

**MAXIMUM POWER POINT TRACKING (MPPT) PADA  
SOLAR PANELDENGAN SISTEM TRACKING**

**PROYEK AKHIR**

Laporan ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan  
Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh :

M.Isra' Nurcahya Kuncoro

NIRM : 0031913

Niken Ananda

NIRM: 0031919

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI  
BANGKA BELITUNG**

**2022**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**MAXIMUM POWER POINT TRACKING (MPPT) PADA SOLAR PANEL  
DENGAN SISTEM TRACKING**

Oleh:

M.Isra' Nurcahya Kuncoro

NIRM : 0031913

Niken Ananda

NIRM: 0031919

Laporan ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan  
Program Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



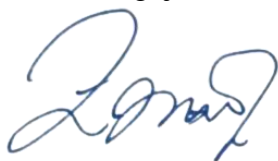
I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D

Pembimbing 2



Surojo, M,T

Penguji 1



Zanu Saputra, M.Tr.T

Penguji 2



Indra Dwisaputra, M.T

## PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa 1: M.Isra' Nurcahya Kuncoro

NIRM: 0031913

Nama Mahasiswa 2: Niken Ananda

NIRM: 0031919

Dengan Judul: MAXIMUM POWER POINT TRACKING (MPPT) PADA SOLAR PANEL DENGAN SISTEM TRACKING

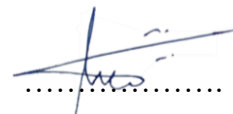
Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia diberikan sanksi berlaku.

Sungailiat, 3 Agustus 2022

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. M.Isra' Nurcahya Kuncoro



2. Niken Ananda



## ABSTRAK

*Solar panel merupakan alat untuk mengubah cahaya sinar matahari menjadi listrik karena merupakan sumber cahaya paling kuat yang dapat digunakan. Radiasi matahari dari solar panel sebanding dengan tegangan dan arus yang dihasilkan oleh solar panel itu sendiri. Namun dalam proses pemakaiannya sebagian saja yang dimanfaatkan dari sinar matahari, daya yang diserap tidak digunakan sepenuhnya, karena tergantung dari jenis beban yang digunakan. Untuk mengoptimalkan daya yang terserap solar panel maka digunakan Maximum Power Point Tracking. Maximum Power Point Tracking adalah sistem elektronis yang mengoperasikan modul solar panel agar dapat menghasilkan daya maksimal yang bisa diproduksi oleh solar panel dengan menggunakan sistem tracking. Pada proyek akhir ini menggunakan sistem tracking manual untuk mengatur solar panel agar tegak lurus terhadap arah datangnya cahaya sinar matahari dengan nilai tegangan maksimum 17,42 v, dengan arus maksimum 718,4 mA dan daya maksimum 13662 mW di sudut 30°. Komponen yang digunakan adalah solar panel 100 wp, buck-boost converter, sensor arus ina 219, sensor tegangan, potensio, lcd i2c, pengontrol beban resistor mikrokontroler arduino mega 2560.*

Kata kunci : Solar Panel, Maximum Power Point Tracking, Sistem Tracking

## **ABSTRACT**

*Solar panels are a tool for reducing the amount of pollution in the atmosphere because they are the most efficient source of energy. Matahari radiation from a solar panel in comparison to the tegangan and arus produced by the solar panel itself. Namun, dalam proses pemakaiannya, sebagian saja yang dimanfaatkan dari sinar matahari, daya yang diserap tidak digunakan sepenuhnya, karena tergantung dari jenis beban yang digunakan. Maximum Power Point Tracking is used on solar panels to optimize daytime performance. Maximum Power Point Tracking adalah sistem elektronis yang mengoperasikan modul solar panel untuk menghasilkan daya yang dapat diproduksi oleh solar panel dengan sistem tracking. In the following project, a manual tracking system is used to adjust the solar panel so that it does not lag behind the time of day with a maximum voltage of 17,42 v, a maximum current of 718,4 mA, and a maximum day of 13662 w. Solar panel 100 wp, buck-boost converter, sensor arus ina 219, sensor tegangan, potensio, lcd i2c, and microcontroller arduino mega 2560 are the components used.*

**Keywords : Solar Panels, Maximum Power Point Tracking, System Tracking**

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh..

Puji dan syukur penyusun panjatkan atas Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, penyusun dapat menyelesaikan laporan Proyek Akhir dengan tepat pada waktunya.

Laporan proyek akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan dan kewajiban mahasiswa untuk menyelesaikan program Diploma III di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Penyusun mencoba untuk mengaplikasikan ilmu yang didapat selama 3 tahun mengecap pendidikan di Politeknik Negeri Bangka Belitung dan pengalaman yang penyusun dapatkan pada pembuatan alat dan makalah proyek akhir ini.

Tersusunya makalah proyek akhir ini tentu bukan karena karya penyusun sendiri, tetapi juga bantuan banyak pihak. Pada kesempatan ini penyusun menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu terwujudnya proyek akhir ini, sebagai berikut :

1. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D., adalah selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dan pembimbing I yang telah mencurahkan waktu, tenaga dan pikirannya dalam melaksanakan bimbingan di penyusunan laporan akhir ini.
2. Bapak Surojo, M.T., adalah selaku pembimbing II yang telah memberikan saran dan solusi atas permasalahan yang dihadapi selama proses perencanaan dan pembuatan alat, serta pembuatan laporan akhir ini.
3. Bapak M. Iqbal Nugraha, M.Eng., adalah selaku Kepala Jurusan Teknik Elektro dan Informatika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

4. Bapak Ocsirendi, M.T., adalah selaku Kepala Prodi Diploma III Teknik Elektronika dan Dosen Wali Kelas III Teknik Elektronika A Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Seluruh staff pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Keluarga besar yang selalu senantiasa memberikan kasih sayang, do'a, dukungan dan semangat baik spiritual maupun material
7. Teman-teman mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak membantu dalam penyelesaian Proyek Akhir.
8. Pihak-pihak lain yang turut membantu baik langsung maupun tidak langsung dalam pelaksanaan Proyek Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penyusun menyadari bahwa dalam penulisan laporan proyek akhir ini masih belum sempurna karena penyusun adalah manusia biasa yang tidak luput dari kesalahan. Oleh karena itu, kami berharap kritik dan saran yang membangun dari pembaca dapat mendukung pengembangan dan perbaikan artikel-artikel selanjutnya. Penyusun berharap semoga laporan proyek akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Terima kasih.

Sungailiat 3 Agustus 2022

Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT .....	iii
ABSTRAK .....	iv
<i>ABSTRACT</i> .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Proyek Akhir .....	3
BAB II LANDASAN TEORI .....	4
2.1 Solar Panel.....	4
2.2 Pengaruh Radiasi Matahari Terhadap Solar Panel .....	7
2.3 Algoritma MPPT .....	7
2.4 Metode Perturb and Observe(PO) .....	9
2.5 Arduino Mega 2560.....	11
BAB III METODE PELAKSANAAN .....	13
3.1 Desain Alat .....	13



3.2 Blok Diagram .....	14
3.3 Komponen Yang Digunakan .....	15
<b>BAB IV PEMBAHASAN</b> .....	<b>24</b>
4.1 Buck Boost .....	24
4.2 Sensor Tegangan .....	26
4.3 Pengujian Sensor Arus Ina 219 .....	29
4.4 Mencari Titik Maksimum.....	32
4.5 Pengujian Alat Menggunakan Solar Panel .....	35
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	<b>40</b>
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran .....	40
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>41</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Simulasi solar panel mencari titik maksimum [1].....	1
Gambar 2. 1 Solar Panel 100 WP [4] .....	4
Gambar 2. 2 Solar panel jenis polycrystalline silicon [6] .....	6
Gambar 2. 3 Solar jenis monocrystalline silicon [6].....	7
Gambar 2. 4 Pengaruh radiasi matahari terhadap solar panel[7] .....	7
Gambar 2. 5 Mencari nilai maksimum [8] .....	8
Gambar 2. 6 Kurva I-V dan P-V .....	9
Gambar 2. 7 Diagram skematik metode perturb and observe (PO) [9].....	10
Gambar 2. 8 Kurva karakteristik MPPT [9].....	10
Gambar 2. 9 Arduino Mega 2560[10].....	12
Gambar 3. 1 Desain alat .....	14
Gambar 3. 2 Blok diagram proyek akhir.....	14
Gambar 3. 3 Solar panel yang digunakan .....	16
Gambar 3. 4 Spesifikasi dari solar panel yang digunakan .....	17
Gambar 3. 5 <i>Buck boost</i> yang digunakan.....	18
Gambar 3. 6 Sensor tegangan yang digunakan .....	20
Gambar 3. 7 Sensor arus ina 219 yang digunakan .....	21
Gambar 3. 8 Potensiometer yang digunakan.....	22
Gambar 3. 9 LCD yang digunakan .....	23
Gambar 4. 1 Rangkaian pengujian buck boost.....	24
Gambar 4. 2 Rangkaian <i>buck boost</i> .....	25
Gambar 4. 3 Grafik <i>buck boost</i> terhadap <i>duty cycle</i> .....	26
Gambar 4. 4 Rangkaian sensor tegangan .....	27
Gambar 4. 5 Grafik sensor tegangan.....	28
Gambar 4. 6 Rangkaian pengujian sensor arus ina 219 .....	29
Gambar 4. 7 Grafik output tegangan pengujian sensor arus .....	31
Gambar 4. 8 Grafik output arus pengujian sensor arus .....	32
Gambar 4. 9 Grafik output daya pengujian sensor arus. ....	32

Gambar 4. 10 Grafik kurva titik maksimum[9] .....	33
Gambar 4. 11 Grafik arus dengan input power supply dan <i>load</i> 50 ohm .....	34
Gambar 4. 12 Grafik tegangan dengan input power supply dan <i>load</i> 50 ohm.....	35
Gambar 4. 13 Grafik daya dengan input power supply dan <i>load</i> 50 ohm.....	35
Gambar 4. 15 Grafik tegangan <i>load</i> 50 ohm dan sudut 0° .....	36
Gambar 4. 16 Grafik <i>load</i> 50 ohm dan sudut 30° dan -30° .....	36
Gambar 4. 17 Grafik <i>load</i> 50 ohm dan sudut 45° dan -45° .....	36
Gambar 4. 18 Grafik tegangan <i>load</i> 25 ohm hambatan 100 ohm dan sudut 0° ....	37
Gambar 4. 19 Grafik <i>load</i> 25 ohm hambatan 100 ohm dan sudut 30° dan -30° ...	37
Gambar 4. 20 Grafik <i>load</i> 25 ohm hambatan 100 ohm dan sudut 45° dan -45° ...	38
Gambar 4. 21 Grafik keseluruhan <i>load</i> 25 ohm dan sudut 0° .....	38
Gambar 4. 22 Grafik <i>load</i> 25 ohm dan sudut 30° dan -30° .....	39
Gambar 4. 23 Grafik <i>load</i> 25 ohm dan sudut 45° dan -45° .....	39

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi dari arduino mega 2560 .....	11
Tabel 3. 1 Spesifikasi komponen proyek akhir .....	15
Tabel 3. 2 Spesifikasi dari <i>Buck Boost Converter XL SEMI 6019</i> .....	18
Tabel 3. 3 Konfigurasi pin XL SEMI 6019 .....	19
Tabel 3. 4 Spesifikasi sensor tegangan .....	20
Tabel 3. 5 Konfigurasi sensor tegangan .....	20
Tabel 3. 6 Spesifikasi sensor ina 219 .....	21
Tabel 3. 7 Konfigurasi pin sensor ina 219 .....	21
Tabel 4. 1 Pengujian sensor tegangan .....	28
Tabel 4. 2 Pengujian sensor arus .....	31
Tabel 4. 3 Pengujian mencari nilai maksimum dengan input power supply .....	34
Tabel 4. 4 Data pengujian sensor tegangan dengan <i>duty cycle 255</i> .....	55
Tabel 4. 5 Data pengujian sensor arus ina 219 dengan <i>duty cycle 255</i> .....	58
Tabel 4. 6 Data pengujian mencari nilai maksimum dengan input power supply .....	61
Tabel 4. 7 Data pengujian solar panel <i>load 50 ohm</i> dan sudut $0^{\circ}$ .....	63
Tabel 4. 8 Data pengujian solar panel dengan <i>load 50 ohm</i> dan sudut $30^{\circ}$ .....	65
Tabel 4. 9 Data pengujian solar panel dengan <i>load 50 ohm</i> dan sudut $-30^{\circ}$ .....	67
Tabel 4. 10 Data pengujian solar panel dengan <i>load 50 ohm</i> dan sudut $45^{\circ}$ .....	68
Tabel 4. 11 Data pengujian solar panel dengan <i>load 50 ohm</i> dan sudut $-45^{\circ}$ .....	70
Tabel 4. 12 Data pengujian <i>load 50 ohm</i> hambatan $100\text{ ohm}$ dan sudut $0^{\circ}$ .....	72
Tabel 4. 13 Data pengujian <i>load 50 ohm</i> hambatan $100\text{ ohm}$ dan sudut $30^{\circ}$ .....	73
Tabel 4. 14 Data pengujian <i>load 50 ohm</i> hambatan $100\text{ ohm}$ dan sudut $-30^{\circ}$ .....	75
Tabel 4. 15 Data pengujian <i>load 50 ohm</i> hambatan $100\text{ ohm}$ dan sudut $45^{\circ}$ .....	77
Tabel 4. 16 Data pengujian <i>load 50 ohm</i> hambatan $100\text{ ohm}$ dan sudut $-45^{\circ}$ .....	78
Tabel 4. 17 Data pengujian solar panel dengan <i>load 25 ohm</i> dan sudut $0^{\circ}$ .....	80
Tabel 4. 18 Data pengujian solar panel dengan <i>load 25 ohm</i> dan sudut $30^{\circ}$ .....	82
Tabel 4. 19 Data pengujian solar panel dengan <i>load 25 ohm</i> dan sudut $-30^{\circ}$ .....	83
Tabel 4. 20 Data pengujian solar panel dengan <i>load 25 ohm</i> dan sudut $45^{\circ}$ .....	85
Tabel 4. 21 Data pengujian solar panel dengan <i>load 25 ohm</i> dan sudut $-45^{\circ}$ .....	87

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 RIWAYAT HIDUP



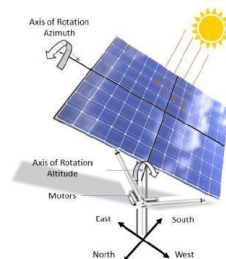
# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Solar panel adalah alat untuk mengubah cahaya sinar matahari menjadi listrik karena merupakan sumber cahaya paling kuat yang dapat digunakan. Radiasi matahari yang masuk ke bidang solar panel memiliki nilai yang sebanding dengan tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh solar panel, di sisi lain jika suhu lingkungan lebih tinggi dari jumlah radiasi cahaya matahari tertentu, maka tegangan solar panel akan turun dan arus listrik yang dihasilkan akan meningkat. Perubahan suhu pada solar panel dapat disebabkan oleh suhu, kondisi awan, angin di dekat solar panel berada. Perubahan suhu yang sangat cepat dan ekstrim dapat mengganggu produksi listrik di pembangkit listrik tenaga surya [1].

Perubahan pada suhu, kelembapan, dan intensitas sinar matahari pada solar panel dapat dilihat dengan mendeteksi nilai parameter lingkungan ini dan juga tegangan keluaran solar panel. Solar panel sendiri memiliki manfaat seperti menghemat listrik dan ramah lingkungan. Namun dalam penggunaannya, hanya sebagian yang dimanfaatkan dari energi cahaya matahari, daya yang terserap tidak digunakan sepenuhnya, karena tergantung jenis *load* yang digunakan [1]. Untuk mengoptimalkan daya yang terserap oleh solar panel maka digunakan *Maximum Power Point Tracking* (MPPT).



Gambar 1. 1 Simulasi solar panel mencari titik maksimum [1].

*Maximum Power Point Tracking* (MPPT) adalah sebuah sistem yang memanfaatkan efek photovoltaic untuk menghasilkan daya maximum dari solar panel. MPPT adalah merupakan sistem tracking yang mengarahkan solar panel menghadap matahari secara langsung. MPPT adalah sebuah sistem yang berfungsi mengubah titik operasi elektronik solar panel untuk menghasilkan daya maximum yang tersedia. Daya maximum tersebut dapat meningkatkan arus pada pengisian baterai [2]. MPPT juga melibatkan sistem tracking mekanis, tetapi keduanya sangat berbeda.

Sistem tracking adalah perangkat yang berfungsi untuk mengatur solar panel agar mengikuti matahari saat berotasi. Untuk mendapatkan energy matahari yang maximum, maka harus mengarahkan solar panel menghadap matahari secara langsung.

Oleh karena itu pada proyek akhir yang berjudul “ Maximum Power Point Tracking (MPPT) pada Solar Panel dengan Sistem Tracking “ yang dapat mengatur output yang diparalel dengan menggunakan solar panel untuk memenuhi daya beban yang sama dengan menjaga posisi solar panel agar tetap berhadapan dengan arah datang posisi cahaya sinar matahari, sehingga dapat memaksimalkan penggunaan energy cahaya matahari.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah yang didapat dalam proyek akhir ini adalah :

1. Untuk membuat alat yang dapat memaksimalkan keluaran daya pada solar panel.
2. Untuk membuat alat yang dapat mengoptimalkan keluaran daya pada solar panel dengan *load* yang diparalel.

## **1.3 Batasan Masalah**

Berikut batasan masalah yang di dapat dalam proyek akhir ini adalah :

1. Pengujian menggunakan *load* 50 ohm yang diparalel dengan daya maksimal 100 watt.
2. Mencari titik maksimum di setiap sudut solar panel yang berbeda antara  $0^\circ$  sampai dengan  $315^\circ$ .

#### **1.4 Tujuan Proyek Akhir**

1. Mendapatkan alat yang dapat memaksimalkan keluaran daya pada solar panel
2. Mendapatkan rancangan alat yang dapat mengoptimalkan keluaran solar panel dengan *load* yang diparalel.





## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Solar Panel**

Solar panel menggunakan efek photovoltaic untuk mengubah sinar matahari yang masuk menjadi energi listrik [3]. Solar panel memiliki bidang permukaan luas permukaan yang besar. Jika sinar matahari mengenai permukaan bidang solar panel, maka elektron-elektron pada solar panel akan berpindah dari tipe negatif ke tipe positif untuk menghasilkan keluaran energi listrik. Nilai energi listrik yang dihasilkan oleh solar panel akan berbeda tergantung dari banyak solar panel dan beban yang digunakan pada solar panel tersebut. Solar panel ini menghasilkan keluaran berupa listrik arus searah (DC). Keluaran pada solar panel ini dapat digunakan langsung ke beban yang memerlukan sumber tegangan DC yang dikonsumsi rendah [4].



Gambar 2. 1 Solar Panel 100 WP [4].

##### **2.1.1 Keuntungan Menggunakan Solar Panel**

Beberapa keuntungan pada penggunaan solar panel dalam kehidupan sehari-hari :

1. Penghematan biaya

Karena energi utama yang digunakan solar panel adalah sinar matahari yang dapat diperoleh secara gratis. Sehingga biaya tersebut dapat dialokasikan untuk kebutuhan lain [5].

2. Ramah lingkungan

Menggunakan solar panel tidak akan mencemari lingkungan karena energi diperoleh secara alami. Selain itu, solar panel tidak menghasilkan suara yang tidak menyenangkan [5].

3. Dapat dipasang dimana saja

Solar panel dapat ditempatkan dimana saja tanpa menggangukannya. Dan alat ini memungkinkan untuk dipindahkan sesuai kebutuhan [5].

4. Bersifat individu

Solar panel bersifat individu, karena dapat diterapkan secara terpusat dan ditetapkan di daerah tertentu dan dapat didistribusikan ke wilayah yang membutuhkan. Oleh karena itu, sistem tidak membutuhkan jaringan untuk distribusi [5].

5. Dapat digunakan untuk investasi

Dengan menggunakan solar panel, kita bisa melakukan berinvestasi untuk 7-8 tahun kedepan dengan mengurangi biaya listrik [5].

### 2.1.2 Jenis-Jenis Solar Panel

Solar panel memiliki jenis-jenis yang berbeda, yaitu :

1. Polycrystalline Silikon

Polycrystalline silikon terdiri dari batang kristal silikon yang melalui proses dilebur/meleleh yang dicetak menggunakan cetakan persegi. Pada solar panel ini memiliki keunggulan tata letak yang lebih rapi dan lebih rapat. Adapun ciri-ciri dari solar panel ini memiliki penampilan yang unik karena terkesan ada retakan-retakan pada solar panel yang dimilikinya. Solar panel yang satu ini juga memiliki kelemahan yang cukup sama dengan monocrystalline silikon. Solar panel polycrystalline silicon ini memiliki kelemahan ketika jika digunakan pada daerah rawan dan sering mendung yang menyebabkan efisiensinya akan turun [6].



Gambar 2. 2 Solar panel jenis polycrystalline silicon [6].

## 2. Monocrystalline Silikon

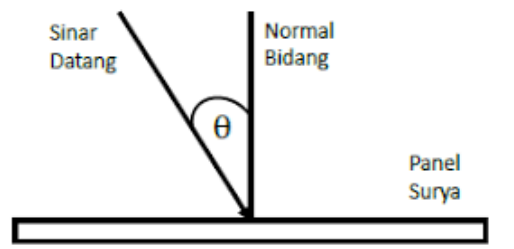
Solar panel ini terbuat dari silikon yang diiris tipis-tipis menggunakan mesin. Irisan bisa menjadi lebih tipis dan karakteristiknya identic karena penggunaan mesin potong ini. Untuk kelebihanannya jenis solar panel ini bisa disebut sebagai salah satu solar panel yang paling efisien digunakan. Hal ini disebabkan karena penampangannya dapat menyerap cahaya matahari dengan lebih efisien dibandingkan dengan bahan solar panel lainnya. Efisiensi konversi cahaya matahari menjadi listrik yang dimiliki solar panel ini adalah sekitar 15%. Jumlah ini merupakan salah satu jumlah yang cukup besar dibandingkan dengan bahan penyusun solar panel yang lain meski dengan ukuran penampang yang sama. Solar panel yang satu ini menjadi salah satu yang paling banyak digunakan karena paling cocok untuk kehidupan sehari-hari[6].



Gambar 2. 3 Solar jenis monocrystalline silicon [6].

## 2.2 Pengaruh Radiasi Matahari Terhadap Solar Panel

Radiasi matahari terhadap solar panel sangat berpengaruh pada keadaan sekitar dari solar panel ke bumi untuk menghasilkan energi listrik. Sebuah solar panel memiliki pengaruh besar pada arus( $i$ ) dan tegangan( $v$ ) :



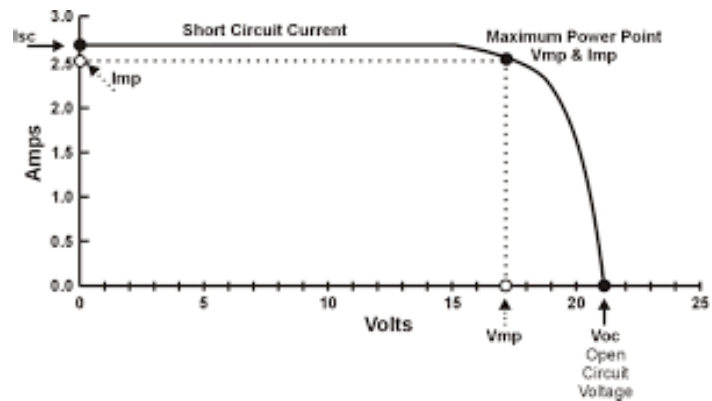
Gambar 2. 4 Pengaruh radiasi matahari terhadap solar panel[7]

Sistem kerja dari Gambar 2.4 jika radiasi cahaya matahari mengenai permukaan solar panel akan maksimum pada saat matahari tegak lurus dengan posisi permukaan solar panel dengan sudut  $0^\circ$  terhadap garis normal [7].

## 2.3 Algoritma MPPT

*Maximum Power Point Tracking* (MPPT) adalah sebuah metode atau algoritma untuk melihat titik operasi sumber untuk menghasilkan daya maximum. Ketika saat kondisi beban dan kondisi atmosfer yang berbeda, daya keluaran maksimum solar panel terjadi pada nilai arus dan tegangan. Kontrol MPPT

memungkina konversi daya maximum di bawah kondisi atmosfer. Ada berbagai cara mencapai kendali MPPT, termasuk *perturb and observe(PO)* [8].



Gambar 2. 5 Mencari nilai maksimum [8]

*Maximum Power Point Tracking (MPPT)* memiliki 2 komponen pendukung dalam proses kerja jika masukkan arus (i) dan tegangan (v) kedua komponen ini bila digabungkan akan menghasilkan daya dengan persamaan sebagai berikut:

$$P = V \times I \dots \dots \dots (2.1)$$

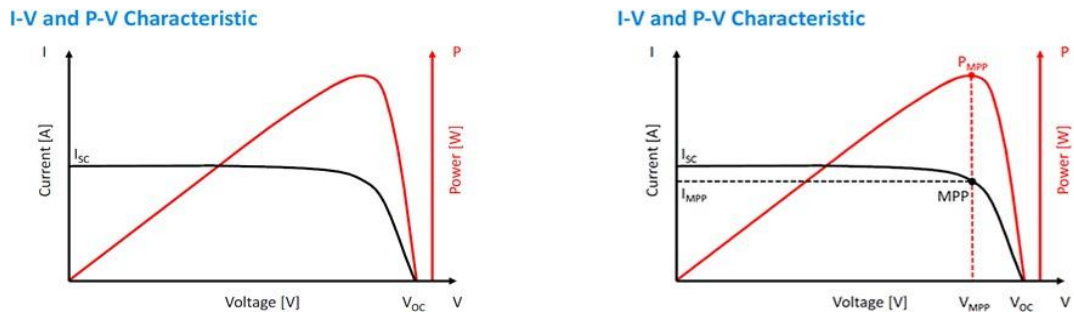
Keterangan :

P = Daya yang dihasilkan (W)

V = Tegangan yang masuk (V)

I = Arus yang masuk (A)

Titik daya maksimum pada kondisi di atas menunjukkan cahaya maximum yang ditunjukkan pada kurva paling atas, sedangkan cahaya minimum ditunjukkan pada kurva dibawah. Titik daya maksimum untuk semua grafik ini dihubungkan oleh sebuah garis vertical.



Gambar 2. 6 Kurva I-V dan P-V

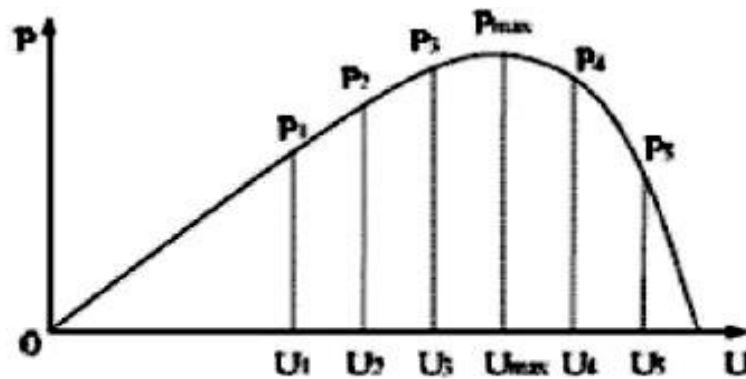
Kurva daya keluaran dapat diperoleh dari rumus daya  $P$  (watt) = tegangan  $V$  (volt) x arus  $I$  (amp). Dari kurva ini terlihat bahwa pada suatu saat daya keluaran mencapai nilai maksimumnya yang disebut titik daya puncak (P-MPPT). Titik P-MPPT sesuai dengan nilai tegangan tertentu, yang disebut V-MPPT dan arus tertentu, yang disebut I-MPPT. Artinya, agar sistem solar panel selalu memberikan kinerja terbaik, sistem harus dapat beroperasi pada titik P-MPPT. Dalam praktiknya, hal ini tidak selalu terjadi, karena 2 hal yang disebutkan di atas: radiasi dan suhu sel solar panel [8].

Masalah utama penggunaan solar panel adalah pembangkitan daya yang rendah, terutama pada kondisi radiasi rendah. Dan jumlah listrik yang dihasilkan berubah secara siklis seiring dengan perubahan cuaca. Oleh karena itu, Maximum Power Point Tracking (MPPT) telah ditemukan dan ditulis dalam jurnal ilmiah internasional seperti *Perturb and Observer*, *Ascending Conductivity*, *Dynamic Approach*, *Temperature Method*, *Artificial Neural Network Method*, *Fuzzy Logic Method*, dll. (Surojo, 2010). Semua ini berbeda dalam aspek seperti kesederhanaan, kecepatan, implementasi perangkat keras, penginderaan yang diperlukan, biaya, efisiensi, dan parameter yang diperlukan[8].

#### 2.4 Metode Perturb and Observe(PO)

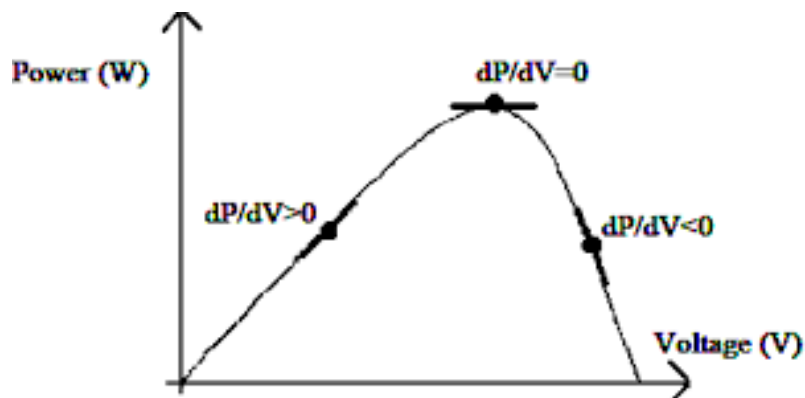
*Perturb and observe (PO)* dapat memonitoring titik daya maksimum sebagai pengontrol pembangkit listrik tenaga surya. Sistem ini dibangun menggunakan Arduino Mega 2560 untuk mengekstrak daya maximum dari solar panel. Metode *Perturb and Observe (PO)* menggunakan dua tahap yaitu *perturb*

yang berfungsi mengirimkan perubahan pada tegangan atau arus referensi solar panel, sedangkan *observe* berfungsi melakukan menghitung daya yang disebabkan *perturbnya*. Perbandingan daya sebelum atau sesudah *perturb* diambil sebagai acuan untuk menambah atau mengurangi tegangan[9].



Gambar 2. 7 Diagram skematik metode perturb and observe (PO) [9]

Algoritma ini dan memulai dengan mengukur tegangan  $V(k)$  dan arus  $I(k)$  untuk mendapatkan  $P(k)$  [17]. *Perturb*  $d(V)$  diperkenalkan untuk mengamati nilai daya keluaran  $P(k+1)$ . Nilai  $P(k+1)$  kemudian dibandingkan dengan nilai  $P(k)$ . Jika nilai  $P(k+1)$  lebih besar dari  $P(k)$ , maka dapat disimpulkan bahwa nilai noise sudah benar. Sebaliknya, jika nilai  $P(k+1)$  lebih rendah dari  $P(k)$  maka derau harus dibawa ke arah yang berlawanan. Oleh karena itu, nilai maksimum power point (MPP) dapat dicapai[9].



Gambar 2. 8 Kurva karakteristik MPPT [9].

Pada sisi kiri MPPT daya bervariasi pada tegangan variable  $dP/dV > 0$ , sedangkan pada di sebelah kanan  $dP/dV < 0$  adalah diketahui bahwa gangguan dilakukan untuk menggerakkan solar panel pada tegangan operasi langsung ke MPPT. Jika  $dP / dV < 0$ , maka pergeseran titik kerja menggerakkan solar panel menjauh dari MPPT, kemudian algoritma perturbation and observe (PO) membalikkan arah.

Menurut Danang Susilo (2010), energi yang dilepaskan sinar matahari sebenarnya hanya diterima oleh permukaan bumi, yaitu sebesar 69% dari total energi matahari. Masukan matahari dari sinar matahari yang diterima oleh permukaan bumi mencapai  $3 \times 10^{27}$  joule per tahun atau setara dengan  $2 \times 10^{17}$  Watt. Jumlah energi ini setara dengan 10.000 kali energi yang dikonsumsi di dunia saat ini. Dengan kata lain, hanya menutupi 0,1% permukaan bumi dengan 10% solar panel yang efisien, dapat memenuhi kebutuhan energi seluruh dunia saat ini [9].

## 2.5 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah modul board atau mikrokontroler. Arduino mega 2560 memiliki 54 digital pin yang berupa input/output digital, 15 pin di antaranya dapat digunakan sebagai output dari PWM-Nya, 16 pin lainnya digunakan sebagai input analog, 4 pin untuk UART (hardware serial port), clock speed 16MHz, USB untuk mengirimkan program dari Arduino ke laptop, koneksi kabel jack, header pin ICSP, serta terdapat tombol reset. Untuk menggunakan board Arduino Mega 2560, sambungkan kabel USB atau kabel power ke komputer atau PC yang digunakan untuk mengolah data, kemudian koneksi yang terhubung ke sumber input dapat yang berupa konverter AC-DC maupun baterai sebagai sebagai. Daya yang dibutuhkan adalah 6-20 V [10].

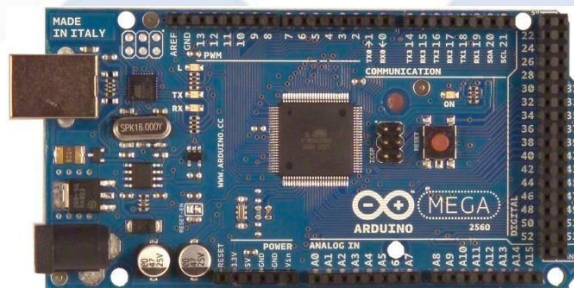
Spesifikasi dari arduino mega 2560

Tabel 2. 1 Spesifikasi dari arduino mega 2560

Komponen	Spesifikasi
Chip mikrontroller	ATmega2560



Komponen	Spesifikasi
Tegangan operasi	5 V
Tegangan input	7 V – 12 V
Tegangan input (limit)	6 V – 20 V Digital I/O pin 54buah,6 diantaranya menyediakan PWM output
Analog input pin	16 buah
Arus DC per pin I/O	20 mA
Arus DC pin 3.3V	50 mA
Memori flash	256 KB, 8 KB telah digunakan bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock speed	16 MHz
Dimensi 1	01.5 mm x 53.4 mm
Berat	37 g



Gambar 2. 9 Arduino Mega 2560[10].

## **BAB III**

### **METODE PELAKSANAAN**

Pada bab ini akan dibahas secara detail tujuan pelaksanaan pembuatan proyek akhir. Beberapa hal yang penting dalam membuat proyek akhir ini antara lain :

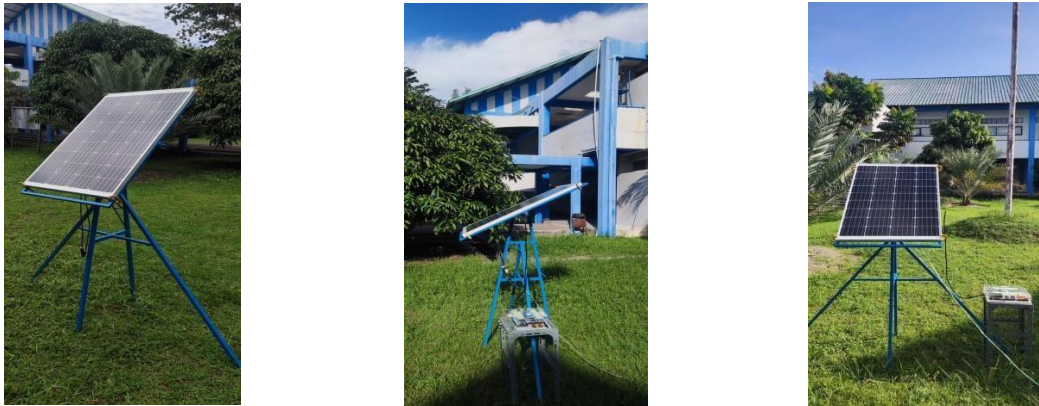
1. Dapat menemukan titik maksimum daya output solar panel.
2. Dapat menampilkan arus, daya dan tegangan pada serial monitor.
3. Daya output yang dihasilkan dapat mendekati atau turun tergantung posisi matahari
4. Daya output yang dihasilkan berubah- ubah atau variable sesuai beban yang diberikan.

Secara umum proyek akhir yang dilakukan berupa percobaan rangkaian elektronika dan diukur secara eksperimental di labotarium. Peralatan yang akan digunakan pada proyek akhir ini yaitu :

- 1 buah solar panel dengan kapasitas 100 Wp
- 1 buah *DC-DC Converter* jenis *Buck-Boost Converter XL SEMI 6019* sebagai penaik atau penurun tegangan output pada solar panel.
- 1 buah sensor INA 219 untuk mengukur arus yang diterima pada rangkaian.
- 1 buah sensor tegangan untuk mengukur tegangan output yang diterima pada rangkaian.
- 1 buah arduino mega 2560 sebagai *controller*.
- 1 buah potensio sebagai pengatur posisi pada solar panel
- 1 buah lcd i2c untuk menampilkan derajat pada solar panel.
- Resistor sebagai bebaan

#### **3.1 Desain Alat**

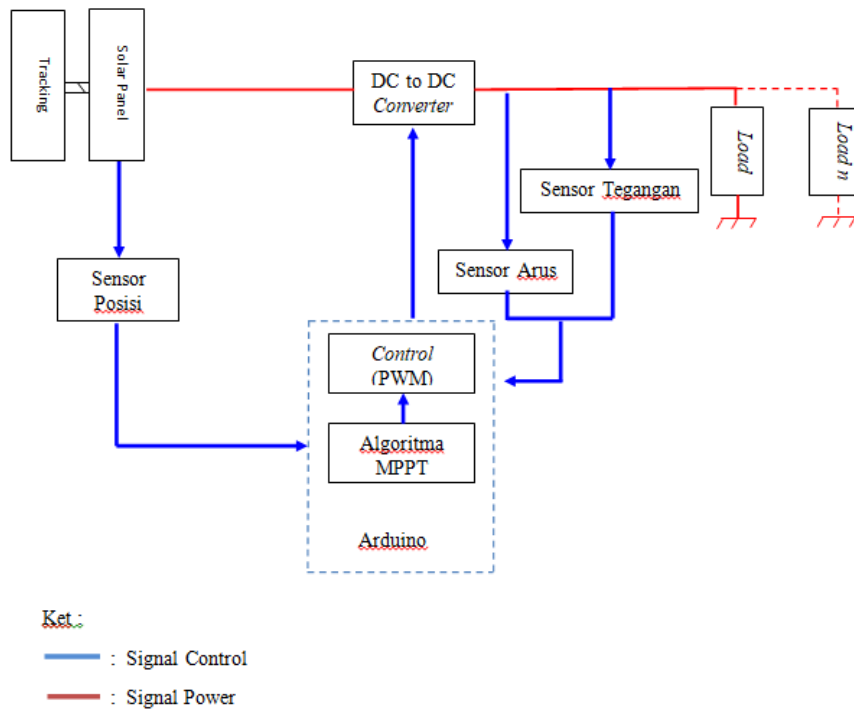
Pada proyek akhir ini memiliki desain alat sebagai berikut :



Gambar 3. 1 Desain alat

Pada desain alat diatas menggunakan besi hollow untuk menopang tubuh solar panel dengan tinggi  $\pm 1,5$  meter. Sistem tracking yang digunakan manual dengan menggunakan sistem parabola sehingga solar panel mengikuti arah datangnya matahari. Gambar 3.1 diatas merupakan beberapa posisi solar panel dengan sudut yang berbeda-beda.

### 3.2 Blok Diagram



Gambar 3. 2 Blok diagram proyek akhir

Prinsip kerja pada Gambar 3.2 dari Proyek Akhir ini adalah :

Sistem tracking yang digunakan adalah sistem tracking manual dimana perpindahan posisi solar panel diatur otomatis menggunakan sistem parabola. Sensor Posisi digunakan untuk mengetahui nilai dari posisi dari Solar Panel. Output dari solar panel akan disensor oleh sensor arus dan tegangan, setelah itu akan masuk ke *DC to DC Converter*, output dari *DC to DC Converter* tersebut akan disensor oleh sensor arus dan tegangan, kemudian outputnya ke *load*. Pada blok diagram diatas terdapat beberapa *load* yang dipasang paralel dengan jenis *load* yang berbeda, hal tersebut untuk mengetahui pengaruh *load* terhadap alat ini. *DC to DC Converter* akan dikontrol oleh Arduino, yaitu PWM-nya. Pada PWM ini, frekuensi akan diubah-ubah untuk menghilangkan *duty cycle* dan melihat perubahan tegangan akan naik atau turun sampai di titik tertentu, dan. Agar output tegangan didapat maksimum, maka digunakan algoritma pada *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) ini.

### 3.3 Komponen Yang Digunakan

Berdasarkan blok diagram yang akan digunakan dalam pembuatan proyek akhir terdapat beberapa komponen. Berikut adalah spesifikasi komponen proyek akhir:

Tabel 3. 1 Spesifikasi komponen proyek akhir

Komponen	Spesifikasi
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arduino Mega 2560</li> </ul>	a. Tegangan operasi 5V b. Tegangan yang masuk 7V-12V c. Digital I/O pin 54 buah, 6 diantaranya menyediakan PWM output d. Arus DC pin 3.3 V 50 MA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensor Arus INA219</li> </ul>	Power Supply, 3 V to 5 V
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensor Tegangan</li> </ul>	Max Voltage 25 V

Komponen	Spesifikasi
<ul style="list-style-type: none"> <li>• XL 6019</li> </ul>	a. Buck-Boost Converter b. Tegangan input dari 5v sampai 40v c. 5 A maximum switching d. Frekuensi 180 KHz
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potensimeter</li> </ul>	a. Nilai resistansi 10k b. Memiliki 3 kaki
<ul style="list-style-type: none"> <li>• LCD I2C</li> </ul>	a. Tegangan 5v b. Ukuran 16 x 2

### 3.3.1 Solar Panel

Gambar 3.3 adalah solar panel *monocrystalline* 100 Watt Peak yang digunakan pada Proyek Akhir ini.



Gambar 3. 3 Solar panel yang digunakan

Solar Panel diatas memiliki spesifikasi sebagai berikut :

ST SOLAR	
MONO CRYSTALLINE SOLAR MODULE	
PERFORMANCE UNDER STANDARD TEST CONDITIONS(STC)	
Maximum Power(Pmax)	100W
Maximum Power Current(Imp)	5.62A
Maximum Power Voltage(Vmp)	17.8V
Open Circuit Voltage(Voc)	21.8V
Short Circuit Current(Isc)	6.05A
STC:1000W/m <sup>2</sup> , 25°C, AM1.5	
DANGER!	
1.ELECTRIC SHOCK The connection of two or more modules in series results in the accumulation of voltage and imposed danger.	
2.WORK ON LIVE PARTS When working and wiring,use and wear protective equipment(insulated tools,insulated gloves,etc!)	
⚠ WARNING!	
1.ARCING Modules generate direct current(DC)when exposed to light.	
2.SAFE INSTALLATION Do not carry out installation work in strong winds.Secure yourself and other persons against falling.Secure work materials against dropping. Ensure a safe working environment so as to prevent accidents.	
3.Fire protection/explosion protection Modules must not be installed in the vicinity of highly flammable gases vapors or dusts(e.g.Filling stations,gas tanks,paint spraying equipmen	
4.Do not use damaged modules.Do not dismantle modules.	

Gambar 3. 4 Spesifikasi dari solar panel yang digunakan

Pada Gambar 3.4 merupakan spesifikasi dari solar panel yang digunakan pada Proyek Akhir dengan penjelasan sebagai berikut:

1. *Maximum Power (Pmax)*. Nilai Pmax dari solar panel dengan spesifikasi 100 Wp yang digunakan dalam pengaplikasian proyek akhir ini adalah 100 W. Pmax merupakan nilai maximum dari keluaran daya panel surya, dimana kombinasi volt dan ampere menghasilkan watt yang paling tinggi( volt x ampere = watt).
2. *Maximum Power Current (Imp)*. Nilai Imp dari solar panel dengan spesifikasi 100 Wp yang digunakan dalam pengaplikasian proyek akhir ini adalah 6,62 A. Imp adalah arus (ampere) keluaran daya paling besar.
3. *Maximum Power Voltage (Vmp)*. Vmp adalah tegangan saat keluaran daya paling besar. Nilai Vmp dari solar panel dengan spesifikasi 100 Wp yang digunakan dalam pengaplikasian proyek akhir ini adalah 17,8 V.
4. Tegangan Rangkaian Terbuka (Voc) adalah tegangan maksimum yang tersedia dari solar panel. Tegangan rangkaian terbuka adalah bias maju pada solar panel karena bias dari persimpangan solar panel dengan cahaya yang dihasilkan saat ini. Nilai maksimal Voc dari solar panel dengan spesifikasi 100 Wp yang digunakan dalam pengaplikasian proyek akhir ini adalah 21,8 V.

5. Hubungan arus pendek ( $I_{sc}$ ) adalah nilai maximum arus keluaran yang masuk dan keluar dari solar panel dalam kondisi dengan tidak ada hambatan atau short circuit. Nilai maximum  $I_{sc}$  dari proyek akhir ini adalah 6,05 A.

### 3.3.2 Buck Boost

Buck boost converter tegangan DC ini merupakan gabungan antara *buck converter* dan *boost converter*. Pada Gambar 3.5 digunakan *Buck-Boost* tipe *XL SEMI 6019* pada proyek akhir ini sebagai pengontrol tegangan sumber dan menaikkan tegangan sesuai yang dibutuhkan. *Buck-boost* disini berguna untuk mengonversi atau mengubah tegangan *DC to DC*, dengan menggabungkan 2 prinsip dari *buck* dan *boost converter*, nilai tegangan output bisa naik atau turun dari tegangan input ke output.



Gambar 3. 5 *Buck boost* yang digunakan

Dibawah ini merupakan spesifikasi dari *Buck Boost Converter* pada proyek akhir ini sebagai berikut :

Tabel 3. 2 Spesifikasi dari *Buck Boost Converter XL SEMI 6019*

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	Nilai Tegangan Masuk	5 sampai 40 V
2.	Nilai Tegangan Internal/Eksternal	1.25 V
3.	Frekuensi Switching	180 KHz
4.	Arus Maksimum	5 A

Berikut ini merupakan konfigurasi pin pada komponen *Buck Boost Converter XLSEMI 6019*

Tabel keterangan pin dari *Buck Boost Converter XLSEMI 6019* dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut:

Tabel 3. 3 Konfigurasi pin XL SEMI 6019

No.	Pin	Keterangan
1.	Pin-(Gnd)	Dihubungkan ke ground atau Vss
2.	Pin+(Enb)	Dihubungkan ke pin enable
3.	Pin Switch (SW)	Dihubungkan ke pin output sakelar daya
4.	Pin input (IN)	Diberikan sumber tegangan 5V-40DC
5.	Pin Feedback( FB)	Dihubungkan dengan feedback (FB)

Pada Tabel 3.3 diatas pin out- dihubungkan ke vin- sensor arus, pin out + dihubungkan pada vin+ sensor arus, kemudian in+ dihubungkan pada output solar panel positif, in- dihubungkan ke output solar panel negatif serta pada pin enable dihubungkan ke pin pwm 9.

### 3.3.3 Sensor Tegangan

Sensor tegangan berfungsi untuk mengukur, memonitor dan menghitung besar kecilnya supply tegangan pada suatu rangkaian elektronika. Sensor ini bisa digunakan untuk mendeteksi dan mengukur tegangan AC atau pun DC sesuai dengan fitur dan kemampuan yang dimilikinya. Pada Gambar 3.6 digunakan sensor tegangan dengan tegangan 25 VDC. Prinsip kerjanya berdasarkan penekanan resistansi yang membuat tegangan input 5 kali turun dari tegangan awal. Sensor ini memiliki tegangan masukan 0 – 25 V dengan resolusi analog 0,00489 V. Dapat dilihat pada Gambar 3.9 bentuk dari sensor tegangan. Dalam proyek akhir penulis menggunakan sensor tegangan untuk pembacaan pada tegangan yang diserap solar panel.





Gambar 3. 6 Sensor tegangan yang digunakan

Dibawah ini merupakan spesifikasi dari sensor tegangan dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut ini:

Tabel 3. 4 Spesifikasi sensor tegangan

No	Spesifikasi	Keterangan
1.	Tegangan masuk	0-25 VDC
2.	Tegangan deteksi	0.02445-25v DC
3.	Ketelitian Pengukuran	0.00489v
4.	Ukuran	25 x 31 mm

Berikut ini merupakan konfigurasi pin pada komponen sensor tegangan.

Tabel keterangan pin dari sensor tegangan dapat dilihat pada Tabel 3.5 berikut:

Tabel 3. 5 Konfigurasi sensor tegangan

No.	Pin	Keterangan
1 .	Pin-	Terhubung di pin ground
2.	Pin+	Terhubung di pin 5v
3.	Pin S	Terhubung di pin A0
4.	Pin GND	Terhubung di ground
5.	Pin VCC	Terhubung di <i>load</i>

Pada proyek akhir ini pada pin- terhubung ke ground arduino, pada pin+ terhubung ke 5v, pada pin S terhubung ke pin A1 arduino, pada pin ground terhubung ke pin ground arduino, dan pin VCC terhubung ke *load*.

### 3.3.4 Sensor Arus Ina 219

Sensor arus ina 219 adalah perangkat yang mengatur arus pada suatu rangkaian listrik. Sensor arus INA219 ini memiliki sebuah penguat input maksimum yaitu  $\pm 320\text{mV}$  yang dapat mengukur arus hingga  $\pm 3,2\text{A}$ . Sensor arus ina 219 ini juga dapat mengukur tegangan melalui komunikasi I2C. Pada proyek akhir ini sensor ina 219 digunakan untuk pembacaan arus yang diserap solar panel dan dikeluarkan oleh aki. Sensor ina 219 ini memiliki *library* tersendiri. Dapat dilihat pada Gambar 3.7 bentuk dari sensor arus ina 219.



Gambar 3. 7 Sensor arus ina 219 yang digunakan

Spesifikasi dari Sensor Arus INA 219 dapat dilihat pada Tabel 3.6 berikut ini:

Tabel 3. 6 Spesifikasi sensor ina 219

No	Spesifikasi	Keterangan
1.	Range pengukuran	0 - 26v DC
2.	Max Current/Arus	3.2A
3.	VCC Logic	3 - 5v
4.	Ukuran Sensor	25mm x 22mm

Sensor INA 219 ini mampu mengukur beban hingga 26VDC dan arus sampai 3,2 ampere. Berikut ini merupakan konfigurasi pin pada komponen Sensor Arus INA 219.

Tabel 3. 7 Konfigurasi pin sensor ina 219

No.	Pin	Keterangan
1.	Pin SDA	Terhubung di pin SDA arduino
2.	Pin SCL	Terhubung di pin A5
3.	GND	Terhubung di GND Arduino
4.	VCC	Terhubung pin 5v Arduino
5.	VIN	Terhubung VCC power supply
6.	Vin-	Dihubungkan ke <i>load</i>

Pada proyek akhir ini pin SDA terhubung dengan pin SDA di arduino, pada pin SCL terhubung ke pin SCL di arduino, pada pin ground terhubung ke pin ground di arduino, pada pin VCC terhubung ke pin 5V di arduino, pada VIN terhubung ke input dan pada VIN- terhubung ke *load*.

### 3.3.5 Potensiometer

Pada potensiometer ini nilai resistansinya yang dapat diatur sesuai dengan kebutuhan rangkaian elektronika atau kebutuhan pemakaiannya. Pada proyek akhir ini menggunakan potensiometer 10k yang memiliki resistansi 10v. Potensiometer yang digunakan adalah potensiometer *rotary* yang diatur dengan cara memutar wiper-nya menggunakan ibu jari. Potensiometer sendiri merupakan jenis variabel resistor Pada potensiometer terdiri dari 3 kaki yang terhubung pada poros.



Gambar 3. 8 Potensiometer yang digunakan

Pada Gambar 3.8 diatas untuk menggunakan potensiometer dengan menghubungkan kaki pertama potensio ke ground, lalu kaki ke dua dihubungkan ke output rangkaian dan kaki ke tiga dihubungkan ke input rangkaian.

### 3.3.6 LCD I2C

*Liquid Crystal Display* (LCD) menggunakan kristal cair sebagai bahan untuk menampilkan data dalam bentuk gambar atau tulisan di layar tersebut. Proyek akhir ini menggunakan layar LCD 16 x 2 yang merupakan salah satu tampilan paling umum yang digunakan. LCD pada proyek akhir ini berfungsi untuk menampilkan derajat pada solar panel yang dikontrol menggunakan arduino mega 2560.



Gambar 3. 9 LCD yang digunakan

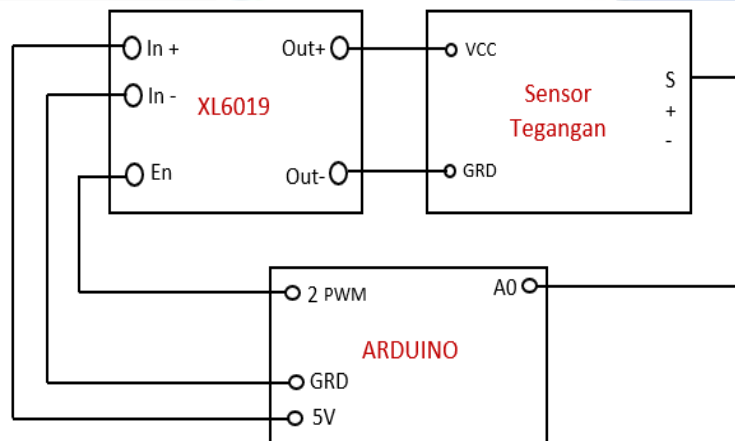
Pada Gambar 3.9 LCD diatas memiliki 16 kolom dan 2 baris dengan mode 4bit-8bit. Untuk menggunakan lcd dengan cara menghubungkan VCC di LCD I2C ke pin 5V arduino, pada GND di LCD I2C dihubungkan ke GND arduino, lalu pada SCL di LCD I2C dihubungkan ke SCL arduino, daan terakhir pin SDA di LCD I2C dihubungkan ke SDA arduino.

## BAB IV PEMBAHASAN

Pembahasan yang dilakukan pada bab 4 ini mengenai pengujian terhadap semua komponen yang digunakan.

### 4.1 Buck Boost

*Buck Boost* adalah jenis arus DC yang mempunyai nilai tegangan keluarannya yang bisa naik atau bisa rendah dari tegangan yang diterima. Polaritas nilai keluaran berbanding terbalik dengan tegangan yang diterima. Tegangan keluaran dapat disesuaikan dengan pengaturan *duty cycle* pada *switching mosfet*. Pada proyek akhir ini menggunakan *converter XL SEMI 6019* tipe *buck-boost* yang berfungsi sebagai pengatur tegangan input, tipe boost (penaik tegangan) dan input yang digunakan berupa 1 buah solar panel dengan maksimal daya serap 100 WP dengan maksimum tegangan 17,8 V dan arus 5,62A. Berikut Blok diagram yang digunakan pada pengujian data ini.



Gambar 4. 1 Rangkaian pengujian buck boost

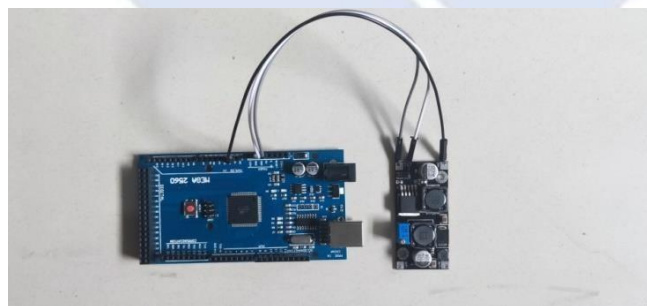
Pada pengujian yang dilakukan pada *converter XL SEMI 6019* untuk mengetahui cara kerja serta tingkat keakuratan dari *converter* sebelum digunakan dengan menggunakan input dari Arduino Mega 2560. Kemudian dapat mengatur tegangan yang diinginkan secara manual dengan memutar potensio pada converter

XL SEMI 6019 ke tegangan output maksimum yaitu 25V. Pada pengujian ini pin enable yang digunakan adalah pin PWM 9.

Adapun list program yang digunakan pada pengujian ini adalah sebagai berikut:

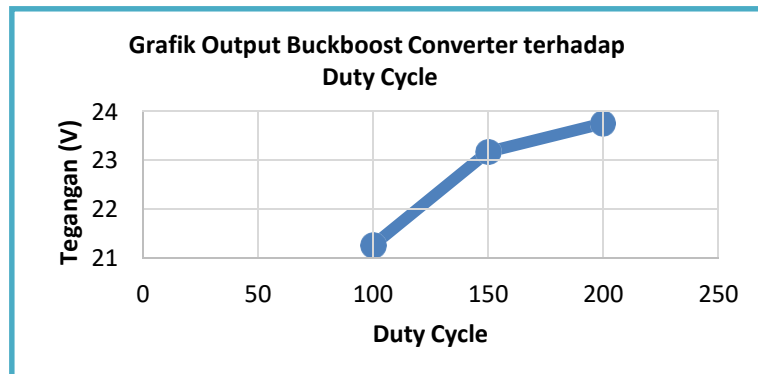
<pre>void setup() {   Serial.begin(9600); }</pre>	Menerima data melalui port serial dengan bit per detik (9600 bps).
<pre>void loop() {   int sensorValue = analogRead(A1);   float voltage = sensorValue * (5.0 / 1023.0);   Serial.println(voltage); }</pre>	Membaca nilai input pada sensor tegangan dengan menggunakan rumus. Kemudian ditampilkan nilai tegangan input

Berdasarkan program arduino tersebut, proses pengukuran *duty cycle* sebanyak 100%. Berikut ini rangkaian pengujian terhadap *Converter* XL SEMI 6019.



Gambar 4. 2 Rangkaian *buck boost*

Dari pengujian diatas didapatkan grafik untuk menentukan nilai tegangan keluaran yang dihasilkan oleh *buck boost converter* dengan 3 nilai PWM-Nya yang berbeda yakni 100,150 dan 200.



Gambar 4. 3 Grafik *buck boost* terhadap *duty cycle*

Pada grafik diatas didapatkan bahwa *buck boost* bekerja dengan baik karena dapat menaikkan tegangan hingga ke 25v dari sumber tegangan power supply 12v.

#### 4.2 Sensor Tegangan

Pada pengujian ini sensor tegangan DC 25 V digunakan sebagai alat untuk mengukur tegangan output dari *DC to DC Converter*. Percobaan ini dilakukan dengan menghubungkan sensor tegangan dengan *buck boost* XL6019 dalam satu rangkaian pemrograman arduino. Rangkaiannya dapat dilihat pada Gambar 4.1 diatas.

Proses kerja dari sensor tegangan ini yaitu dari arduino masuk ke pin in – pada *buck boost converter* yang dihubungkan arduino yaitu pin ground untuk menaikkan dan menurunkan tegangan. Kemudian pin pada enable dari *buck boost converter* dihubungkan ke pin PWM 9 arduino. Output + pada *buck boost converter* dihubungkan ke sensor tegangan yaitu pin VCC dan output – pada *buck boost converter* ini dihubungkan sensor tegangan yaitu pin *ground*. Output dari sensor tegangan ini pin S dihubungkan dengan arduino yaitu pin A1.

Adapun list program arduino sebagai berikut.

```
void loop() {
  for (int XaL_Dc= 0; XL_Dc <=255; XL_Dc +=1)
  {
    Vdc11 = analogRead(A1);
    float Vdc1= Vdc11 * (25.0 / 1023.0);
```

Looping nilai duty  
cycle 1

} Rumus membaca  
tegangan di pin  
A1 dengan sumber  
tegangan yang  
diberikan 25 V

```
analogWrite (pwm, XL_Dc);
```

```
Serial.println (XL_Dc);
```

```
Serial.println ("\t");
```

```
Serial.print (Vdc1);
```

```
Serial.print ("\t");
```

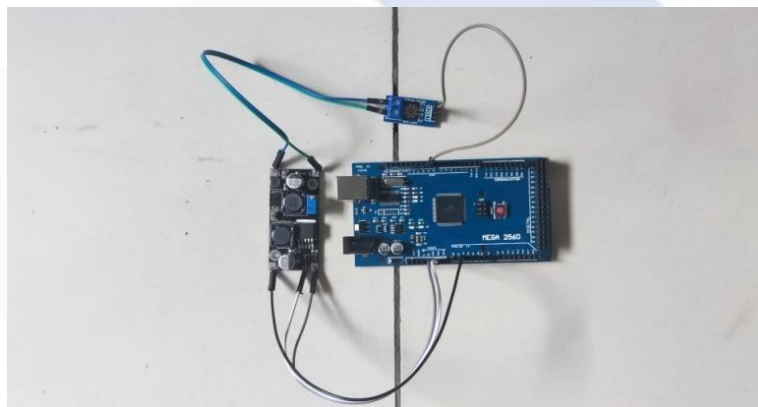
```
delay (1000);
```

```
}
```

```
}
```

Menampilkan nilai  
duty cycle, dan nilai  
tegangan dengan  
*delay* 1 s

Berikut ini rangkaian pengujian terhadap sensor tegangan.



Gambar 4. 4 Rangkaian sensor tegangan

Sensor tegangan merupakan keluaran dari *buck boost converter* berdasarkan *duty cycle* 100% yang dikontrol melalui program arduino. Program yang digunakan pada pengujian ini otomatis akan menampilkan tegangan keluaran di serial monitor arduino dari *buck boost converter* sesuai dengan *duty cycle*. Untuk mengubah *duty cycle* sesuai keinginan dapat diatur melalui program arduino tersebut.

Berikut merupakan data yang dihasilkan dalam pengujian terhadap sensor tegangan :



Tabel 4. 1 Pengujian sensor tegangan

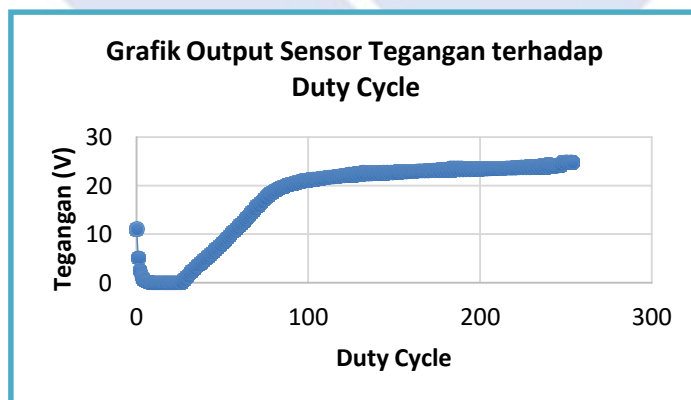
DC	VDC(v)	Multimeter(v)	Persentase Error(%)
1	1.2	1.23	2.5
5	5.09	5.06	0.6
10	10.5	21.59	2.9
15	15.13	23.1	0.7
20	20.27	20	1.13
25	25.01	24.8	0.8

Persentase error tersebut didapat rumus :

$$\text{Error} = \frac{\text{Sensor Tegangan} - \text{Multimeter}}{\text{Sensor Tegangan}} \times 100\% \dots \dots \dots (4.1)$$

Berdasarkan pada Tabel 4.1 tersebut keluaran nilai tegangan pada sensor tegangan tersebut sebanding dengan kenaikan *duty cycle*. Jika tegangan *duty cycle* diberikan besar, maka semakin tinggi nilai tegangan keluarannya. Pada *duty cycle* 255% tegangan yang dihasilkan mendekati 25V dimana 25V merupakan spesifikasi dari batas tegangan yang terbaca dengan baik.

Berikut ini merupakan grafik yang dihasilkan dari pengujian sensor tegangan.



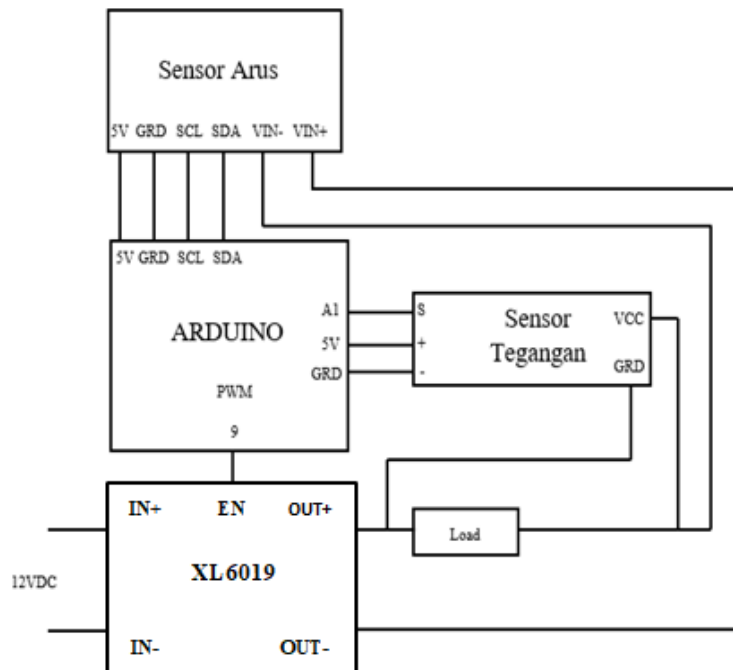
Gambar 4. 5 Grafik sensor tegangan

Dapat kita lihat pada grafik pengujian tersebut bahwa sensor tegangan dapat membaca tegangan dari *buck boost converter* dengan baik, semakin tinggi

PWM yang diberikan maka akan semakin naik tegangan keluaran yang dapat dibaca sensor tegangan dengan batas baca maksimum yang sudah diatur yaitu 25 V. Dapat dilihat bahwa saat pertama kali tegangan input masuk, tegangan yang dibaca yaitu lompatan tegangan yang melebihi 10 V, hal ini dikarenakan sensor tegangan yang menerima tegangan pada awal. Kenaikan tegangan keluaran berdasarkan PWM-Nya tidak sebanding. Peningkatan keluaran yang signifikan dapat dilihat pada grafik dimulai dari *duty cycle* yang ke-30%. Setelah itu, kenaikan tegangan output mulai melambat dimulai dari *duty cycle* yang ke-100.

#### 4.3 Pengujian Sensor Arus Ina 219

Pada pengujian menggunakan sensor arus ina 219 ini dengan menghubungkan modul sensor ina 219 ke pin 5v dan GND Arduino Mega 2560 dan menggunakan *load* 1000R. Berikut ini rangkaian pada pengujian sensor arus.



Gambar 4. 6 Rangkaian pengujian sensor arus ina 219

Pada pengujian ini menggabungkan sensor tegangan dengan sensor arus dalam satu rangkaian pemrograman arduino dimana percobaan ini dilakukan untuk cara kerja dari kedua sensor telah berjalan dengan baik serta tingkat keakurasian

antara pengukuran pada kedua sensor terhadap multimeter. Pin input positif dihubungkan dengan *load* 1000R dan pin negatif dihubungkan dengan ground. Pin SCL dan SDA adalah pin serial untuk komunikasi 12C ke arduino. PWM yang digunakan adalah PWM 9 pada arduino Untuk membaca output dari sensor arus ini kita harus menggunakan library tersendiri yaitu *Adafruit\_219*.

Adapun list program yang digunakan dalam pengujian sensor arus ini sebagai berikut:

```
void loop() {
  for (int dutyCycle = 0; dutyCycle <=255; dutyCycle += 1) → Looping nilai
  {                                     duty cycle 1
    current_mA = ina219.getCurrent_mA();
    shuntvoltage = ina219.getShuntVoltage_mV();
    busvoltage = ina219.getBusVoltage_V();
    power_mW = ina219.getPower_mW();
    loadvoltage = busvoltage + (shuntvoltage / 1000);
    voltage1=analogRead(13);
    float voltage = voltage1 * (25.0 / 1023.0);
    analogWrite (pinPwm, dutyCycle);
    Serial.print(dutyCycle);
    Serial.print("\t");
    Serial.print("\t");
    Serial.print(voltage);
    Serial.print("\t");
  }
}
```

Rumus membaca arus sensor arus dan tegangan.

Rumus membaca arus sensor arus dan tegangan.

Menampilkan nilai *duty cycle*, arus, dan tegangan dengan delay 0,5 s

```
Serial.print(current_mA);
```

```
Serial.print("\t");
```

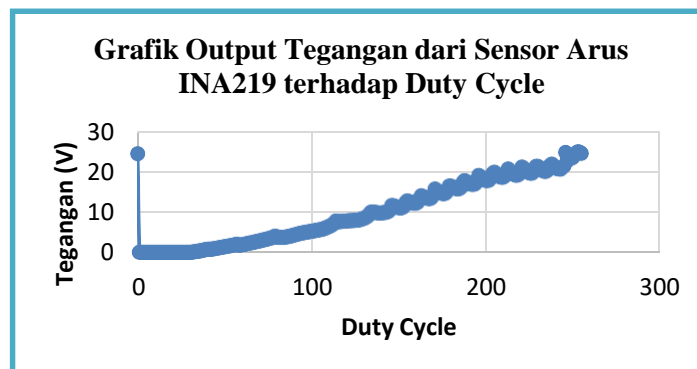
```
delay (500);}}
```

Untuk data hasil pengujian dari sensor arus INA219 berupa tegangan output, arus output, serta daya output pada Tabel 4.2 berikut :

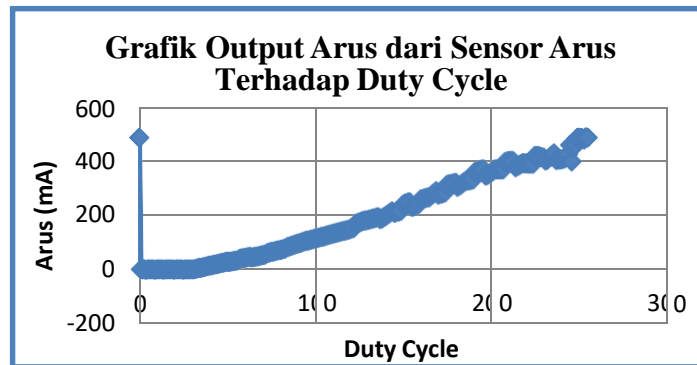
Tabel 4. 2 Pengujian sensor arus

DC	V	I(mA)	Multimeter V(v)	Multimeter I(mA)
1	0	0,3	0	0
50	1,32	18,7	1,38	21
100	5,18	65,9	5,34	70
150	13,21	132,9	13,77	140
200	21,42	197,7	23,42	210
250	23,59	243,8	24,98	253
255	24,51	248,6	24,54	258

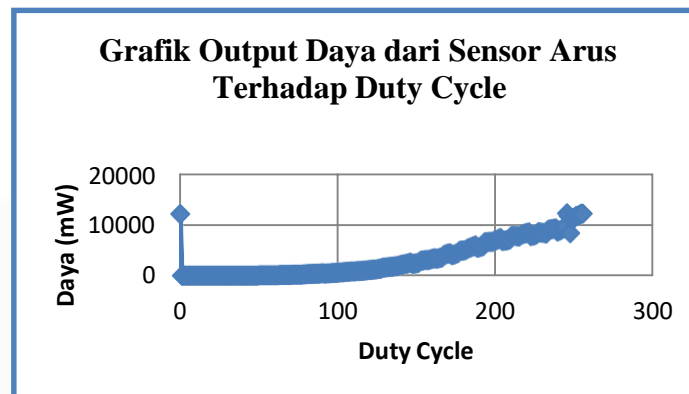
Dapat dilihat data pengujian bahwa untuk nilai tegangan dan arus berpengaruh dari bertambahnya *duty cycle*. Jika tegangan *duty cycle* diberikan besar maka semakin besar nilai tegangan dan arus akan meningkat. Nilai arus dan pada *duty cycle* 1, merupakan tegangan kejut sehingga arus pada awal langsung muncul. Kemudian pada *duty cycle* yang ke-31% barulah muncul tegangan dan arus yang akan bertambah seiring bertambahnya *duty cycle* yang diberikan. Dari pengujian tersebut menggunakan tegangan 12V dari power supply untuk mencari keluaran dari sensor arus tersebut.



Gambar 4. 7 Grafik output tegangan pengujian sensor arus



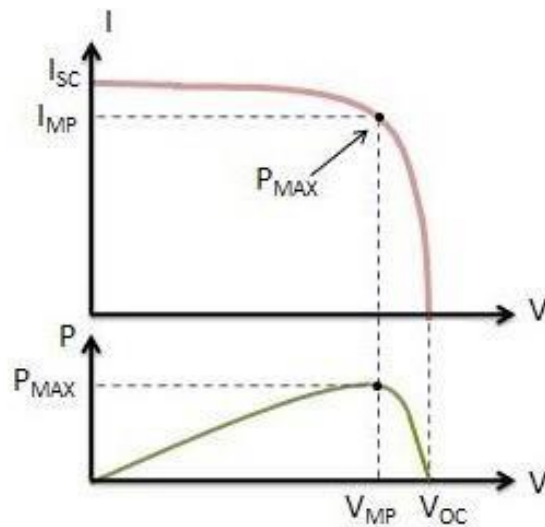
Gambar 4. 8 Grafik output arus pengujian sensor arus



Gambar 4. 9 Grafik output daya pengujian sensor arus.

#### 4.4 Mencari Titik Maksimum

Daya maksimum ( $P_{max}$ ) adalah keluaran dari solar. Pada Gambar 4.11 yang merupakan titik yang menunjukkan daya maksimum yang merupakan kombinasi pada arus keluaran yang paling besar pada solar panel ( $I_{mp}$ ) dan keluaran tegangan yang paling besar pada solar panel ( $V_{mp}$ ).



Gambar 4. 10 Grafik kurva titik maksimum[9]

Perhitungan Pmax dengan rumus berikut :

$$P_{max} = V_{oc} \times I_{sc} \times F \dots\dots\dots(4.2)$$

Keterangan :

Pmax = nilai maksimum keluaran dari solar panel

Isc = output arus dari solar panel

FF = nilai efisiensi

Perhitungan rumus Fill Factor(FF) yaitu :

$$FF = \frac{V_{mp} \times I_{mp}}{V_{oc} \times I_{sc}} \dots\dots\dots(4.3)$$

Keterangan:

Vmp = tegangan solar panel

Imp = arus solar panel

Voc = tegangan solar panel

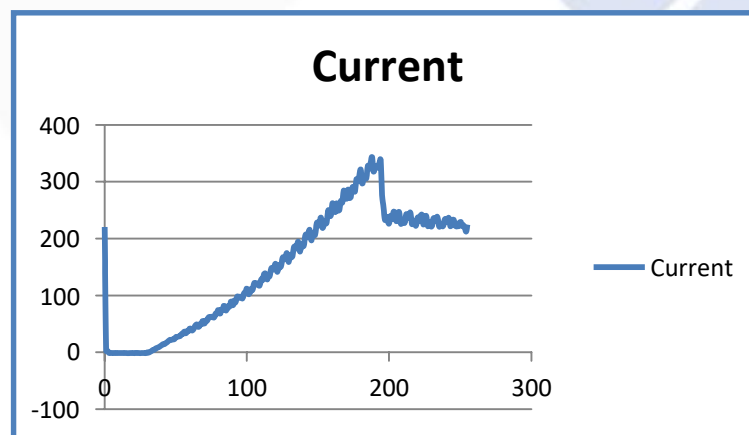
Isc = maksimum output yang keluar

Pada pengujian ini menggunakan input power supply dan solar panel 100 wp untuk mencari titik maksimum menggunakan rangkaian pada Gambar 4.6 dengan *load* 50 ohm. Berikut tabel data pengujiannya.

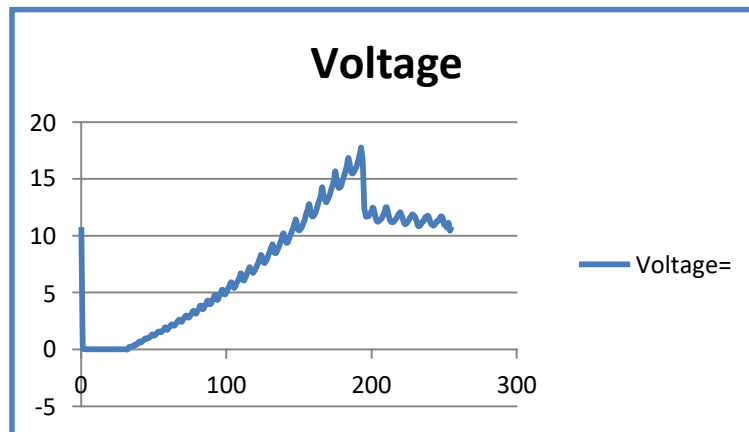
Tabel 4. 3 Pengujian mencari nilai maksimum dengan input power supply

DutyCycle	Voltage(v)	Current(mA)	Power(mW)
0	10,75	220,6	2428
50	1,2	26,8	36
100	5,03	111,9	530
150	10,46	222,7	2530
200	12,17	227,7	2952
250	10,97	229,3	2628
255	10,78	224,8	2530

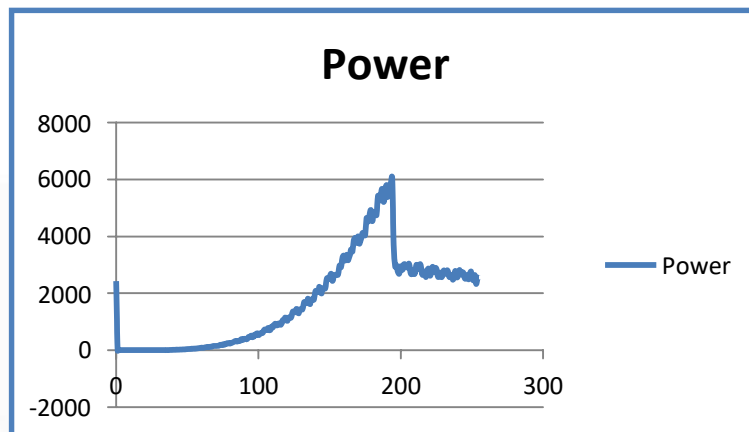
Pada Tabel 4. 4 diatas diketahui nilai maksimum dengan input power supply dan dengan *load* 50 ohm terdapat pada nilai duty cycle 193 menggunakan rangkaian Gambar 4.6. Berikut ini grafik dari pengujian tersebut.



Gambar 4. 11 Grafik arus dengan input power supply dan *load* 50 ohm



Gambar 4. 12 Grafik tegangan dengan input power supply dan *load* 50 ohm



Gambar 4. 13 Grafik daya dengan input power supply dan *load* 50 ohm

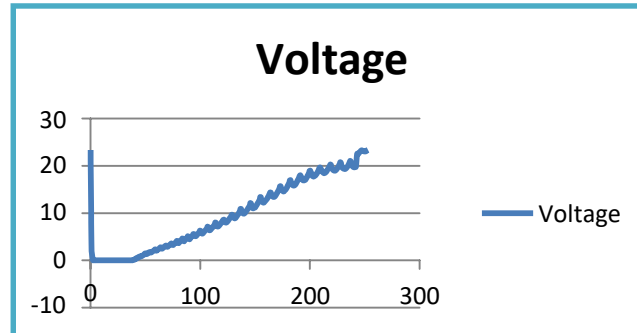
Berdasarkan pada grafik Gambar 4.11, Gambar 4.12, Gambar 4.13 diatas didapatkan analisa yaitu apabila menggunakan *load* 50 ohm dengan kapasitas daya yang besar yang dapat mengakibatkan arus dan tegangan terdapat titik maksimum pada *duty cycle* 193. Tegangan yang dihasilkan adalah 17,74 v dan daya yang dihasilkan adalah 6,029 mW sedangkan daya pada input lebih kecil sehingga menemukan titik maksimum dengan menggunakan input power supply ini.

#### 4.5 Pengujian Alat Menggunakan Solar Panel

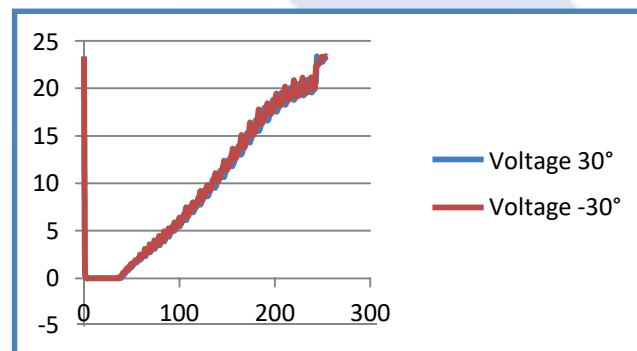
Pada pengujian ini menggunakan solar panel 100 wp dengan jenis monocrystalline silicon dan menggunakan 3 *load* yang berbeda yaitu *load* 25 ohm, *load* 25 ohm dengan hambatan solar panel 100 ohm, dan *load* 50 ohm. Pada



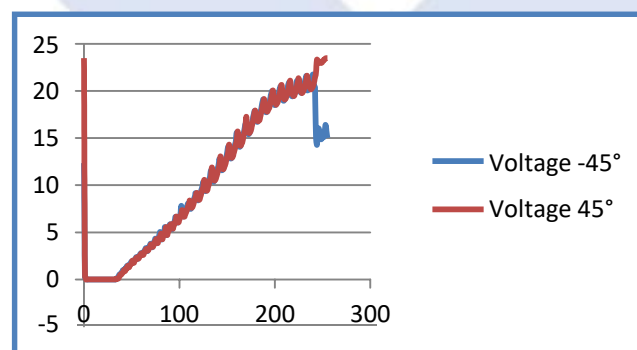
pengujian ini menggunakan rangkaian pada Gambar 4.6. Berikut grafik pengujian menggunakan *load* 50 ohm.



Gambar 4. 14 Grafik tegangan *load* 50 ohm dan sudut 0°



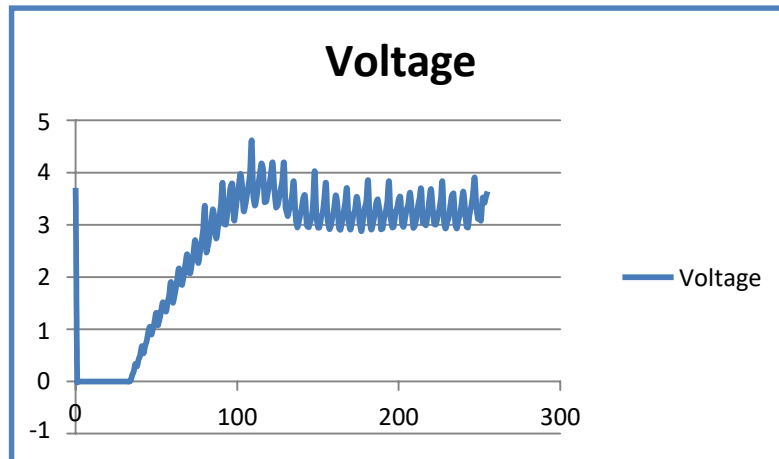
Gambar 4. 15 Grafik *load* 50 ohm dan sudut 30° dan -30°



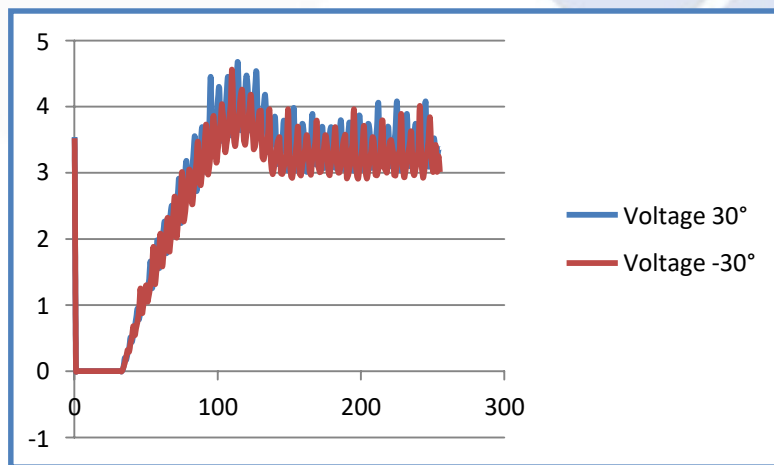
Gambar 4. 16 Grafik *load* 50 ohm dan sudut 45° dan -45°

Pada grafik pengujiannya didapat analisa bahwa tegangan naik tetapi tidak menemukan titik maksimum pada solar panel tersebut. Terlihat jelas pada Gambar 4.16 diatas bahwa nilai tegangan yang mengenai cahaya matahari maupun mengenai cahaya matahari tidak mengalami perubahan karena

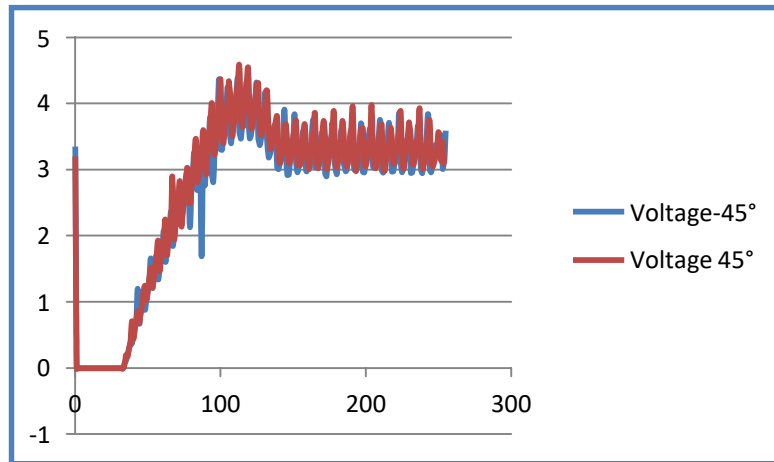
menggunakan beban yang cukup besar yaitu 50 ohm. Untuk itu kami melakukan pengujian dengan *load* 25 ohm dan menggunakan hambatan 100 ohm bedengan rangkaian dan program yang sama. Berikut grafik pengujiannya.



Gambar 4. 17 Grafik tegangan *load* 25 ohm hambatan 100 ohm dan sudut  $0^\circ$

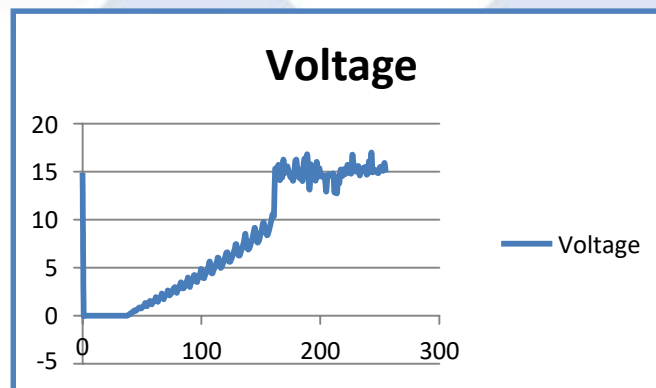


Gambar 4. 18 Grafik *load* 25 ohm hambatan 100 ohm dan sudut  $30^\circ$  dan  $-30^\circ$

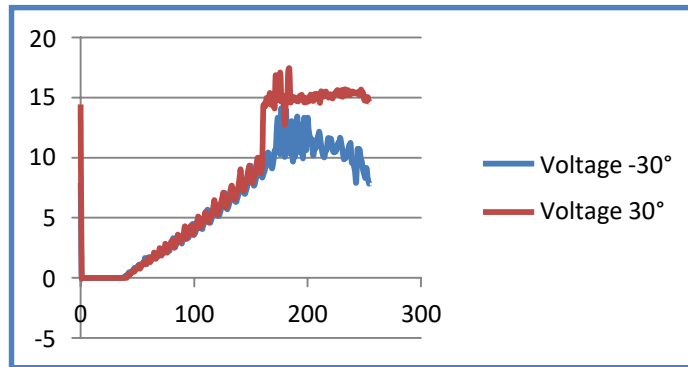


Gambar 4. 19 Grafik *load* 25 ohm hambatan 100 ohm dan sudut 45° dan -45°

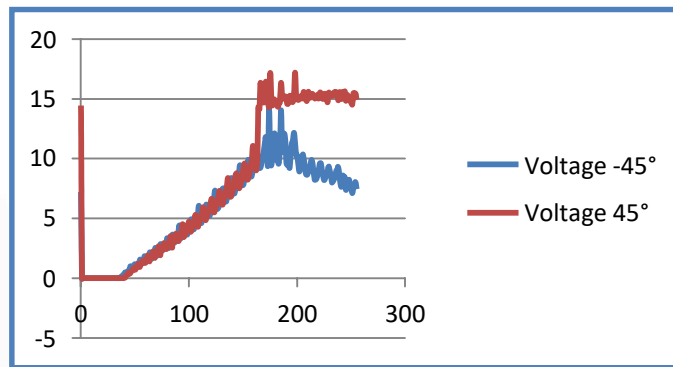
Pada grafik pengujian didapat analisa bahwa tegangan naik tetapi tidak menemukan titik maksimum pada solar panel tersebut. Terlihat jelas pada Gambar 4.20 diatas bahwa nilai tegangan yang terkena cahaya matahari pada sudut -45° tegangan ada nilai drop, karena nilainya sebanding, sehingga daya pada solar panel melebihi dari daya yang dibutuhkan. Untuk itu kami melakukan pengujian dengan mengurangi *load* menjadi *load* 25 ohm. Berikut grafik pengujiannya.



Gambar 4. 20 Grafik keseluruhan *load* 25 ohm dan sudut 0°



Gambar 4. 21 Grafik *load* 25 ohm dan sudut 30° dan -30°



Gambar 4. 22 Grafik *load* 25 ohm dan sudut 45° dan -45°

Pada grafik pengujian didapat analisa daya yang dihasilkan tergantung pada intensitas cahaya matahari dan menemukan titik maksimum pada solar panel tersebut. Terlihat jelas pada Gambar 4.21, Gambar 4.22, Gambar 4.23 diatas bahwa nilai tegangan yang mengenai cahaya matahari maupun tidak mengenai cahaya matahari sudah jelas perbedaannya karena daya beban lebih kecil dari inputnya.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dari pengujian dapat disimpulkan bahwa alat ini mampu mencari nilai arus maksimum, tegangan maksimum, dan daya maksimum pada serial monitor dengan *duty cycle* 100% dengan sudut yang berbeda-beda yang ditampilkan nilai sudut di display LCD I2C menggunakan sistem tracking. Pada saat pengujian menggunakan *load* 25 ohm dengan sudut yang berbeda terlihat perbandingan sudut mengenai radiasi cahaya matahari dan yang tidak mengenai radiasi cahaya matahari. Hal tersebut membuktikan bahwa sistem tracking bekerja dengan baik. Nilai tegangan maksimum pada pengujian tersebut maksimum 17,42 V, dengan arus maksimum 718,4 mA dan daya maksimum 13662 mW pada sudut 30° .

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan seluruh pengujian yang dilakukan masih terdapat kekurangan yang nantinya menjadi saran dan proses uji coba untuk kedepannya agar lebih baik lagi. Pada saat pengujian menggunakan solar panel ada beberapa data yang belum menemukan titik perbedaan antara posisi yang mengenai radiasi cahaya matahari dan yang tidak mengenai cahaya matahari. Serta pada sistem tracking yang digunakan masih bersifat manual dengan sistem parabola sehingga saran untuk kedepannya agar dapat dimaksimalkan lagi. Pada pengujian di bab 4 dapat dilihat beberapa pengujian menggunakan *load* yang berbeda agar mendapatkan nilai maksimum dari keluaran solar panel tersebut tergantung dengan radiasi cahaya matahari terhadap solar panel.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. G. Becker *et al.*, “Korelasi suhu dan intensitas cahaya terhadap daya pada solar cell,” *Syria Stud.*, vol. 7, no. 1, pp. 37–72, 2015, [Online].
- [2] A. Faizal and B. Setyaji, “Desain Maximum Power Point Tracking (MPPT) pada Panel Surya Menggunakan Metode Sliding Mode Control,” *J. Sains, Teknol. dan Ind.*, vol. 14, no. 1, pp. 22–31, 2016.
- [3] Setiawan, “Pemanfaatan Solar Cell Untuk Monitoring Kondisi Aki Dengan Kontrol Komunikasi Dua Arah,” pp. 8–19, 2018.
- [4] P. Jawab *et al.*, “Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP,” *Tek. 37 (2), 2016, 59-63*, vol. 11, no. 2, pp. 61–78, 2016, doi: 10.14710/teknik.v37n2.9011.
- [5] “Penuhi Kebutuhan Listrik Dengan Panel Surya Dan Dapatkan Segudang Manfaatnya,” *14 AGUSTUS*, 2020. <https://www.sanspower.com/panel-surya-prinsip-kerja-dan-kegunaan-yang-bisa-didapatkan.html>
- [6] B. H. Purwoto, J. Jatmiko, M. A. Fadilah, and I. F. Huda, “Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif,” *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 2018.
- [7] P. Akhir, “Rancang Bangun Solar Tracker Satu Axis Dengan Media Pemberat Air,” 2019.
- [8] G. Wibisono, S. Hadi, and M. Aziz, “MPPT Menggunakan Metode Hibrid JST dan Photovoltaic,” vol. 8, no. 2, pp. 181–186, 2014.
- [9] Sri Utami, “Implementasi Algoritma Perturb and Observe untuk Mengoptimasi Daya Keluaran Solar Cell Menggunakan MPPT di Laboratorium Energi Baru Terbarukan,” *13Februari*, 2017. <https://ejournal.st3telkom.ac.id/index.php/infotel/article/view/165>

[10] P. Akhir, "TAHUN 2021," 2021.





**LAMPIRAN**



## **LAMPIRAN I**



Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup (Peroranagan)

**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : M.Isra Nurcahya K  
Tempat, Tanggal Lahir : Tombolo Pao, 14 Oktober 2001  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Alamat : Sungailiat, Bangka Belitung  
Email : m.israbaturaja@gmail.com  
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan :

1. SD NEGERI 1 TOMBOLO PAO
2. SMP NEGERI 1 TOMBOLO PAO
3. SMK NEGERI 3 OKU

3. Pendidikan Non Formal :

Sungailiat, 3 Agustus 2022

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### 1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Niken Ananda  
Tempat, Tanggal Lahir : Muntok, 25 Juni 2001  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Alamat : Muntok, Kp.Sawah  
Email : niken4064@gmail.com  
Agama : Islam



### 2. Riwayat Pendidikan :

1. SD TUNAS HARAPAN
2. SMP NEGERI 1 MUNTOK
3. SMA NEGERI 1 MUNTOK

### 3. Pendidikan Non Formal :

Sungailiat, 3 Agustus 2022