycle* *Buck-Boost* Konverter membutuhkan *Pulse Width Modulation* (PWM) yang berfungsi sebagai *trigger* atau *switching* untuk saklar elektrik, sehingga mempengaruhi besar kecilnya nilai tegangan yang dikeluarkan, berbeda halnya dengan *Maximum Power Point Tracker* (MPPT) yang tidak menggunakan PWM.

Terdapat penelitian sebelumnya yang telah menggunakan *buck-boost converter* sebagai pengisian baterai pada *photovoltaic*. Oleh karena itu, maka berdasarkan uraian yang diatas, Tugas Akhir ini akan dilakukan Perbandingan

*Buck-Boost* Konverter Dengan MPPT Pada *Solar Charging Control* yang mampu untuk mengontrol besar tegangan masukan dan keluaran pada pengisian baterai pada *Photovoltaic*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas maka permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan efisiensi yang dihasilkan oleh *Buck-Boost* Konverter dan MPPT sebagai *Solar Charging Control*?
2. Bagaimanakah Perancangan dan kinerja dari *Buck-Boost* Konverter ketika sebagai *Solar Charging Control*?

## 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang dibahas pada penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Mengetahui perbandingan besar *efisiensi* yang dihasilkan oleh *buck-boost* Konverter serta besar *efisiensi* pada MPPT ketika saat kondisi *charging*.
2. Mengetahui hasil rancangan dan kinerja pada rangkaian *Buck-Boost* Konverter yang menggunakan mikrokontroler arduino sebagai pembangkit sinyalnya.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui efisiensi yang dihasilkan oleh *Buck-Boost* Konverter dan MPPT ketika sebagai *Solar Charging Control*.

2. Untuk mengetahui hasil dari rancangan rangkaian *Buck-Boost* Konverter serta sistem kerja rangkaian tersebut ketika pada saat kondisi *Charging*.

### 1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini ialah:

1. Untuk memperkenalkan kepada mahasiswa teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara mengenai apa itu *Buck-Boost* Konverter dan *Maximum Power Point Tracker* ketika sebagai *Solar Charging Control* pada *Photovoltaic*.
2. Dapat menambah wawasan dan pengalaman langsung tentang sistem *Solar Charging Control* pada *Photovoltaic* dari beberapa media yaitu menggunakan *Buck-Boost* Konverter ataupun *Maximum Power Point Tracker*.
3. Sebagai pijakan dari referensi pada penelitian-penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan *Buck-Boost* Konverter ataupun MPPT yang diterapkan sebagai *Charging Photovoltaic*.

### 1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi yang diterapkan di dalam penelitian ini ialah terdiri dari beberapa aspek:

1. Studi Literature

Hal ini dilakukan untuk mempelajari teori dan menjadireferensi penunjang dalam pelaksanaan yang berkaitan dengan penelitian.

2. Perancangan Sistem

Melakukan perancangan rangkaian *Buck-Boost Converter* sebagai *Solar Charging Control* menggunakan mikrokontroler Arduino.



### 3. Pengujian dan Analisis

Pengujian merupakan metode untuk memperoleh data dari sistem sehingga dapat diketahui dan diperoleh nilai-nilai yang dijalankan oleh sistem.

## 1.7 Sistematik Penulisan

Untuk mempermudah pembahasan dan pemahaman, maka sistematika penulisan tugas akhir ini diuraikan secara singkat sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini menjelaskan penyusunan tugas akhir, berupa Latar Belakang, Rumusan Masalah, dan Batasan Masalah, Manfaat Penulisan, Metodologi Penelitian serta Sistematika Penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini akan menjelaskan konsep teori yang menunjang pada penelitian, memuat tentang dasar teori dari sebuah sistem *Buck-Boost* Konverter ataupun MPPT pada sebuah *Charging Control* Panel Surya.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini menerangkan perihal lokasi dilaksanakannya proses penelitian, alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian, Prosedur penelitian, perancangan sistem lalu menerangkan mengenai *flowchart* dan hal-hal lain yang berhubungan pada penelitian

### **BAB IV ANALISA DAN HASIL PENELITIAN**

Bab ini membahas hasil dari pengujian pada sebuah *Charging Control* dan analisa data yang telah dilaksanakan.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini memuat kesimpulan dari peneluitian yang dilakukandan aran yang dapat digunakan sebagai tindak lanjut dari penelitian yang telah dilakukan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Berdasarkan studi dari jurnal yang telah terpublikasi bahwasannya penelitian mengenai *Buck-Boost* Konverter memiliki kesamaan yang tidak terlalu signifikan yaitu dengan mengatur tegangan dan arus keluar yang sesuai dengan kebutuhan. Akan tetapi beberapa penelitian tersebut memiliki metode-metode dengan sistem yang berbeda-beda. Hal tersebut akan berpengaruh pada jumlah pengisian baterai.

Pada Penelitian (Muhammad Otong, 2016) sistem *Buck-Boost* Konverter menggunakan metode *Petrub and Observe* (P&O) yang di implementasikan dengan Pembangkit Listrik Tenaga Angin. Untuk Perbandingan daya keluaran dari yang di hasilkan oleh turbin angin dengan menggunakan Algoritma MPPT *Petrub and Observe* (P&O) dapat mengahailkan daya keluaran yang lebih besar dibandingkan sistem turbin tanpa dilengkapi MPPT. Sedangkan pada hasil penelitian simulasi sistem turbin angin dalam pengisian Baterai menggunakan *Buck-Boost* Konverter memiliki rata-rata *efisiensi* 90,15 % dan 82,01% jika tidak dilengkap dengan MPPT (Otong & Bajuri, 2016).

Penelitian berbeda dengan metode *Incremental Conductance* yang dikendalikan dengan menggunakan PWM *Mikrokontroller* Atmega 16. Metode yang dilakukan dengan menggunakan MPPT dapat menghasilkan daya maksimum pada panel surya sebesar 4,42 watt dengan *Irradiasi* 1000 watt/m<sup>2</sup> serta *Temperature* sebesar 29 °C, sedangkan daya tanpa MPPT dengan resistansi 50 ohm daya yang dihasilkan sebesar 4,17 watt, 33,3 ohm sebesar 2,88 watt, 25 ohm

sebesar 2,37 watt dan 20 ohm sebesar 2,04 watt. Untuk menggunakan MPPT dengan *Irradiasi* 750 watt/m<sup>2</sup> dan *temperature* 29 °C dapat menghasilkan daya sebesar 3,01 watt, sedangkan tidak menggunakan MPPT pada resistansi 50 ohm hanya menghasilkan sebesar 2,53 watt, 33,3 ohm sebesar 1,84 watt, 25 ohm sebesar 1,48 watt dan 20 ohm sebesar 1,33 watt. Oleh karena itu dimana daya yang dihasilkan tidak terlalu besar ketika tidak menggunakan MPPT (Nathawibawa et al., 2016).

Untuk penelitian berikutnya yang dilakukan oleh (Suwito, 2017) dengan menggunakan *Mikrokontroller Atmega 328* atau *Arduino Uno*. Dimana *Buck-Boost* Konverter yang digunakan hanya mampu mengisi baterai 12 Volt dengan tegangan *charging* baterai sebesar 13,6 Volt dengan rata-rata arus keluaran sebesar 1 A dalam jangka waktu 4 jam. Ketika saat intensitas matahari tinggi yaitu pada pukul 10.00 sampai dengan 14.00 wib *effisiensi* yang dihasilkan hanya mencapai 78 %. Untuk sistem tegangan luaran *Solar Cell* dan *Buck-Boost* Konverter hanya sebesar 0.8 %, serta arus *charge* dan *discharge* baterai mencapai 0,8 % (suwito, suhanto, 2017).

Sistem *Buck-Boost Converter Coupled Inductor* (BCCCI) berbasis *Photovoltaic* (PV) diteliti dengan langkah-langkah dari perubahan iradiasi matahari. Metode tersebut diatur dengan menggunakan pengontrolan PI & FOPID, dimana sistem tersebut dibandingkan dengan kenaikan waktu, waktu puncak, waktu penyelesaian dan kesalahan kondisi pada tegangan output. Akan waktu dengan pengontrolan FL berkurang menjadi 0,3 detik dan kesalahan tetap dikurangi menjadi 1,1 Volt (Vanitha & Rathinakumar, 2017).

Berikut penelitian yang dilakukan oleh (Viswanatha, 2017) ialah *Buck-Boost* Konverter yang menggunakan *mikrokontroller* dua arah. Pada metode ini tegangan *Photovoltaic* yang digunakan hanya sebesar 24 V dengan arus sebesar 3A, serta Tegangan input baterai sebesar 12 V. Pada metode *Buck*, baterai diisi melalui *charger* dua arah dimana baterai diisi dengan tegangan dan arus yang konstan, sedangkan pada *Boost* Baterai dilepas melalui *Charger* Dua Arah. Sehingga pengontrolan pengisian baterai menggunakan *Buck-Boost* Konverter pada metode *Charger* Dua Arah kurang efektif dan efisien, dikarenakan sistem tersebut harus menyediakan beberapa fungsi penyesuain yang fleksibel misalnya, tegangan beban, dan pengisian daya yang harus ditransfer ke jaringan (Viswanatha & Reddy, 2017).

Metode ini berkaitan dengan output tegangan, dimana hal tersebut untuk mempertahankan amplitudo tegangan beban menggunakan Konverter *Buck-Boost* DC/DC yang dilengkapi dengan Kontrol PI (*Propotional Integral*). Dimana parameter rangkaiannya dihitung untuk mempertimngkan efek perpindahan *frekuensi*. Oleh karena itu ketika pada saat mode *Buck* dengan tegangan output sebesar 100 V *duty cycle* yang dihasilkan hanya 60 persen, sedangkan dalam mode *Boost duty cycle* yang di hasilkan sebesar 33,33 persen, pengujian tersebut dilakukan dengan *frekuensi* sebesar 100 kHz dengan kapasitansi sebesar 100  $\mu$ F dan induktansi 2,5 mH (Duong et al., 2017).

Berdasarkan pengujian dan analisis yang dilakukan oleh (Komarudin, 2014) dengan metode kontrol *propotional* pada pengaturan *duty cycle* konverter *buck-boost* berfungsi untuk mencapai *setpoint* pada waktu 0,5 detik. Pada proses *charging* dengan menggunakan rangkain *Buck-Boost* Konverter dan beban baterai

sebesar 7 AH, ketika tegangan awal 11,34 V dapat menjadi 11,74 V dalam waktu 90 menit dengan tegangan sumber 11,9 V. Sedangkan pada saat tegangan awal 10,19 V hanya menjadi 10,39 V dengan tegangan sumber 10,9 V. Akan tetapi masih perlu dilakukan perubahan dikarenakan hasil dari tegangan yang berubah polaritasnya menyebabkan terjadinya kesulitan pada rangkaian *feedback*, serta perlu adanya sensor arus untuk memonitori daya maksimum yang bisa dihasilkan oleh *photovoltaic* (Komarudin, 2014).

Penelitian serupa dilakukan oleh (Almanda, 2019) dengan membandingkan kinerja Konverter *Buck-Boost* dan Konverter *Sepic*. Dimana hasil dari pengujian tegangan output dari konverter *buck-boost* dan konverter *sepic* hanya berselisih 3,5 V, oleh karena itu penelitian tersebut menggunakan *gate mosfet* di tambahkan resistor variabel 100k ohm. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan konverter *buck-boost* memiliki keandalan yang lebih baik dari pada konverter *sepic*. Selain rangkaian *buck-boost* lebih sederhana, lebih murah, pengisian baterai dengan *buck-boost* juga lebih cepat dari konverter *sepic* yaitu 5 menit lebih cepat. Arus pengisian baterai pada konverter *sepic* lebih bervariasi, hal ini dikarenakan rugi-rugi pada induktor. Karena konverter *sepic* menggunakan dua induktor, dimana pada induktor terjadi *eddy current* sehingga daya output banyak yang hilang menjadi panas (Almanda & Chamdareno, 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun rangkaian *synchronous non-inverting buck-boost converter* untuk *Solar Charge Controller* menggunakan 4 *mosfet* yang bekerja saling sinkron dengan bantuan *ic driver mosfet* yang dikontrol dengan dua buah sinyal PWM dari *arduino nano* pada Timer 1 Atmega 328 guna menaikkan atau menurunkan tegangan masukan. Hasil pengujian

menunjukkan bahwa rangkaian SNIBBC dapat mengisi lead-acid 12V 5 AH dengan tegangan berusaha diatas mendekati 15 V dengan rata-rata tegangan keluaran 14,97 V. Pengujian SCC dengan rangkaian SNIBBC dalam pengisian baterai *lead-acid* 12 V 5 AH dalam waktu 8 jam. Baterai yang digunakan hanya dapat bertahan dengan dibebankan oleh beban inverter dan lampu AC LED 5 watt dengan total daya yang diserap sebesar 9,36 watt selama 6 jam penggunaan (Mahrub et al., 2018).

Metode serupa menggunakan *Buck Boost* Konverter *xl6009*, dimana penelitian tersebut menggunakan baterai berkapasitas 12 Volt 7 AH. Dari hasil pengujian dan analisis yang dilakukan modul surya hanya dapat menghasilkan pada intensitas cahaya tertinggi, yaitu sebesar 2,1 W dengan intensitas 17500 lumen. Metode *Buck-Boost Converter* yang di uji efektif digunakan untuk menstabilkan tegangan pengisian baterai yang berkapasitas rendah. *Efisiensi* yang dapat dihasilkan dari *buck-boost* yang digunakan relative tinggi dengan nilai *efisiensi* rata-rata mencapai 73,9 % (Pendidikan et al., 2019).

## **2.2 Landasan Teori**

### **2.2.1 Photovoltaic**

Sumber energi terbarukan telah banyak dikembangkan, salah satunya dikenal dengan namanya *Photovoltaic* (PV). PV merupakan teknologi menggunakan komponen semikonduktor yang dapat memanfaatkan energi matahari berupa radiasi cahaya menjadi listrik searah. Saat ini bahan semikonduktor yang umum digunakan adalah jenis silicon. Di dalam silicon terdapat dua lapisan yaitu, lapisan bermuatan positif dan bermuatan negataif. Kemudian terdapat gerbang di lapisan tersebut, dimana gerbang akan terbuka

ketika terjadi rangsangan dari cahaya matahari sehingga membentuk aliran *elektron* arus searah (DC). Besar gerbang berbanding lurus dengan banyaknya intensitas cahaya matahari yang masuk. Dikarenakan besarnya arus yang dihasilkan berbanding lurus dengan intensitas cahaya matahari, maka tidak sama antara kondisi cuaca cerah dan kondisi mendung. Oleh karena itu, besarnya nilai arus yang dihasilkan berbanding lurus dengan berat jenis awan yang memantulkan sinar matahari (Komarudin, 2014).

Untuk menghasilkan kapasitas daya yang sesuai kebutuhan, beberapa *Photovoltaic* (PV) harus saling dihubungkan. *Photovoltaic* (PV) yang terhubung dengan PV yang lain biasa disebut dengan modul *Photovoltaic*, sedangkan modul yang saling terhubung biasa disebut *photovoltaic array*. Kemudian, ketika daya listrik yang dihasilkan harus maksimum, *photovoltaic array* harus dipasang pada sudut yang tepat terhadap pergerakan matahari (Fuadi et al., 2014).



Gambar 2.1 *Photovoltaic*

### 2.2.2 DC-DC Konverter

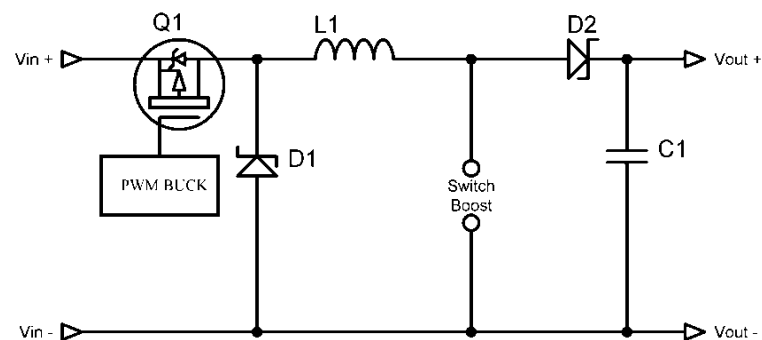
*DC-DC Converter* adalah rangkaian elektronika daya yang dapat mengkonversi tegangan DC dimana dari level tegangan DC satu ke level tegangan



DC yang berbeda. Beberapa jenis DC-DC *Converter* diantara lain yaitu *Boost Konverter*, *Buck Konverter*, *Buck-Boost Converter*, *Cuk Converter*, dan *Sepic Converter*. Dalam pemilihan Konverter harus memiliki beberapa kriteria atau keuntungan yaitu integritas konverter yang mudah, dapat mengurangi komponen yang tidak terluar diperlukan, ripple arus keluaran yang rendah, dan terjaganya karakteristik DC-DC(Utami, 2017).

#### a. *Buck Converter*

*Buck Converter* biasanya digunakan untuk meregulasi tegangan DC tinggi menjadi tegangan DC yang lebih rendah levelnya dan dengan polaritas yang sama. Keunggulannya adalah *power loss* nya lebih kecil (Atallah et al., 2014).



Gambar 2.2 Rangkaian *Buck Converter*

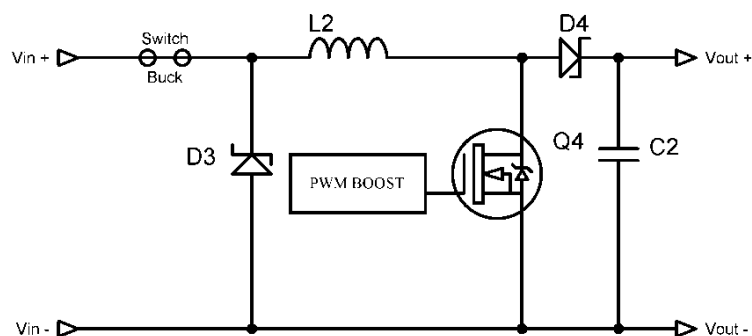
*Converter mode buck* ketika saat *switch buck* dalam kondisi ON, dioda 1 bekerja *reverse-bias* dan dioda 2 bekerja *forward bias*, sehingga arus akan mengisi induktor sekaligus menyuplai beban. Beda potensial antar tegangan input dan output menghasilkan arus yang akan melintasi induktor dan bertambah berdasarkan waktu. Serta pada waktu tersebut, arus pada induktor akan mengalir pada tahanan beban dan kapasitor dalam kondisi mengisi (*charge*). Kemudian ketika dalam kondisi *switching off* tegangan *input* terputus dengan induktor yang mengakibatkan arus akan berkurang berdasarkan waktu, akan tetapi arus pada

induktor tidak langsung berkurang dengan cepat, maka dari itu level tegangan akan berubah sehingga arus pada beban cenderung konstan. Level tegangan akan berhenti berubah sampai batas level tegangan dioda, disaat yang sama pula kapasitor akan memberikan arus pada beban, sehingga dalam kondisi ini arus pada beban sama dengan arus induktor ditambah arus kapasitor (Syafriзал, 2016).

*Buck converter* hanya memerlukan sebuah transistor dan memiliki *effisiensi* yang tinggi, lebih dari 90 %. Arus beban dibatasi oleh induktor L namun demikian arus masukan tidak kontinyu dan *filter* masukan biasanya dibutuhkan. *Buck converter* memiliki polaritas tegangan output dan arus output yang *undirectional* dan memerlukan rangkaian pelindung untuk kemungkinan adanya *short circuit* pada arus yang mengalir pada *diode* (Syafriзал, 2016).

### b. Boost Converter

Sama halnya dengan *buck converter*, *boost converter* juga berfungsi sama yaitu dapat mengkonversikan tegangan DC satu menjadi tegangan DC dengan level yang berbeda, dimana *boost converter* bekerja untuk menaikkan tegangan.



Gambar 2.3 Rangkaian *Boost Converter*

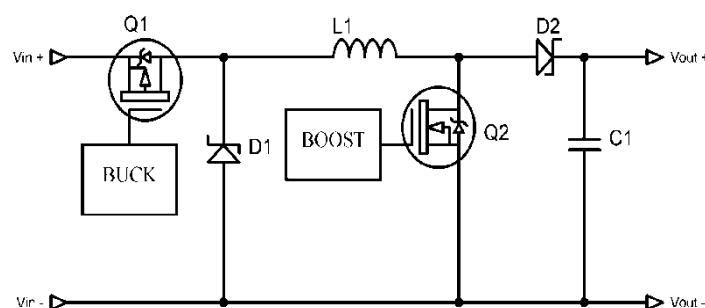
*Boost converter* bekerja disaat ketika tegangan input masuk kedalam induktor dan menyebabkan kenaikan arus berdasarkan waktu. Dimana pada kondisi tersebut *switch off* saat ujung induktor bernilai positif, *forward bias* dari

dioda akan memberikan jalur agar kapasitor dalam keadaan mengisi (*charge*) dengan tegangan yang lebih besar dari tegangan *input*, dalam waktu yang sama arus induktor akan mengalir pada kapasitor dan beban, dan disaat *Switch on* lagi, tegangan dan arus hanya akan disuplai oleh kapasitor (Syafrizal, 2016).

*Boost converter* dapat menaikkan tegangan tanpa perlu menggunakan trafo. Dimana *boost converter* memiliki *effisiensi* yang tinggi sehingga menyebabkan tegangan keluaran yang sensitif terhadap perubahan *Duty Cycle* ( $k$ ) dan sangat sulit untuk menstabilkan regulator. Arus keluaran yang dihasilkan rata-rata lebih kecil dibandingkan dengan arus pada induktor yang disebabkan oleh faktor kapasitor oleh karena itu diperlukan penggunaan *filter* kapasitor dan induktor yang lebih tinggi (Syafrizal, 2016).

### c. *Buck-Boost Converter*

*Buck-Boost Converter* berfungsi untuk mengubah level tegangan DC, baik ke level yang lebih tinggi maupun ke level yang lebih rendah. Dimana *buck-boost converter* bekerja dengan mengubah polaritas dari tegangan *input* terhadap *output*. Konverter *buck-boost* adalah salah satu regulator mode pensaklaran yang dapat menghasilkan tegangan keluar yang lebih kecil atau lebih besar dibanding tegangan masukannya dengan hasil yang lebih stabil (Komarudin, 2014).

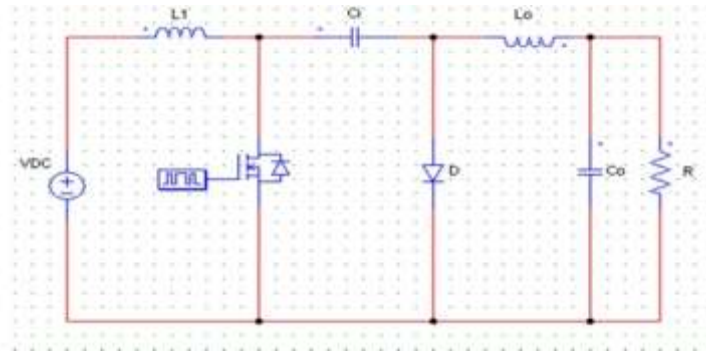


Gambar 2.4 Rangkaian *Buck-Boost Converter*

Prinsip kerja dari rangkaian *buck-boost converter* dibagi menjadi 2 mode. Pada mode pertama, *mosfet* Q1 digunakan untuk kondisi *buck*, sedangkan mode kedua menggunakan *mosfet* Q2 untuk mengatur *boost*. *Buck-Boost Converter* menghasilkan tegangan output yang terbalik tanpa harus menggunakan trafo. Regulator ini memerlukan *effisiensi* yang tinggi. Bila terjadi *source* pada transistor rusak arus pada di/dl dibatasi oleh induktor L dan akan menjadi  $V_s/L$ . Proteksi terhadap arus hubung singkat mudah diimplementasikan. Dengan catatan, bila *duty cycle* PWM sebagai penyulut *switch* lebih dari 50%, maka tegangan keluaran akan lebih tinggi dari tegangan masukan. Serta bila *duty cycle* PWM kurang dari 50%, maka tegangan keluaran akan lebih rendah dari tegangan masukan (Komarudin, 2014).

#### ***d. Cuk Converter***

*Cuk Converter* merupakan converter dc-dc dengan besarnya tegangan luaran dari converter ini dapat lebih besar atau lebih kecil dari tegangan masukan, tetapi tegangan luaran dari converter ini memiliki polaritas yang terbalik dari tegangan masukannya. *Cuk converter* dipilih karena dapat dioperasikan dalam berbagai mode dan juga dapat berfungsi untuk menaikkan maupun menurunkan tegangan output. *Cuk converter* adalah jenis konverter yang merupakan penyempurnaan dari *buck-boost converter*. *Cuk converter* berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan tegangan. Rangkaian *cuk converter* terdiri dari induktor input ( $L_i$ ), *switch*, kapasitor pentransfer tegangan ( $C_i$ ), diode (D), induktor filter ( $L_o$ ), dan kapasitor filter ( $C_o$ ) (A. S. & Mulyana, 2019).



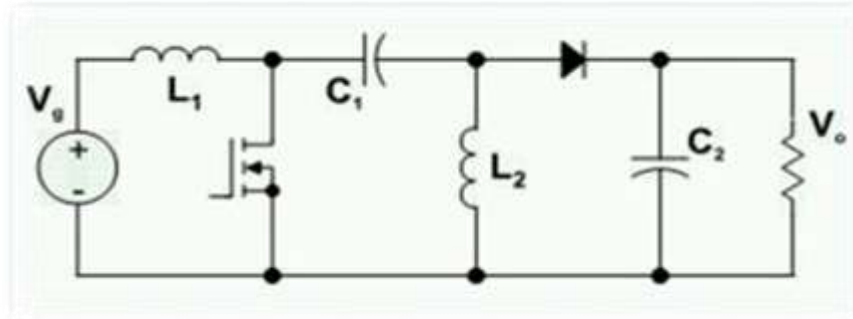
Gambar 2.5 Rangkaian *Cuk Converter*

Topologi pensaklaran dari converter Cuk ditunjukkan pada gambar di atas. Komponen inductor  $L_1$  bertindak sebagai penyaring (*filter*) pada suplay DC untuk mencegah *harmonic* yang besar. Besarnya energi yang ditransfer yang berhubungan dengan inductor pada converter Cuk bergantung pada kapasitor  $C_1$ . Tegangan yang melewati inductor bernilai nol pada operasi keadaan yang stabil,  $V_{C1} = V_S - V_O$ . Pada kondisi saklar tertutup, kondisi diode terbuka, dan arus pada  $C_1$  ( $i_{C1}$ )<sub>tertutup</sub> =  $-I_{L2}$ . Daya yang diserap beban R sama dengan daya yang disuplai dari sumber,  $-V_O I_{L2} = V_S I_{L1}$ . Untuk operasi satu periode arus pada kapasitor sama dengan nol. Dengan waktu saklar tertutup adalah  $DT$  dan waktu saklar terbuka adalah  $(1-D)T$  maka,  $-I_{L2}DT + I_{L1}(1-D)T = 0$ . Besarnya daya yang disuplai sumber harus sama dengan daya yang diserap beban,  $P_S = P_O$  atau  $V_S I_{L1} = -V_O I_{L2}$  (A. S. & Mulyana, 2019).

#### e. *Sepic Converter*

*Sepic* (*Single-Ended Primary Inductance Converter*) adalah jenis konverter DC-DC yang dapat difungsikan sebagai menaikkan dan menurunkan tegangan dari tegangan inputnya. Polaritasnya antara tegangan input dan keluaran adalah sama. *Sepic converter* dapat beroperasi pada konsisi *continuous* dan

*discontinuous*. Rangkaian *sepic converter* dapat dilihat pada gambar dibawah ini (Fibrianti, 2020).



Gambar 2.6 Rangkaian *Sepic Converter*

Sama halnya dengan *Cuk Converter*, tegangan luaran dari konverter *Sepic* dapat lebih besar atau lebih kecil dari tegangan masukannya, yang berbeda hanya polaritas dari konverter *Sepic* tidak terbalik. Topologi pensaklaran dari konverter *SEPIC* ditunjukkan pada gambar diatas. Pada kondisi operasi dalam keadaan stabil, besarnya tegangan yang melewati inductor adalah nol, sehingga besarnya tegangan pada kapasitor  $C_1$ ,  $V_{C1} = V_s$ . Pada kondisi saklar tertutup, kondisi diode terbuka, inductor  $L_1$  terisi dari sumber  $V_s$ , dan inductor  $L_2$  mengisi  $C_1$ . Selama kondisi ini, tidak ada energy yang disuplai ke beban. Besarnya tegangan yang melewati  $L_1$   $(V_{L1})_{tertutup} = V_s$ , sedangkan pada kondisi saklar terbuka, kondisi diode tertutup,  $L_1$  mengisi  $C_1$  dan secara bersamaan  $L_2$  memberikan arus beban. Besarnya tegangan pada  $L_1$  pada kondisi ini,  $(V_{L1})_{terbuka} = -V_o$ . Jika waktu saklar tertutup adalah  $DT$  dan waktu saklar terbuka adalah  $(1-D)T$  dan besarnya daya yang disuplai sama dengan daya yang diserap beban, maka  $V_s(DT) - V_o(1-D)T = 0$ . Besarnya tegangan luaran dari konverter *Sepic* (Fibrianti, 2020).

$$V_o = V_s \left( \frac{D}{1-D} \right) \dots\dots\dots(2.1)$$

### 2.2.3 Driver Mosfet

Mosfet merupakan singkatan dari *Meal Oxide Semiconductor Filed Effect Transistor* dan bahan-bahan penyusunannya terdiri dari logam, oksida dan semikonduktor. *Mosfet* dibuat dengan meletakkan lapisan oksida pada semikonduktor dari tipe NPN maupun tipe PNP dari lapisan logam diletak di atasnya.

Mosfet sebagai piranti penyaklaran elektronik mempunyai beberapa kelebihan, antara lain yaitu:

1. Terminal *Gate* MOSFET secara elektrik terisolasi dari sumber lapisan oksida, sehingga MOSFET mempunyai impedansi masukan yang sangat tinggi, sehingga tidak akan membebani rangkaian sebelumnya dan tidak memerlukan rangkaian *driver* yang rumit untuk terminal *gate*.
2. Kecepatan *switching* sangat tinggi, dalam orde nano detik, sehingga rugi-rugi akibat *switching* dapat dibuat sekecil mungkin.
3. Sangat cocok digunakan untuk aplikasi tegangan yang menggunakan tegangan rendah.
4. MOSFET tidak memerlukan *interface* berupa rangkaian *buffer* apabila dihubungkan dengan rangkaian logika.

Mosfet dapat konduksi apabila diberikan pulsa pada terminal *gate* nya. Rangkaian kontrol pulsa PWM dapat menggerakkan Mosfet sebagai berikut: apabila pulsa PWM menjadi tinggi yang berarti terminal *gate* (G) mendapat pemicuan, Mosfet akan menjadi *on*, sehingga terminal sumber (S) dan terminal cerat (D) akan terlihat seperti terhubung singkat ( $V_{in}$  tinggi, MOSFET menghantar,  $V_{out}$  rendah) (Raju et al., 2013).

#### **2.2.4 Pulse Width Modulation (PWM)**

Kontrol pemanfaatan MOSFET pada *buck-boost converter* adalah dengan memanfaatkan penyaklaran (*switching*) frekuensi tinggi menggunakan teknik modulasi lebar pulsa (PWM) pada sumber tegangan DC yang dijaga konstan, kemudian diambil rata-rata dari bentuk gelombang keluaran untuk mendapatkan komponen fundamental tegangan yang diatur magnitudnya. Teknik PWM memberikan keuntungan dimana komponen harmonisa urutan komponen rendah berkurang sehingga akan mengurangi jumlah harmonisa dan menfilter harmonisa.

Semakin tinggi rasio frekuensi *switching* terhadap frekuensi *fundamental* maka semakin berkurang komponen harmonisa yang muncul.

Sinyal PWM dapat dibangun dengan banyak cara, dapat menggunakan metode analog dengan menggunakan rangkaian OP-AMP atau dengan menggunakan metode digital. Dengan metode analog setiap perubahan PWM-nya sangat halus, sedangkan menggunakan metode digital setiap perubahan PWM tersebut memiliki resolusi 2 perangkat 8-256, maksudnya nilai keluaran PWM ini memiliki 256 variasi, variasinya mulai dari 0-256 yang mewakili *duty cycle* 0-100% dari keluaran PWM tersebut, pada perancangan driver ini sinyal PWM akan diatur secara digital yang dibangkitkan oleh *mikrokontroller*(Putra et al., 2013).

#### **2.2.5 Maximum Power Point Tracker (MPPT)**

*Maximum Power Point Tracker* (MPPT) merupakan sebuah metode untuk menentukan titik dimana daya maksimum dihasilkan oleh panel surya. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, salah satu keuntungan penggunaan MPPT adalah cepat terpenuhinya kondisi *equilibrium photovoltaic* untuk kondisi yang diperlukan oleh beban dan yang dapat dipenuhi panel surya. MPPT



memerlukan dua komponen pendukung dalam pengoperasiannya: arus input (I) dan tegangan input (V). Dua komponen ini dikombinasikan untuk mendapatkan nilai daya (P). Dalam kondisi *temperature* dan *iradiasi* yang berbeda, serta diperoleh nilai MPPT yang berbeda (Utami, 2017).

MPPT adalah sebuah metode yang digunakan untuk mengoptimalkan daya keluaran berbagai pembangkitan listrik. Pada pembangkit listrik tenaga angin, MPPT juga bisa digunakan untuk mengoptimalkan daya keluaran dari generator dengan menggunakan *converter* daya elektronik. Secara keseluruhan *effisiensi* sistem pembangkit listrik yang dilengkapi dengan *Maximum Power Point Tracker* (MPPT) lebih besar dibandingkan dengan sistem tanpa dilengkapi MPPT. Besar *effisiensi* rata-rata menunjukkan daya yang mampu ditransfer dari pembangkit ke baterai sebesar 90.56 % untuk sistem dengan *Maximum Power Point Tracker* (MPPT) dan 82.01 % untuk sistem pembangkit listrik tenaga angin yang dilengkapi *Maximum Power Point Tracker* (MPPT) tidak mampu menghasilkan daya yang lebih besar dibandingkan dengan sistem yang tidak lengkapi MPPT (Otong & Bajuri, 2016).



Gambar 2.7 *Maximum Power Point Tracker* (MPPT)

### 2.2.6 Mikrokontroller

*Mikrokontroller* ialah sebuah komponen elektronika yang dapat mengatur atau menyeting sebuah data. *Mikrokontroller* juga biasa disebut sebagai *computer* mini, dikarenakan komponen ini memiliki *chip mikroprosesor*, *memory*, dan RAM didalamnya. Berdasarkan kegunaanya *microkontrolller* dapat bekerja ketika didalamnya terdapat sebuah program yang berisikan perintah-perintah yang bertujuan menjalankan sistem *microcontroller* itu sendiri. Program didalam *microcontroller* dijalankan secara bertahap. Pada program di dalam *microcontroller* menggunakan bahasa C untuk menjalankan perintah yang diinginkan. Kelebihan dari *microcontroller* ialah terletak pada ketersediaan RAM dan peralatan I/O, dimana hal tersebut membuat *microcontroller* sangat mini.

### 2.2.7 Arduino

Arduino merupakan sebuah *platform* komputasi fisik (*Physical Computing*) yang *open source* pada board input output sederhana, yang dimaksud dengan *platform* komputasi fisik disini ialah sebuah sistem fisik yang interaktif dengan penggunaan software dan hardware yang dapat mendeteksi dan merespons situasi dan kondisi. Arduino adalah sebuah *mikrokontroller* yang di atur menggunakan bahasa C, dimana dalam pemogramannya harus menggunakan *software* Arduino ide. Arduino memiliki beberapa tipe, dimana tipe dari setiap arduino menggunakan mikrokontroller yang berbeda, akan tetapi *platform* satu ini dapat berfungsi yang sama hanya saja jumlah pin keluaran yang berbeda salah satunya ialah arduino nano, dimana memiliki pin yang lebih sedikit dibandingkan dengan arduino yang lain.

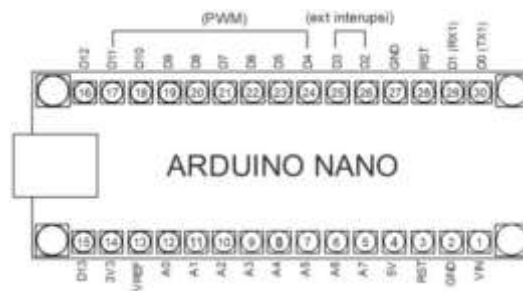
Arduino nano merupakan salah satu papan pengembang *mikrokontroller* yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung penggunaan *breadboard*. Arduino nano diciptakan dengan basis *mikrokontroller ATmega328* (untuk Arduino Nano versi 3.x) atau *ATmega 168* (untuk arduino versi 2.x). Arduino nano kurang lebih memiliki fungsi yang sama dengan Arduino *Duemilanove*, tetapi dalam paket yang berbeda. Arduino nano tidak menyertakan colokan DC berjenis *Barrel Jack*, dan dihubungkan ke komputer menggunakan port USB Mini-B. Arduino Nano dapat diaktifkan melalui koneksi USB Mini-B, atau melalui catu daya eksternal dengan tegangan belum teregulasi antara 6-20 Volt yang dihubungkan melalui pin 30 atau pin VIN, atau melalui catu daya eksternal dengan tegangan teregulasi 5 volt melalui pin 27 atau pin 5V. Sumber daya akan secara otomatis dipilih dari sumber tegangan yang lebih tinggi. Chip FTDI FT232L pada Arduino Nano akan aktif apabila memperoleh daya melalui USB, ketika Arduino Nano diberikan daya dari luar (Non-USB) maka Chip FTDI tidak aktif dan pin 3.3V pun tidak tersedia (tidak mengeluarkan tegangan), sedangkan LED TX dan RX pun berkedip apabila pin digital 0 dan 1 berada pada posisi HIGH (Rimbawati et al., 2019).

*Board* arduino nano menggunakan *mikrokontroller* Atmega. Secara umum, posisi/letak pin-pin terminal I/O pada berbagai Bord Arduino posisinya sama dengan posisi/letak pin-pin I/O dari Arduino Nano yang mempunyai 12 pin digital yang dapat di set sebagai Input/Output dan 8 Pin input Analog.



Gambar 2.8 Arduino Nano

Berikut merupakan konfigurasi pin pada Arduino Nano.



Gambar 2.9 Konfigurasi Pin Arduino Nano

Arduino Nano memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Mikrokontroler : Atmel Atmega168 untuk arduino nano 2.x

Atmer Atmega328 untuk arduino nano 3.x

Tegangan kerja : 5 Volt

Tegangan input : Optimal 7-12 Volt

Minimum : 6 Volt

Maksimum : 20 Volt

Digital Pin I/O : 14 Pin yaitu pin D0 s/d D13 dilengkapi 6 Pin PWM

Analog Pin : 8 Pin yaitu Pin A0 s/d A7

Arus Listrik Max : 40 mA

Flash Memori : 32 Mbyte untuk Arduino Nano 3.x 16 Mbyte untuk Arduino

Nano 2.x besar flash memori berkurang 2 Kbyte yang digunakan untuk menyimpan file boatloader

SRA : 1 Kybet (Atmega168) dan 2 Kybte (Atmega 328)

EEPROM : 512 Bybet (Atmega168) dan 1 Kybte (Atmega 328)

Kecepatan Clock : 16 Mhz

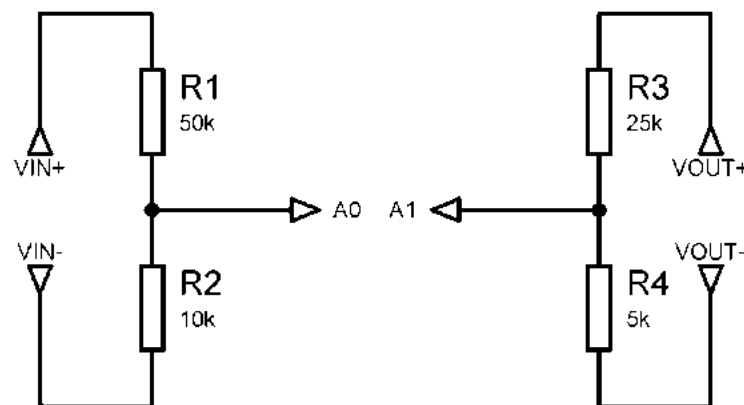
Ukuran Board : 4.5 mm x 18 mm

Berat : 5 gram

### 2.2.8 Sensor Tegangan

Sensor tegangan yang digunakan ialah sebuah sensor yang bekerja sebagai pembagi tegangan (*Voltage Divider*). Sensor ini bekerja dengan cara mengurangi tegangan masukan hingga 5 kali lebih kecil dibandingkan dari tegangan aslinya. Hal tersebut dikarenakan maksimal tegangan input yang dapat diterima oleh *mikrokontroller* yaitu 5 volt (Fariz Yulianto , Wakhyu Dwiono, 2019).

Pada dasarnya, rangkain sensor tegangan terdiri dari dua buah komponen yaitu resistor yang disusun seri. Berikut ini ialah rangkaian pada sebuah sensor tegangan:



Gambar 2.10 Rangkain Sensor Tegangan

$$V_{out} = \frac{R_1}{R_1+R_2} \times V_{in} \dots\dots\dots(2.2)$$

### 2.2.9 Sensor Arus

Sensor arus yang digunakan adalah sensor arus tipe ACS712, dimana sensor tersebut merupakan jenis sensor *Hall Effect Current*, yaitu arus yang dibaca mealalui aliran kabel tembaga yang menghasilkan medan magnet dan kemudian ditangkap oleh *integrated Hall IC* dan diubah menjadi tegangan proposional. Data yang berupa tegangan analog tersebut dahulu melalui OP-

AMP sebagai buffer, dan outputnya digunakan sebagai input analog DC *mikokontroller* (Nugroho et al., 2017).



Gambar 2.11 Sensor Arus (ACS712)

*Sumber:* <https://www.elecrow.com/acs712-current-sensor-30a-p-710.html>

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian “Perbandingan *Buck-Boost* Konverter Dengan *Maximum Power Point Tracker* (MPPT) Pada *Solar Charging Control*” dilaksanakan di wisata sawah desa Pematang Johar Jalan Johar Raya, Gg. Tanah Wakaf Dusun VI, Jl. Johar Raya, Desa Pematang Johar, Kec. Labuhan Deli, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

Untuk mendukung pada penelitian ini diperlukan beberapa alat dan bahan yaitu sebagai berikut:

##### **3.2.1 Alat**

Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini ialah:

1. *Toolkit* Elektronika : berfungsi sebagai alat bantu dalam perakitan bahan penelitian.
2. PC/Notebook : sebagai alat yang berfungsi untuk merancang sebuah program dan sistem.
3. *Proteus 8.9* : berfungsi sebagai perangkat lunak yang dapat menamapilkan simulasi rangakain dan rancangan awal sistem.
4. Arduino.ide : berfungsi sebagai perangkat lunak yang berguna untuk mengontrol sebuah perangkat.
5. Kabel Mini USB : sebagai alat yang dapat mengirim sebuah program menuju rangkaian.

6. Multimeter : berfungsi sebagai alat ukur pada penelitian.
7. Ampere meter : berfungsi sebagai alat ukur arus pada panel surya.
8. Catu Daya : berfungsi sebagai power listrik rangkaian.

### 3.2.2 Bahan

Adapun bahan material yang digunakan pada penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. *Photovoltaic* 330 WP : berfungsi sebagai bahan utama yang akan diteliti.
2. Baterai DC : berfungsi sebagai beban yang diuji pada penelitian
3. MPPT : sebagai salah satu alat *Charging Control* yang akan dibandingkan.
4. MCB DC 10 A : sebagai fuse pengaman ketika terjadinya *short circuit* pada rangkaian.
5. Terminal Block : berfungsi sebagai tempat penghubung kabel dari *photovoltaic* ke sistem.
6. Kabel NYMHY 2X2.5 : digunakan sebagai penghubung pada rangkaian.
7. Kabel Jumper : digunakan sebagai penghubung pada rangkaian konverter.
8. PCB Board : sebagai alas/wadah yang digunakan pada rangkaian *buck-boost* konverter
9. Arduino Nano : berfungsi sebagai bahan yang dapat mengontrol sistem pada rangkaian.



10. Sensor ACS712 : digunakan untuk mendeteksi besar arus yang mengalir pada rangkaian.
11. Inductor Toroid : berfungsi sebagai bahan yang dapat induksi ketika tegangan yang dihasilkan menurun.
12. Resistor : sebagai tahanan pada rangkaian dengan jumlah yang konstan.
13. Resistor Variabel : berfungsi sebagai tahanan yang dapat diatur besar kecil hambatannya.
14. Capacitor : berfungsi sebagai komponen yang dapat menyimpan muatan/filter pada rangkaian.
15. LCD 16x2 : berfungsi sebagai penampil data yang dibutuhkan yang dihasilkan rangkaian.
16. Mosfer : berfungsi sebagai *switch* pada mode buck.
17. IC TLP 250 : berfungsi sebagai *mikrokonroller* pada mode boost.
18. Transistor : berfungsi sebagai switch atau saklar pada rangkaian yang dikontrol oleh arduino.
19. Dioda : berfungsi sebagai penyearah tegangan pada rangkaian.

### 3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ialah sebuah rangkaian penelitian yang akan dilakukan dari tahapan awal hingga tahapan akhir. Dimana penelitian yang dilaksanakan harus terstruktur dan disusun secara urut sehingga bertujuan untuk

mempermudah dalam melakukan pengujian, serta dapat melihat alur-alur yang dituju.

### **3.3.1 Tahapan Perencanaan**

Tahapan ini dilakukan sebagai awal dari sebuah penelitian yang bertujuan untuk mendapatkan pokok dari masalah-masalah yang akan diteliti. Dimana hal tersebut dijabarkan sebagai berikut:

#### **a. Perumusan Masalah**

Pada pelaksanaan penelitian dilakukanlah perumusan masalah yang bertujuan agar dapat melihat apa yang akan diteliti, hal tersebut dilaksanakan supaya mendapatkan titikmasalah yang akan diteliti dengan sistematis yang teratur.

#### **b. Penentuan Tujuan Penelitian**

Penentuan tujuan penelitian dilakukan agar objek yang diteliti sesuai dengan tujuannya, sehingga dapat menyelesaikan masalah-masalah dari penelitian tersebut.

### **3.3.2 Persiapan Penelitian**

Persiapan penelitian ialah sebuah objek yang dikategorikan dalam bentuk atau spesifikasi sesuai dengan apa yang akan dirancang atau diteliti. Adapun persiapan penelitian mencakup hal-hal sebagai berikut :

#### **a. Studi Literatur**

Studi literatur merupakan tahapan pengumpulan data mengenai permasalahan-permasalahan yang diperlukan pada penelitian. Literature yang diambil pada penelitian ini berupa sistem kerja dari *buck-boost converter* dan MPPT dalam penggunaannya sebagai *Charging Control*.

Kemudian mengkarakteristikan bahan yang akan digunakan pada perancangan sistem tersebut yang nantinya sesuai dengan fungsi dan kegunaannya. Oleh karena itu diperlukan sumber-sumber penelitian sebelumnya yang berupa karya ilmiah, artikel, jurnal, ataupun skripsi yang ada kaitan dengan objek penelitian.

b. Analisis Kebutuhan Alat dan Sistem

Tahapan ini adalah tahapan penentuan kebutuhan alat dan bahan yang akan digunakan baik itu berupa *hardware* atau pun *software* yang nantinya akan digunakan sebagai penunjang pada penelitian. Kebutuhan yang diperlukan berupa perangkat lunak (*software*), terdiri dari perangkat lunak dengan sistem operasi dan pemrograman yang akan digunakan untuk mengontrol rangkaian. Perangkat yang digunakan ialah *software* Proteus 8.9 dan Arduiono IDE. Sedangkan *hardware* yang digunakan ialah *mikrokontroller* yaitu arduino nano, MPPT, panel surya, sensor arus, sensor tegangan dan beberapa komponen-komponen pendukung yang akan digunakan.

### 3.3.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan objek penelitian yang menjadi sumber terpenting pada penelitian. Dalam penelitian yang dilakukan variabel penelitian menampilkan hasil pembacaan sensor ke Mikrokontroller. Berdasarkan variabel penelitian yang diterapkan, maka penelitian ini mencakup:

a. Rangkaian Arduino dengan Sensor

Rangkaian tersebut mencakup kinerja pada pengukuran panel surya dan *Buck-Boost* Konverter. Dimana hal ini Tegangan menggunakan metode

*Voltage Divider*, dan Arus menggunakan ACS712 yang bertujuan untuk mendapatkan hasil pengukuran dengan *error* seminimal mungkin.

b. Rangkaian Arduino dengan LCD

Rangkaian ini mencakup koneksi antara arduino dan LCD dengan penghubung menggunakan Modul I2C yang terhubung pada LCD. Komunikasi serial arduino dengan Modul I2C melalui pin SCL dan SDA pada kedua mikrokontroler tersebut, sehingga LCD dapat menampilkan apa yang diperintahkan sesuai dengan program.

c. Rangkaian koneksi *Buck-Boost* Koneverter dengan Arduino

Rangkaian ini mencakup kinerja *buck-boost converter*, dimana program bekerja mengatur jalur tegangan yang masuk pada rangkaian, dengan tujuan menghasilkan nilai yang sesuai.

### 3.4 Perancangan Sistem

Pada tahapan ini akan dilakukan perencanaan sistem yang digunakan pada penelitian. Perancangan sistem dilakukan agar rangkaian dapat teraslisasikan dengan terstruktur, efektif, dan sistematis. Pada perancangan sistem yang dilakukan, menjelaskan interaksi sensor yang digunakan terhadap rangkaian, sehingga dapat menampilkan hasil pengukuran. Adapun spesifikasi panel surya yang digunakan pada penelitian ini ialah:

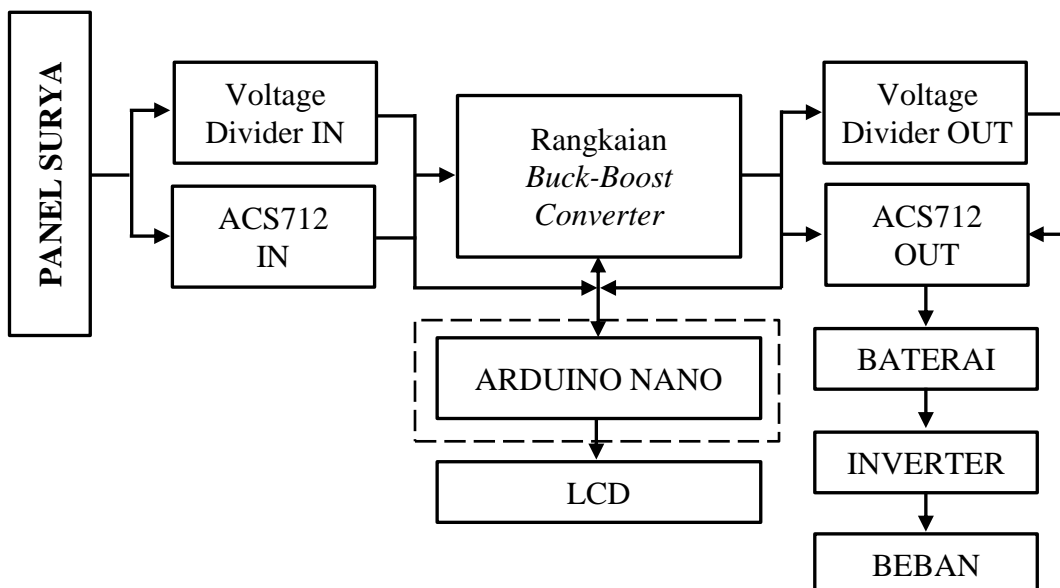
Tabel 3.1 Data Sheet Panel Surya

Modul Type	SP-330-M72
Rate Max Power (Pmax)	330 W
Current at Pmax (Imp)	8.59 A
Voltage at Pmax (Vmp)	38.4 V
Short Circuit Current (ISC)	9.11 A

Open Circuit Voltage (VOC)	47.3 V
Dimension (mm)	1956*992*40
Number of Cells	72
Max. System Voltage	1000 V
Temperature Range	-45 °C – 80 °C

### 3.4.1 Perancangan Sistem *Buck-Boost Converter*

*Buck-Boost Converter* yang digunakan menggunakan *control PWM (Pulse Width Modulation)*, dimana *Buck-Boost Converter* berfungsi mengatur tegangan input menjadi tegangan output yang stabil. Terdapat beberapa komponen utama yang digunakan pada rangkaian *Buck-Boost Converter* yaitu berupa *mosfet*, *diode*, *toroid inductor*, dan kapasitor. Dimana *mosfet* berfungsi sebagai saklar dan kontrol *switching* yang menggunakan PWM. *Switching* PWM dapat beroperasi menggunakan mikrokontroler. Mikrokontroler yang digunakan berupa arduino nano, dimana pin D9 digunakan sebagai kontrol PWM Buck dan pin D10 digunakan sebagai mode Boost. Perubahan yang akan terjadi pada tegangan output dikarenakan adanya perbedaan pada *Duty Cycle*.



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem Kerja *Buck-Boost Converter*

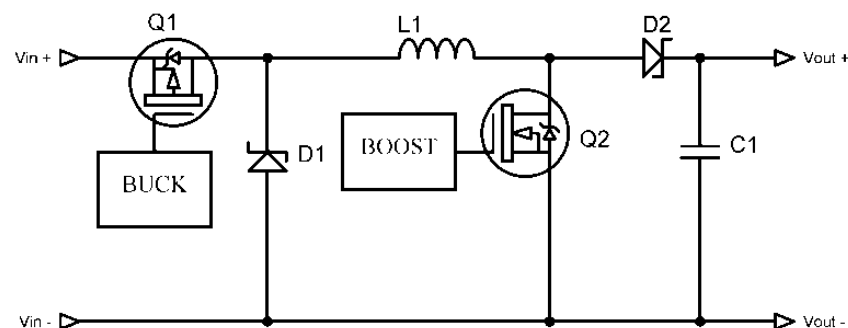
Berdasarkan diagram blok diatas, sistem kerja dari keseluruhan alat terpusat pada arduino nano sebagai otak dari sistem yang mempunyai input dan output. Kinerja yang dihasilkan panel surya terbaca oleh sensor dan akan dikirim ke arduino nano, dimana arduino akan mengatur mode *buck* atau mode *boost* yang akan bekerja, sehingga tegangan dan arus pada *buck-boost converter* sesuai. Proses pengiriman data ini menggunakan pin A0 untuk *voltage divider* input, A1 sensor arus input (Acs712), A2 *voltage divider* output, A3 sensor arus output (Acs712), D9 untuk PWM mode *Buck*, dan D10 untuk PWM mode *Boost*.

### 3.4.2 Perancangan *Software Buck-Boost Converter*

Di tahapan ini akan membahas mengenai perancangan perangkat lunak yang menunjang perakitan perangkat keras. Adapun *software* yang digunakan antara lain: Arduino IDE, dan Proteus 8. Langkah awal yang dilakukan yaitu menginstal seluruh *software* pada perangkat komputer yang akan digunakan.

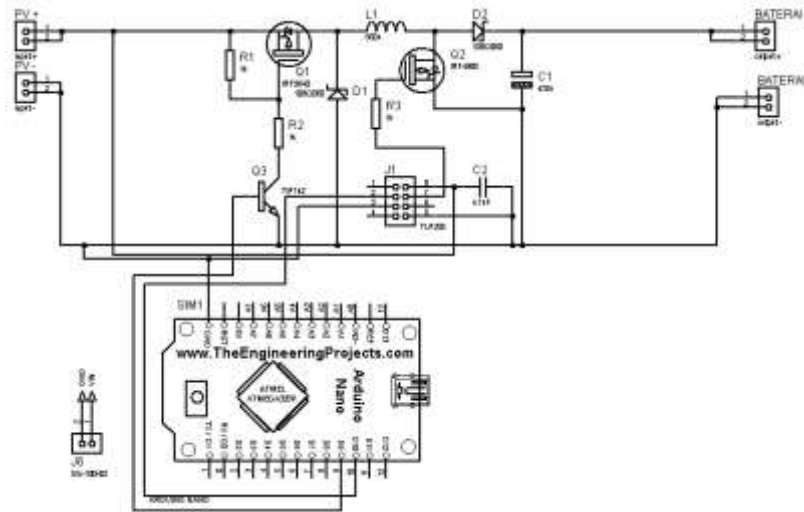
Berikut merupakan langkah-langkah simulasi *Buck-Boost Converter* dengan menggunakan *software* Proteus 8 dan Arduino Ide antara lain :

1. Langkah awal ialah melakukan perancangan rangkaian *Buck-Boost Converter* menggunakan *software* Proteus 8.



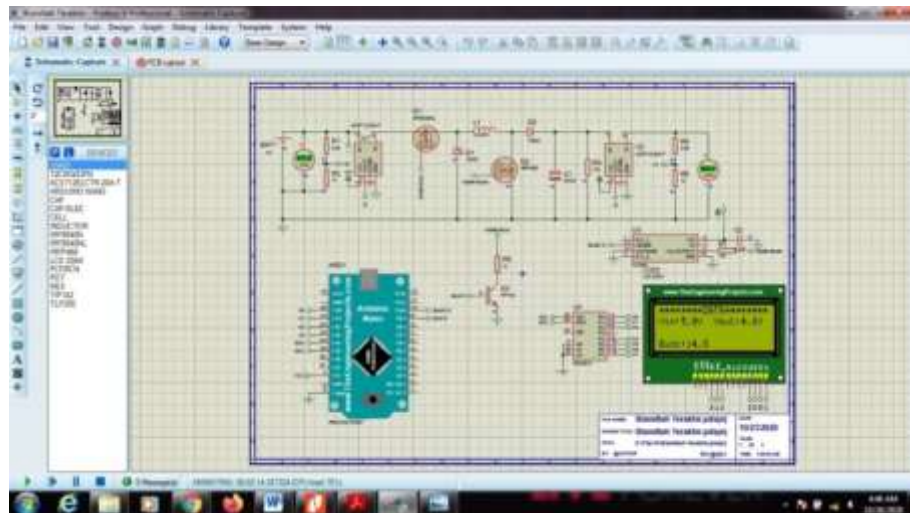
Gambar 3.2 Rangkaian Simulasi *Buck-Boost Converter*

2. Langkah kedua ialah simulasi rangkaian *buck-boost converter* menggunakan arduino nano sebagai pembangkit gelombang PWMnya.



Gambar 3.3 Rangkaian *Buck-Boost Converter* Dengan PWM Arduino Nano

3. Langkah ketiga simulasikan keseluruhan rangkaian *buck-boost converter* dengan dilengkapi sensor modul sensor tegangan dan arus dan LCD sebagai penampilnya.



Gambar 3.4 Rangkaian keseluruhan *Buck-Boost Converter*

4. Langkah keempat ialah graphics PCB layout rangkaian *buck-boost converter*.





diguankan harus sesuai dengan yang dibutuhkan, dimana hal tersebut bertujuan agar tidak terjadi kesalahan pada rangkaian.

a. Penentuan Komponen

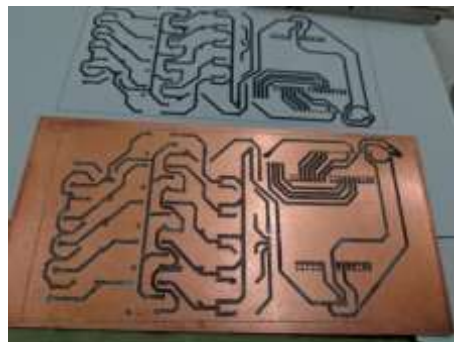
Penentuan komponen dilakukan agar alat yang akan dibuat dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Dimana komponen-komponen yang digunakan harus sesuai dan dapat berfungsi dengan baik. Hal tersebut dapat dilakukan dengan cara pengecekan setiap komponen-komponen agar pada saat perakitan tidak terjadi short dan pengulangan.



Gambar 3.7 Pengecekan Komponen-Komponen

b. Pencetakan Papan PCB

Dimana gambar layout yang dibuat dicetak dengan kertas khusus atau dengan kertas HVS biasa, lalu gambar layout pada kertas tersebut ditempel pada PCB hingga tercetak dengan rapi.



Gambar 3.8 Pencetakan Papan PCB

Ketika gambar telah tercetak pada papan PCB, selanjutnya ialah melarutkan tembaga yang terdapat pada PCB dengan menggunakan cairan *clorida* hingga tidak tersisa sedikitpun, dan hanya tersisa gambar layout saja.



Gambar 3.9 Pelarutan papan PCB

c. Penempatan Komponen

Penempatan komponen dilakukan agar rangkaian dapat terstruktur dengan baik sehingga ketika pada saat perakitan dapat terarah serta memberikan ruang untuk penempatan jalur kabel. Penempatan komponen yang baik bertujuan agar mempermudah pengoperasian pada rangkaian serta tidak terjadinya *error* ataupun *crush*.



Gambar 3.10 Penempatan Komponen

d. Perakitan Komponen

Dalam perakitan komponen yang dilakukan, terdapat beberapa tahapan-tahapan yakni antara lain, tahap pertama ialah proses melubangi PCB sebagai tempat dudukan komponen-komponen.



Gambar 3.11 Melubangi PCB

Tahap kedua proses pemasangan dan penyolderan komponen pada PCB yang sesuai dengan layout yang telah dicetak.



Gambar 3.12 Penyolderan Komponen

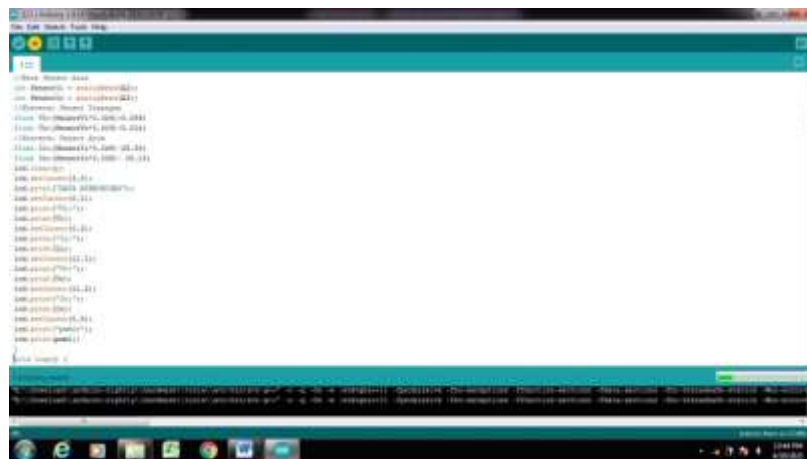
Tahap ketiga yaitu tahap penghubung antar komponen dengan cara penyolderan ataupun menghubungkan menggunakan kabel jumper.



Gambar 3.13 Proses Pengkabelan atau Penghubung Komponen

#### e. Upload Program

Upload program dilakukan agar rangkaian dapat bekerja sesuai dengan yang diperintahkan, dimana hal tersebut dapat terjadi ketika program yang di buat sesuai dengan benar.



Gambar 3.14 Upload Program

#### f. Pegujian Alat

Tahap ini ialah tahapan pengecekan rangkaian keseluruhan, dimana bertujuan agar rangkaian dapat berfungsi dengan benar dan tidak terjadinya *short* pada rangkaian.



Gambar 3.15 Pengecekan Alat

Tahap selanjutnya ialah pengukuran rangkaian agar data yang ditampilkan oleh alat dapat sesuai dengan data yang diukur menggunakan multiteseter.



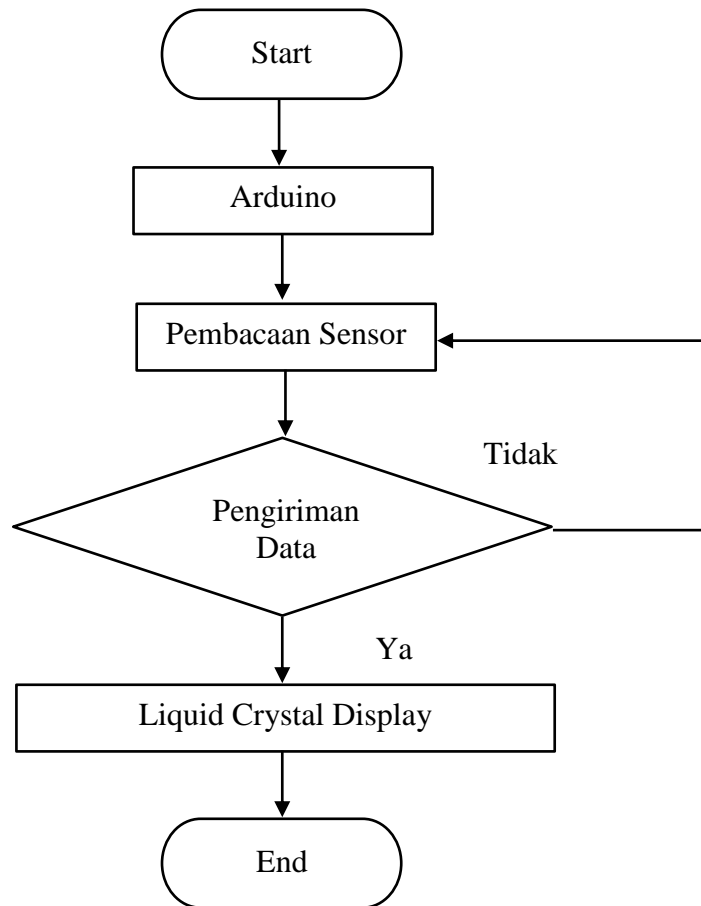
Gambar 3.16 Pengujian Alat

#### 3.4.4 Perancangan Program *Buck-Boost* Konverter

Perancangan program untuk sistem kerja pada *Buck-Boost* Konverter menggunakan *software Arduino.ide* dengan bahasa program C. Dimana program yang di rancangan ialah:

a. Pemograman Arduino ke Sensor

Pada pemograman ini difokuskan pada pembacaan sensor-sensor yang sesuai dengan kerja sistem. Dimana sensor tersebut sebagai pendeteksi kinerja yang dihasilkan oleh panel surya dan *Buck-Boost* Konverter, berupa besar tegangan dan arus. Sensor tersebut dapat bekerja apabila telah diberi sinyal oleh arduiono, melalui pin A0 dan A2 untuk sensor tegangan dan A1 dan A3 untuk sensor arus.

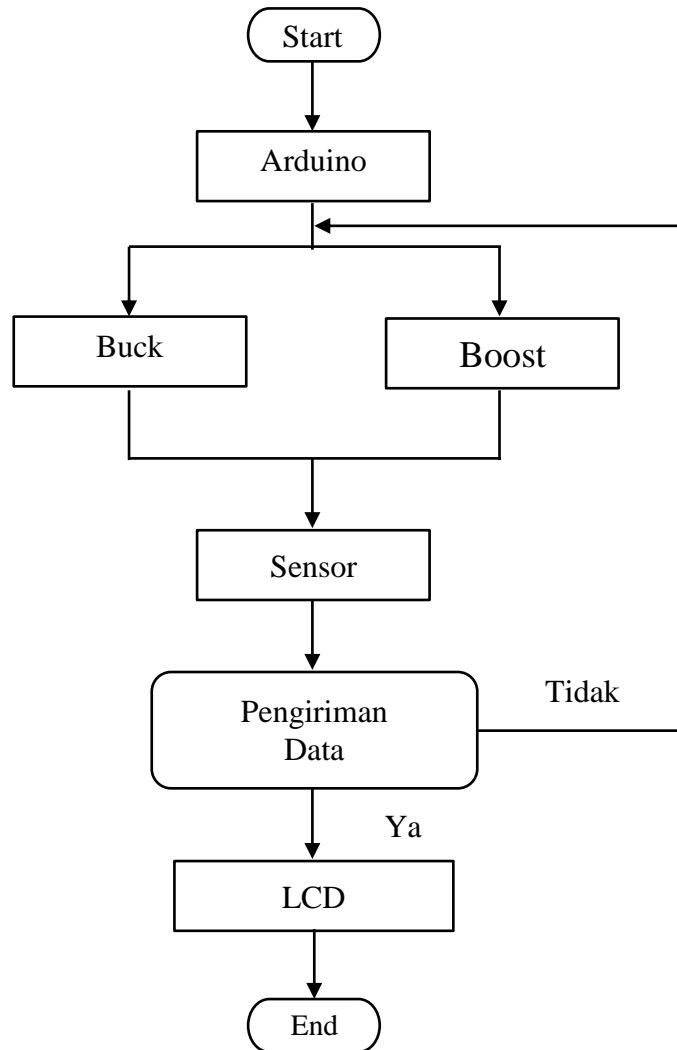


Gambar 3.17 Diagram Alir Program Sensor

Pada proses pengiriman data yang di baca oleh sensor, selanjutnya data dikirim ke arduino dan akan di tampilkan oleh LCD (Liquid Crystal Display) sesuai dengan apa yang diperintahkan.

b. Pemograman Arduino ke *Buck-Boost Converter*

Program dengan tujuan membangkitkan signal PWM pada *Buck-Boost Converter* yang berfungsi sebagai pengatur switching pada mode *Buck* ataupun *Boost*. Dimana signal PWM dapat dibangkitkan melalui pin digital arduino, yaitu D9 untuk mode *Buck* dan D10 untuk mode *Boost*.

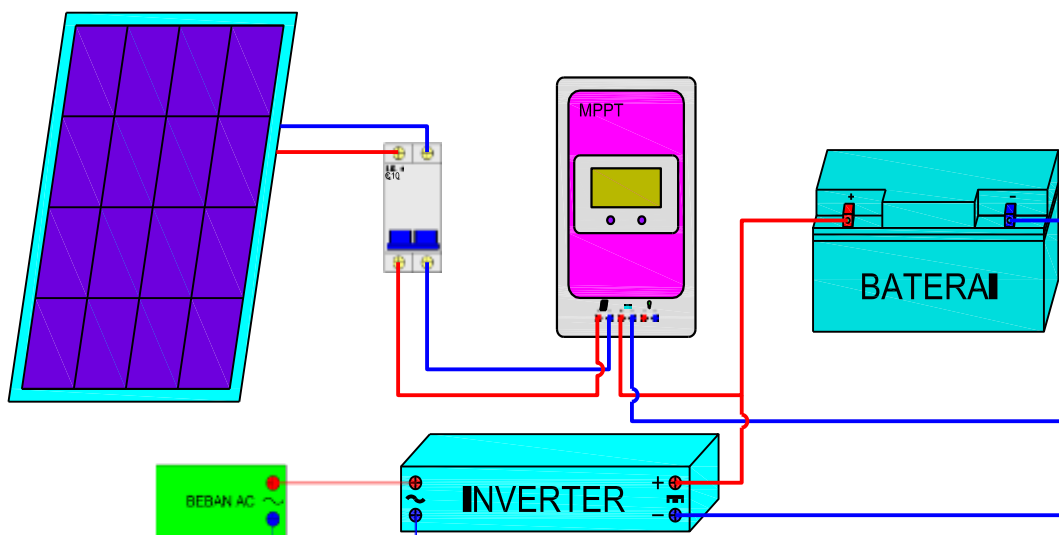


Gambar 3.18 Diagram Alir Program *Buck-Boost Converter*

### 3.4.5 Perancangan Sistem *Maximum Power Point Tracker (MPPT)*

Untuk perancangan *Solar Charging Control* menggunakan MPPT dapat dilihat pada gambar diagram dibawah ini, dimana metode *charging* yang digunakan ialah dengan cara mengkosentrasikan titik poin tegangan dan arus pada panel surya, hal tersebut bertujuan agar daya yang dihasilkan oleh panel surya dapat maksimum. Sistem yang digunakan bukan sistem pelacak mekanis melainkan penstabilkan daya yang dikeluarkan oleh panel surya. Hasil keluaran dari *charging* berupa *duty ratio (D)* yang berfungsi sebagai *switching* MOSFET

pada DC-DC *converter*. Sistem yang diterapkan pada percobaan ini ialah sistem 24 VDC, dimana hal tersebut dikarenakan baterai dan inverter yang digunakan menggunakan sistem 24 VDC.



Gambar 3.19 Diagram Sistem Kerja MPPT

### 3.5 Pengujian Alat

Pengujian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui alat yang telah dirancang dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Oleh karena itu diperlukan uji test pada alat yang telah dirancang tersebut.

#### a. *Maximum Power Point Tracker* (MPPT)

Adapun pengujian pada MPPT ialah untuk melihat besar tegangan dan arus yang telah dibaca oleh *charging* tersebut dengan tujuan agar mendapatkan besar *effisiensi* yang dilakukan pada saat pengisian baterai (*charging*).

#### b. *Buck-Boost* Konverter

Pada pengujian *Buck-Boost* Konverter, dilakukan akurasi dari pembacaan sensor yang sesuai dengan pembacaan alat ukur. Dimana hal tersebut bertujuan agar nilai yang di tampilkan pada LCD dapat akurat dengan yang

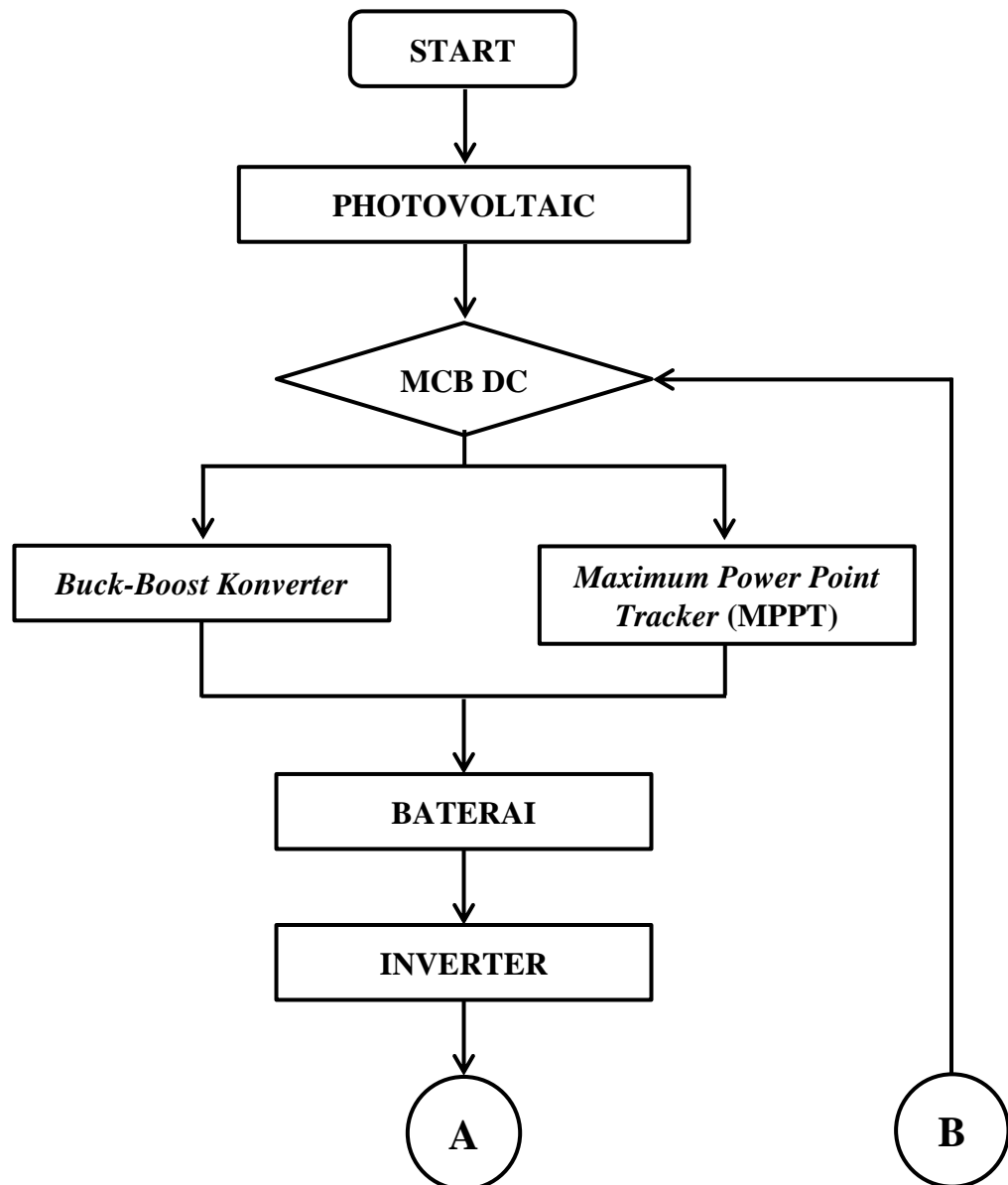


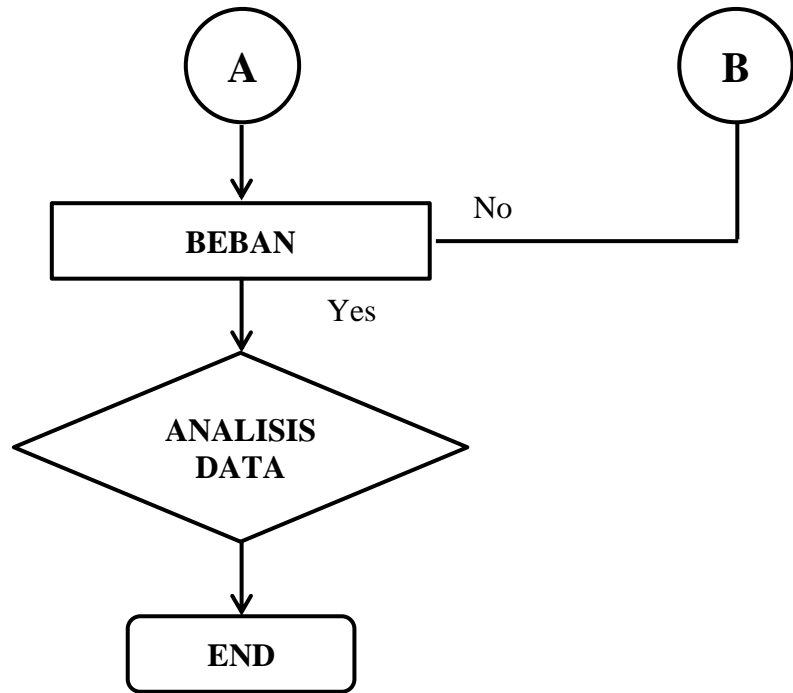
dibaca oleh alat ukur. Hal ini dilakukan karena untuk melihat nilai tegangan dan arus yang dihasilkan oleh *Buck-Boost* Konverter, serta untuk mendapatkan besar *effisiensi* yang dihasilkan oleh *charging* tersebut dengan rumus sebagai berikut:

$$Effisiensi = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \%$$

### 3.6 Flowchart Sistem *Solar Charging Control*

Sistem pada *Solar Charging Control* dapat digambarkan pada Flowchart atau diagram alir dibawah ini:





Gambar 3.20 Flowchart Sistem Solar Charging Control

## BAB IV

### HASIL DATA DAN ANALISA

Bab ini akan dilakukan pengujian dan hasil dari analisa alat yang telah dibuat. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui apakah alat yang di rancangan dapat bekerja sesuai dengan hasil yang diinginkan. Metode yang digunakan dalam pengujian ini ialah dengan cara mengamati hasil pengukuran yang dibaca oleh MPPT dan *Buck-Boost* Konverter. Hasil pengukuran yang dihasilkan oleh kedua *Solar Charging Control* tersebut dapat berupa table dan grafik. Pengukuran yang dilakukan menggunakan panel surya 330 WP dengan posisi panel  $45^{\circ}$  ke arah barat. Dimana dikarenakan waktu maksimal panel surya yaitu pada pukul 10:30 wib sampai 14.30 wib.



Gambar 4.1 Posisi Panel Surya

#### 4.1 Hasil Pengukuran Solar Charging Control

Pada saat melakukan pengukuran, *variable* yang akan dilihat ialah besar nilai tegangan dan arus yang dihasilkan oleh kedua alat tersebut. Hal tersebut dilakukan agar dapat menentukan berapa persen nilai *effisiensi* yang dihasilkan oleh kedua *solar charging control* tersebut. Pengukuran dilakukan dengan cara melihat besar tegangan dan arus pada panel surya serta besar nilai tegangan dan

arus yang dikeluarkan oleh kedua SCC tersebut. Berikut ialah *effisiensi* yang diperoleh pada pengukuran selama tujuh hari dengan rumus sebagai berikut.

$$P = V \times I$$

$$n = \frac{V_{out} \times I_{out}}{V_{in} \times I_{in}} \times 100$$

$$n = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100$$

#### 4.1.1 Pengukuran Hari Pertama

Pada pengukuran di hari pertama besar tegangan awal baterai yang digunakan pada pengujian MPPT ialah sebesar 19.7 Volt.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran MPPT Hari Pertama

Waktu	Input			Output			Effisiensi (Pout/Pin X 100)	Cuaca (°C)
	Vin (V)	Iin (A)	Pin (W)	Vout (V)	Iout (A)	Pout (W)		
8:00	29,7	1,88	55,95	19,7	2,44	48,07	85,92	29
8:30	32,7	2,30	75,09	19,8	3,40	67,17	89,46	29
9:00	36,0	2,75	99,00	19,9	4,58	91,04	91,96	29
9:30	37,2	2,92	108,44	20,0	5,02	100,43	92,62	30
10:00	38,5	3,09	119,11	20,1	5,56	112,06	94,08	30
10:30	39,4	3,22	126,77	20,3	5,90	119,67	94,40	30
11:00	40,3	3,34	134,65	20,4	6,24	127,50	94,69	31
11:30	40,8	3,41	139,13	20,6	6,41	131,92	94,82	31
12:00	40,3	3,34	134,65	20,7	6,14	127,39	94,61	32
12:30	40,9	3,42	140,03	20,9	6,35	132,72	94,78	32
13:00	40,9	3,42	140,03	21,1	6,30	132,66	94,74	32
13:30	40,0	3,30	132,00	21,2	5,88	124,58	94,38	31
14:00	39,1	3,18	124,19	21,3	5,47	116,72	93,99	31
14:30	37,8	3,00	113,31	21,5	4,88	104,72	92,42	30
15:00	36,5	2,82	102,88	21,6	4,37	94,25	91,61	30
15:30	33,2	2,37	78,52	21,7	3,22	69,85	88,96	30
16:00	30,2	1,95	58,97	21,7	2,31	50,27	85,26	29
16:30	27,7	1,61	44,56	21,8	1,60	34,76	78,01	29
17:00	23,4	1,02	23,81	21,8	0,64	14,00	58,79	28
17:30	19,7	0,51	10,02	21,8	0,16	3,48	34,70	28
18:00	16,2	0,03	0,45	21,8	0,01	0,12	26,54	28

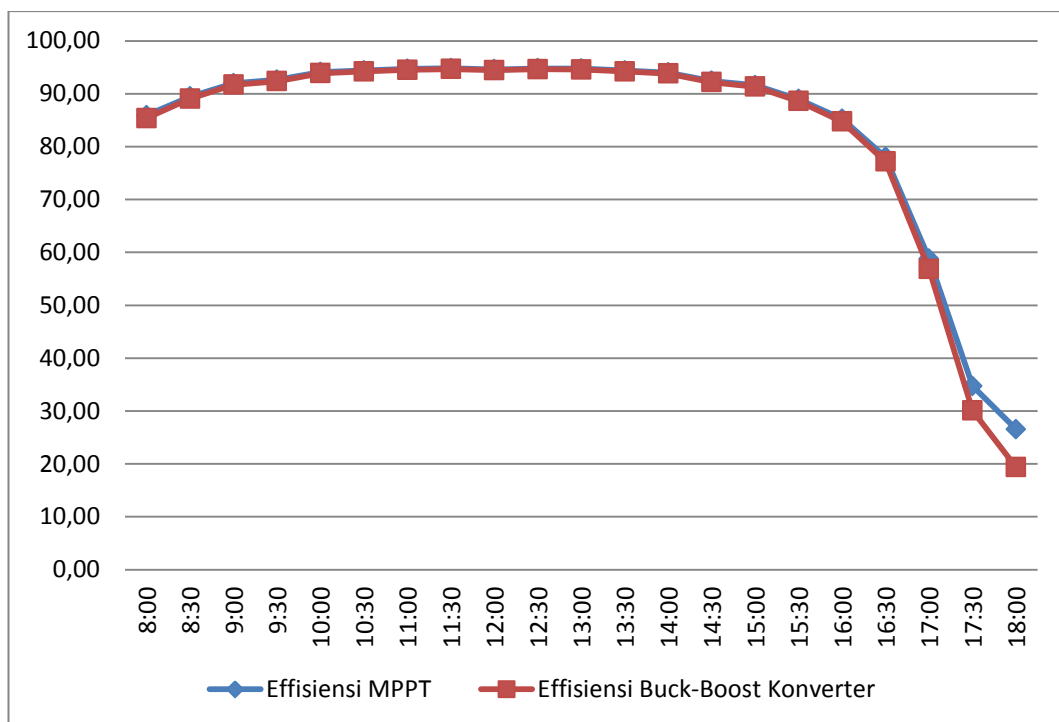
Berdasarkan tabel di atas hasil pengukuran MPPT dihari pertama ialah sebagai berikut dimana *effisiensi* tertinggi yang dihasilkan MPPT yaitu pada pukul 11:30 wib dengan nilai sebesar 94.82%, daya input 139.13 watt dan daya output 131.92 watt dengan kondisi cuaca 31 °C. Sedangkan *effisiensi* terendah terjadi pada pukul 18:00 wib dengan *range* 26.54%, dan daya input yang diterima sebesar 0.45 watt serta daya output 0.12 watt dengan kondisi cuaca 28 °C.

Pada pengukuran di hari pertama besar tegangan awal baterai yang digunakan pada pengujian *Buck-Boost* Konverter ialah sebesar 20.2 Volt.

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran *Buck-Boost* Konverter Hari Pertama

Waktu	Input			Output			<i>Effisiensi</i> (Pout/Pin X 100)	Cuaca (°C)
	Vin (V)	Iin (A)	Pin (W)	Vout (V)	Iout (A)	Pout (W)		
8:00	29,6	1,86	55,06	20,2	2,33	47,00	85,36	29
8:30	32,6	2,28	74,07	20,2	3,26	65,98	89,07	29
9:00	35,9	2,73	97,85	20,3	4,41	89,71	91,68	29
9:30	37,1	2,89	107,24	20,5	4,84	99,05	92,37	30
10:00	38,4	3,07	117,85	20,6	5,37	110,65	93,88	30
10:30	39,3	3,20	125,48	20,7	5,70	118,22	94,22	30
11:00	40,2	3,32	133,32	20,9	6,04	126,02	94,52	31
11:30	40,7	3,39	137,78	21,0	6,20	130,42	94,66	31
12:00	40,2	3,32	133,32	21,2	5,94	125,91	94,44	32
12:30	40,8	3,40	138,68	21,3	6,15	131,21	94,62	32
13:00	40,8	3,40	138,68	21,5	6,10	131,16	94,58	32
13:30	39,9	3,28	130,68	21,6	5,69	123,11	94,21	31
14:00	39,0	3,16	122,91	21,8	5,30	115,29	93,80	31
14:30	37,7	2,98	112,08	21,9	4,72	103,32	92,19	30
15:00	36,4	2,80	101,71	22,0	4,22	92,91	91,35	30
15:30	33,1	2,34	77,48	22,1	3,11	68,64	88,59	30
16:00	30,1	1,93	58,05	22,2	2,22	49,19	84,73	29
16:30	27,6	1,59	43,75	22,2	1,52	33,76	77,16	29
17:00	23,3	1,00	23,18	22,2	0,59	13,17	56,83	28
17:30	19,6	0,49	9,54	22,2	0,13	2,87	30,07	28
18:00	16,1	0,01	0,11	22,2	0,00	0,02	19,37	28

Berdasarkan tabel di atas hasil pengukuran *Buck-Boost* Konverter dihari pertama ialah sebagai berikut dimana *effisiensi* tertinggi yang dihasilkan *Buck-Boost* Konverter yaitu pada pukul 11:30 wib dengan nilai sebesar 94.66%, daya input 137.88 watt dan daya output 130.42 watt dengan kondisi 31 °C. Sedangkan *effisiensi* terendah terjadi pada pukul 18:00 wib dengan *range* 19.37%, dan daya input yang diterima sebesar 0.11 watt serta daya output 0.22 watt dengan kondisi 28 °C.



Gambar 4.2 Grafik *Effisiensi* Hasil Pengukuran Hari Pertama

Pada pengukuran hari pertama besar *effisiensi* maksimum yang dapat dihasilkan pada pukul 11:30 wib, yaitu sebesar 94.82 % menggunakan MPPT, dan 94.66 % menggunakan *Buck-Boost* Konverter, dengan selisih 0.16 % dimana *effisiensi* yang dihasilkan menggunakan MPPT lebih tinggi dibandingkan menggunakan *Buck-Boost* Konverter dengan kondisi cuaca 31 °C. Sedangkan pada saat *minimum* terjadi pada pukul 18:00 wib dengan *effisiensi* sebesar 26.54 % dengan menggunakan MPPT dan 19.37 % dengan menggunakan *Buck-Boost* Konverter

dengan selisih *effisiensi* 7,17 %, dimana MPPT lebih tinggi dibandingkan *Buck-Boost* Konverter dengan kondisi cuaca 28 °C.

#### 4.1.2 Pengukuran Hari Kedua

Pada pengukuran di hari kedua besar tegangan awal baterai yang digunakan pada pengujian MPPT ialah sebesar 21.8 Volt.

Tabel 4.3 Tabel Hasil Pengukuran MPPT Hari Kedua

Waktu	Input			Output			<i>Effisiensi</i> (Pout/Pin X 100)	Cuaca (°C)
	Vin (V)	Iin (A)	Pin (W)	Vout (V)	Iout (A)	Pout (W)		
8:00	27,7	1,61	44,56	21,8	1,64	35,84	80,43	29
8:30	30,7	2,02	62,05	21,9	2,44	53,30	85,90	29
9:00	34,0	2,48	84,15	22,0	3,43	75,37	89,56	30
9:30	35,2	2,64	92,93	22,1	3,81	84,10	90,50	30
10:00	36,5	2,82	102,88	22,2	4,29	95,12	92,45	31
10:30	37,4	2,94	110,05	22,3	4,58	102,24	92,91	31
11:00	38,3	3,07	117,44	22,4	4,89	109,59	93,31	31
11:30	38,8	3,14	121,64	22,6	5,04	113,74	93,51	31
12:00	38,3	3,07	117,44	22,7	4,82	109,49	93,24	31
12:30	38,9	3,15	122,49	22,8	5,01	114,49	93,48	31
13:00	41,9	3,56	149,22	23,0	6,14	141,17	94,61	31
13:30	41,0	3,44	140,94	23,2	5,74	132,83	94,25	31
14:00	40,1	3,31	132,88	23,3	5,35	124,72	93,86	31
14:30	38,8	3,14	121,64	23,4	4,79	112,26	92,29	32
15:00	37,5	2,96	110,86	23,6	4,30	101,43	91,50	32
15:30	34,2	2,50	85,59	23,7	3,22	76,12	88,94	32
16:00	31,2	2,09	65,21	23,7	2,35	55,72	85,44	32
16:30	28,7	1,75	50,12	23,8	1,66	39,41	78,64	29
17:00	24,4	1,16	28,18	23,8	0,73	17,46	61,97	29
17:30	20,7	0,65	13,38	23,8	0,26	6,23	46,55	28
18:00	17,2	0,17	2,84	23,8	0,05	1,17	41,21	28

Berdasarkan tabel di atas hasil pengukuran MPPT dihari kedua ialah sebagai berikut dimana *effisiensi* tertinggi yang dihasilkan MPPT yaitu pada pukul 13:00 wib dengan nilai sebesar 94.61%, daya input 149.22 watt dan daya output 141.17 watt dengan kondisi cuaca 31 °C. Sedangkan *effisiensi* terendah terjadi

pada pukul 18:00 wib dengan *range* 41.21%, dan daya input yang diterima sebesar 2.84 watt serta daya output 1.17 watt 28 °C.

Pada pengukuran di hari kedua besar tegangan awal baterai yang digunakan pada pengujian *Buck-Boost* Konverter ialah sebesar 22.8 Volt.

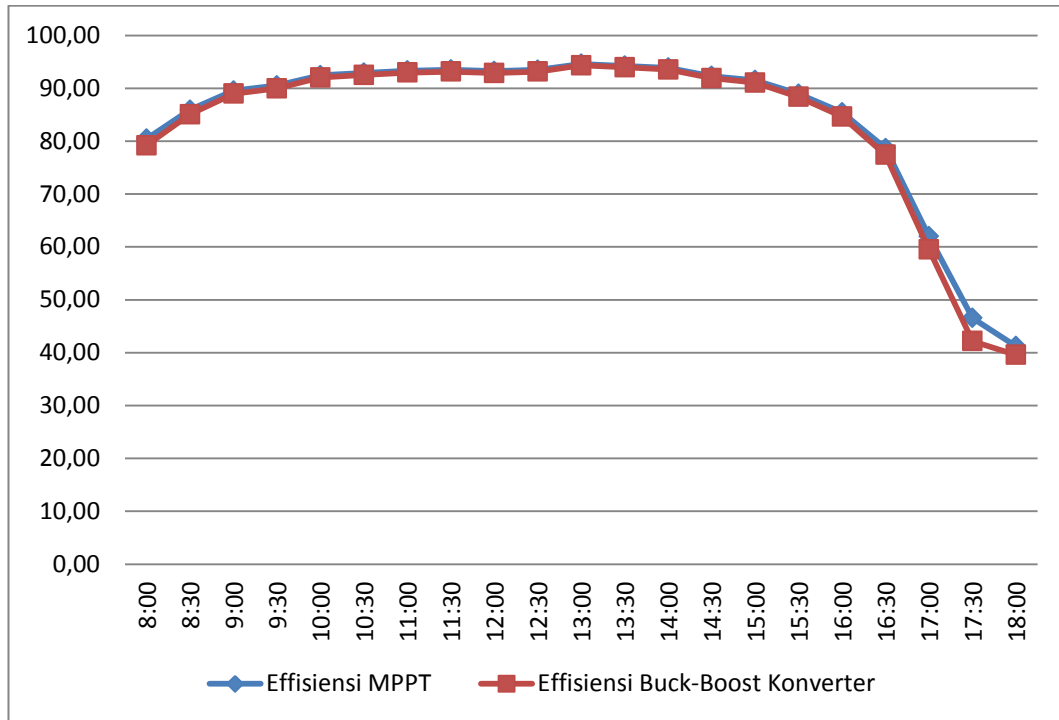
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran *Buck-Boost* Konverter Hari Kedua

Waktu	Input			Output			<i>Effisiensi</i> (Pout/Pin X 100)	Cuaca (°C)
	Vin (V)	Iin (A)	Pin (W)	Vout (V)	Iout (A)	Pout (W)		
8:00	27,6	1,59	43,75	22,8	1,52	34,65	79,20	29
8:30	30,6	2,00	61,12	22,8	2,28	51,99	85,07	29
9:00	33,9	2,45	83,08	22,9	3,23	73,92	88,97	30
9:30	35,1	2,62	91,81	23,0	3,59	82,60	89,97	30
10:00	36,4	2,80	101,71	23,1	4,05	93,62	92,04	31
10:30	37,3	2,92	108,84	23,3	4,33	100,70	92,52	31
11:00	38,2	3,05	116,19	23,4	4,62	108,01	92,96	31
11:30	38,7	3,11	120,37	23,5	4,77	112,14	93,16	31
12:00	38,2	3,05	116,19	23,6	4,56	107,91	92,88	31
12:30	38,8	3,13	121,21	23,8	4,75	112,89	93,13	31
13:00	41,8	3,54	147,82	24,0	5,82	139,44	94,33	31
13:30	40,9	3,42	139,58	24,1	5,44	131,14	93,96	31
14:00	40,0	3,29	131,56	24,3	5,07	123,07	93,55	31
14:30	38,7	3,11	120,37	24,4	4,54	110,61	91,90	32
15:00	37,4	2,94	109,65	24,5	4,07	99,84	91,06	32
15:30	34,1	2,48	84,51	24,6	3,03	74,66	88,35	32
16:00	31,1	2,07	64,25	24,7	2,20	54,38	84,64	32
16:30	28,6	1,73	49,27	24,7	1,54	38,14	77,41	29
17:00	24,3	1,13	27,51	24,8	0,66	16,36	59,48	29
17:30	20,6	0,63	12,86	24,8	0,22	5,42	42,17	28
18:00	17,1	0,14	2,46	24,8	0,04	0,97	39,59	28

Berdasarkan tabel di atas hasil pengukuran *Buck-Boost* Konverter dihari pertama ialah sebagai berikut dimana *effisiensi* tertinggi yang dihasilkan *Buck-Boost* Konverter yaitu pada pukul 13:00 wib dengan nilai sebesar 94.33%, daya input 147.82 watt dan daya output 139.44 watt 31 °C. Sedangkan *effisiensi*



terendah terjadi pada pukul 18:00 wib dengan *range* 39.59%, dan daya input yang diterima sebesar 2.46 watt serta daya output 0.97 watt dengan kondisi cuaca 28 °C.



Gambar 4.3 Grafik *Effisiensi* Hasil Pengukuran Hari Kedua

Pada pengukuran hari kedua besar *effisiensi* maksimum yang dapat dihasilkan pada pukul 13:00 wib, yaitu sebesar 94.61 % menggunakan MPPT, dan 94.33 % menggunakan *Buck-Boost* Konverter, dengan selisih 0.28 % dimana *effisiensi* yang dihasilkan menggunakan MPPT lebih tinggi dibandingkan menggunakan *Buck-Boost* Konverter dengan kondisi cuaca 31 °C. Sedangkan pada saat *minimum* terjadi pada pukul 18:00 wib dengan *effisiensi* sebesar 41.21 % dengan menggunakan MPPT dan 39.59 % dengan menggunakan *Buck-Boost* Konverter dengan selisih *effisiensi* 1.62 %, % dimana waktu tersebut *effisiensi* yang dihasilkan menggunakan MPPT juga lebih tinggi dibandingkan menggunakan *Buck-Boost* Konverter dengan kondisi cuaca 28 °C.

### 4.1.3 Pengukuran Hari Ketiga

Pada pengukuran di hari ketiga besar tegangan awal baterai yang digunakan pada pengujian MPPT ialah sebesar 23.8 Volt.

Tabel 4.5 Hasil Pengukuran MPPT Hari Ketiga

Waktu	Input			Output			<i>Effisiensi</i> ( $P_{out}/P_{in} \times 100$ )	Cuaca (°C)
	Vin (V)	Iin (A)	Pin (W)	Vout (V)	Iout (A)	Pout (W)		
8:00	28,6	1,73	49,55	23,8	1,68	40,03	80,79	29
8:30	31,6	2,15	67,78	23,9	2,44	58,23	85,91	29
9:00	34,9	2,60	90,70	24,0	3,38	81,11	89,43	30
9:30	36,1	2,76	99,77	24,1	3,74	90,14	90,34	30
10:00	37,4	2,94	110,05	24,2	4,20	101,58	92,30	31
10:30	38,3	3,07	117,44	24,3	4,47	108,92	92,75	31
11:00	39,2	3,19	125,05	24,5	4,76	116,48	93,15	30
11:30	39,7	3,26	129,37	24,6	4,90	120,75	93,34	30
12:00	39,2	3,19	125,05	24,8	4,70	116,38	93,07	30
12:30	39,8	3,27	130,25	24,9	4,88	121,53	93,31	30
13:00	41,1	3,45	141,85	25,1	5,31	133,07	93,82	30
13:30	40,2	3,33	133,77	25,2	4,96	124,94	93,40	30
14:00	39,3	3,20	125,91	25,4	4,62	117,03	92,95	30
14:30	38,0	3,03	114,95	25,5	4,11	104,76	91,13	30
15:00	36,7	2,85	104,46	25,6	3,68	94,22	90,20	31
15:30	33,4	2,39	79,91	25,7	2,71	69,64	87,14	31
16:00	30,4	1,98	60,19	25,8	1,94	49,89	82,89	31
16:30	27,9	1,64	45,65	25,8	1,32	34,04	74,57	30
17:00	23,6	1,05	24,66	25,8	0,50	13,04	52,87	30
17:30	19,9	0,54	10,67	25,8	0,11	2,92	27,35	29
18:00	16,4	0,05	0,90	25,8	0,00	0,13	14,05	29

Pada pengukuran di hari ketiga MPPT dapat bekerja maksimal ketika pada saat pukul 13:00 wib dimana *effisiensi* yang dihasilkan yaitu sebesar 93.82% dengan daya input yang diterima 141.85 watt dan daya output yang dihasilkan sebesar 133.07 watt dengan kondisi cuaca 30 °C. Sedangkan pada pukul 18:00 wib MPPT bekerja kurang optimal dikarenakan, *range effisiensi* yang dihasilkan

yaitu sebesar 14.05 %, dengan daya input yang diterima sebesar 0.90 watt, dan daya output yang dikeluarkan sebesar 0.13 watt dengan kondisi cuaca 29 °C.

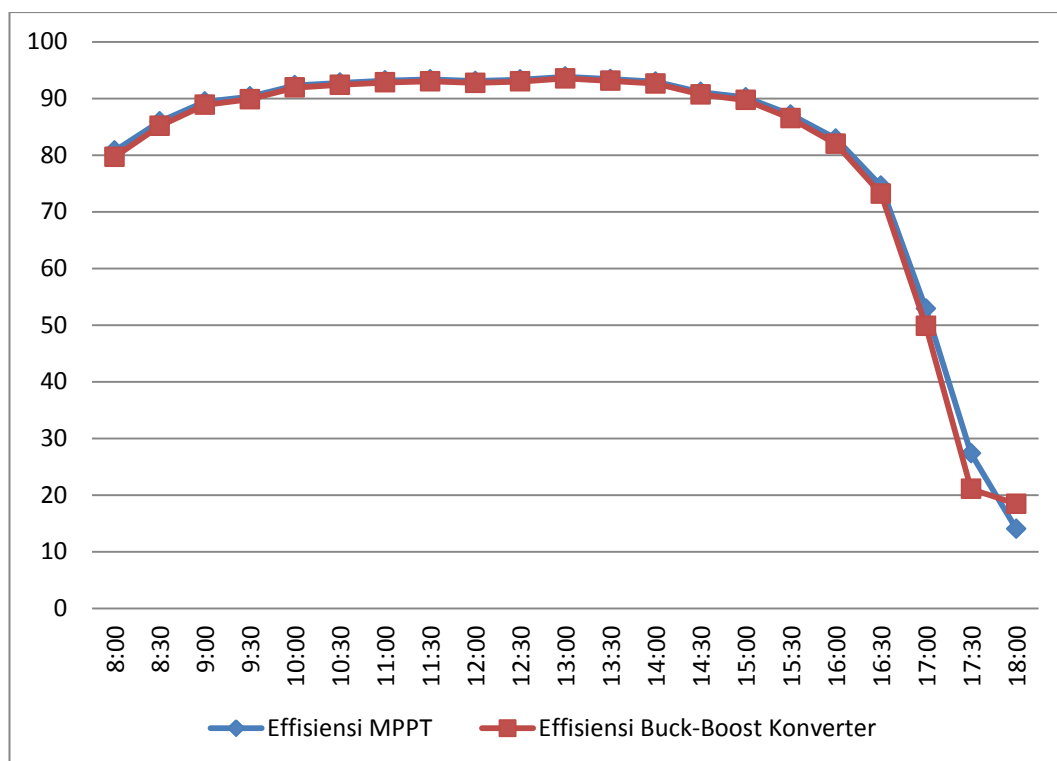
Pada pengukuran di hari ketiga besar tegangan awal baterai yang digunakan pada pengujian *Buck-Boost* Konverter ialah sebesar 24.8 Volt.

Tabel 4.6 Hasil Pengukuran *Buck-Boost* Konverter Hari Ketiga

Waktu	Input			Output			<i>Effisiensi</i> (Pout/Pin X 100)	Cuaca (°C)
	Vin (V)	Iin (A)	Pin (W)	Vout (V)	Iout (A)	Pout (W)		
8:00	28,5	1,71	48,70	24,8	1,57	38,80	79,67	29
8:30	31,5	2,12	66,81	24,8	2,29	56,88	85,14	29
9:00	34,8	2,58	89,59	24,9	3,19	79,62	88,87	30
9:30	36,0	2,74	98,62	25,0	3,54	88,60	89,84	30
10:00	37,3	2,92	108,84	25,2	3,98	100,03	91,91	31
10:30	38,2	3,05	116,19	25,3	4,24	107,34	92,38	31
11:00	39,1	3,17	123,76	25,4	4,52	114,86	92,81	30
11:30	39,6	3,24	128,07	25,6	4,66	119,12	93,01	30
12:00	39,1	3,17	123,76	25,7	4,46	114,77	92,73	30
12:30	39,7	3,25	128,94	25,9	4,64	119,89	92,98	30
13:00	41,0	3,43	140,48	26,0	5,05	131,38	93,52	30
13:30	40,1	3,31	132,44	26,2	4,71	123,28	93,09	30
14:00	39,2	3,18	124,62	26,3	4,39	115,41	92,61	30
14:30	37,9	3,00	113,72	26,4	3,90	103,14	90,70	30
15:00	36,6	2,83	103,28	26,5	3,49	92,66	89,72	31
15:30	33,3	2,37	78,86	26,6	2,56	68,21	86,49	31
16:00	30,3	1,96	59,27	26,7	1,82	48,59	81,98	31
16:30	27,8	1,62	44,83	26,8	1,23	32,80	73,15	30
17:00	23,5	1,02	24,02	26,8	0,45	11,97	49,83	30
17:30	19,8	0,52	10,18	26,8	0,08	2,15	21,07	29
18:00	16,3	0,03	0,56	26,8	0,00	0,10	18,46	29

Pada pengukuran di hari ketiga *Buck-Boost* Konverter dapat bekerja maksimum pada saat pukul 13:00 wib dengan range *effisiensi* sebesar 93.52%, serta daya input yang diterima sebesar 140.48 watt dan daya output yang dikeluarkan sebesar 131.38 watt dengan kondisi 30 °C. Sedangkan ketika bekerja pada saat minimum yaitu pada pukul 18:00 wib dengan *effisiensi* 18.46% dengan

daya input yang diterima sebesar 0.56 watt dan daya output yang dikeluarkan sebesar 0.10 watt dengan kondisi 29 °C.



Gambar 4.4 Grafik *Effisiensi* Hasil Pengukuran Hari Ketiga

Pada pengukuran hari ketiga besar *effisiensi* maksimum yang dapat dihasilkan pada pukul 13:00 wib, yaitu sebesar 93.82% menggunakan MPPT, dan 93.52% menggunakan *Buck-Boost* Konverter, dengan selisih 0.30% dimana *effisiensi* yang dihasilkan menggunakan MPPT lebih tinggi dibandingkan menggunakan *Buck-Boost* Konverter dengan kondisi cuaca 30 °C. Sedangkan pada saat minimum terjadi pada pukul 18:00 wib dengan *effisiensi* sebesar 14.05% dengan menggunakan MPPT dan 18.46% dengan menggunakan *Buck-Boost* Konverter dengan selisih *effisiensi* 4.41%, dimana tentunya *effisiensi* yang dihasilkan *Buck-Boost* Konverter lebih besar dibandingkan *effisiensi* pada MPPT dengan kondisi cuaca 29 °C

#### 4.1.4 Pengukuran Hari Keempat

Pada pengukuran di hari keempat besar tegangan awal baterai yang digunakan pada pengujian MPPT ialah sebesar 20.4 Volt.

Tabel 4.7 Hasil Pengukuran MPPT Hari Keempat

Waktu	Input			Output			Effisiensi (Pout/Pin X 100)	Cuaca (°C)
	Vin (V)	Iin (A)	Pin (W)	Vout (V)	Iout (A)	Pout (W)		
8:00	30,0	1,93	57,75	20,4	2,43	49,59	85,87	30
8:30	33,0	2,34	77,14	20,5	3,37	68,94	89,38	30
9:00	36,3	2,79	101,32	20,6	4,52	93,08	91,87	31
9:30	37,5	2,96	110,86	20,7	4,95	102,57	92,52	31
10:00	38,8	3,14	121,64	20,9	5,48	114,34	94,00	31
10:30	39,7	3,26	129,37	21,0	5,81	122,02	94,32	31
11:00	40,6	3,38	137,33	21,2	6,14	129,93	94,61	32
11:30	41,1	3,45	141,85	21,3	6,31	134,39	94,74	32
12:00	40,6	3,38	137,33	21,5	6,05	129,82	94,53	32
12:30	41,2	3,47	142,76	21,6	6,25	135,19	94,70	32
13:00	42,7	3,67	156,76	21,8	6,84	149,13	95,13	32
13:30	41,8	3,55	148,29	22,0	6,40	140,60	94,82	32
14:00	40,9	3,42	140,03	22,1	5,98	132,29	94,47	32
14:30	39,6	3,25	128,50	22,3	5,37	119,60	93,07	32
15:00	38,3	3,07	117,44	22,4	4,85	108,48	92,37	32
15:30	35,0	2,61	91,44	22,5	3,67	82,44	90,16	31
16:00	32,0	2,20	70,40	22,6	2,72	61,37	87,18	31
16:30	29,5	1,86	54,76	22,6	1,97	44,58	81,40	31
17:00	25,2	1,27	31,88	22,7	0,96	21,68	68,00	30
17:30	21,5	0,76	16,26	22,7	0,42	9,45	58,15	30
18:00	18,0	0,28	4,95	22,7	0,07	1,55	31,24	30

Pada pengukuran di hari keempat MPPT dapat bekerja maksimal ketika pada saat pukul 13:00 wib dimana *effisiensi* yang dihasilkan yaitu sebesar 95.13% dengan daya input yang diterima 156.76 watt dan daya output yang dihasilkan sebesar 149.13 watt dengan kondisi cuaca 32 °C. Sedangkan pada pukul 18:00 wib MPPT bekerja kurang optimal dikarenakan, *range effisiensi* yang dihasilkan

yaitu sebesar 31.24 %, dengan daya input yang diterima sebesar 4.95 watt, dan daya output yang dikeluarkan sebesar 1.55 watt dengan kondisi cuaca 30 °C.

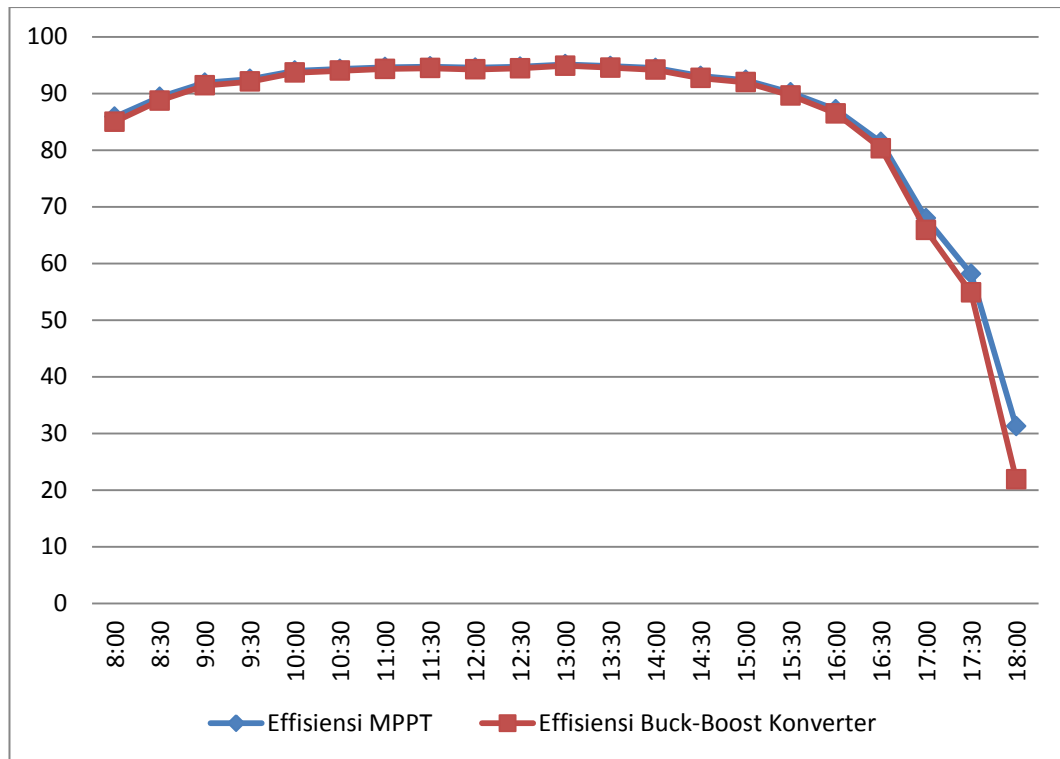
Pada pengukuran di hari keempat besar tegangan awal baterai yang digunakan pada pengujian *Buck-Boost* Konverter ialah sebesar 21.4 Volt.

Tabel 4.8 Hasil Pengukuran *Buck-Boost* Konverter Hari Keempat

Waktu	Input			Output			<i>Effisiensi</i> (Pout/Pin X 100)	Cuaca (°C)
	Vin (V)	Iin (A)	Pin (W)	Vout (V)	Iout (A)	Pout (W)		
8:00	29,9	1,90	56,85	21,4	2,26	48,31	84,98	30
8:30	32,9	2,32	76,11	21,4	3,15	67,54	88,73	30
9:00	36,2	2,77	100,16	21,5	4,25	91,54	91,39	31
9:30	37,4	2,94	109,65	21,7	4,66	100,98	92,09	31
10:00	38,7	3,11	120,37	21,8	5,17	112,74	93,66	31
10:30	39,6	3,24	128,07	22,0	5,48	120,39	94,00	31
11:00	40,5	3,36	135,99	22,1	5,80	128,25	94,31	32
11:30	41,0	3,43	140,48	22,3	5,96	132,69	94,45	32
12:00	40,5	3,36	135,99	22,4	5,72	128,14	94,23	32
12:30	41,1	3,44	141,39	22,6	5,91	133,49	94,41	32
13:00	42,6	3,65	155,33	22,7	6,48	147,37	94,87	32
13:30	41,7	3,53	146,89	22,9	6,06	138,88	94,54	32
14:00	40,8	3,40	138,68	23,1	5,66	130,60	94,18	32
14:30	39,5	3,22	127,20	23,2	5,08	117,92	92,70	32
15:00	38,2	3,05	116,19	23,3	4,58	106,85	91,97	32
15:30	34,9	2,59	90,33	23,4	3,45	80,95	89,62	31
16:00	31,9	2,18	69,41	23,5	2,55	60,01	86,45	31
16:30	29,4	1,84	53,88	23,6	1,83	43,26	80,30	31
17:00	25,1	1,24	31,17	23,6	0,87	20,54	65,91	30
17:30	21,4	0,74	15,71	23,6	0,36	8,62	54,86	30
18:00	17,9	0,25	4,54	23,6	0,04	0,99	21,91	30

Pada pengukuran di hari keempat *Buck-Boost* Konverter dapat bekerja maksimum pada saat pukul 13:00 wib dengan range *effisiensi* sebesar 94.87%, serta daya input yang diterima sebesar 155.33 watt dan daya output yang dikeluarkan sebesar 147.37 watt dengan kondisi 32 °C. Sedangkan ketika bekerja pada saat minimum yaitu pada pukul 18:00 wib dengan *effisiensi* 21.91% dengan

daya input yang diterima sebesar 4.54 watt dan daya output yang dikeluarkan sebesar 0.99 watt dengan kondisi 30°C.



Gambar 4.5 Grafik *Effisiensi* Hasil Pengukuran Hari Keempat

Pada pengukuran hari keempat besar *effisiensi* maksimum yang dapat dihasilkan pada pukul 13:00 wib, yaitu sebesar 95.13% menggunakan MPPT, dan 94.87% menggunakan *Buck-Boost* Konverter, dengan selisih 0.26% dimana *effisiensi* yang dihasilkan menggunakan MPPT lebih tinggi dibandingkan menggunakan *Buck-Boost* Konverter dengan kondisi cuaca 32 °C. Sedangkan pada saat minimum terjadi pada pukul 18:00 wib dengan *effisiensi* sebesar 31.24% dengan menggunakan MPPT dan 21.91% dengan menggunakan *Buck-Boost* Konverter dengan selisih *effisiensi* 9.34%, dimana tentunya *effisiensi* yang dihasilkan MPPT lebih besar dibandingkan *effisiensi* pada *Buck-Boost* Konverter dengan kondisi cuaca 30 °C

#### 4.1.5 Pengukuran Hari Kelima

Pada pengukuran di hari kelima besar tegangan awal baterai yang digunakan pada pengujian MPPT ialah sebesar 22.7 Volt.

Tabel 4.9 Hasil Pengukuran MPPT Hari Kelima

Waktu	Input			Output			<i>Effisiensi</i> (Pout/Pin X 100)	Cuaca (°C)
	Vin (V)	Iin (A)	Pin (W)	Vout (V)	Iout (A)	Pout (W)		
8:00	29,2	1,82	53,00	22,7	1,93	43,92	82,87	28
8:30	32,2	2,23	71,73	22,8	2,75	62,61	87,30	28
9:00	35,5	2,68	95,18	22,9	3,76	86,03	90,38	29
9:30	36,7	2,85	104,46	23,0	4,14	95,26	91,19	29
10:00	38,0	3,03	114,95	23,1	4,62	106,85	92,96	29
10:30	38,9	3,15	122,49	23,3	4,91	114,34	93,35	29
11:00	39,8	3,27	130,25	23,4	5,21	122,05	93,71	30
11:30	40,3	3,34	134,65	23,6	5,37	126,41	93,88	30
12:00	39,8	3,27	130,25	23,7	5,14	121,95	93,63	31
12:30	40,4	3,36	135,54	23,9	5,33	127,19	93,84	31
13:00	43,5	3,78	164,48	24,0	6,49	156,07	94,89	31
13:30	42,6	3,66	155,81	24,2	6,09	147,34	94,56	31
14:00	41,7	3,53	147,36	24,4	5,70	138,83	94,21	31
14:30	40,4	3,36	135,54	24,5	5,13	125,73	92,76	31
15:00	39,1	3,18	124,19	24,7	4,64	114,33	92,06	31
15:30	35,8	2,72	97,47	24,8	3,53	87,56	89,83	30
16:00	32,8	2,31	75,77	24,9	2,65	65,83	86,88	30
16:30	30,3	1,97	59,58	24,9	1,94	48,36	81,18	29
17:00	26,0	1,38	35,75	25,0	0,98	24,52	68,58	29
17:30	22,3	0,87	19,32	25,0	0,47	11,82	61,20	28
18:00	18,8	0,39	7,24	25,0	0,12	2,99	41,30	28

Pada pengukuran di hari kelima MPPT dapat bekerja maksimal ketika pada saat pukul 13:00 wib dimana *effisiensi* yang dihasilkan yaitu sebesar 94.89% dengan daya input yang diterima 164.48 watt dan daya output yang dihasilkan sebesar 156.07 watt dengan kondisi cuaca 31 °C. Sedangkan pada pukul 18:00 wib MPPT bekerja kurang optimal dikarenakan, *range effisiensi* yang dihasilkan



yaitu sebesar 41.30 %, dengan daya input yang diterima sebesar 7.24 watt, dan daya output yang dikeluarkan sebesar 2.99 watt dengan kondisi cuaca 28 °C.

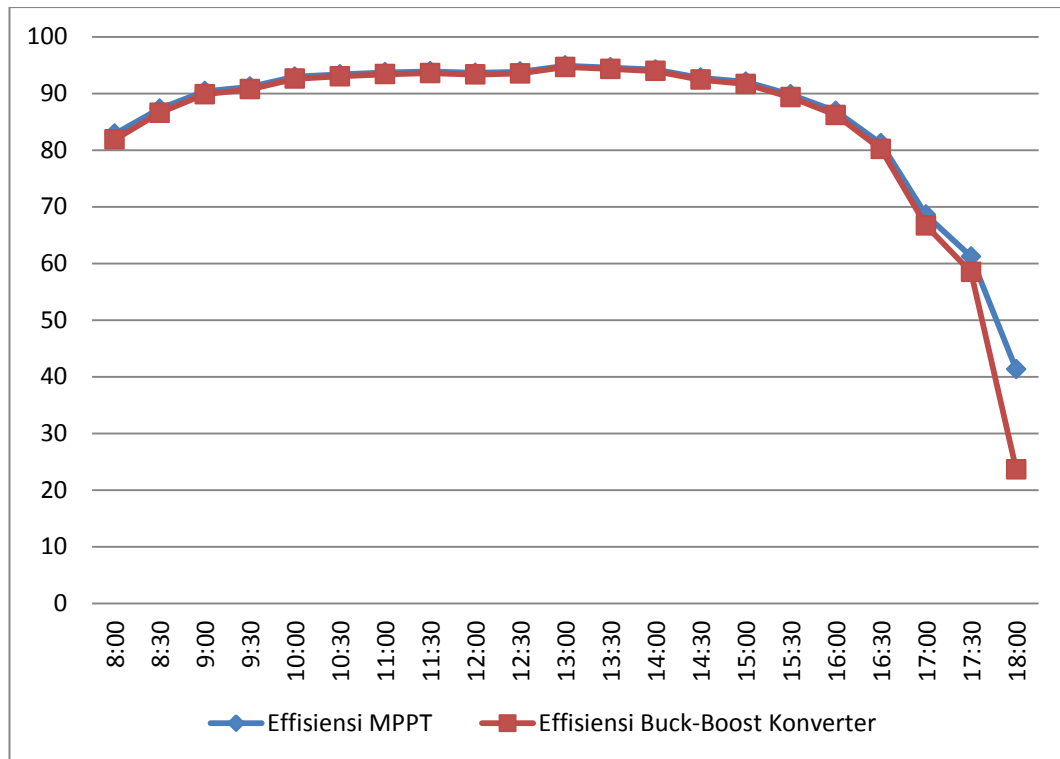
Pada pengukuran di hari kelima besar tegangan awal baterai yang digunakan pada pengujian *Buck-Boost* Konverter ialah sebesar 23.7 Volt.

Tabel 4.10 Hasil Pengukuran *Buck-Boost* Konverter Hari Kelima

Waktu	Input			Output			<i>Effisiensi</i> (Pout/Pin X 100)	Cuaca (°C)
	Vin (V)	Iin (A)	Pin (W)	Vout (V)	Iout (A)	Pout (W)		
8:00	29,1	1,79	52,13	23,7	1,80	42,67	81,85	28
8:30	32,1	2,21	70,73	23,7	2,58	61,24	86,58	28
9:00	35,4	2,66	94,05	23,8	3,55	84,52	89,86	29
9:30	36,6	2,83	103,28	24,0	3,91	93,70	90,72	29
10:00	37,9	3,00	113,72	24,1	4,37	105,29	92,59	29
10:30	38,8	3,13	121,21	24,2	4,66	112,74	93,01	29
11:00	39,7	3,25	128,94	24,4	4,94	120,41	93,39	30
11:30	40,2	3,32	133,32	24,5	5,09	124,74	93,57	30
12:00	39,7	3,25	128,94	24,7	4,88	120,31	93,31	31
12:30	40,3	3,33	134,21	24,8	5,06	125,53	93,53	31
13:00	43,4	3,76	163,02	25,0	6,17	154,28	94,64	31
13:30	42,5	3,64	154,39	25,2	5,79	145,58	94,30	31
14:00	41,6	3,51	145,97	25,3	5,41	137,11	93,93	31
14:30	40,3	3,33	134,21	25,5	4,87	124,02	92,41	31
15:00	39,0	3,16	122,91	25,6	4,40	112,67	91,66	31
15:30	35,7	2,70	96,32	25,7	3,34	86,03	89,32	30
16:00	32,7	2,29	74,75	25,8	2,50	64,43	86,19	30
16:30	30,2	1,95	58,66	25,9	1,82	47,02	80,15	29
17:00	25,9	1,35	35,01	25,9	0,90	23,35	66,70	29
17:30	22,2	0,85	18,73	25,9	0,42	10,95	58,46	28
18:00	18,7	0,36	6,80	25,9	0,06	1,61	23,65	28

Pada pengukuran di hari kelima *Buck-Boost* Konverter dapat bekerja maksimum pada saat pukul 13:00 wib dengan range *effisiensi* sebesar 94.64%, serta daya input yang diterima sebesar 163.02 watt dan daya output yang dikeluarkan sebesar 154.28 watt dengan kondisi 31 °C. Sedangkan ketika bekerja pada saat minimum yaitu pada pukul 18:00 wib dengan *effisiensi* 23.65% dengan

daya input yang diterima sebesar 6.80 watt dan daya output yang dikeluarkan sebesar 1.61 watt dengan kondisi 28 °C.



Gambar 4.6 Grafik *Effisiensi* Hasil Pengukuran Hari Kelima

Pada pengukuran hari kelima besar *effisiensi* maksimum yang dapat dihasilkan pada pukul 13:00 wib, yaitu sebesar 94.89% menggunakan MPPT, dan 94.64% menggunakan *Buck-Boost* Konverter, dengan selisih 0.25% dimana *effisiensi* yang dihasilkan menggunakan MPPT lebih tinggi dibandingkan menggunakan *Buck-Boost* Konverter dengan kondisi cuaca 31 °C. Sedangkan pada saat minimum terjadi pada pukul 18:00 wib dengan *effisiensi* sebesar 41.30% dengan menggunakan MPPT dan 23.65% dengan menggunakan *Buck-Boost* Konverter dengan selisih *effisiensi* 17.65%, dimana tentunya *effisiensi* yang dihasilkan MPPT lebih besar dibandingkan *effisiensi* pada *Buck-Boost* Konverter dengan kondisi cuaca 28 °C

#### 4.1.6 Pengukuran Hari Keenam

Pada pengukuran di hari keenam besar tegangan awal baterai yang digunakan pada pengujian MPPT ialah sebesar 20.9 Volt.

Tabel 4.11 Hasil Pengukuran MPPT Hari Keenam

Waktu	Input			Output			Effisiensi (Pout/Pin X 100)	Cuaca (°C)
	Vin (V)	Iin (A)	Pin (W)	Vout (V)	Iout (A)	Pout (W)		
8:00	28,9	1,77	51,26	20,9	2,05	42,90	83,69	29
8:30	31,9	2,19	69,74	21,0	2,92	61,35	87,97	29
9:00	35,2	2,64	92,93	21,1	4,01	84,50	90,93	30
9:30	36,4	2,81	102,10	21,2	4,42	93,62	91,70	30
10:00	37,7	2,98	112,49	21,3	4,93	105,03	93,37	30
10:30	38,6	3,11	119,95	21,5	5,24	112,44	93,74	31
11:00	39,5	3,23	127,63	21,6	5,56	120,08	94,08	31
11:30	40,0	3,30	132,00	21,7	5,72	124,39	94,24	32
12:00	39,5	3,23	127,63	21,9	5,48	119,98	94,00	32
12:30	40,1	3,31	132,88	22,0	5,68	125,17	94,20	32
13:00	41,0	3,44	140,94	22,2	6,00	133,17	94,49	31
13:30	40,1	3,31	132,88	22,3	5,60	125,06	94,12	31
14:00	39,2	3,19	125,05	22,5	5,21	117,18	93,71	31
14:30	37,9	3,01	114,13	22,6	4,65	105,09	92,08	30
15:00	36,6	2,83	103,67	22,7	4,16	94,58	91,24	30
15:30	33,3	2,38	79,21	22,8	3,07	70,09	88,48	30
16:00	30,3	1,97	59,58	22,9	2,21	50,43	84,65	29
16:30	27,8	1,62	45,11	22,9	1,52	34,79	77,13	29
17:00	23,5	1,03	24,23	22,9	0,61	13,91	57,39	29
17:30	19,8	0,52	10,35	23,0	0,15	3,46	33,43	28
18:00	16,3	0,04	0,67	23,0	0,01	0,21	31,71	28

Pada pengukuran di hari keenam MPPT dapat bekerja maksimal ketika pada saat pukul 13:00 wib dimana *effisiensi* yang dihasilkan yaitu sebesar 94.49% dengan daya input yang diterima 140.94 watt dan daya output yang dihasilkan sebesar 133.17 watt dengan kondisi cuaca 31 °C. Sedangkan pada pukul 18:00 wib MPPT bekerja kurang optimal dikarenakan, *range effisiensi* yang dihasilkan

yaitu sebesar 31.71 %, dengan daya input yang diterima sebesar 0.67 watt, dan daya output yang dikeluarkan sebesar 0.21 watt dengan kondisi cuaca 28 °C.

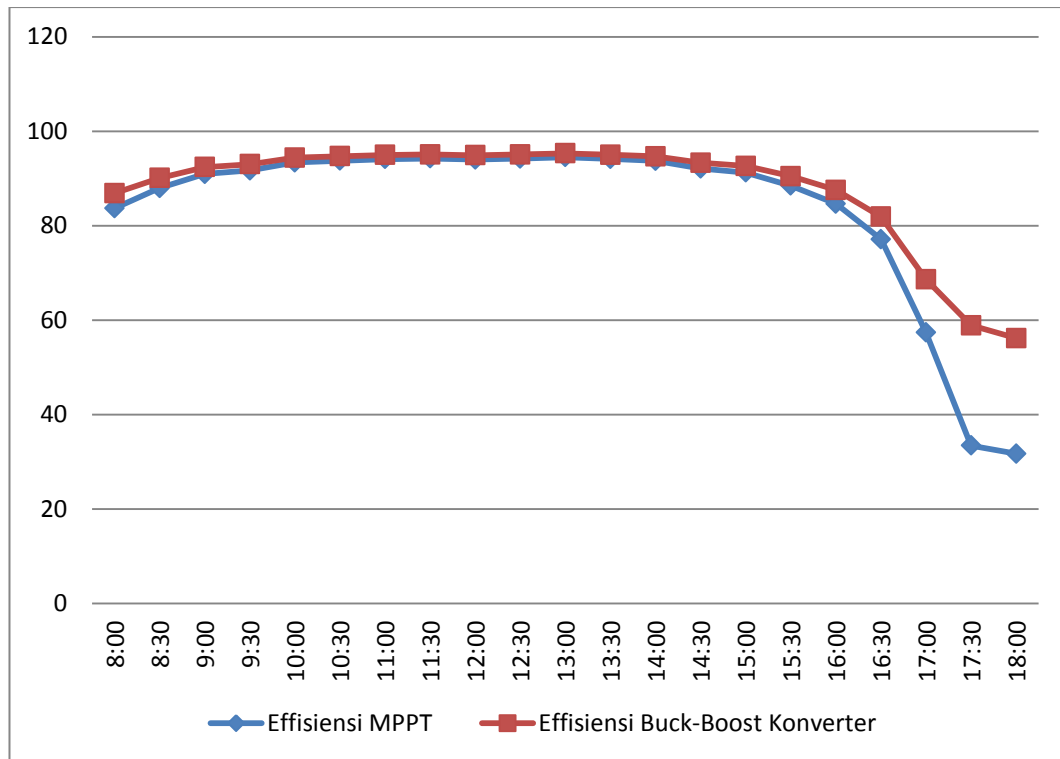
Pada pengukuran di hari keempat besar tegangan awal baterai yang digunakan pada pengujian *Buck-Boost* Konverter ialah sebesar 23.7 Volt.

Tabel 4.12 Hasil Pengukuran *Buck-Boost* Konverter Hari Keenam

Waktu	Input			Output			<i>Effisiensi</i> (Pout/Pin X 100)	Cuaca (°C)
	Vin (V)	Iin (A)	Pin (W)	Vout (V)	Iout (A)	Pout (W)		
8:00	28,8	2,32	66,64	21,9	2,65	57,90	86,88	29
8:30	31,8	2,79	88,56	21,9	3,64	79,79	90,10	29
9:00	35,1	3,31	115,94	22,0	4,86	107,13	92,40	30
9:30	36,3	3,50	126,75	22,1	5,32	117,89	93,01	30
10:00	37,6	3,70	138,96	22,3	5,89	131,17	94,39	30
10:30	38,5	3,84	147,73	22,4	6,24	139,89	94,69	31
11:00	39,4	3,98	156,75	22,5	6,60	148,86	94,97	31
11:30	39,9	4,06	161,88	22,7	6,78	153,93	95,09	32
12:00	39,4	3,98	156,75	22,8	6,52	148,76	94,90	32
12:30	40,0	4,08	162,91	23,0	6,74	154,87	95,06	32
13:00	40,9	4,22	172,36	23,1	7,10	164,26	95,30	31
13:30	40,0	4,08	162,91	23,3	6,65	154,76	95,00	31
14:00	39,1	3,94	153,72	23,4	6,21	145,52	94,67	31
14:30	37,8	3,73	140,89	23,6	5,58	131,47	93,31	30
15:00	36,5	3,53	128,59	23,7	5,03	119,12	92,64	30
15:30	33,2	3,01	99,76	23,8	3,80	90,26	90,48	30
16:00	30,2	2,54	76,52	23,8	2,81	66,99	87,55	29
16:30	27,7	2,15	59,31	23,9	2,03	48,57	81,89	29
17:00	23,4	1,47	34,31	23,9	0,99	23,55	68,66	29
17:30	19,7	0,89	17,45	23,9	0,43	10,27	58,89	28
18:00	16,2	0,34	5,46	23,9	0,13	3,07	56,18	28

Pada pengukuran di hari keenam *Buck-Boost* Konverter dapat bekerja maksimum pada saat pukul 13:00 wib dengan range *effisiensi* sebesar 95.30%, serta daya input yang diterima sebesar 172.36 watt dan daya output yang dikeluarkan sebesar 164.26 watt dengan kondisi 31 °C. Sedangkan ketika bekerja pada saat minimum yaitu pada pukul 18:00 wib dengan *effisiensi* 56.18 % dengan

daya input yang diterima sebesar 5.46 watt dan daya output yang dikeluarkan sebesar 3.07 watt dengan kondisi 28 °C.



Gambar 4.7 Grafik *Effisiensi* Hasil Pengukuran Hari Keenam

Pada pengukuran hari keenam besar *effisiensi* maksimum yang dapat dihasilkan pada pukul 13:00 wib, yaitu sebesar 94.49% menggunakan MPPT, dan 95.30% menggunakan *Buck-Boost* Konverter, dengan selisih 0.81% dimana *effisiensi* yang dihasilkan menggunakan *Buck-Boost* Konverter lebih tinggi dibandingkan menggunakan MPPT dengan kondisi cuaca 31 °C. Sedangkan pada saat minimum terjadi pada pukul 18:00 wib dengan *effisiensi* sebesar 31.71% dengan menggunakan MPPT dan 56.18% dengan menggunakan *Buck-Boost* Konverter dengan selisih *effisiensi* 24.47%, dimana tentunya *effisiensi* yang dihasilkan *Buck-Boost* Konverter lebih besar dibandingkan *effisiensi* pada MPPT dengan kondisi cuaca 28 °C

#### 4.1.7 Pengukuran Hari Ketujuh

Pada pengukuran di hari ketujuh besar tegangan awal baterai yang digunakan pada pengujian MPPT ialah sebesar 23.0 Volt.

Tabel 4.13 Hasil Pengukuran MPPT Hari Ketujuh

Waktu	Input			Output			Effisiensi (Pout/Pin X 100)	Cuaca (°C)
	Vin (V)	Iin (A)	Pin (W)	Vout (V)	Iout (A)	Pout (W)		
8:00	29,8	2,48	73,99	23,0	2,82	64,79	87,57	29
8:30	32,8	2,95	96,90	23,1	3,79	87,66	90,46	29
9:00	36,1	3,47	125,37	23,2	4,99	116,07	92,58	29
9:30	37,3	3,66	136,57	23,4	5,44	127,21	93,15	29
10:00	38,6	3,87	149,22	23,6	5,98	140,97	94,47	30
10:30	39,5	4,01	158,28	23,7	6,32	149,97	94,75	30
11:00	40,4	4,15	167,60	23,9	6,65	159,23	95,00	31
11:30	40,9	4,23	172,89	24,1	6,82	164,45	95,12	31
12:00	40,4	4,15	167,60	24,3	6,55	159,10	94,92	31
12:30	41,0	4,24	173,96	24,5	6,75	165,38	95,07	31
13:00	39,5	4,01	158,28	24,7	6,06	149,65	94,54	30
13:30	38,6	3,87	149,22	24,8	5,66	140,52	94,17	30
14:00	37,7	3,72	140,41	25,0	5,27	131,66	93,77	30
14:30	36,4	3,52	128,13	25,1	4,70	118,07	92,15	30
15:00	35,1	3,32	116,38	25,3	4,21	106,27	91,32	29
15:30	31,8	2,80	88,95	25,4	3,11	78,80	88,59	29
16:00	28,8	2,33	66,98	25,4	2,23	56,80	84,81	29
16:30	26,3	1,93	50,83	25,5	1,54	39,36	77,43	28
17:00	22,0	1,26	27,66	25,5	0,63	16,17	58,46	28
17:30	18,3	0,68	12,37	25,5	0,18	4,70	38,03	28
18:00	14,8	0,13	1,86	25,5	0,01	0,33	17,63	28

Pada pengukuran di hari ketujuh MPPT dapat bekerja maksimal ketika pada saat pukul 11:30 wib dimana *effisiensi* yang dihasilkan yaitu sebesar 95.12% dengan daya input yang diterima 172.89 watt dan daya output yang dihasilkan sebesar 164.45 watt dengan kondisi cuaca 31 °C. Sedangkan pada pukul 18:00 wib MPPT bekerja kurang optimal dikarenakan, *range effisiensi* yang dihasilkan

yaitu sebesar 17.63 %, dengan daya input yang diterima sebesar 1.86 watt, dan daya output yang dikeluarkan sebesar 0.33 watt dengan kondisi cuaca 28 °C.

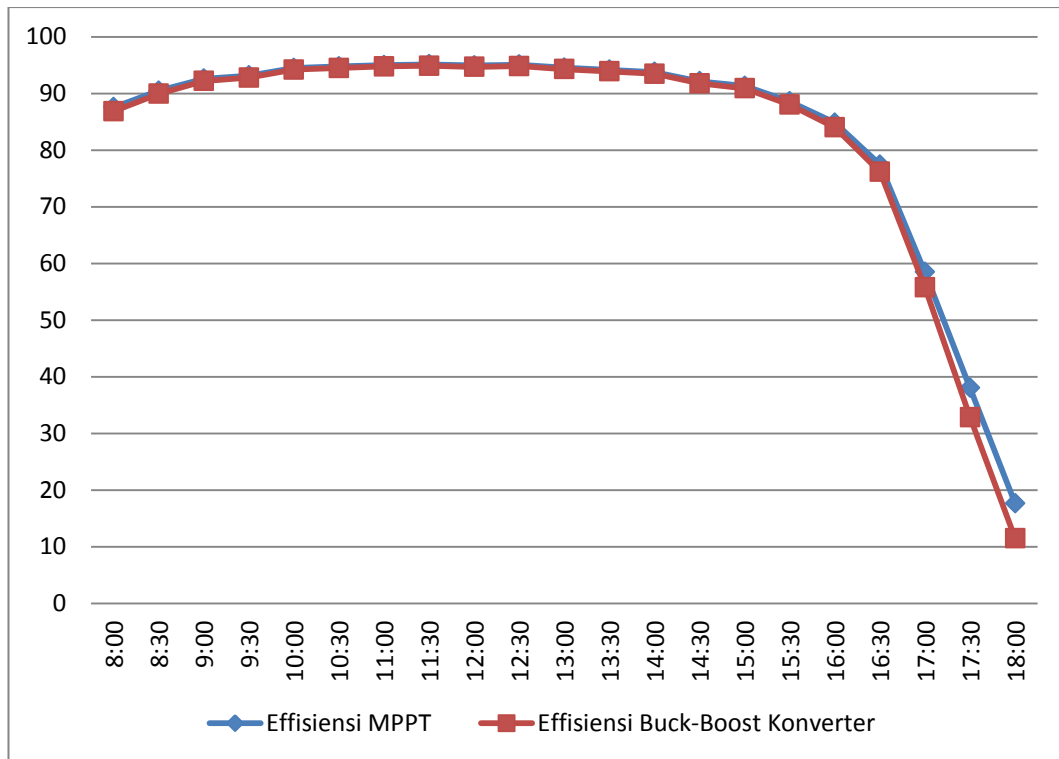
Pada pengukuran di hari ketujuh besar tegangan awal baterai yang digunakan pada pengujian *Buck-Boost* Konverter ialah sebesar 24.0 Volt.

Tabel 4.14 Hasil Pengukuran *Buck-Boost* Konverter Hari Ketujuh

Waktu	Input			Output			<i>Effisiensi</i> (Pout/Pin X 100)	Cuaca (°C)
	Vin (V)	Iin (A)	Pin (W)	Vout (V)	Iout (A)	Pout (W)		
8:00	29,7	2,46	72,92	24,0	2,64	63,34	86,86	29
8:30	32,7	2,93	95,69	24,1	3,58	86,06	89,94	29
9:00	36,0	3,45	124,00	24,2	4,72	114,32	92,19	29
9:30	37,2	3,64	135,15	24,3	5,15	125,41	92,79	29
10:00	38,5	3,84	147,73	24,5	5,68	139,15	94,19	30
10:30	39,4	3,98	156,75	24,7	6,00	148,11	94,49	30
11:00	40,3	4,13	166,03	24,9	6,32	157,32	94,76	31
11:30	40,8	4,20	171,30	25,1	6,48	162,52	94,88	31
12:00	40,3	4,13	166,03	25,3	6,22	157,19	94,68	31
12:30	40,9	4,22	172,36	25,4	6,42	163,45	94,83	31
13:00	39,4	3,98	156,75	25,6	5,77	147,79	94,28	30
13:30	38,5	3,84	147,73	25,8	5,38	138,70	93,89	30
14:00	37,6	3,70	138,96	25,9	5,01	129,88	93,47	30
14:30	36,3	3,50	126,75	26,1	4,46	116,31	91,77	30
15:00	35,0	3,29	115,06	26,2	3,99	104,57	90,89	29
15:30	31,7	2,77	87,78	26,3	2,94	77,26	88,01	29
16:00	28,7	2,30	65,96	26,4	2,10	55,40	83,99	29
16:30	26,2	1,91	49,93	26,4	1,44	38,03	76,16	28
17:00	21,9	1,23	26,95	26,5	0,57	15,04	55,79	28
17:30	18,2	0,65	11,84	26,5	0,15	3,89	32,86	28
18:00	14,7	0,10	1,50	26,5	0,01	0,17	11,47	28

Pada pengukuran di hari ketujuh *Buck-Boost* Konverter dapat bekerja maksimum pada saat pukul 11:30 wib dengan range *effisiensi* sebesar 94.88%, serta daya input yang diterima sebesar 171.30 watt dan daya output yang dikeluarkan sebesar 162.52 watt dengan kondisi 31 °C. Sedangkan ketika bekerja pada saat minimum yaitu pada pukul 18:00 wib dengan *effisiensi* 11.47 % dengan

daya input yang diterima sebesar 1.50 watt dan daya output yang dikeluarkan sebesar 0.17 watt dengan kondisi 28 °C.



Gambar 4.8 Grafik *Effisiensi* Hasil Pengukuran Hari Ketujuh

Pada pengukuran hari ketujuh besar *effisiensi* maksimum yang dapat dihasilkan pada pukul 11:30 wib, yaitu sebesar 95.12% menggunakan MPPT, dan 94.88% menggunakan *Buck-Boost* Konverter, dengan selisih 0.24% dimana *effisiensi* yang dihasilkan menggunakan *Buck-Boost* Konverter lebih tinggi dibandingkan menggunakan MPPT dengan kondisi cuaca 31 °C. Sedangkan pada saat minimum terjadi pada pukul 18:00 wib dengan *effisiensi* sebesar 17.63% dengan menggunakan MPPT dan 11.47% dengan menggunakan *Buck-Boost* Konverter dengan selisih *effisiensi* 6.15%, dimana tentunya *effisiensi* yang dihasilkan MPPT lebih besar dibandingkan *effisiensi* pada *Buck-Boost* Konverter dengan kondisi cuaca 28 °C



#### 4.2 Pengujian Kinerja *Buck-Boost Converter*

*Buck-Boost* Konverter bekerja menggunakan gelombang *Pulse Width Modulation* (PWM) dimana gelombang tersebut berfungsi untuk mengatur *switching* pada *MOSFET* ketika arus yang masuk pada rangkaian berubah-ubah. Gelombang PWM dapat dibangkitkan dengan menggunakan pin D9 dan D10 arduino nano. Sistem yang digunakan pada *Buck-Boost* Konverter pada saat mengubah tegangan yang dihasilkan oleh *Photovoltaic* ialah system 24VDC, dimana hal tersebut untuk menyesuaikan tegangan input yang diterima pada inverter. Untuk menentukan nilai tegangan stabil di 24 VDC diperlukan terlebih dahulu nilai *duty cycle* agar dapat menentukan komponen-komponen yang digunakan.

Dimana untuk mencari *Duty Cycle*:

$$D = \frac{V_o}{V_i + V_o \times D}$$

$$V_o = V_i \frac{D}{1 - D}$$

$$V_o - V_o \times D = V_i \times D$$

$$V_o = V_i \times D + V_o \times D$$

$$V_o = (V_i + V_o) \times D$$

$$D = \frac{V_i}{(V_i + V_o)}$$

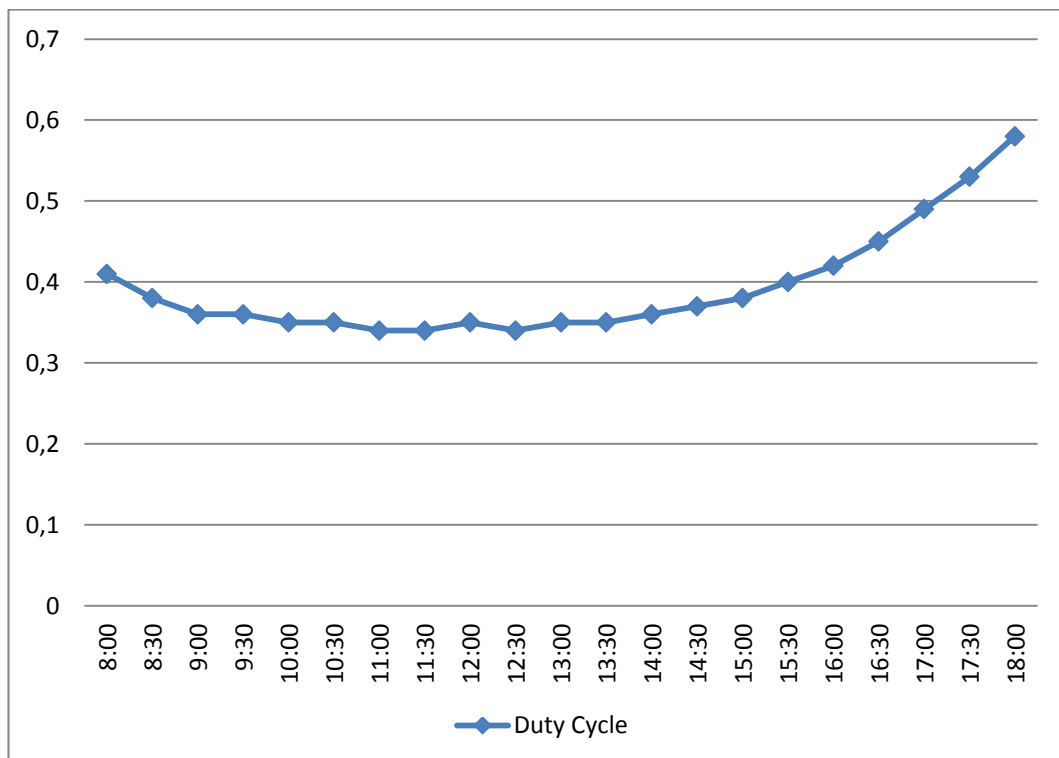
Tabel 4.15 Hasil *Duty Cycle Buck-Boost* Konverter

Waktu	Vin (Volt)	Vout (Volt)	<i>Duty Cycle</i> $V_o/(V_i+V_o)$
8:00	29,6	20,15	0,41
8:30	32,6	20,23	0,38
9:00	35,9	20,34	0,36
9:30	37,1	20,46	0,36
10:00	38,4	20,59	0,35

Waktu	Vin (Volt)	Vout (Volt)	Duty Cycle $V_o/(V_i+V_o)$
10:30	39,3	20,73	0,35
11:00	40,2	20,88	0,34
11:30	40,7	21,03	0,34
12:00	40,2	21,18	0,35
12:30	40,8	21,33	0,34
13:00	40,8	21,49	0,35
13:30	39,9	21,63	0,35
14:00	39,0	21,77	0,36
14:30	37,7	21,89	0,37
15:00	36,4	22,01	0,38
15:30	33,1	22,09	0,40
16:00	30,1	22,16	0,42
16:30	27,6	22,21	0,45
17:00	23,3	22,23	0,49
17:30	19,6	22,24	0,53

Berikut ialah grafik hasil perhitungan nilai *duty cycle* dari pengujian *Buck-Boost*

*Konverter*



Gambar 4.9 Grafik Perhitungan *Duty Cycle* Buck Boost Konverter

Dari gambar grafik diatas dapat dilihat perubahan *duty cycle* di setiap jamnya, hal tersebut dikarenakan tegangan yang dikeluarkan panel surya tidak stabil dikarenakan dengan kondisi cuaca yang dialami, oleh karena itu nilai *duty cycle* mengalami kenaikan dan penurunan di setiap waktu yang berbeda.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah diuraikan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil kedua pengujian MPPT dan *Buck-Boost* Konverter *effisiensi* maksimal tepatnya pada hari ketika tepatnya pukul 13:00 wib dengan nilai sebesar 95.13 % pada saat menggunakan MPPT dan 94.87 % ketika menggunakan *Buck-Boost* Konverter. Sedangkan *effisiensi* terendah terjadi pada hari ketiga tepatnya pukul 18:00 wib dengan nilai 14.05 % ketika menggunakan MPPT dan pada hari ketujuh pukul 18:00 wib dengan nilai sebesar 11.47 % ketika menggunakan *Buck-Boost* Konverter.
2. Setiap pengujian yang telah dilakukan *effisiensi* yang dihasilkan MPPT selalu lebih tinggi dibandingkan *Buck-Boost* Konverter. Akan tetapi pada saat pengujian di hari keenam tepatnya pukul 13:00 wib dan pukul 18:00 wib terjadi perbedaan, dimana *effisiensi* yang dihasilkan oleh *Buck-Boost* Konverter lebih tinggi dibandingkan *effisiensi* pada MPPT yaitu dengan selisih 0.18 % dan 24.47 %

#### 5.2 Saran

Adapun saran dari hasil dari perancangan dan peengujian pada penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Sebaiknya perbandingan antara kedua *Solar Charging Control* menggunakan system 12 VDC, agar dapat mengetahui perbedaan yang signifikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- A. S., N. M., & Mulyana, D. (2019). Pengaturan Kecepatan Motor Brushless DC(Direct Current) Menggunakan Cuk Converter. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer TRIAC*, 6(2). <https://doi.org/10.21107/triac.v6i2.5990>
- Almanda, D., & Chamdareno, P. G. (2019). Perbandingan Kinerja Konverter Buck Boost Dan Konverter Sepic Sebagai Charger Baterai Berbasis Panel Surya. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 2017–2020.
- Atallah, A. M., Abdelaziz, A. Y., & Jumaah, R. S. (2014). *IMPLEMENTATION OF PERTURB AND OBSERVE MPPT OF PV SYSTEM WITH DIRECT CONTROL METHOD USING BUCK AND BUCK - BOOST CONVERTERS*. 1(1).
- Duong, M. Q., Mussetta, M., & Milano, P. (2017). Design and Simulation of PI-Type Control for the Buck Boost Converter. *International Conference On Energy and Environment (CIEM)*, 11, 79–82. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/CIEM.2017.8120769>
- Efrita Arfah Zuliari<sup>1</sup>, Ciptian Weried Priandana, S. I. H. (2017). Penggunaan Algoritma Peturb And Observe (Pno) dalam Studi Penggunaan Sepic dan Zeta Konverter untuk Maximum Power Point Tracker (MPPT) pada Photovoltaic Statis. *Journal Information Engineering and Educational Technology*, 1(1), 27–31.
- Fariz Yulianto , Wakhyu Dwiono, W. (2019). Analisis Perbandingan Efisiensi Daya Modified Sine Inverter Dengan Pure Sine Inverter. *Jurnal Riset Rekayasa Elektro*, 1(1), 17–24. <https://doi.org/10.30595/jrre.v1i1.4924>
- Fibrianti, R. (2020). Rancang Bangun SEPIC (Single-Ended Primary Inductance Converter) untuk Aplikasi MPPT (Maximum Power Point Tracker) Jenis Constant Voltage (CV). *Jurnal Teknologi Elekterika*, 17(2), 7–13. <http://jurnal.poliupg.ac.id/index.php/JTE/article/view/2159>
- Fuadi, Z., Ashari, M., P, F. A., & Photovoltaic, A. (2014). Perancangan dan Simulasi Full Bridge Inverter Lima Tingkat dengan Dual Buck Converter Terhubung Jaringan Satu Fasa. *Jurnal Teknik Pomits*, 3(1), : 2337-3539 (2301-9271). <http://www.ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/5402/1620>

- Komarudin, A. (2014). Desain Dan Analisis Proporsional Kontrol Buck-Boost Converter. *Jurnal ELTEK, Malang Vol: 12, No.02, Oktober 2014 ISSN 1693-4024, 12(02), 78–89.*
- Mahrub, I., Bintoro, J., & Djatmiko, W. (2018). *Rancang Bangun Solar Charge Controller Menggunakan Synchronous Non-Inverting Buck-Boost Converter Pada Panel Surya 50 Watt Peak (Wp) Berbasis Arduino Nano V3.0. I(1), 2016–2019.*
- Nathawibawa, A. A. N. B. B., Kumara, I. N. S., & Ariastina, W. G. (2016). Analisis Produksi Energi dari Inverter pada Grid-connected PLTS 1 MWp di Desa Kayubih Kabupaten Bangli. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, 16(1), 131.* <https://doi.org/10.24843/mite.1601.18>
- Nugroho, B., Handoko, S., & Andromeda, T. (2017). Perancangan Maximum Power Point Tracking Panel Surya Menggunakan Buck Boost Converter Dengan Metode Incremental Conductance. *Perancangan Maximum Power Point Tracking Panel Surya Menggunakan Buck Boost Converter Dengan Metode Incremental Conductance, 18(4), 168–175.* <https://doi.org/10.12777/transmisi.18.4.168-175>
- Otong, M., & Bajuri, R. M. (2016). Maximum Power Point Tracking ( MPPT ) Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Buck-Boost Converter. *Teknik Elektro, 5(2), 8.*
- Pendidikan, S., Studi, P., & Teknik, P. (2019). Pengisian Baterai Menggunakan Buck-Boost Converter Pada Sistem Energi Surya. *Edu Elekrika Journal, 8(2), 91–95.*
- Putra, B. P. J., Aisjah, A. S., & Arifin, S. (2013). Rancang Bangun Maximum Power Point Tracking pada Panel Photovoltaic Berbasis Logika Fuzzy di Buoy Weather Station. *Jurnal Teknik ITS, 2(2), B299–B304.* <https://doi.org/10.12962/J23373539.V2I2.3642>
- Raju, N. I., Islam, M. S., & Uddin, A. A. (2013). Sinusoidal pwm signal generation technique for three phase voltage source inverter with analog circuit & simulation of pwm inverter for standalone load & micro-grid system. *International Journal of Renewable Energy Research, 3(3), 647–658.* <https://doi.org/10.20508/ijrer.10934>

- Rimbawati, Setiadi, H., Ananda, R., & Ardiansyah, M. (2019). Perancangan Alat Pendeteksi Kebocoran Tabung Gas LPG Dengan Menggunakan Sensor MQ-6 Untuk Mengatasi Bahaya Kebakaran. *Journal of Electrical Technology*, 4(2), 53–57.
- Seminar, P., Vokasi, N., Indonesia, U. I., Ii, B. A. B., Sidabutar, D. S., Musyafa, A., Hantoro, R., Climbing, H., Things, I. O., Radiansyah, P., Surya, P., Affandy, A. L., Samman, F. A., Sadjad, R. S., Elektro, J. T., Industri, F. T., & Indonesia, U. I. (2017). Rancang Bangun Buck-Boost Converter Pada Panel Surya Menggunakan Metode Kontrol PI Dan PID Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Penelitian Enjiniring*, 21(1), 87–92. <https://doi.org/10.25042/jpe.052017.13>
- suwito, suhanto, K. (2017). Sistem Baterai Charging pada Solar Energy System dengan Buck Boost Converter untuk Berbagai Tingkat Pencahayaan Di Bandar Udara. *Jurnal Teknologi Penerbangan*, 1, 1.
- Syafrizal, I. (2016). *Rancang Bangun Konverter Buck-Boost Dengan Kontrol Logika Fuzzy*.
- Utami, S. (2017). Implementasi Algoritma Perturb and Observe untuk Mengoptimasi Daya Keluaran Solar Cell Menggunakan MPPT di Laboratorium Energi Baru Terbarukan. *Jurnal Infotel*, 9(1), 92. <https://doi.org/10.20895/infotel.v9i1.165>
- Vanitha, D., & Rathinakumar, M. (2017). *Fractional Order PID Controlled PV Buck Boost Converter with Coupled Inductor*. 8(3), 1401–1407. <https://doi.org/10.11591/ijpeds.v8i3.pp1401-1407>
- Viswanatha, V., & Reddy, V. S. R. (2017). Microcontroller Based Bidirectional buck – boost Converter For Photo-voltaic Power Plant. *Journal of Electrical Systems and Information Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.jesit.2017.04.002>

## LAMPIRAN



Gambar 1. Posisi Alat



Gambar 2. Proses Pengujian



Gambar 3. Induktor Toroid





Gambar 4. Data Pengukuran



Gambar 5. Baterai



Gambar 6. Datasheet Panel Surya



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

Jalan Kapten Mochtar Basri No.3 Medan Sumatera Utara 20238 Indonesia

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir (Skripsi)

Nama : HERI SETIADI  
NPM : 1607220001  
Judul Tugas Akhir : PERBANDINGAN *BUCK-BOOST* KONVERTER  
DENGAN *MAXIMUM POWER POINT TRACKER* (MPPT)  
SEBAGAI *SOLAR CHARGING CONTROL* (STUDI KASUS  
PLTS PEMATANG JOHAR)

No	Tanggal	Catatan	Paraf
	25/02/2021	- Tambahkan Batasan Masalah. - Tambahkan Teori BAB II	Prof
	05/03/2021	- Perbaiki Metode Penelitian BAB III - Perbaiki SPan menjadi 2.	Prof
	09/03/2021	Perbaiki Hasil Penelitian BAB IV	Prof
	27/maret/2021	- Perbaiki Kesimpulan & saran - Lampiran.	Prof
	05/04/2021	<u>ALL SEMHAS !!!</u>	Prof

Pembimbing

RIMBAWATI, S.T., M.T

Gambar 7. Berita Acara Seminar Hasil



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan Sumatera Utara 20238 Indonesia

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir (Skripsi)

Nama : HERI SETIADI  
NPM : 1607220001  
Judul Tugas Akhir : PERBANDINGAN *BUCK-BOOST* KONVERTER  
DENGAN *MAXIMUM POWER POINT TRACKER* (MPPT)  
SEBAGAI *SOLAR CHARGING CONTROL* (STUDI KASUS  
PLTS PEMATANG JOHAR)

No	Tanggal	Catatan	Paraf
	25/02/2021	- Tambahkan Babagan Masalah. - Tambahkan Teori BNB II	Ref
	05/03/2021	- Perbaiki Metode Penelitian BNB III - Perbaiki Spasi menjadi 2.	Ref
	05/03/2021	Perbaiki Hasil Penelitian Bab IV	Ref
	27/maret/2021	- Perbaiki Kesimpulan & Saran - Lampiran.	Ref
	05/04/2021	Acc. SEMHAS !!!	Ref
	28/08/2021	Acc SIDANG !!!	Ref

Pembimbing

RIMBAWATI, S.T., M.T

Gambar 8. Berita Acara Sidang



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
UPT PERPUSTAKAAN**

Alamat : Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. 6624567 –Ext. 113 Medan 20238  
Website : <http://perpustakaan.umsu.ac.id> Email : [perpustakaan@umsu.ac.id](mailto:perpustakaan@umsu.ac.id)

*Bila menjabar surat ini, agar dicantumkan nomor dan tanggalnya.*

**SURAT KETERANGAN**

Nomor :992/KET/IL.3-AU/UMSU-P/M/2021

Berdasarkan hasil pemeriksaan data pada Sistem Perpustakaan, maka Kepala Unit Pelaksana Teknis (UPT) Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan ini menerangkan :

**Nama** : Herl Setiadi  
**NPM** : 1607220001  
**Fakultas** : Teknk  
**Jurusan** : Teknk Elektro

telah menyelesaikan segala urusan yang berhubungan dengan Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan.

Demikian surat keterangan ini diperbuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Medan, 11 Muharam 1443 H.  
20 Agustus 2021 M

**Kepala UPT Perpustakaan**  
  
**Muhammad Arifin, S.Pd, M.Pd**

Gambar 9. Surat Keterangan Bebas Pustaka

## PROGRAM ARDUINO

```
#include <TFT.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <PWM.h>

#define BACKLIGHT_PIN 13
LiquidCrystal_I2C lcd (0x27, 20,4);
int32_t frequency1 = 15000;
int32_t frequency2 = 15000;
int pwm1; // buck pwm
int pwm2; // boost pwm
int cnt;
void setup()
{
// Set off LCD module
lcd.begin (); // 20 x 4 LCD module
lcd.backlight(); // BL, BL_POL
lcd.setBacklight(HIGH);
//Mengatur Frekuensi PWM
InitTimersSafe();
SetPinFrequencySafe(9, frequency1);
SetPinFrequencySafe(10, frequency2);
pinMode ( BACKLIGHT_PIN, OUTPUT );
lcd.begin ();
digitalWrite ( BACKLIGHT_PIN, HIGH );
pwmWrite(9,pwm1);
pwmWrite(10,pwm2);
pwm1=250;//BUCK
pwm2=60;//BOOST
}
```

```

void loop()
{
//Baca Sensor Tegangan
int SensorVi = analogRead(A0);
int SensorVo = analogRead(A1);
//Baca Sensor Arus
int SensorIi = analogRead(A2);
int SensorIo = analogRead(A3);
//Konversi Sensor Tegangan
float Vi=(SensorVi*0.029)+0.089;
float Vo=(SensorVo*0.019)+0.012;
//Konversi Sensor Arus
float Ii=(SensorIi*0.049)-25.33;
float Io=(SensorIo*0.049)- 25.13;
lcd.clear();
lcd.setCursor(3,0);
lcd.print("DATA MIKROHIDRO");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Vi:");
lcd.print(Vi);
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("Ii:");
lcd.print(Ii);
lcd.setCursor(11,1);
lcd.print("Vo:");
lcd.print(Vo);
lcd.setCursor(11,2);
lcd.print("Io:");
lcd.print(Io);
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("pwm1=");
lcd.print(pwm1);

```

```

}
void loop() {
//Baca Sensor Tegangan
int SensorVi = analogRead(A0);
int SensorVo = analogRead(A1);
//Baca Sensor Arus
int SensorIi = analogRead(A2);
int SensorIo = analogRead(A3);
//Konversi Sensor Tegangan
float Vi=(SensorVi*0.029)+0.089;
float Vo=(SensorVo*0.019)+0.012;
//Konversi Sensor Arus
float Ii=(SensorIi*0.049)-25.33;
float Io=(SensorIo*0.049)- 25.13;
lcd.clear();
lcd.setCursor(3,0);
lcd.print("DATA MIKROHIDRO");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Vi:");
lcd.print(Vi);
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("Ii:");
lcd.print(Ii);
lcd.setCursor(11,1);
lcd.print("Vo:");
lcd.print(Vo);
lcd.setCursor(11,2);
lcd.print("Io:");
lcd.print(Io);
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("pwm1=");
lcd.print(pwm1);

```

```
//BUCK-BOOST
pwmWrite(9,pwm1--);
pwmWrite(10,pwm2++);
if (pwm2>=150)
{
pwm2=150;
}
if (pwm1<=150)
{
pwm1=150;
}
}
else
{
pwmWrite(9,pwm1++);
pwmWrite(10,pwm2--);
if (pwm2<=10)
{
pwm2=10;
}
if (pwm1>=210)
{
pwm1=210;
}
}
}
if(Vi>12.01 && Vi<13.99)
{
if(Vo>=12.00)
{
//BUCK
pwmWrite(9,pwm1--);
```



```
pwmWrite(10,pwm2++);
if (pwm2>=150)
{
pwm2=150;
}
if (pwm1<=10)
{
pwm1=10;
}
}
else
{
pwmWrite(9,pwm1++);
pwmWrite(10,pwm2--);
if (pwm2<=130)
{
pwm2=130;
}
if (pwm1>=250)
{
pwm1=250;
}
}
}
if(Vi>14.01 && Vi<15.99)
{
if(Vo>=12.00)
{
//BUCK
pwmWrite(9,pwm1--);
pwmWrite(10,pwm2++);
if (pwm2>=130)
```

```
{
pwm2=130;
}
if (pwm1<=10)
{
pwm1=10;
}
}
else
{
pwmWrite(9,pwm1++);
pwmWrite(10,pwm2--);
if (pwm2<=110)
{
pwm2=110;
}
if (pwm1>=250)
{
pwm1=250;
}
}
}
if(Vi>16.01 && Vi<17.99)
{
if(Vo>=12.00)
{
//BUCK
pwmWrite(9,pwm1--);
pwmWrite(10,pwm2++);
if (pwm2>=110)
{
pwm2=110;
```

```
}
if (pwm1<=10)
{
pwm1=10;
}
}
else
{
pwmWrite(9,pwm1++);
pwmWrite(10,pwm2--);
if (pwm2<=90)
{
pwm2=90;
}
if (pwm1>=250)
{
pwm1=250;
}
}
}
if(Vi>18.01 && Vi<19.99)
{
if(Vo>=12.00)
{
//BUCK
pwmWrite(9,pwm1--);
pwmWrite(10,pwm2++);
if (pwm2>=100)
{
pwm2=100;
}
}
if (pwm1<=10)
```

```
{
pwm1=10;
}
}
else
{
pwmWrite(9,pwm1++);
pwmWrite(10,pwm2--);
if (pwm2<=80)
{
pwm2=80;
}
if (pwm1>=250)
{
pwm1=250;
}
}
}
if(Vi>20.01 && Vi<21.99)
{
if(Vo>=12.00)
{
//BUCK
pwmWrite(9,pwm1--);
pwmWrite(10,pwm2++);
if (pwm2>=90)
{
pwm2=90;
}
if (pwm1<=10)
{
pwm1=10;
```

```
}  
}  
else  
{  
pwmWrite(9,pwm1++);  
pwmWrite(10,pwm2--);  
if (pwm2<=70)  
{  
pwm2=70;  
}  
if (pwm1>=250)  
{  
pwm1=250;  
}  
}  
}  
if(Vi>22.01 && Vi<23.99)  
{  
if(Vo>=12.00)  
{  
//BUCK  
pwmWrite(9,pwm1--);  
pwmWrite(10,pwm2++);  
if (pwm2>=80)  
{  
pwm2=80;  
}  
if (pwm1<=10)  
{  
pwm1=10;  
}  
}  
}
```

```
else
{
pwmWrite(9,pwm1++);
pwmWrite(10,pwm2--);
if (pwm2<=60)
{
pwm2=60;
}
if (pwm1>=250)
{
pwm1=250;
}
}
if(Vi>26.01 && Vi<27.99)
{
if(Vo>=12.00)
{
//BUCK
pwmWrite(9,pwm1--);
pwmWrite(10,pwm2++);
if (pwm2>=60)
{
pwm2=60;
}
if (pwm1<=10)
{
pwm1=10;
}
}
else
{
```

```
pwmWrite(9,pwm1++);  
pwmWrite(10,pwm2--);  
if (pwm2<=40)  
{  
pwm2=40;  
}  
if (pwm1>=250)  
{  
pwm1=250;  
}  
}  
}  
delay(50);
```

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### **Data Pribadi**

Nama : Heri Setiadi  
Tempat/Tanggal Lahir : Medan/31 Januari 1999  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Umur : 22  
Agama : Islam  
Status : Belum Menikah  
Tinggi/Berat Badan : 170 cm/53 Kg  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Alamat : Jl. Perunggu Gg. Damai No. 48 LK. V Kelurahan Kota Bangun, Kecamatan Medan Deli, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara  
No. Hp/Wa : +6282268764347  
Email : [herisetiadi199@gmail.com](mailto:herisetiadi199@gmail.com)

### **Data Orang Tua**

Nama Ayah : Subari  
Agama : Islam  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Nama Ibu : Murni Waty  
Agama : Islam  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Alamat : Jl. Perunggu Gg. Damai No. 48 LK. V Kelurahan Kota Bangun, Kecamatan Medan Deli, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara

### **Latar Belakang Pendidikan**

2004-2010 : SD Swasta Surya Bakti  
2010-2013 : SMPN 43 Medan  
2013-2016 : SMK Swasta PAB 1 Helvetia  
2016-2021 : Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara