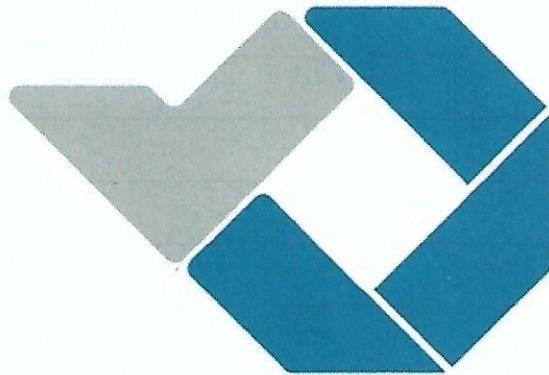


**MAXIMUM POWER POINT TRACKING (MPPT) UNTUK  
SOLAR PANEL**

**PROYEK AKHIR**

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



Disusun Oleh:

Dhea Mellinia Fortuna      NIRM : 0031707  
Novan Alamsyah              NIRM : 0031724

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI  
BANGKA BELITUNG  
2020**

## **LEMBAR PENGESAHAN**

### **MAXIMUM POWER POINT TRACKING (MPPT) UNTUK SOLAR PANEL**

Oleh :

Dhea Mellinia Fortuna

NIRM : 0031707

Novan Alamsyah

NIRM : 0031724

Laporan akhir 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



Eko Sulistyo, M.T

Pengaji 1



Ocsirendi, M.T

Pengaji 2



Indra Dwisaputra, M.T

Pengaji 3



Dr. Parulian Silalahi, M.Pd

## **PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa 1 : Dhea Mellinia Fortuna NIRM : 0031707

Nama Mahasiswa 2 : Novan Alamsyah NIRM : 0031724

Dengan Judul: MAXIMUM POWER POINT TRACKING (MPPT) UNTUK  
SOLAR PANEL

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 yang berlaku.

Sungailiat, 2020

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. Dhea Mellinia Fortuna

  
.....

2. Novan Alamsyah

  
.....

## ABSTRAK

*Energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga surya sangat bergantung pada intensitas cahaya dan tempertatur permukaan solar panel. Kedua parameter ini menyebabkan kurva karakteristik daya keluaran solar panel menjadi non-linear, sifat non-linear dari solar panel ini menyebabkan energi yang diserap oleh solar panel tidak dimanfaatkan sepenuhnya daya terserap hanya sebagian yang dimanfaatkan. Salah satu cara untuk memaksimalkan keluaran daya solar panel adalah dengan mencari titik maksimum pada solar panel tersebut. Tujuan yang dicapai pada proyek akhir ini adalah mampu mencari titik maksimum pada solar panel, maximum power point tracking (MPPT) menggunakan algoritma perturb and observe (PO) dengan jenin beban yang bervariasi serta dapat menampilkan nilai arus dan tegangan menggunakan aplikasi matlab. Proyek akhir yang dilakukan adalah membuat sebuah alat yang mampu mencari titik maksimum pada solar panel menggunakan komponen solar panel, buck-boost converter, sensor arus dan tegangan, driver relay, serta resistor sebagai beban yang dikontrol oleh mikrokontroler arduino mega 2560. Perancangan alat menggunakan beban resistor yang bervariasai untuk membuktikan algoritma mppt (po) yang kami buat untuk penggunaan sesuai kebutuhan.*

Kata kunci : MPPT, algoritma perturb and observe(PO).

## ***ABSTRACT***

*Electrical energy produced by solar power plants is highly dependent on the intensity of light and temperature of the solar panel surface. These two parameters cause the characteristic curve of the solar panel output power to become non-linear, the non-linear nature of the solar panel causes the energy absorbed by the solar panel not to be fully utilized to be absorbed only partially to be utilized. One way to maximize solar panel power output is to find the maximum point on the solar panel. The goal achieved in this final project is to be able to find the maximum point on the solar panel, maximum power point tracking (MPPT) using the perturb and observe (PO) method with various load types and can display current and voltage values using the matlab application. The final project is to make a device that can find the maximum point in the solar panel using solar panel components, buck-boost converters, current and voltage sensors, relay drivers, and resistors as loads that are controlled by the Arunio Mega 2560 microcontroller. The design of the tool uses a load resistor which varies to prove the mppt (po) algorithm that we made for use as needed.*

*Keywords:* MPPT, PO algorithm.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, atas berkat dan rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan dan kewajiban mahasiswa untuk menyelesaikan kurikulum program pendidikan Diploma III di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Penulis mencoba untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang telah dipelajari selama 3 tahun mengecap pendidikan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dan pengalaman penulis selama program Praktik Kerja Lapangan pada pembuatan alat dan makalah tugas akhir ini.

Makalah ini dapat diselesaikan dengan adanya usaha dan kerja tim yang baik serta bantuan, saran-saran dan informasi dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak tersebut, antara lain.

1. Bapak I Made Andik S, M.Eng, Ph.D selaku pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran didalam mengarahkan pengarahan dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Eko Sulistyo, M.T selaku pembimbing II yang telah memberikan saran-saran dan solusi dari masalah-masalah yang dihadapi selama proses perencanaan dan pembuatan alat serta penyusunan laporan.
3. Bapak Indra Dwisaputra, M.T selaku Wali Kelas III Elektronika A Teknik Elektronika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Seluruh staf pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
5. Bapak I Made Andik S, M.Eng, Ph.D selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Rekan-Rekan mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, yang telah banyak membantu selama penggerjaan Tugas Akhir.

7. Keluarga besar yang selalu senantiasa memberikan kasih sayang, doa, serta dukungan moril maupun materil.
8. Pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan Laporan ini masih jauh dari sempurna dikarenakan penulis adalah manusia yang tidak luput dari salah. Oleh karena itu diharapkan segala kritik dan saran agar kedepannya penulis dapat mengembangkan dan memperbaiki penulisan selanjutnya.

Akhir kata mengucapkan terima kasih. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat berguna untuk menambah wawasan bagi penulis dan pembaca.

Sungailiat, 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT .....	iii
ABSTRAK .....	iv
<i>ABSTRACT</i> .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Proyek Akhir .....	2
BAB II LANDASAN TEORI .....	3
2.1 <i>Solar panel</i> .....	3
2.2 Algoritma MPPT .....	4
2.3 Metode <i>Perturb and Observe</i> .....	5
BAB III METODE PELAKSANAAN .....	6
3.1 Komponen yang digunakan .....	8
3.1.1 <i>Solar Panel</i> .....	9
3.1.2 <i>Buck-Boost Converter</i> .....	10

3.1.3 Sensor Tegangan.....	14
3.1.4 Sensor Arus INA219.....	17
BAB IV PEMBAHASAN.....	19
4.1 <i>Maximum Power Point Tracking</i> .....	19
4.2 DC <i>to</i> DC <i>Converter</i> XL6019 .....	19
4.3 Pembuatan Dudukan Komponen .....	22
4.4 Rangkaian Kontrol.....	23
4.5 Algoritma <i>Perturb and Observe</i> .....	24
4.6 <i>Flow Chart</i> .....	40
4.7 <i>Graphical User Interface</i> .....	41
BAB V.....	50
PENUTUP .....	50
5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA .....	51

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 3.1 Spesifikasi komponen yang digunakan .....	8
Tabel 3. 2 Spesifikasi <i>Buck-Boost Converter</i> XLSEMI 6019.....	11
Tabel 3. 3 Konfigurasi pin dari <i>Buck-Boost Converter</i> XLSEMI 6019.....	12
Tabel 3.4 Pengujian sensor tegangan .....	16
Tabel 3.5 Pengujian sensor arus INA219 .....	18

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Panel Surya 100 Wp .....	4
Gambar 2.2 Kurva karakteristik MPPT.....	5
Gambar 3.1 Blok diagram <i>Maximum Power Point Tracking</i> untuk <i>solar panel</i> ....	7
Gambar 3.2 Spesifikasi <i>solar panel</i> .....	9
Gambar 3.3 Rangkaian <i>Buck-Boost Converter</i> .....	10
Gambar 3. 4 Konfigurasi Pin <i>Buck-Boost Converter</i> XLSEMI6019 [9]. .....	12
Gambar 3.5 Konfigurasi Pin <i>Buck-Boost Converter</i> XLSEMI 6019 [6] .....	12
Gambar 3.6 <i>Buck-boost</i> saat kondisi saklar tertutup [7] .....	13
Gambar 3.7 <i>Buck-Boost</i> saat kondisi saklar terbuka [7] .....	14
Gambar 3.8 Rancangan sensor tegangan.....	15
Gambar 3.9 Skematik sensor arus .....	17
Gambar 4.1 Rangkaian <i>Schematic Buck-Boost Converter</i> XLSEMI 6019 .....	20
Gambar 4.2 <i>Hardware</i> XLSEMI 6019.....	20
Gambar 4.3 Grafik tegangan XLSEMI 6019 .....	22
Gambar 4.4 Dudukan komponen MPPT .....	22
Gambar 4.5 Rangkaian kontrol MPPT .....	23
Gambar 4.6 Tampilan pada <i>serial monitor</i> arduino .....	26
Gambar 4.7 Grafik XLSEMI 6019 resistor 1K Ohm tanpa batasan .....	26
Gambar 4.8 Grafik XLSEMI 6019 resistor 1K Ohm batasan <i>duty cycle</i> 200 .....	27
Gambar 4.9 Grafik XLSEMI 6019 resistor 1K Ohm batasan <i>duty cycle</i> 150.....	27
Gambar 4.10 Grafik XLSEMI 6019 beban 1K Ohm .....	28
Gambar 4.11 Grafik XLSEMI 6019 resistor 500 Ohm tanpa batasan .....	29
Gambar 4.12 Grafik XLSEMI 6019 resistor 500 Ohm batasan <i>duty cycle</i> 200....	29

Gambar 4.13 Grafik XLSEMI 6019 resistor 500 Ohm batasan <i>duty cycle</i> 150....	30
Gambar 4.14 Grafik XLSEMI 6019 resistor 330 Ohm tanpa batasan .....	31
Gambar 4.15 Grafik XLSEMI 6019 resistor 330 Ohm batasan <i>duty cycle</i> 200....	31
Gambar 4.16 Grafik XLSEMI 6019 resistor 330 Ohm batasan <i>duty cycle</i> 150....	32
Gambar 4.17 Grafik tegangan .....	33
Gambar 4.18 Grafik arus .....	33
Gambar 4.19 Grafik tegangan .....	34
Gambar 4.20 Grafik arus .....	34
Gambar 4.21 Grafik tegangan .....	35
Gambar 4.22 Grafik arus .....	35
Gambar 4.23 Grafik tegangan .....	36
Gambar 4.24 Grafik arus .....	36
Gambar 4.25 Grafik tegangan .....	37
Gambar 4.26 Grafik arus .....	37
Gambar 4.27 Grafik tegangan .....	38
Gambar 4.28 Grafik arus .....	38
Gambar 4.29 <i>Flow Chart</i> algoritma PO .....	40
Gambar 4.30 Tampilan <i>Graphical User Interface</i> MATLAB.....	41
Gambar 4.31 Tampilan menu <i>connect</i> .....	42
Gambar 4.32 Tampilan menu <i>Disconnect</i> .....	42
Gambar 4.33 Tampilan menu <i>start</i> .....	43
Gambar 4.34 Tampilan menu <i>reset</i> .....	44
Gambar 4.35 Tampilan menu Resistor.....	45
Gambar 4.36 Tampilan grafik tegangan dan arus .....	46
Gambar 4.37 Tampilan arus yang terukur.....	47

Gambar 4.38 Tampilan tegangan yang terukur .....	47
Gambar 4.39 Tampilan menu arus dan tegangan maksimum. ....	48
Gambar 4.40 Tampilan menu daya maksimum.....	49

## **DAFTAR LAMPIRAN**

**LAMPIRAN 1 RIWAYAT HIDUP**

**LAMPIRAN 2 LIST PROGRAM**

**LAMPIRAN 3 DATA SHEET**

**LAMPIRAN 4 TABEL PENGUJIAN**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Photovoltaic* (PV) merupakan energi terbarukan yang bersumber dari sinar matahari, energi yang dihasilkan oleh sel surya sangat bervariasi dan sangat bergantung pada kondisi cuaca. *Photovoltaic* ini sering disebut dengan *Solar panel* dikarenakan *solar panel* terjadi dengan prinsip efek *photovoltaic*, yaitu keadaan adanya tegangan listrik yang disebabkan oleh kontak dari dua elektroda. *solar panel* merupakan suatu perangkat yang digunakan untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik DC. Namun dalam penggunaannya, hanya sebagian yang dimanfaatkan dari energi cahaya matahari, daya yang terserap tidak digunakan sepenuhnya, karena tergantung dengan jenis beban yang digunakan. Untuk mengoptimalkan daya yang terserap oleh *solar panel* maka digunakan *Maximum Power Point Tracking* (MPPT).

*Maximum Power Point Tracking* (MPPT) adalah sebuah alat yang digunakan agar titik kerja *solar panel* bekerja pada titik operasi optimalnya [1]. Terdapat banyak algoritma MPPT ini, antara lain *Perturb and Observe* (PO), *Incremental Conductance*, *Dynamic Approach*, *Temperature Methods*, dll [2]. Salah satu algoritma yang sering digunakan adalah *Perturb and Observe* (PO) atau disebut metode *Hill Climbing* [3], adalah metode yang mengacu pada karakteristik V-P dari sel surya yang terdiri dari 3 titik yaitu, apabila nilai  $P(t)-P(t-1)=0$ , nilai  $P(t)-P(t-1)<0$ , dan  $P(t)-P(t-1)>0$  [1],  $P(t)$  berarti daya saat ini, sedangkan  $P(t-1)$  berarti daya sebelumnya, dimana algoritma *Perturb* yaitu perubahan kepada tegangan/arus referensi solar panel, sedangkan *Observe* adalah perhitungan daya yang disebabkan oleh perubahan tegangannya [1] .

Pada proyek akhir ini akan dibuat sebuah alat *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) dengan algoritma untuk mencari titik daya maksimum (MPP)

yang dapat menyerap keluaran daya dari *solar panel* secara optimal, sehingga dapat memaksimalkan penggunaan energi cahaya matahari.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diangkat berdasarkan latar belakang proyek akhir ini antara lain:

1. Bagaimana membuat alat yang dapat memaksimalkan keluaran daya *solar panel*.
2. Bagaimana membuat alat yang dapat mengoptimalkan keluaran daya *solar panel* dengan jenis *load* yang berbeda.

## 1.3 Batasan Masalah

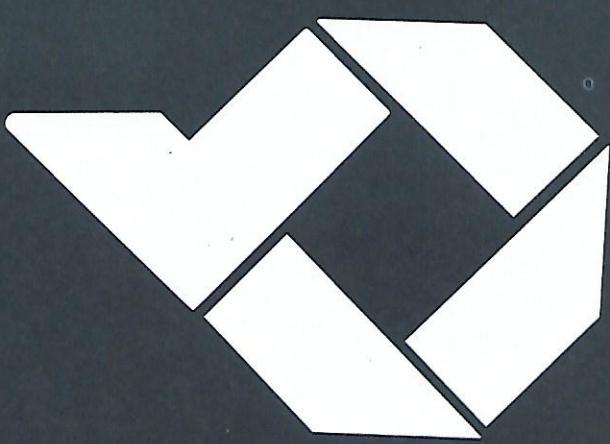
Adapun batasan masalah pembuatan proyek akhir yang berjudul *Maxinum Power Point Tracking (MPPT) Untuk Solar Panel* ini adalah:

1. Pengujian alat hanya menggunakan beban resistor variasi.
2. Batasan tegangan maksimum pada alat sebesar 25V.
3. Algoritma yang digunakan untuk mencari titik maksimum pada alat ini menggunakan algoritma *Perturb and Observe* (PO).

## 1.4 Tujuan Proyek Akhir

Adapun tujuan pembuatan proyek akhir yang berjudul *Maximum Power Point Tracking (MPPT) Untuk Solar Panel* ini adalah:

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



## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Solar Panel

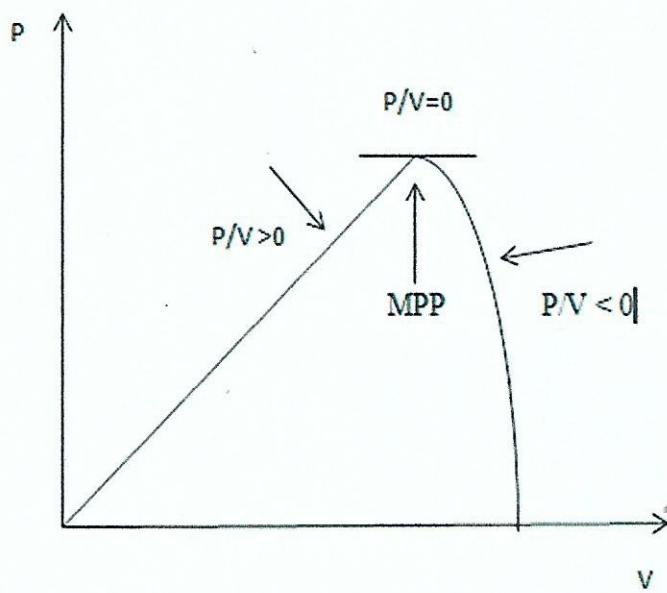
*Solar panel* adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik menggunakan prinsip efek *photovoltaic*. *Solar panel* memiliki dioda photo yang mempunyai permukaan yang luas, dengan permukaan yang luas membuat *solar panel* mempunyai sifat yang sensitif dengan cahaya. Tegangan dan arus yang dihasilkan *solar panel* lebih besar dari dioda photo. *Solar panel* mempunyai lapisan yang mengandung muatan positif dan negatif, dimana 2 lapisan semikonduktor ini yang nantinya akan menghasilkan energi listrik [4]. Ketika *solar panel* terkena sinar matahari, elektron-elektron pada *solar panel* akan bergerak menuju lapisan positif dan negatif sehingga akan arus listrik yang mengalir melalui beban saat kedua ujung beban *solar panel* diberi beban.

*Solar panel* dapat dikelompokkan menjadi bermacam-macam berdasarkan teknologi pembuatannya yaitu *monocrystalline* (mono-Si), sel surya *polycrystalline* (poli-Si) dan sel surya film tipis (Thin Film *Solar panel*) [4]. Sel surya memiliki daya yang berbeda-beda tergantung pembuatannya, salah satu yang kami gunakan dalam proyek akhir ini adalah *solar panel* tipe *monocrystalline* dengan daya maksimum 100WP. Adapun tipe *solar panel monocrystalline*, apabila *solar panel* menerima penceran cahaya matahari maka pada ke dua terminal output *solar panel* akan mengeluarkan tegangan DC sesuai dengan spesifikasi *solar panel* itu sendiri. Daya yang terserap *solar panel* sangat bergantung pada intensitas cahaya matahari hal ini yang membuat perlunya mencari titik daya maksimum pada *solar panel*. Agar mendapatkan daya secara maksimum maka diperlukan sebuah alat *maximum power point tracking* (MPPT) untuk *solar panel*.



### 2.3 Metode *Perturb and Observe* (PO)

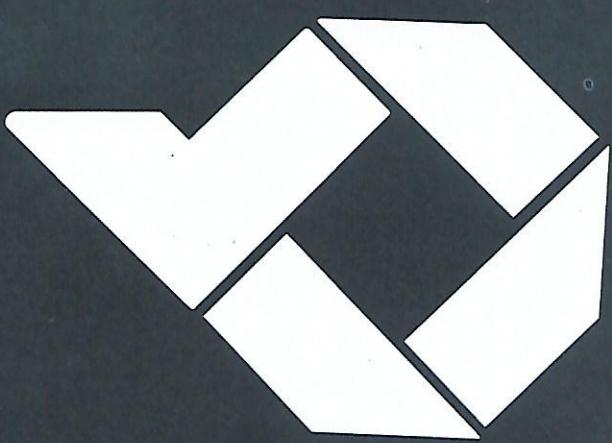
Metode *Perturb and Observe* mempunyai 2 tahap, yaitu *perturb* yang berarti mengubah dan *observe* berarti menghitung perubahan daya yang disebabkan akibat adanya aksi *perturb* sebelumnya. Jika perubahan positif maka *perturb* selanjutnya akan tetap pada arah yang sama, sedangkan jika perubahan daya negatif maka *perturb* akan dibalik [9].



Gambar 2.2 Kurva karakteristik MPPT

Metode *Perturb and Observe* (PO) mengacu pada nilai tegangan (V) dan daya (P) dari sel surya. Seperti pada Gambar 2.2 terdapat 3 jenis titik yang berada pada 3 posisi yang berbeda. Posisi tengah adalah titik maksimum daya *solar panel* (MPP), di sebelah kiri puncak  $P/V > 0$  dan di sebelah kanan puncak  $P/V < 0$ .

Pada Gambar 2.2 di sebelah kiri terdapat perubahan daya dan tegangan  $P/V > 0$ , perbandingan daya saat ini dengan tegangan sebelumnya  $> 0$  maka algoritma mppt tetap mencari nilai *maximum power point* (MPP). Jika  $P/V < 0$  kemudian perubahan titik kerja mengarahkan sel surya jauh dari MPP, maka algoritma *Perturb and Observe* (PO) membalik arah pengangguran.



## **BAB III**

### **METODE PELAKSANAAN**

Pada Bab ini akan dibahas secara detail mengenai metode pelaksanaan pembuatan tugas akhir yang berjudul “*Maximum Power Point Tracking (MPPT)* Untuk *Solar Panel*”. Parameter-parameter yang penting dalam pembuatan alat tugas akhir ini antara lain.

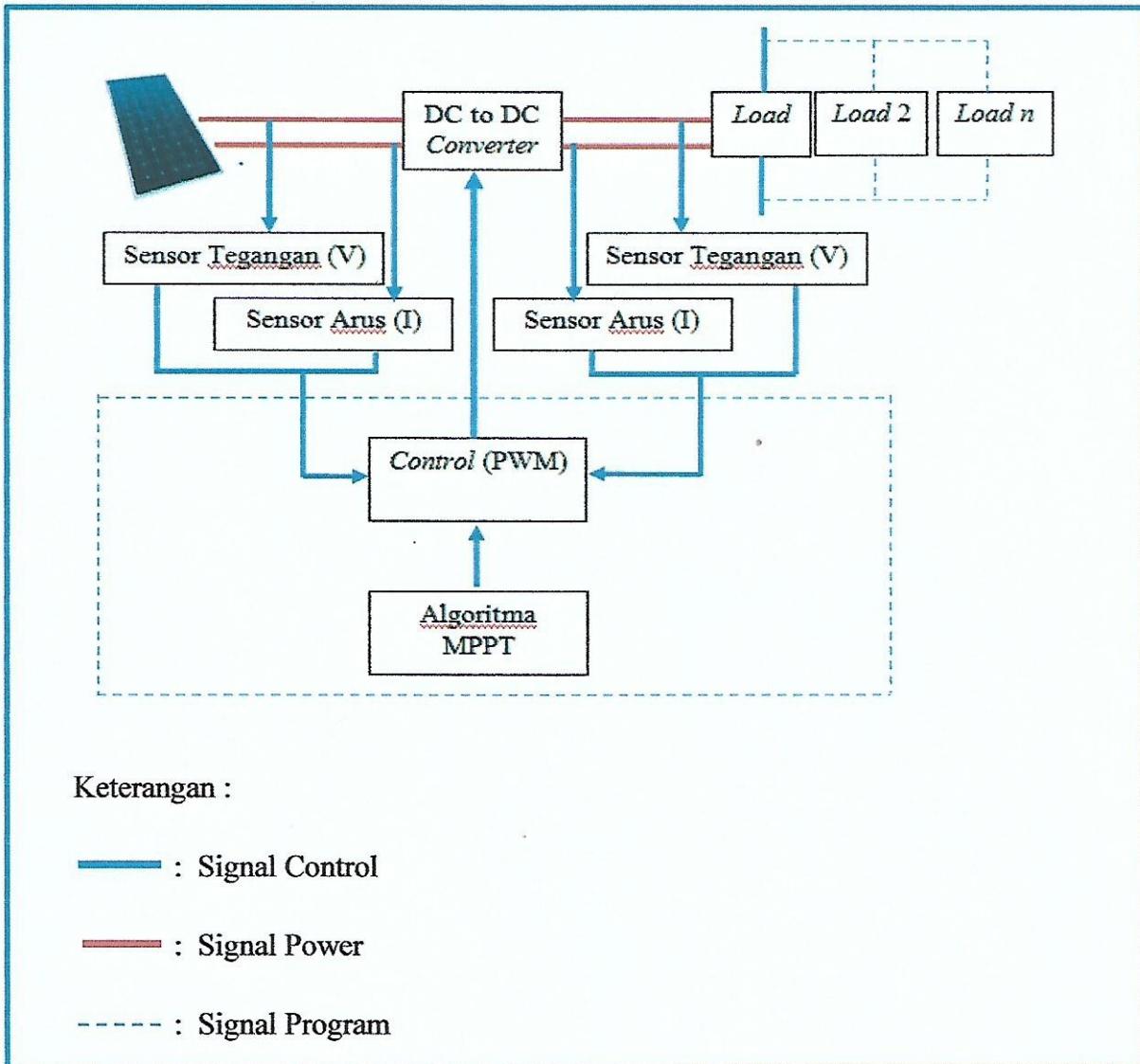
1. Daya *output* dapat mendekati atau turun tidak melebihi daya *input* yang diberikan.
2. Daya *output* yang dihasilkan dapat berubah-ubah atau variabel sesuai dengan beban yang digunakan.
3. Harus dapat menemukan titik maksimum daya *output solar panel* yang secara otomatis.
4. Menampilkan daya, arus dan tegangan pada monitor.

Serta *design* komponen untuk membuat tugas akhir ini yaitu :

1. *Buck-Boost Converter* berfungsi sebagai penaik atau penurun tegangan *output solar panel*.
2. Sensor arus untuk mengukur arus yang mengalir pada rangkaian. Sensor tegangan yang digunakan untuk mengukur tegangan *output* yang dibutuhkan.
3. Metode pengontrolan *Perturb and Observe* untuk mendapatkan titik daya *maximum* yang diinginkan.

Proyek akhir ini menggunakan program arduino untuk melakukan proses pengukuran sensor arus dan tegangan yang akan ditampilkan dalam aplikasi MATLAB, dimana arduino akan terhubung ke MATLAB dalam menampilkan tegangan yang terukur, arus yang terukur, nilai arus maksimum, nilai tegangan maksimum, nilai daya maksimum untuk arus dan tegangan yang terukur akan ditampilkan dalam grafik.

Berdasarkan parameter dan komponen yang dijelaskan diatas, didapatkan blok diagram seperti pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Blok diagram *Maximum Power Point Tracking* untuk *solar panel*

Berdasarkan Gambar 3.1 *solar panel* sebagai *input* dari DC to DC Converter, *inputnya* tergantung dengan intensitas cahaya yang diterima *solar panel*, dan DC to DC Converter digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan sesuai dengan frekuensi PWM yang diberikan. Kemudian, tegangan *output* DC to DC Converter mengalir ke beban. Untuk mendapatkan titik maksimum *output* dari *solar panel* secara otomatis akan digunakan algoritma MPPT, yaitu algoritma *Perturb and Observe*.

### 3.1 Komponen yang digunakan

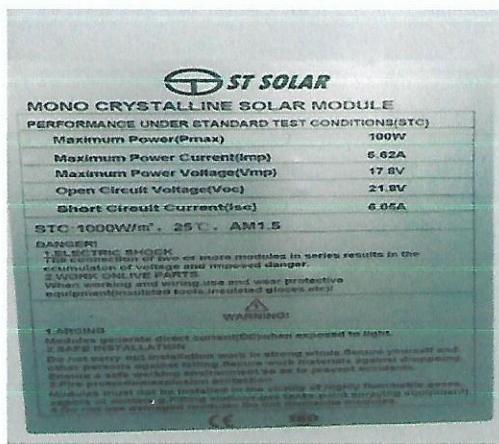
Berdasarkan parameter serta *design* komponen yang akan digunakan dalam pembuatan “ *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) Untuk *Solar Panel*”, berikut spesifikasi komponen yang digunakan :

Tabel 3.1 Spesifikasi komponen yang digunakan

No	Nama Komponen	Spesifikasi
1	Arduino Mega 2560	<ul style="list-style-type: none"><li>a. Tegangan operasi 5V</li><li>b. Tegangan <i>input</i> (yang direkomendasikan, via <i>jack DC</i>) 7V-12V</li><li>c. <i>Digital I/O</i> pin 54 buah, 6 diantaranya menyediakan <i>PWM output</i></li><li>d. Arus DC per pin <i>I/O</i> 20 mA</li><li>e. Arus DC pin 3.3V 50 Ma</li></ul>
2	Sensor Arus INA219	<ul style="list-style-type: none"><li>a. <i>Power Supply</i>, 3V to 5V</li></ul>
3	Sensor Tegangan	<ul style="list-style-type: none"><li>a. <i>Max Voltage</i> 25V</li><li>b. <i>Buck-Boost Converter</i></li><li>c. Tegangan <i>input</i> dari 5V sampai 40v</li></ul>
4	XLSEMI 6019	<ul style="list-style-type: none"><li>c. Tegangan <i>output</i> dari 0v sampai 25V</li><li>d. 5A <i>maximum switching</i></li><li>e. Frekuensi 180KHz</li></ul>

### 3.1.1 Solar Panel

*Solar panel* adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik menggunakan prinsip efek *photovoltaic*. Pada proyek akhir *Maximum Power Point Tracking* untuk *Solar Panel* ini, *solar panel* yang digunakan adalah *solar panel* 100w, dengan spesifikasi sebagai berikut.



Gambar 3.2 Spesifikasi *solar panel*

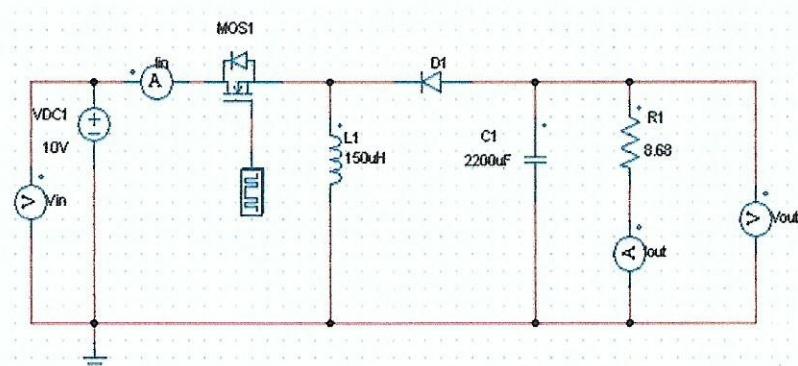
Pada Gambar 3.2 merupakan spesifikasi *solar panel* yang kami gunakan pada proyek akhir dengan penjabaran sebagai berikut :

1. *Maximum Power* (Daya maksimum) Pmax adalah titik maksimum operasi yang menunjukkan daya maksimum pertemuanan Imp dan Vmp yang dihasilkan oleh *solar panel*. Perhitungan nilai Pmax dengan rumus sebagai berikut :  $P_{max} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF$ . Untuk nilai Pmax pada spesifikasi *solar panel* yang digunakan yaitu 100 Watt.
2. *Maximum Power Current* (Arus Maksimum) adalah Imp titik maksimum operasi yang menunjukkan arus maksimum pada *solar panel*. Untuk nilai Imp pada spesifikasi *solar panel* yang digunakan yaitu 6,62 A.
3. *Maximum Power Voltage* (Tegangan Maksimum) Vmp adalah titik maksimum operasi yang menunjukkan tegangan maksimum pada *solar panel*. Untuk nilai Vmp pada spesifikasi *solar panel* yang digunakan yaitu 17,8 V.

4. *Open Circuit Voltage* (Rangkaian tegangan terbuka)  $V_{oc}$  adalah kapasitas tegangan maksimum yang dicapai pada saat tidak adanya arus.  $V_{oc}$  didapat dari pengukuran terhadap tegangan (V) yang dilakukan pada terminal blok positif dan negatif sumber dari sel surya dengan cara tidak menghubungkan dengan komponen lainnya. Untuk nilai  $V_{oc}$  pada spesifikasi *solar panel* yang digunakan yaitu 21,8 V.
5. *Short Circuit Current* (Rangkaian arus terhubung)  $I_{sc}$  adalah arus maksimum keluaran dari *solar panel* yang didapatkan dari kondisi tidak ada beban atau resistansi (hubung singkat). Sehingga saat diukur di ampermeter nilainya 0. Untuk nilai  $I_{sc}$  pada spesifikasi *solar panel* yang digunakan yaitu 6,05 A.

### 3.1.2 Buck-Boost Converter

*Buck-boost converter* yang digunakan pada proyek akhir *Maximum Power Point Tracking* ini adalah jenis XLSEMI 6019 sebagai pengontrol tegangan sumber dan menaikkan tegangan sesuai yang dibutuhkan. *Buck-boost converter* disini berguna untuk mengonversi atau mengubah tegangan DC to DC, dengan menggabungkan 2 prinsip dari *buck* dan *boost converter*, dimana *output* tegangannya bisa lebih besar atau lebih kecil dari *output* tegangan *inputnya*[5].



Gambar 3.3 Rangkaian Buck-Boost Converter

Prinsip kerja dari *buck-boost converter* pada Gambar 3.3 terdapat dua kondisi, pada kondisi 1 transistor dalam kondisi ON dan dioda (D1) dalam kondisi *reverse* (terbalik) bias mundur arus *input*, sehingga arus mengalir melewati induktor (L) dan transistor (Q1) pada kondisi ini induktor mengalami proses

pengisian (*charging*). Pada kondisi 2 transistor (Q1) di-off kan dan arus mengalir melewati melalui induktor (L) dan kapasitor (C) dan ke beban, induktor mengalami (*discharging*). Energi yang tersimpan dalam induktor (L) disalurkan ke beban dan arus yang tersimpan pada induktor (L) dan akan berkurang sampai transistor (Q1) di-on kan. *Buck-boost converter* dapat menghasilkan tegangan terbalik pada input yang diberikan tanpa memerlukan trafo dan menghasilkan tegangan keluaran yang lebih kecil maupun lebih besar dari tegangan masukan. Ini dipengaruhi oleh *duty cycle* yang diberikan pada inputan jika PWM sebagai pemicu *switch* lebih dari 50%, maka tegangan keluaran akan lebih tinggi dari tegangan masukan dan jika *duty cycle* yang diberikan kurang dari 50%, maka tegangan keluaran akan lebih rendah dari tegangan masukan.

Spesifikasi dari *Buck Boost Converter* XLSEMI 6019 dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3. 2 Spesifikasi *Buck-Boost Converter* XLSEMI 6019

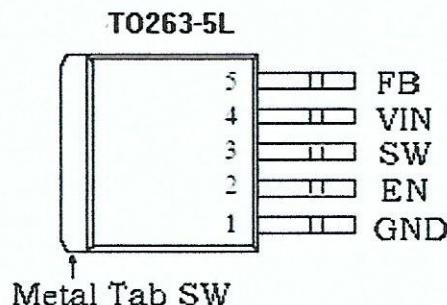
No.	Pin	Keterangan
1.	Tegangan input	5 sampai 40 V
2.	Tegangan Referensi	1.25 V
3.	Frekuensi Switching	180 KHz
4.	Arus Maksimum	5 A

Berikut meruapakan konfigurasi pin pada komponen *Buck-Boost Converter* XLSEMI6019.

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

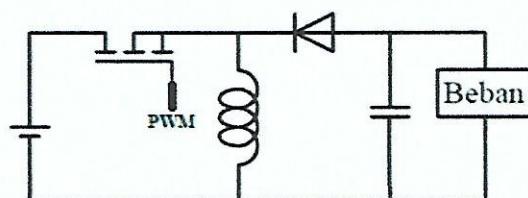
Tabel 3. 3 Konfigurasi pin dari *Buck-Boost Converter* XLSEMI 6019

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 saklar daya
4.	Pin input (IN)	Diberikan sumber tegangan 5V-40V DC
5.	Pin feedback (FB)	Dihubungkan dengan pin feedback (FB)



Gambar 3. 4 Konfigurasi Pin *Buck-Boost Converter* XLSEMI6019 [9].

*Buck-Boost converter* merupakan rangkaian *converter DC to DC* yang dapat menaikkan dan menurunkan tegangan DC. Prinsip kerja dari *buck-boost* cukup sederhana dengan sebuah komponen induktor dan dua saklar elektronik (transistor dan dioda) [6]. Seperti pada Gambar 3.5 berikut.



Gambar 3.5 Konfigurasi Pin *Buck-Boost Converter* XLSEMI 6019 [6]

Transistor saat diberi logika 1 (*on*) maka transistor mengalami saturasi sehingga menyebabkan arus pada induktor mengalami kenaikan sehingga dioda menjadi kondisi *reverse* (terbalik). Saat transistor diberi logika 0 pada kondisi *cut off* maka arus pada induktor akan perlahan turun dan mengalir menuju ke beban.

Dengan kondisi tersebut akan membuat rasio nilai rata-rata tegangan beban sebanding dengan perbandingan saat saklar dibuka dan ditutup.

Ini yang menyebabkan nilai tegangan pada *buck-boost converter* bisa lebih tinggi ataupun lebih rendah dari tegangan sumbernya.

Adapun persamaan untuk mencari besarnya tegangan keluaran (pustaka).

$$V_{out} = \frac{D}{1-D} \times V_{in} \quad \dots \dots \dots (1)$$

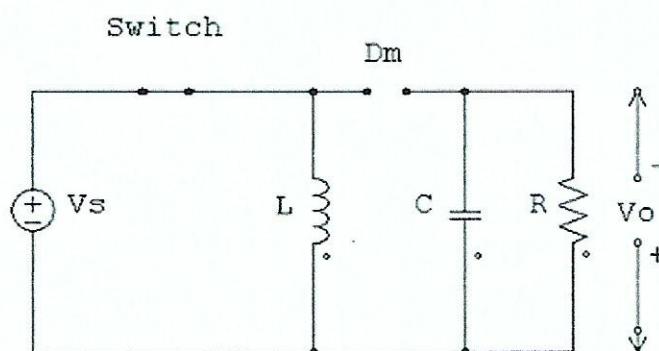
Parameter komponen induktor yang digunakan diperoleh melalui persamaan:

$$L_{min} = \frac{(1-D)^2 * R}{2*f} \quad \dots \dots \dots (2)$$

Sedangkan untuk besarnya nilai kapasitor digunakan persamaan :

$$C = \frac{V_o * D}{\Delta V_o * R * f} \quad \dots \dots \dots (3)$$

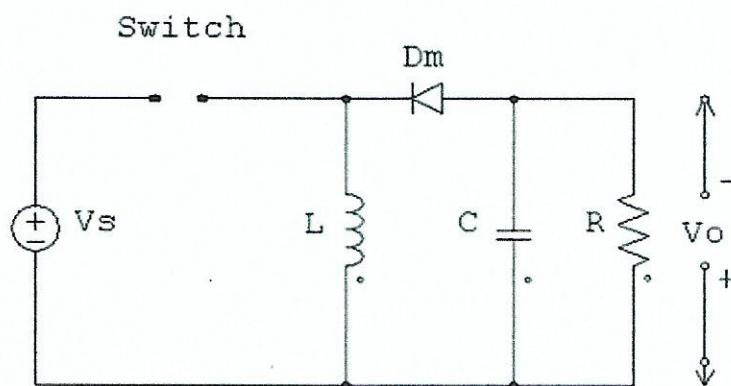
Berikut adalah rangkaian *buck-boost* saat kondisi saklar tertutup.



Gambar 3.6 *Buck-boost* saat kondisi saklar tertutup [7]

Berdasarkan Gambar 3.6 kondisi saat *buck-boost converter* pada saat kondisi mosfet Q1 aktif menyebabkan dioda bekerja pada kondisi *reverse* (terbalik), sehingga arus mengalir ke komponen induktor menyebabkan terjadi penyimpanan arus pada induktor dan membuat arus pada induktor naik [7].

Berikut merupakan rangkaian *Buck-Boost Converter* XLSEMI6019 saat kondisi saklar terbuka seperti pada Gambar 3.7.

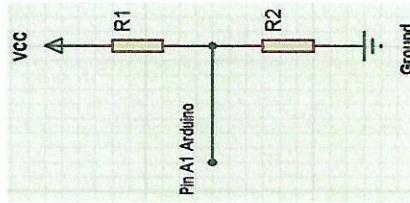


Gambar 3.7 *Buck-Boost* saat kondisi saklar terbuka [7]

Gambar 3.7 menjelaskan kondisi saat *buck-boost converter* pada saat kondisi mosfet Q1 tidak aktif menyebabkan dioda bekerja pada kondisi *forward* (terbalik), sehingga arus yang tersimpan pada induktor akan mengalami *discharging*. Arus akan mengalir ke beban, sehingga menghasilkan tegangan keluaran terbalik tanpa memerlukan trafo dan dapat menghasilkan tegangan keluaran lebih besar atau lebih kecil dari tegangan masukannya [7].

### 3.1.3 Sensor Tegangan

Pada proyek akhir ini, sensor tegangan yang digunakan adalah sensor pembagi tegangan DC arduino. Sensor tegangan digunakan untuk mengukur *output* dari DC to DC *Converter* XLSEMI 6019. Berikut Gambar 3.8 adalah rancangan sensor tegangan pada arduino mega 2560 pada proyek akhir ini. Dari Gambar 3.8 inilah yang digunakan untuk mengukur tegangan keluaran dari DC to DC *converter*.



Gambar 3.8 Rancangan sensor tegangan

Tegangan keluaran dari rangkaian tersebut masuk ke pin analog in A1 arduino. Perhitungan rangkaian pembagi tegangan dapat menggunakan persamaan berikut.

$$V_{out} = \frac{R2}{R1+R2} \times V_{in} \dots \quad (3.1)$$

Untuk perhitungan nilai resistansi resistor 2 (R2) dapat menggunakan persamaan seperti persamaan berikut.

$$V_{sensor} = V_{out} \times \frac{R2}{R1+R2} \dots \quad (3.2)$$

$$5V = 25V \times \frac{R2}{R1+R2} \dots \quad (3.3)$$

$$\frac{R2}{100K+R2} = \frac{1}{5}V \dots \quad (3.4)$$

$$5R2 = 100K + R2 \dots \quad (3.5)$$

$$5R2 - R2 = 100K \dots \quad (3.6)$$

$$4R2 = 100K \dots \quad (3.7)$$

$$R2 = \frac{100K}{4} = 25K \dots \quad (3.8)$$

Jadi, nilai resistor 1 dan resistor 2 untuk sensor tegangan adalah 100K ohm dan 25K ohm. Pengujian sensor tegangan ini dilakukan dengan cara membandingkan nilai tegangan yang keluar dari sensor tegangan dengan nilai tegangan *source converter* sebesar 12 volt, menggunakan multimeter. Berikut dibawah ini merupakan data Tabel 3.4 pengujian sensor tegangan, dimana pada

sensor tegangan ini batas maksimum pembacaannya sampai 25 V dan tegangan akan bertambah seiring dengan bertambahnya *duty cycle*.

Tabel 3.4 Pengujian sensor tegangan

Set Point(Volt)	Pengukuran		Error(%)
	Sensor Tegangan(Volt)	Multimeter(Volt)	
1	1.2	1.23	2.5
2	2.05	2.06	0.5
3	3.03	3.02	0.3
4	4.03	4.02	0.3
5	5.09	5.06	0.6
6	6.04	6.03	0.2
7	7.07	7.04	0.4
8	8.04	8.01	0.4
9	9.07	9.04	0.3
10	10.5	10.8	2.9
11	11.08	11.03	0.5
12	12.1	12.01	0.7
13	13.11	13.02	0.7
14	14.13	14.02	0.8
15	15.13	15.03	0.7
16	16.16	16.03	0.8
17	17.16	17.02	0.8
18	18.12	18.01	0.6
19	19.04	19.01	0.2
20	20.27	20	1.3
21	21.37	21.2	0.8
22	22.08	22	0.4
23	23.15	23	0.7
24	24.01	24	0.04
25	25.01	24.8	0.8

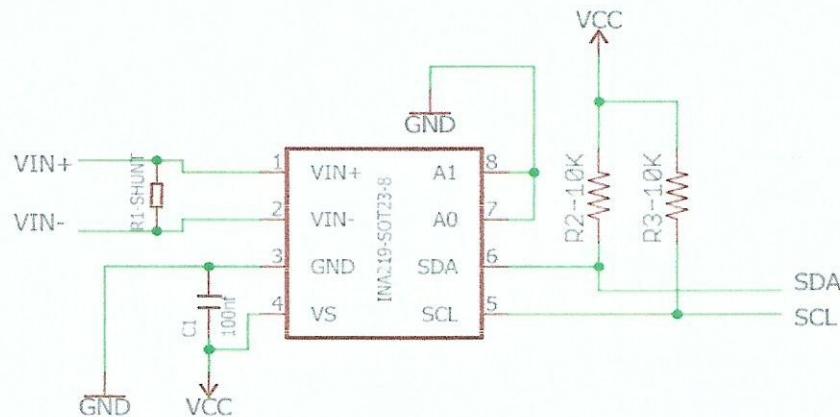
Untuk mendapatkan nilai persen *error* diatas dapat menggunakan persamaan berikut.

$$Error = \left| \frac{\text{sensor tegangan - multimeter}}{\text{sensor tegangan}} \right| \times 100\% \dots \quad (4.9)$$

Dari data Tabel 3.4 diatas dapat disimpulkan bahwa keluaran dari sensor tegangan tidak linierisasi dikarenakan pengaruh pada frekuensi yang disediakan oleh arduino sebesar 60Hz sedangkan *switching frequency* pada *converter* XLSEMI 6019 sebesar 180KHz.

### 3.1.4 Sensor Arus INA219

INA 219 merupakan modul sensor yang dapat membaca nilai tegangan dan arus pada suatu rangkaian listrik. INA 219 dilengkapi dengan *interface* I2C dan dapat mengukur arus hingga  $\pm 3,2A$  dengan kisaran resolusi pada 0,8 mA pada internal data 12 bit ADC. Pada proyek akhir ini, sensor arus yang digunakan adalah sensor arus INA219. Sensor arus digunakan untuk mengukur *output* dari DC to DC *Converter* XLSEMI 6019 pada pemrograman arduino, sensor arus INA219 memiliki *library* tersendiri. Berikut adalah gambar rancangan sensor arus pada arduino mega 2560.



Gambar 3.9 Skematik sensor arus

Pengujian sensor arus ini dilakukan dengan menghubungkan modul sensor arus INA219 ke Pin 5V dan GND Arduino Mega 2560, mengukur beban resistor sebesar 330 Ohm, serta membandingkan nilai sensor arus dengan multimeter. Dibawah ini merupakan data Tabel 3.5 pengujian sensor arus INA219. Pin IN + dan IN – merupakan pin positif dan negatif *input* dari arus yang

akan dilakukan pengukuran dimana pin positif dihubungkan dengan beban yang di aliri listrik sedangkan yang negatif dihubungkan dengan *ground*. Pin SCL dan SDA adalah pin *serial* komunikasi I2C ke arduino uno.

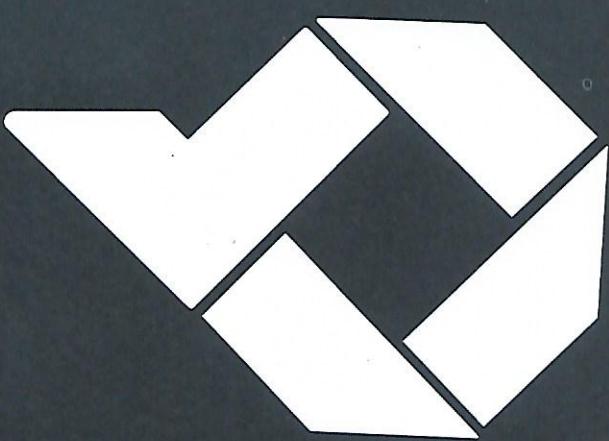
Tabel 3.5 Pengujian sensor arus INA219

Set Point(Volt)	Pengukuran		Error(%)
	Sensor Arus(mA)	Multimeter(mA)	
1.87	0.2	0.33	65
2.38	2.1	2.13	1.4
3.25	5.5	5.49	0.2
4.81	10.8	10.86	0.6

Untuk mendapatkan nilai persen *error* diatas dapat menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Error} = \left| \frac{\text{sensor tegangan} - \text{multimeter}}{\text{sensor tegangan}} \right| \times 100\% \dots \quad (3.10)$$

Berdasarkan data Tabel 3.5, dapat disimpulkan bahwa pembacaan sensor arus tidak linier dengan tegangan *set point*, dapat dilihat dari persentase *errornya*, pada *set point* 1V, arus tidak terbaca sehingga kepresision sensor arus akan bekerja sebagaimana semestinya apabila tegangan kerja memenuhi.



## BAB IV

### PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai proses pembuatan *Maximum Power Point Tracking* untuk *solar panel* yang terdiri dari perancangan sistem kontrol, perancangan dan pembuatan alat dan program, serta pengujian sistem. Berikut adalah penjelasannya.

#### 4.1 Maximum Power Point Tracking

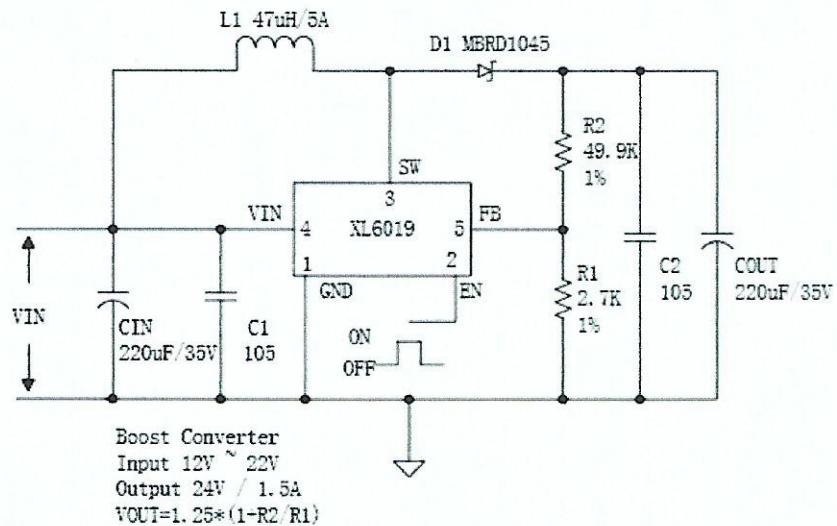
*Maximum Power Point Tracking* (MPPT) untuk *solar panel* ini merupakan sebuah alat yang dibuat untuk mencari titik *maximum* daya dari *solar panel*. *Solar panel* sebagai sumber dan akan di berikan intensitas cahaya matahari sebelum digunakan. Sistem pengontrolan alat ini menggunakan Arduino Mega 2560 untuk mengolah data. Pada sistem kontrol alat ini menggunakan sensor tegangan DC, sensor INA 219, XLSEMI 6019 sebagai DC to DC converter yang digunakan untuk mengatur tegangan yang diinginkan.

Sistem kontrol ini dapat ditampilkan dan menyimpan hasil data nilai tegangan yang dihasilkan, arus yang dihasilkan, dan daya maksimum pada *monitor*. Beban resistor yang digunakan 100 ohm 100 watt dan resistor 200 ohm 100 watt digunakan untuk pengambilan data, sedangkan untuk beban 180 ohm 50 watt digunakan sebagai beban yang terpasang pada dudukan komponen alat.

#### 4.2 DC to DC Converter XLSEMI 6019

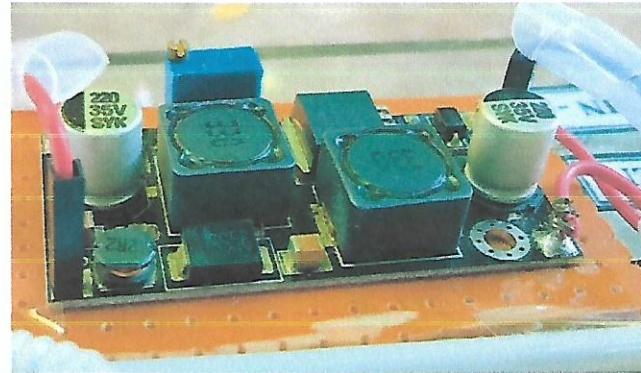
Pada tugas akhir ini, DC to DC Converter yang digunakan adalah DC to DC Converter XLSEMI 6019. Converter ini tipe *Buck-Boost converter*, yang digunakan untuk mengatur tegangan *input* yang akan digunakan. Pada proyek akhir ini, converter yang digunakan yaitu *boost* saja sebagai penaik tegangan sumber *solar panel*.

Berikut adalah gambar rangkaian *schematic* dari *Buck-Boost Converter*. Dapat dilihat pada Gambar 4.1 sebagai berikut.



Gambar 4.1 Rangkaian *Schematic* *Buck-Boost Converter* XLSEMI 6019

Berikut adalah *Hardware* dari rangkaian *Converter* XLSEMI 6019 dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 *Hardware* XLSEMI 6019

Pengujian pada DC to DC *Converter* ini dilakukan dengan cara menguji Pin *Enable converter*. Pin *Enable* berfungsi untuk mematikan serta menghidupkan *converter*. Pengujian pin *enable* ini menggunakan pin *digital* Arduino Mega 2560. Pada pengujian ini dilakukan untuk mengatur tegangan yang diinginkan yaitu

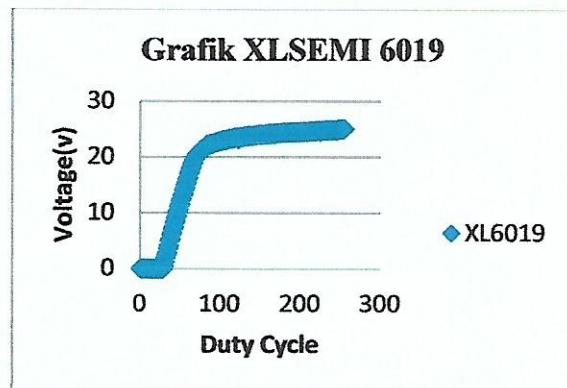
dengan sumber input DC *to DC Converter* sebesar 12V, dengan memutar potensio pada *DC to DC Converter* menjadi sebesar 25V.

Pin PWM yang digunakan yaitu Pin 9 dengan frekuensi 60 Hz. Setelah melakukan *setting converter*, dilakukan pengambilan data dengan *list* program sebagai berikut.

```
void loop()
{
float current_mA = 0;
for (int sensorValue=0; sensorValue<=255; sensorValue
+= 1)
{
    current_mA = ina219.getCurrent_mA();
    voltage1 = analogRead(A1);
    float voltage = voltage1 * (25.0 / 1023.0);
    analogWrite (ledPin, sensorValue);
    Serial.print(sensorValue);
    Serial.print("\t");
    Serial.print(voltage);
    Serial.print("\t");
    Serial.println(current_mA);
    delay (500);
}
}
```

Berdasarkan program diatas, dilakukan pengujian pengambilan data menggunakan gabungan komponen DC *to DC Converter* dan sensor tegangan, dengan sumber tegangan 12V. Berdasarkan program arduino, proses pengukuran tegangan terhadap *duty cycle* sebanyak 255. Pengujian ini dilakukan sebagai referensi untuk melihat perubahan nilai tegangan yang terbaca.

Dari hasil pengujian yang di dapat yang menggunakan DC *to* DC *Converter* dan sensor tegangan didapat data seperti Gambar 4.3 berikut.

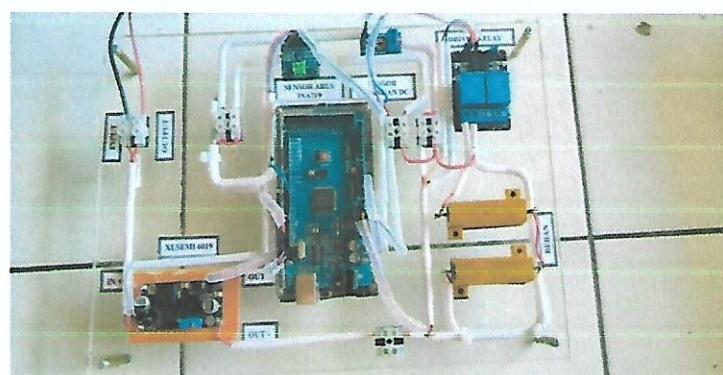


Gambar 4.3 Grafik tegangan XLSEMI 6019

Berdasarkan grafik yang didapat, dapat disimpulkan bahwa dengan tegangan sumber 12 V, maka DC *to* DC *converter* akan menaikan tegangan dari sumber sebesar 25 V sesuai pada Gambar 4.3. Dimana tegangan akan terus naik sampai 25 V dengan perubahan *duty cycle* sampai 255, hal ini dikarenakan batas maksimum pembacaan sensor tegangan hanya mencapai 25 V.

#### 4.3 Pembuatan Dudukan Komponen

Pembuatan dudukan komponen dibuat untuk memudahkan dalam pembawaan dan tempat untuk meletakan komponen. Pembuatan dudukan ini dimulai dengan mengebor ujung setiap sisi pada dudukan *acrilic* agar menjadi tumpuan pada dudukan.

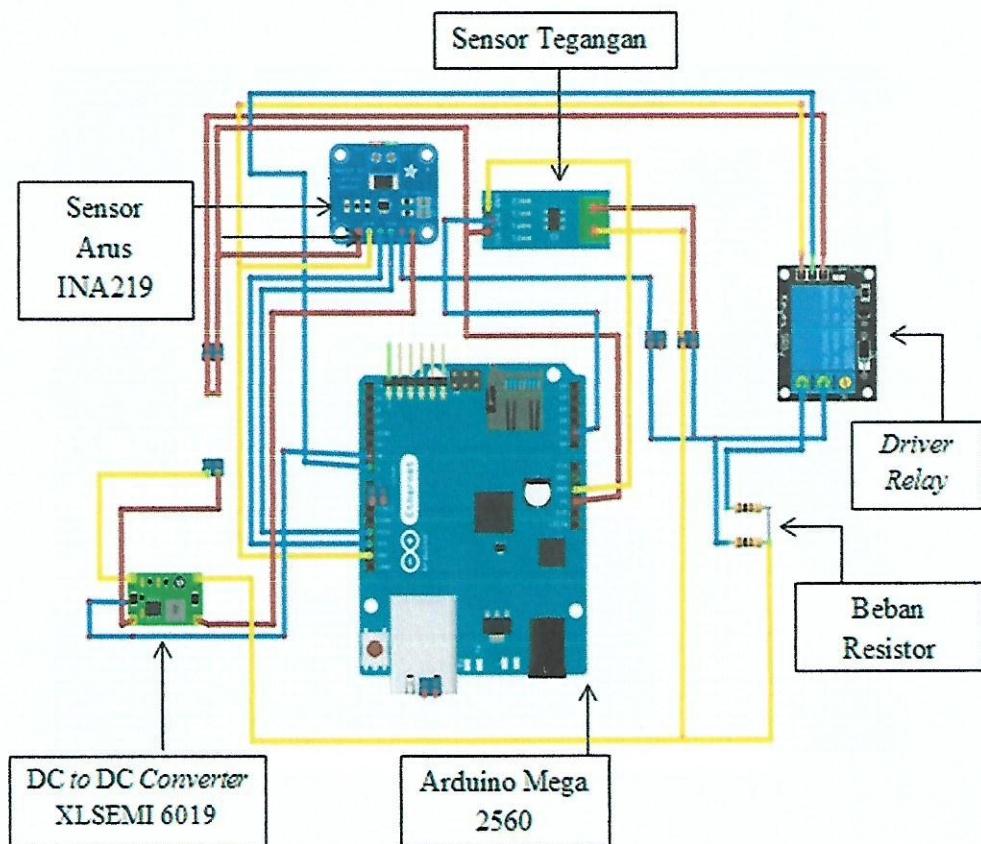


Gambar 4.4 Dudukan komponen MPPT

Lalu memasang tata letak komponen agar mudah saat proses *wiring* dan mengikir bagian ujung yang tajam pada *acrilic*. Gambar 4.4 diatas merupakan bentuk fisik dari dudukan komponen alat proyek akhir *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) Untuk *Solar Panel*.

#### 4.4 Rangkaian Kontrol

Rangkaian kontrol dirancang pada dudukan dengan bahan yang digunakan adalah *acrilic* dengan menggunakan *double tape* untuk menempelkan komponen yang digunakan pada proyek akhir ini.



Gambar 4.5 Rangkaian kontrol MPPT

Gambar 4.5 merupakan rangkaian kontrol dari *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) Untuk *Solar Panel*. Pada rangkaian tersebut terdapat Arduino mega 2560 yang berfungsi untuk mengolah data yang dikirimkan oleh sensor tegangan dan sensor arus serta untuk mengontrol *Pulse Width Modulation*

(PWM), sensor tegangan dan sensor arus, serta DC to DC *Converter* sebagai penurun dan penaik tegangan, *driver relay* sebagai pengontrol beban dan resistor sebagai beban.

Dari rangkaian diatas dapat dijelaskan bahwa untuk mengontrol sistem menggunakan Arduino Mega 2560. *Output* dari *solar panel* akan masuk ke terminal blok yang terhubung ke DC to DC *converter*. DC to DC *converter* mempunyai fungsi untuk menaikan dan menurunkan tegangan yang diberikan dari *output solar panel*. Sensor arus berfungsi untuk membaca nilai arus pada beban yang dipasang dan sensor tegangan berfungsi membaca nilai tegangan pada beban yang dihubungkan dengan Pin *digital A1*. Nilai tegangan dan arus yang terbaca akan di proses oleh algoritma MPPT *Perturb and Observe* (PO) di program arduino. Algoritma MPPT *Perturb and Observe* (PO) akan mencari secara otomatis titik daya maksimum pada *solar panel* tersebut. *Driver relay* berfungsi sebagai pengontrol beban untuk mengaktifkan beban secara variasi dengan resistor sebagai beban.

#### 4.5 Algoritma *Perturb and Observe*

Algoritma *Perturb and Observe* ini berasal dari 2 kata yaitu, *perturb* yang berarti mengubah dan *observe* berarti menghitung perubahan daya yang disebabkan akibat adanya aksi *perturb* sebelumnya. Algoritma *perturb and observe* (PO) digunakan untuk mencari titik daya maksimum pada *solar panel* proyek akhir ini, yang mana karakteristik daya keluaran *solar panel* sangat bergantung dengan intensitas cahaya matahari yang diserap dan temperatur suatu lingkungan tertentu.

Berikut adalah list program algoritma *perturb and observe* (PO).

```
void loop() {
    if (Serial.available() > 0)
    {
        String input = Serial.readString();
        if (input == "2")
        {
```

```

        digitalWrite (PIN4, LOW);
    }
    if (input == "3")
    {
        digitalWrite (PIN4, HIGH);
    }
    while (ulang == 0)
    {
        analogWrite (ledPin, duty_cycle);
        int adc = analogRead(A1);
        float v_saatini = adc * (25.0 / 1023.0);
        i_saatini = ina219.getCurrent_mA() / 1000;
        Serial.println(v_saatini);
        Serial.println(i_saatini);
        duty_cycle = duty_cycle + 1 ;
        if (duty_cycle > 255)
        {
            ulang = 1;
        }
        delay (0.1);
        Serial.flush();
    }
}

```

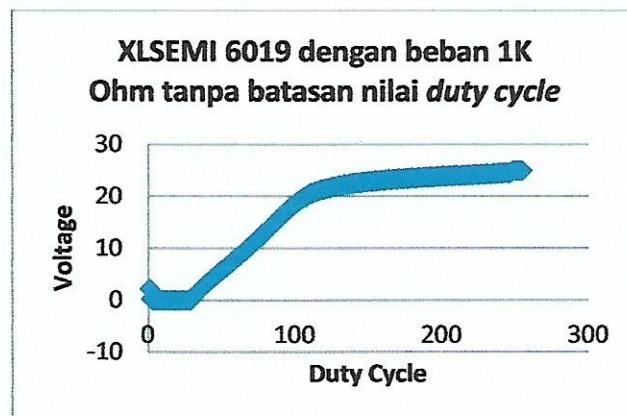
Berdasarkan program diatas, pengukuran arus dan tegangan pada resistor paralel atau beban variasi dilakukan apabila input diberikan logika ‘1’ atau *ON*. Apabila input berlogika ‘0’ atau *OFF*, maka pengukuran arus dan tegangan pada 1 beban resistor saja.

Berikut adalah Gambar 4.6 tampilan hasil pada *serial monitor* arduino berdasarkan program arduino diatas.

```
198    20.97  0.24
199    20.23  0.24
200    20.28  0.24
201    20.39  0.24
202    20.82  0.25
203    21.31  0.24
vmaxs = 21.31
imsks = 0.24
daya_maks = 5.19
duty-cycle = 203
204    21.21  0.24
***   *** *** ***
```

Gambar 4.6 Tampilan pada *serial monitor* arduino

Berikut adalah gambar hasil pengujian algoritma MPPT menggunakan beban resistor paralel 90 Ohm dengan tegangan *input* sebesar 21,7 V. Gambar 4.7 berikut, yaitu menunjukkan bahwa dengan beban 1K Ohm tanpa batasan nilai *duty cycle*.

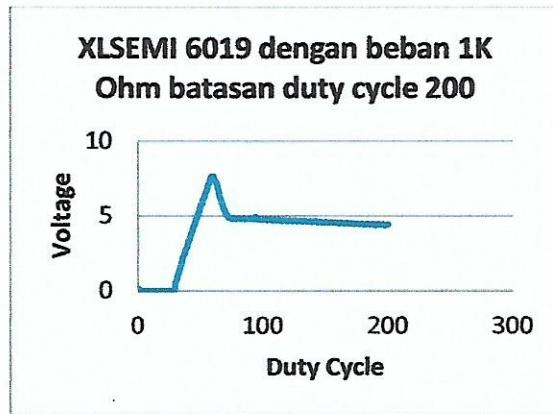


Gambar 4.7 Grafik XLSEMI 6019 resistor 1K Ohm tanpa batasan

Berdasarkan grafik yang didapat menggunakan resistor 1K Ohm  $\frac{1}{4}$  watt, dengan duty cycle dari 0-255, dapat disimpulkan bahwa nilai maksimum tegangan pada grafik sebesar 25 V, hal ini dikarenakan sumber tegangan sebesar 12 V lalu dinaikan tegangan oleh DC *to* DC *converter* sebesar 25 V, pada resistor 1K ohm nilai daya yang dihasilkan sebesar 0,625 watt hasil ini didapat dari rumus daya yaitu ( $P = \frac{V^2}{R}$ ) sedangkan daya inputan bernilai 24 watt ini didapatkan dari rumus ( $P = V*I$ ) sehingga daya pada *solar panel* melebihi dari daya yang

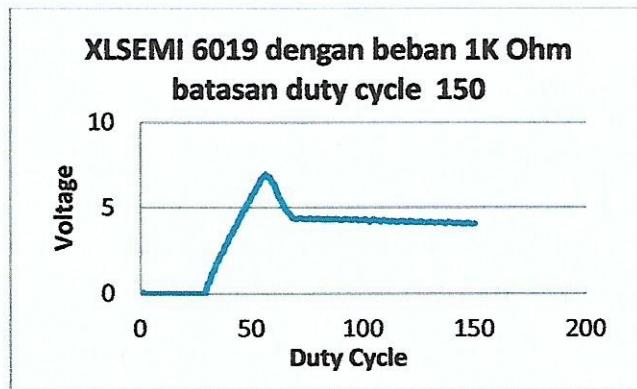
dibutuhkan beban, hal ini menyebabkan tidak ada titik maksimum pada *solar panel*.

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa dengan beban 1K Ohm dengan batasan nilai *duty cycle* 200.



Gambar 4.8 Grafik XLSEMI 6019 resistor 1K Ohm batasan *duty cycle* 200

Berdasarkan grafik yang didapat, dapat disimpulkan bahwa apabila menggunakan beban resistor 1K Ohm, dibatasi nilai *duty cycle* sebesar 200, maka akan terlihat titik tegangan menurun, hal ini menunjukkan adanya penurunan arus dari *source* saat *duty cycle* 200. Ketika nilai arus menurun, maka daya yang dihasilkan akan berbanding lurus dengan kapasitas daya maksimal pada *source*.

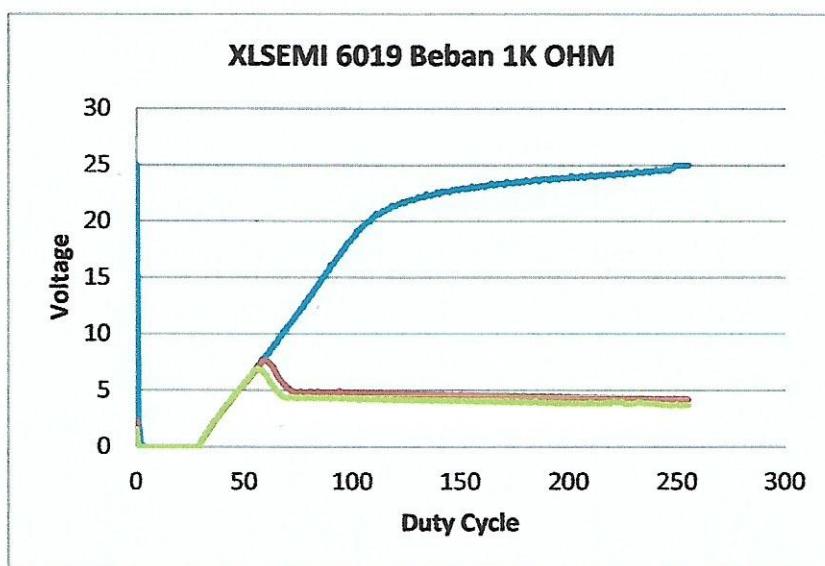


Gambar 4.9 Grafik XLSEMI 6019 resistor 1K Ohm batasan *duty cycle* 150

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa dengan beban 1K Ohm dengan batasan nilai *duty cycle* 150. Berdasarkan grafik yang didapat, dapat disimpulkan bahwa

apabila menggunakan beban resistor 1K Ohm, dibatasi nilai *duty cycle* sebesar 150, maka akan terlihat titik tegangan menurun, hal ini menunjukkan adanya penurunan arus dari *source* saat *duty cycle* 200. Ketika nilai arus menurun, maka daya yang dihasilkan akan berbanding lurus dengan kapasitas daya maksimal pada *source*.

Gambar keseluruhan pengujian data XLSEMI 6019 dengan beban 1K Ohm adalah sebagai berikut :



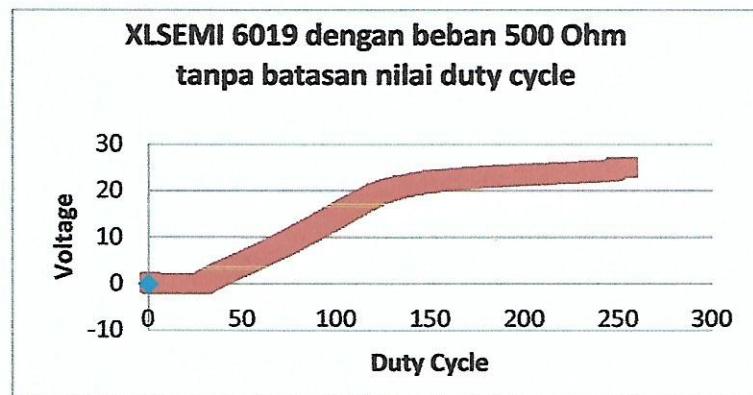
Gambar 4.10 Grafik XLSEMI 6019 beban 1K Ohm

Keterangan :

- : Tanpa batasan nilai *duty cycle*
- : Dengan batasan nilai *duty cycle* 200
- : Dengan batasan nilai *duty cycle* 150

Berdasarkan grafik yang didapat, dapat disimpulkan bahwa apabila menggunakan beban resistor 1K ohm. Pada Gambar 4.10 terlihat jelas perbedaan hasil grafik dimana terdapat titik maksimum pada *solar panel* dan tidak ditemukannya titik maksimum pada *solar panel*.

Gambar 4.11 berikut menunjukkan bahwa dengan beban 500 Ohm tanpa batasan.



Gambar 4.11 Grafik XLSEMI 6019 resistor 500 Ohm tanpa batasan

Berdasarkan grafik yang didapat, dapat disimpulkan bahwa apabila menggunakan beban resistor 500 Ohm dapat disimpulkan bahwa nilai maksimum tegangan pada grafik sebesar 25 V, hal ini dikarenakan sumber tegangan sebesar 12 V lalu di naikan tegangan oleh DC to DC converter sebesar 25 V, pada resistor 500 ohm nilai daya yang dihasilkan sebesar 1,25 watt hasil ini didapat dari rumus daya yaitu ( $P = \frac{V^2}{R}$ ), sedangkan daya inputan bernilai 24 watt ini didapatkan dari rumus ( $P = V*I$ ), sehingga daya pada *solar panel* melebihi dari daya yang dibutuhkan beban, hal ini menyebabkan tidak adanya titik maksimum pada *solar panel*.

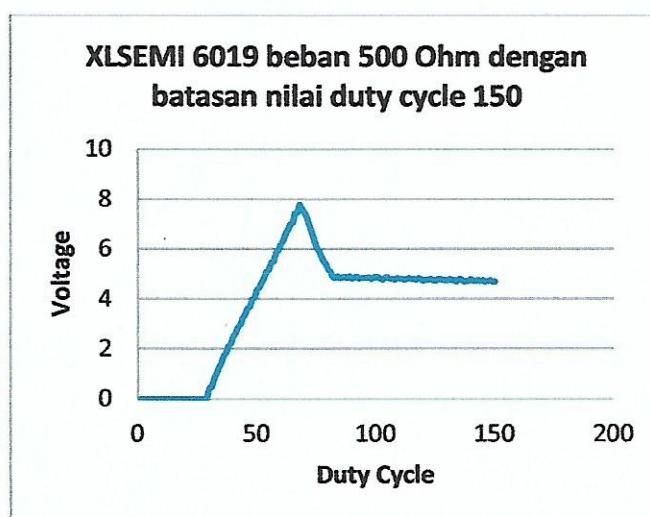


Gambar 4.12 Grafik XLSEMI 6019 resistor 500 Ohm batasan *duty cycle* 200

Gambar 4.12 berikut menunjukkan bahwa dengan beban 500 Ohm dengan batasan nilai *duty cycle* 200.

Berdasarkan grafik yang didapat, dapat disimpulkan bahwa apabila menggunakan beban resistor dengan kapasitas daya yang kecil dapat mengakibatkan tegangan akan melonjak nilainya seperti tampak pada gambar grafik diatas, tetapi nilai tegangan ada nilai *drop*, karena nilainya sebanding atau lebih besar dari tegangan sumber.

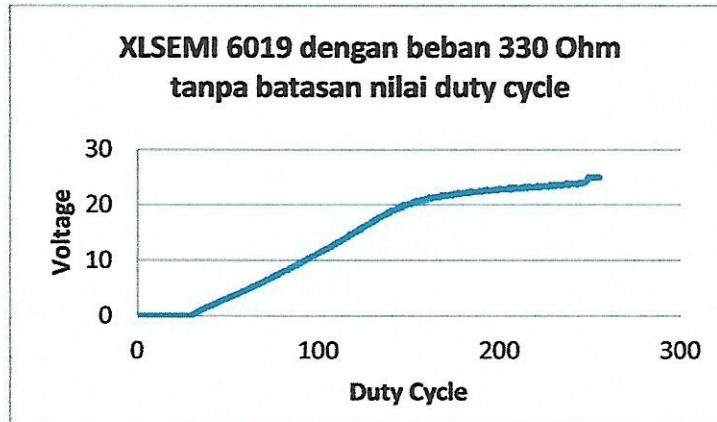
Gambar 4.13 yaitu menunjukkan bahwa dengan beban 500 Ohm dengan batasan nilai *duty cycle* 150.



Gambar 4.13 Grafik XLSEMI 6019 resistor 500 Ohm batasan *duty cycle* 150

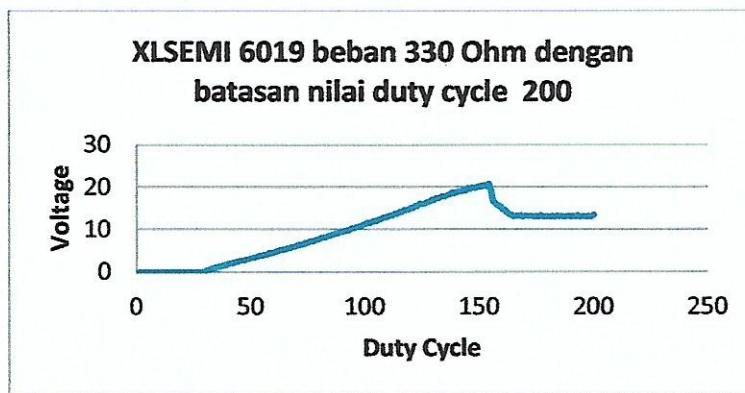
Berdasarkan grafik yang didapat, dapat disimpulkan bahwa apabila menggunakan beban resistor 500 ohm dengan kapasitas daya  $\frac{1}{4}$  watt, apabila menggunakan beban dengan kapasitas daya yang kecil dapat mengakibatkan tegangan akan melonjak nilainya seperti tampak pada Gambar 4.13 grafik diatas, tetapi nilai tegangan ada nilai *drop*, karena nilainya sebanding atau lebih besar dari tegangan sumber, dibatasi nilai *duty cyclenya* sebesar 255.

Gambar 4.14 berikut menunjukkan bahwa dengan beban 330 Ohm tanpa batasan nilai *duty cycle*.



Gambar 4.14 Grafik XLSEMI 6019 resistor 330 Ohm tanpa batasan

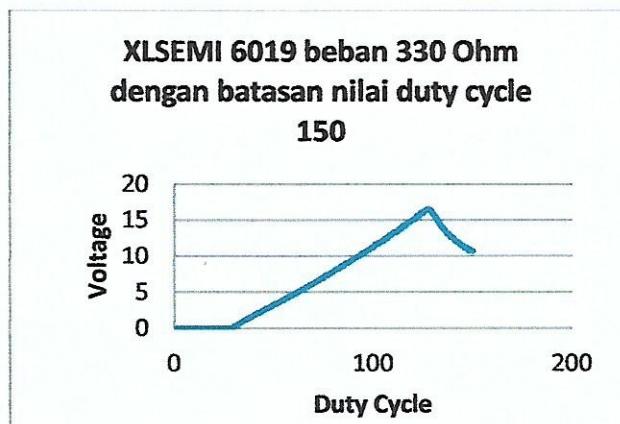
Berdasarkan grafik yang didapat, dapat disimpulkan bahwa apabila menggunakan beban resistor 330 Ohm dapat disimpulkan bahwa nilai maksimum tegangan pada grafik sebesar 25 V, hal ini dikarenakan sumber tegangan sebesar 12 V lalu dinaikan tegangan oleh DC to DC *converter* sebesar 25 V, pada resistor 500 ohm nilai daya yang dihasilkan sebesar 1,893 watt hasil ini didapat dari rumus daya yaitu ( $P = \frac{V^2}{R}$ ), sedangkan daya *input* bernilai 24 watt ini didapatkan dari rumus ( $P = V*I$ ), sehingga daya pada *solar panel* melebihi dari daya yang dibutuhkan beban, hal ini menyebabkan tidak adanya titik maksimum pada *solar panel*.



Gambar 4.15 Grafik XLSEMI 6019 resistor 330 Ohm batasan *duty cycle* 200

Gambar 4.15 menunjukkan bahwa dengan beban 330 Ohm dengan batasan nilai *duty cycle* 200. Berdasarkan grafik yang didapat, dapat disimpulkan bahwa apabila menggunakan beban resistor dengan kapasitas daya yang kecil dapat mengakibatkan tegangan akan melonjak nilainya seperti tampak pada gambar grafik diatas, tetapi nilai tegangan ada nilai *drop*, karena nilainya sebanding atau lebih besar dari tegangan sumber.

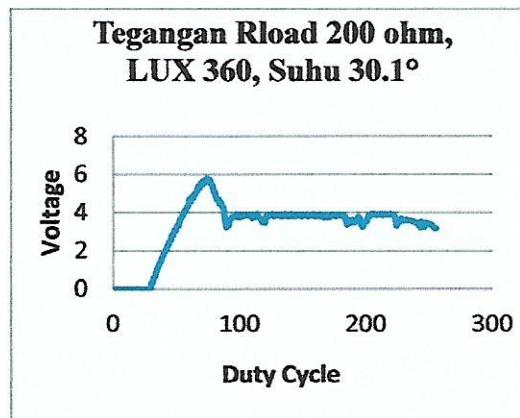
Gambar 4.16 menunjukkan bahwa dengan beban 330 Ohm dengan batasan nilai *duty cycle* 150.



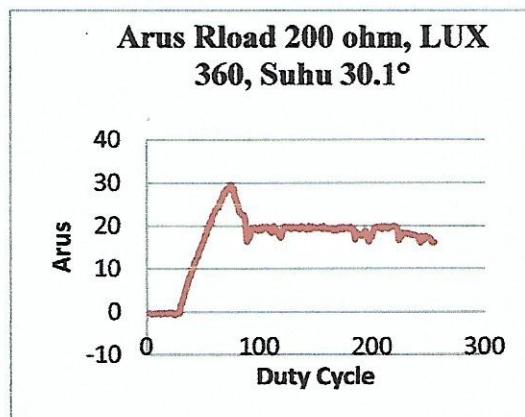
Gambar 4.16 Grafik XLSEMI 6019 resistor 330 Ohm batasan *duty cycle* 150

Berdasarkan grafik yang didapat, dapat disimpulkan bahwa apabila menggunakan beban resistor 330 Ohm dengan kapasitas daya  $\frac{1}{4}$  watt, apabila menggunakan beban dengan kapasitas daya yang kecil dapat mengakibatkan tegangan terdapat titik maksimum, daya yang dihasilkan oleh beban sebesar 1.89 watt dan nilai *duty cycle* dibatasi sebesar 150, sedangkan daya pada *input* lebih kecil sehingga algoritma MPPT akan menemukan titik maksimum pada *solar panel*, ini sangat bergantung pada daya *inputan* yang diserap oleh *solar panel*.

Gambar 4.17 dan Gambar 4.18 berikut, yaitu menunjukkan bahwa dengan beban resistor 200 Ohm 100 watt dengan LUX 360 dan suhu 30.1°.



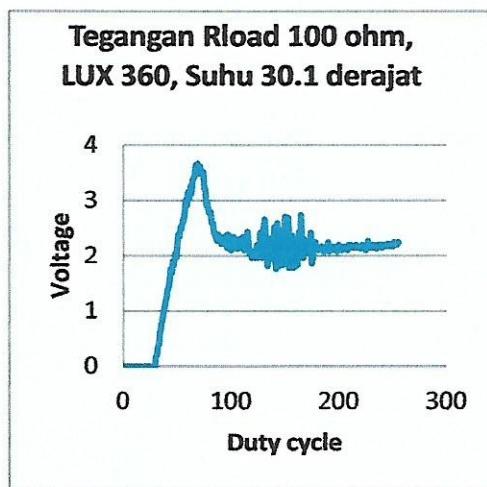
Gambar 4.17 Grafik tegangan



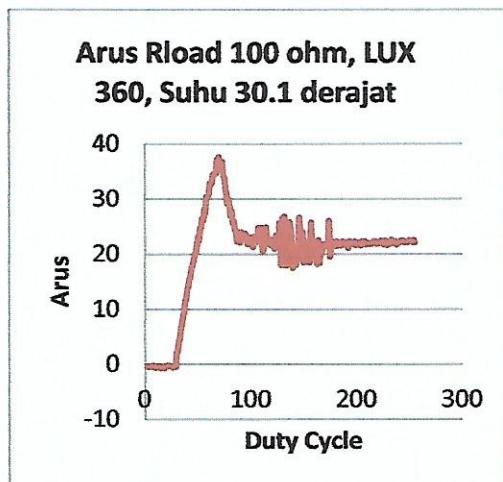
Gambar 4.18 Grafik arus

Berdasarkan grafik yang didapat, dapat disimpulkan bahwa apabila menggunakan beban resistor 200 Ohm dan lux 360 dengan kapasitas daya yang besar dapat mengakibatkan arus dan tegangan terdapat titik maksimum, daya yang dihasilkan oleh beban sebesar 3,215 watt, sedangkan daya pada *input* lebih kecil sehingga algoritma MPPT akan menemukan titik maksimum pada *solar panel*, ini sangat bergantung pada daya inputan yang diserap oleh *solar panel*.

Gambar 4.19 dan Gambar 4.20 menunjukkan bahwa dengan beban resistor 200 Ohm 100 watt dengan LUX 360 dan suhu 30,1°.



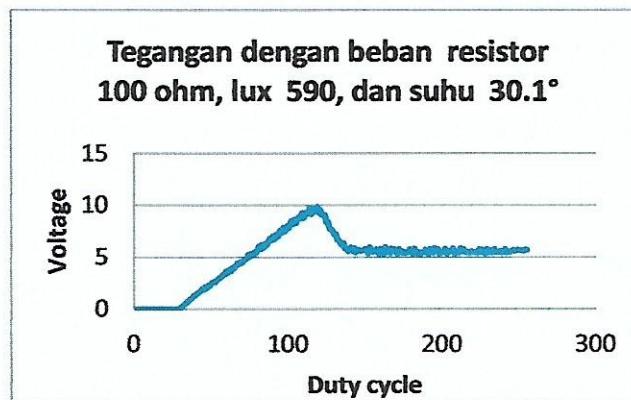
Gambar 4.19 Grafik tegangan



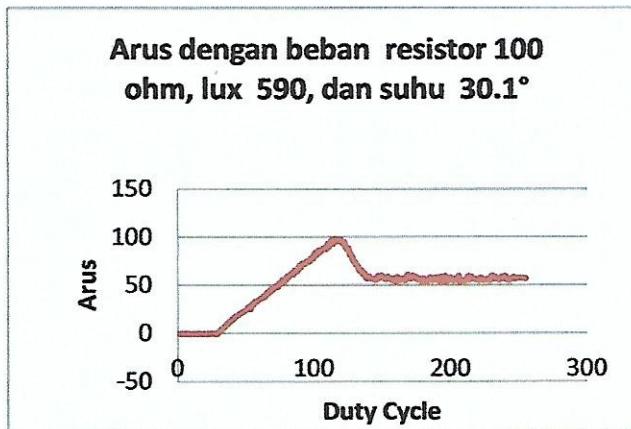
Gambar 4.20 Grafik arus

Berdasarkan grafik yang didapat, dapat disimpulkan bahwa apabila menggunakan beban resistor 100 Ohm dan lux 360 dengan kapasitas daya yang besar dapat mengakibatkan arus dan tegangan terdapat titik maksimum, daya yang dihasilkan oleh beban sebesar 6,25 watt, sedangkan daya pada *input* lebih kecil sehingga algoritma MPPT akan menemukan titik maksimum pada *solar panel*, ini sangat bergantung pada daya inputan yang diserap oleh *solar panel*.

Gambar Grafik 4.21 dan Grafik 4.22 berikut, yaitu menunjukkan bahwa dengan beban resistor 100 Ohm 100 watt dengan LUX 590 dan suhu 30,1°.



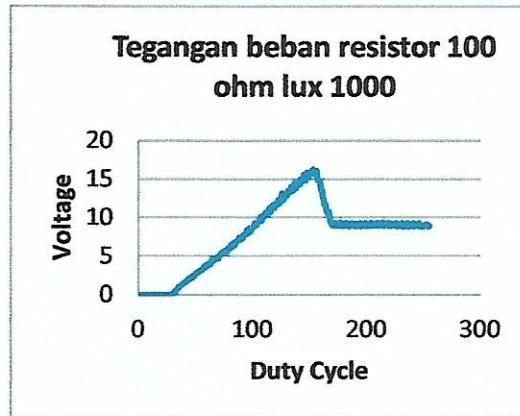
Gambar 4.21 Grafik tegangan



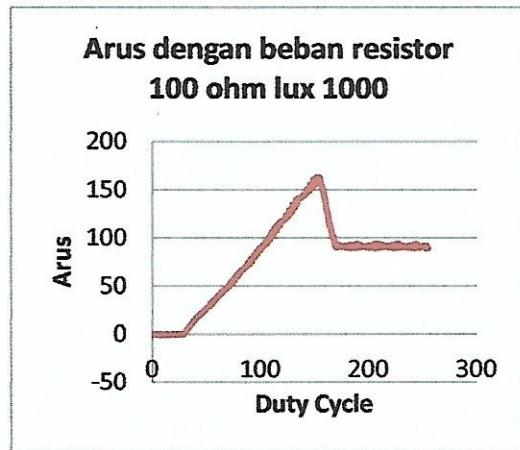
Gambar 4.22 Grafik arus

Berdasarkan grafik yang didapat, dapat disimpulkan bahwa apabila menggunakan beban resistor 100 Ohm dan lux 590 dengan kapasitas daya yang besar dapat mengakibatkan arus dan tegangan terdapat titik maksimum, daya yang dihasilkan oleh beban sebesar 6,25 watt, sedangkan daya pada *input* lebih kecil sehingga algoritma MPPT akan menemukan titik maksimum pada *solar panel*, ini sangat bergantung pada daya inputan yang diserap oleh *solar panel*.

Gambar 4.23 dan Gambar 4.24 menunjukkan bahwa dengan beban resistor 100 Ohm 100 watt dengan LUX 1000 dan suhu 30,1°.



Gambar 4.23 Grafik tegangan



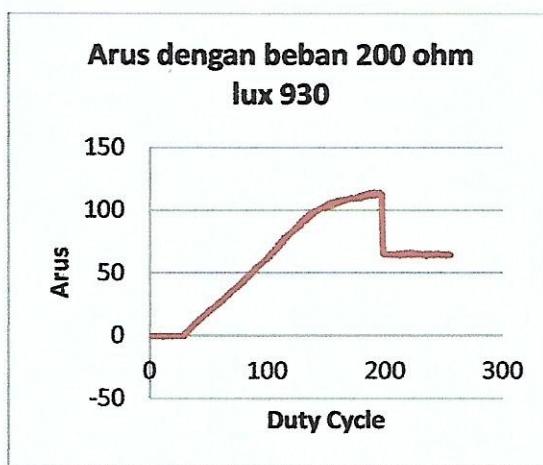
Gambar 4.24 Grafik arus

Berdasarkan grafik yang didapat, dapat disimpulkan bahwa apabila menggunakan beban 100 Ohm dan lux 1000 resistor dengan kapasitas daya yang besar dapat mengakibatkan arus dan tegangan terdapat titik maksimum, daya yang dihasilkan oleh beban sebesar 50 watt, sedangkan daya pada *input* lebih kecil sehingga algoritma MPPT akan menemukan titik maksimum pada *solar panel*, ini sangat bergantung pada daya inputan yang diserap oleh *solar panel*.

Gambar 4.25 dan Gambar 4.26 menunjukkan bahwa dengan beban resistor 200 Ohm 100 watt dengan LUX 930 dan suhu 30,1°.



Gambar 4.25 Grafik tegangan



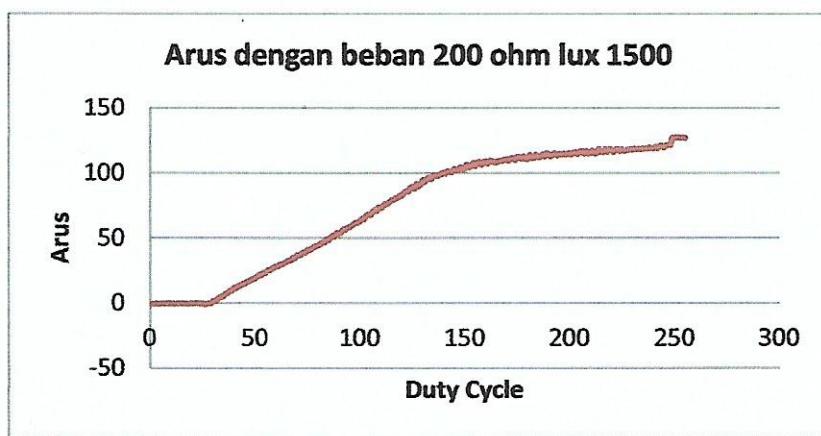
Gambar 4.26 Grafik arus

Berdasarkan grafik yang didapat, dapat disimpulkan bahwa apabila menggunakan beban resistor 200 Ohm dan lux 930 dengan kapasitas daya yang besar dapat mengakibatkan arus dan tegangan terdapat titik maksimum, daya yang dihasilkan oleh beban sebesar 3,215 watt, sedangkan daya pada *input* lebih kecil sehingga algoritma MPPT akan menemukan titik maksimum pada *solar panel*, ini sangat bergantung pada daya inputan yang diserap oleh *solar panel*.

Gambar 4.27 dan Gambar 4.28 menunjukkan bahwa dengan beban resistor 200 Ohm 100 watt dengan LUX 1500 dan suhu  $30.1^\circ$ .



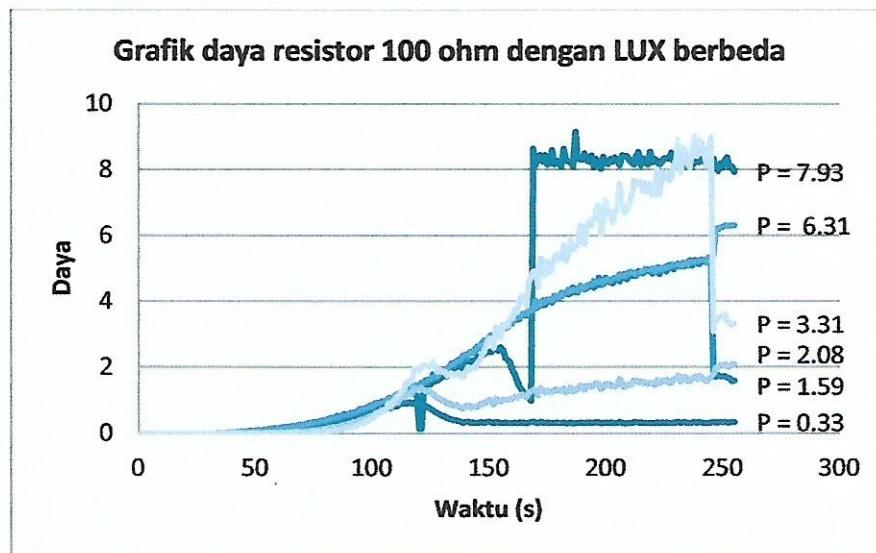
Gambar 4.27 Grafik tegangan



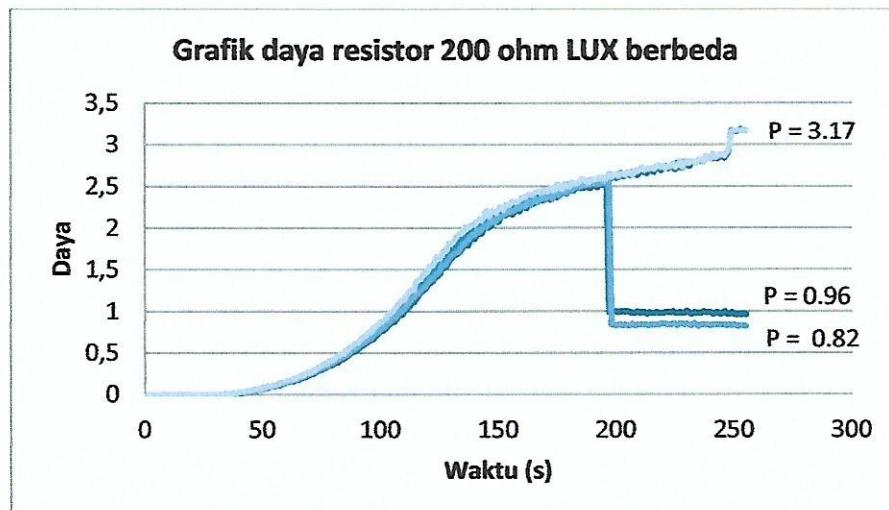
Gambar 4.28 Grafik arus

Berdasarkan grafik yang didapat, dapat disimpulkan bahwa apabila dengan LUX 1500, maka tidak ditemukan titik maksimum seperti pada grafik diatas, karena daya *input* lebih besar daripada daya pada beban, sehingga tidak menemukan titik maksimumnya pada *solar panel*.

Berikut dibawah ini merupakan Gambar 4.29 dan 4.30, grafik daya terhadap perubahan waktu dengan beban resistor 100 dan 200 Ohm dengan LUX yang berbeda.



Gambar 4.29 Grafik daya terhadap waktu (s) dengan beban 100 Ohm

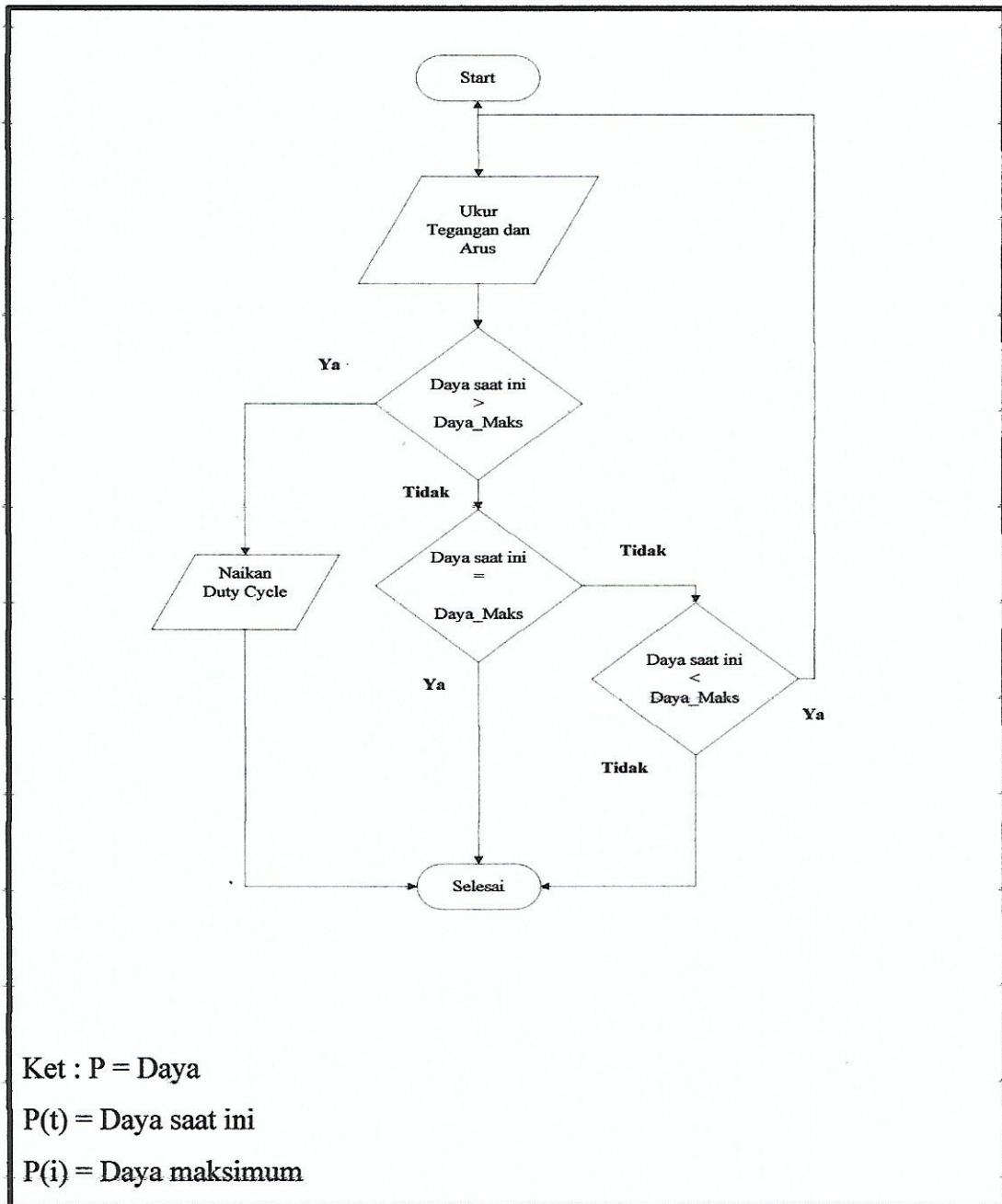


Gambar 4.30 Grafik daya terhadap waktu (s) dengan beban 200 Ohm

Berdasarkan grafik diatas dapat disimpulkan bahwa terdapat perubahan setiap waktu(s), Dalam hal daya yang dihasilkan *solar panel* sangat bergantung pada intensitas cahaya yang diserap oleh *solar panel* sehingga pada grafik terlihat jelas perbedaan titik maksimumnya.

#### 4.6 Flow Chart

Daya saat ini diatas adalah daya yang diukur pada sensor arus dan tegangan yang akan dibandingan dengan daya maksimum, saat daya saat ini kurang dari daya maksimum, maka *duty cycle* akan terus mencari daya maksimum.

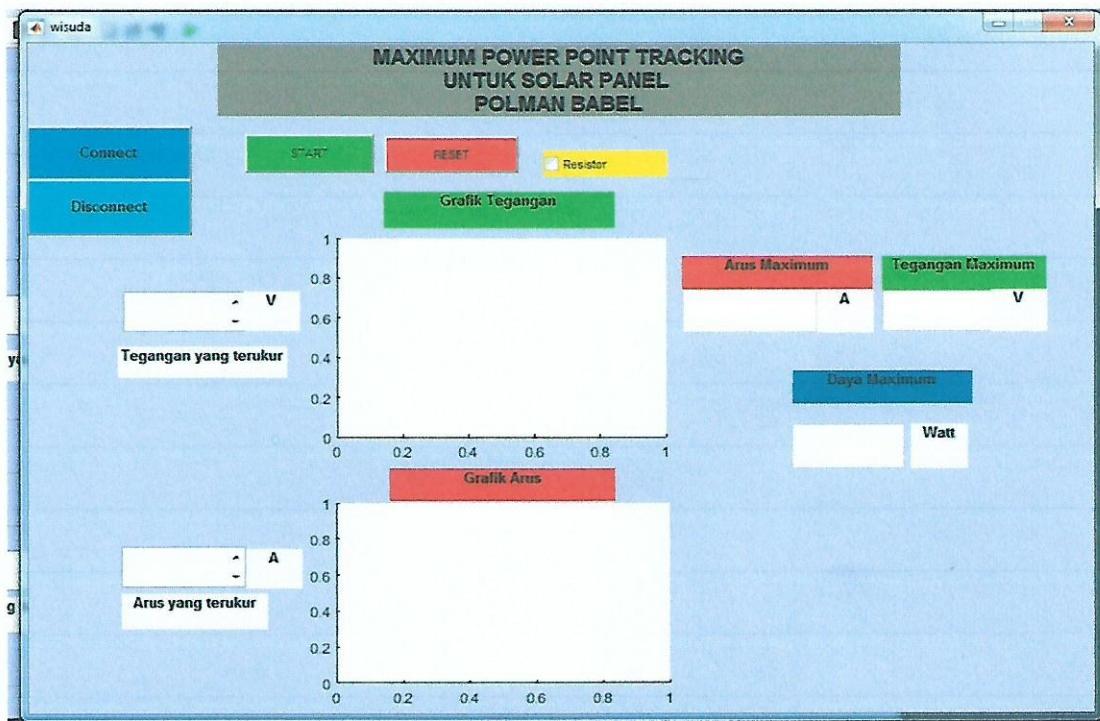


Gambar 4.31 *Flow Chart* algoritma PO

Jika daya saat ini masih kurang dari daya maksimum maka masuk ke perbandingan daya saat ini sama dengan daya maksimum. Saat daya saat ini sama dengan daya maksimum, maka *duty cycle* akan berhenti mencari daya maksimum, saat daya saat ini lebih besar dari daya maksimum, kemudian tegangan akan *drop* karena titik maksimum pada solar panel sudah ditemukan.

#### 4.7 Graphical User Interface

*Graphical User Interface* adalah aplikasi display dari MATLAB yang mengandung tugas, perintah, atau komponen program yang mempermudah user (pengguna) dalam menjalankan sebuah program dalam MATLAB. Pada proyek akhir ini kami memanfaatkan salah satu aplikasi display *Graphical User Interface* (GUI) untuk memulai program, *connect*, *disconnect*, *start*, *reset*, menampilkan nilai tegangan, arus, arus maksimum dan tegangan maksimum, daya maksimum serta menampilkan grafik tegangan dan arus. Untuk lebih jelas bisa diihat pada Gambar 4.32 dibawah ini tampilan *Graphical User Interface* sebagai berikut.



Gambar 4.32 Tampilan *Graphical User Interface* MATLAB.

Pengujian pada *Graphical User Interface* ini menggunakan program matlab dengan *listing* program sebagai berikut :

1. Menu *connect* merupakan menu yang berfungsi untuk menghubungkan antara matlab dan arduino. Tampilannya dapat dilihat pada Gambar 4.33.



Gambar 4.33 Tampilan menu *connect*

Program matlab untuk tampilan *connect* sebagai berikut :

```
% --- Executes on button press in Connect.  
function Connect_Callback(hObject, eventdata, handles)  
    % hObject      handle to Connect (see GCBO)  
    % eventdata    reserved - to be defined in a future  
version of MATLAB  
    % handles      structure with handles and user data  
(see GUIDATA)  
    global s;  
    s = serial('COM9','Baudrate',9600);  
    fopen(s);  
    set(handles.Disconnect,'Enable','on');  
    set(handles.Connect,'Enable','off');
```

1. Menu *disconnect* merupakan menu yang berfungsi untuk memutuskan antara matlab dan arduino. Tampilannya dapat dilihat pada Gambar 4.34.



Gambar 4.34 Tampilan menu *Disconnect*

Program matlab untuk tampilan *Disconnect* sebagai berikut :

```
% --- Executes on button press in Disconnect.
```

```

function Disconnect_Callback(hObject, eventdata,
handles)

% hObject    handle to Disconnect (see GCBO)
% eventdata   reserved - to be defined in a future
version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data
(see GUIDATA)

```

```

global s;
fclose(s);
instrreset;
set(handles.Disconnect,'Enable','off');
set(handles.Connect,'Enable','on');

```

*Setting untuk menhubungkan  
dan memutuskan koneksi ke  
arduino*

2. Menu *start* merupakan menu yang berfungsi untuk memulai program MPPT pada arduino. Tampilannya dapat dilihat pada Gambar 4.35.



Gambar 4.35 Tampilan menu *start*

Program matlab untuk tampilan *start* sebagai berikut :

```

% --- Executes on button press in START.
function START_Callback(hObject, eventdata,
handles)

% hObject    handle to START (see GCBO)
% eventdata   reserved - to be defined in a future
version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data
(see GUIDATA)
global s;————→

```

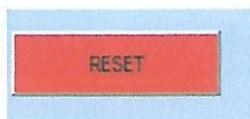
*Insialisasi variabel s dan i*

```

global i;
cla(handles.axes1,'reset')
cla(handles.axes2,'reset')
Vmax = 0;
Imax = 0;
Dayamax = 0;
for i=1:1:255 -----> Untuk looping (pengulangan) pada program start
    fwrite(s,'1');
    pause(0.1);
    Data1=fscanf(s);
    Data2=fscanf(s)
    set(handles.edit1,'String',Data1);
    set(handles.edit2,'String',Data2);
    pause(0.1)
Data3(i)=str2num(Data1);
X(i)=i;
axes(handles.axes1);
plot(X,Data3);
hold on;

```

3. Menu *reset* adalah menu ini merupakan menu yang berfungsi untuk mereset atau menghapus grafik dan nilai yang ditampilkan pada tampilan matlab . Tampilannya dapat dilihat pada Gambar 4.36.



Gambar 4.36 Tampilan menu *reset*

Program matlab untuk tampilan *reset* sebagai berikut :

```

% --- Executes on button press in RESET.
function RESET_Callback(hObject, eventdata,
handles)

```

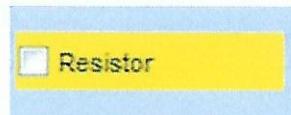
```

% hObject      handle to RESET (see GCBO)
% eventdata   reserved - to be defined in a future
version of MATLAB
% handles      structure with handles and user data
(see GUIDATA)
set(handles.edit1,'String','0');
set(handles.edit2,'String','0');
set(handles.edit8,'String','0'); →
set(handles.edit9,'String','0');
set(handles.edit6,'String','0');

```

*Settingan pada callback reset untuk menghapus dan memasukan nilai 0 pada tampilan nilai tegangan, arus, dan daya pada matlab*

4. Menu *Resistor* adalah menu ini merupakan menu yang berfungsi untuk mengaktifkan *relay* yang dihubungkan ke beban resistor, menggunakan satu beban atau yang dipararelkan. Tampilannya dapat dilihat pada Gambar 4.37.



Gambar 4.37 Tampilan menu Resistor

Program matlab untuk tampilan resistor sebagai berikut :

```

% --- Executes on button press in Resistor.
function Resistor_Callback(hObject, eventdata,
handles)

% hObject      handle to Resistor (see GCBO)
% eventdata   reserved - to be defined in a future
version of MATLAB
% handles      structure with handles and user data
(see GUIDATA)

% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state
of Resistor

```

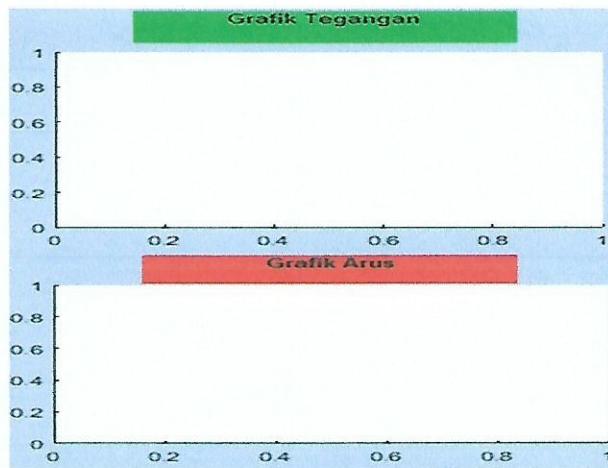
```

global s;
pilihan = get(handles.Resistor,'value');
if pilihan == 1 -----> Logika 1 untuk relay aktif
    pilihan.enable = 'on';
    fwrite(s,'2');

else if pilihan == 0 -----> Logika 0 untuk relay tidak aktif
    pilihan.enable = 'off';
    fwrite (s,'3');
    pause(0.1);
end
end

```

5. Menu *axes 1 axes 2* adalah menu ini merupakan menu yang berfungsi untuk menampilkan grafik tegangan dan arus pada matlab. Tampilannya dapat dilihat pada Gambar 4.38.



Gambar 4.38 Tampilan grafik tegangan dan arus

Program matlab untuk tampilan grafik tegangan dan arus sebagai berikut :

```

Data3(i)=str2num(Data1);
X(i)=i;
axes(handles.axes1);

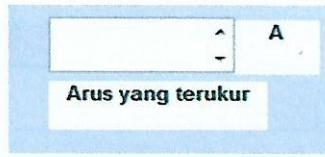
```

```

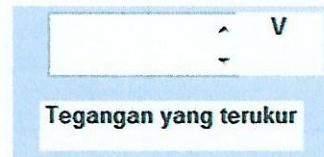
plot(X,Data3);
hold on;
Data4(i)=str2num(Data2);
X(i)=i;
axes(handles.axes2);
plot(X,Data4);
hold on;
pause(0.001);

```

6. Menu tegangan yang terukur dan arus yang terukur adalah menu ini merupakan menu yang berfungsi untuk menampilkan nilai tegangan dan arus pada sensor arus dan tegangan di matlab. Tampilannya dapat dilihat pada Gambar 4.37 dan 4.38.



Gambar 4.39 Tampilan arus yang terukur



Gambar 4.40 Tampilan tegangan yang terukur

Program matlab untuk tampilan arus dan tegangan yang terukur sebagai berikut :

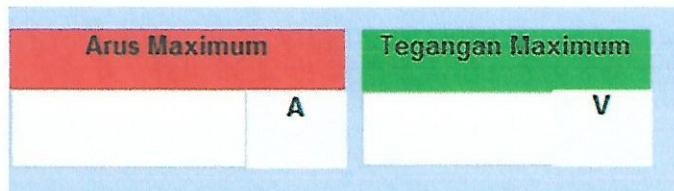
```

fwrite(s,'1');
pause(0.1);
Data1=fscanf(s);
Data2=fscanf(s)
set(handles.edit1,'String',Data1);
set(handles.edit2,'String',Data2);
pause(0.1);

```

7. Menu arus maksimum dan tegangan maksimum adalah menu ini merupakan menu yang berfungsi untuk menampilkan nilai arus

maksimum dan tegangan maksimum pada matlab. Berikut tampilannya dapat dilihat pada Gambar 4.39.



Gambar 4.41 Tampilan menu arus dan tegangan maksimum.

Program matlab untuk tampilan grafik tegangan dan arus maksimum sebagai berikut :

```

Data5=Data3(i)*Data4(i); —————> Nilai tegangan saat ini
%
% daya saat ini

if (Data3(i) > Vmax)
    Vmax=Data3(i); —————> Nilai tegangan saat ini
    dibandingkan dengan
    tegangan maksimum
    set(handles.edit9,'String',Vmax);

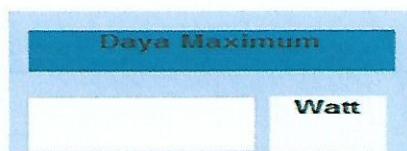
    pause(0.1);
end

if (Data4(i) > Imax) —————> Nilai arus saat ini
    Imax=Data4(i); —————> dibandingkan dengan
    arus maksimum
    set(handles.edit8,'String',Imax);

    pause(0.1);
end

```

8. Menu Daya maksimum adalah menu ini merupakan menu yang berfungsi untuk menampilkan daya maksimum pada matlab. Tampilannya dapat dilihat pada Gambar 4.40.

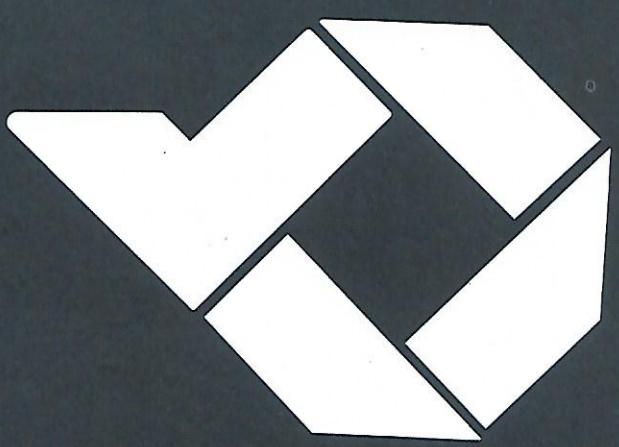


Gambar 4.42 Tampilan menu daya maksimum

Program matlab untuk tampilan grafik daya maksimum sebagai berikut :

```
if (Data5 > Dayamax)
    Dayamax=Data5;
    Dayamax=Vmax*Imax; → Perkalian antara
    set(handles.edit6,'String',Dayamax);
    pause(0.1);
end
end
```

Perkalian antara  
arus maksimum dan  
tegangan  
maksimum



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penggerjaan proyek akhir ini dapat disimpulkan bahwa alat ini mampu menampilkan arus maksimum, tegangan maksimum, daya maksimum dan *duty cycle* secara otomatis sesuai dengan algoritma *perturb and observe* (PO), serta alat ini mampu menghasilkan daya sesuai dengan kebutuhan beban dan dengan algoritma *Maximum Power Point Tracking* untuk *solar panel* ini dapat memaksimalkan daya secara optimal.

Alat ini mampu mencari daya maksimum *solar panel* dengan jenis load yang berbeda-beda dan mampu menyesuaikan dengan *load* yang digunakan.

#### 5.2 Saran

Dari proyek akhir yang berjudul MPPT untuk *solar panel* ini ada beberapa kekurangan yang nantinya akan menjadi saran, agar bisa lebih baik dari sebelumnya, diantaranya pemasangan kabel agar tidak ada *error* pada saat proses pembacaan pada sensor ataupun komponen lainnya. Dapat menggunakan beban selain resistor agar bisa bervariasi, dengan batas maksimum pembacaan tegangan melebihi 25V, dapat menggunakan metode algoritma lain selain metode *perturb and observe* (PO).

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sri Utami, "Implementasi Algoritma Perturb and Observe untuk mengoptimasi daya keluaran solar panel menggunakan MPPT," *Jurnal Infotel*, vol. IX, p. 93, Februari 2017.
- [2] Rugianto, Asmuniv dan Purnomo Sejati Rusminto Tjatur Widodo, "Maximum Power Point Tracker se surya menggunakan algoritma pertrub and observe," Politeknik Negeri Surabaya, ITS, Surabaya, 2009.
- [3] Tio Rizkidianto Widcaksono Erik Tridianto, "Maximum Power Point Tracking dengan Algoritma Perturb and Observation untuk Turbin Angin," Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, 2016.
- [4] HENOKH and PRATAMA, RACHMAN AGUS SETIAWAN, "Pemanfaatan solar panel untuk monitoring kondisi aki dengan kontrol komunikasi dua arah," Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya, 2018.
- [5] Achmad Komarudin, "DESAIN DAN ANALISIS PROPORSIONAL KONTROL BUCK-BOOST CONVERTER PADA SISTEM PHOTOVOLTAIK," 2014.
- [6] Nuralif,Khusnul Machmud Effendy, "Peningkatan Efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Menggunakan Maximum PowerPoint Tracking (MPPT) Berbasis Fuzzy-P&O , " Univeristas Muhammadiyah Malang, Malang, 2017.
- [7] Muhamad Rifa'i1, "DESAIN RANGKAIAN BUCK-BOOST CONVERTER PADA SISTEM CHARGING LAMPU PENERANGAN LINGKUNGAN PONDOK PESANTREN DI KOTA MALANG," Politeknik negeri Malang, Malang, 2016.
- [8] T dkk. Kerekes, "MPPT algorithm for Voltage Controlled PV Inverters Maximum Power Point Tracking Controller for PV Systems using a PI

Regulator with Boost DC/DC Converter," 2008.

- [9] Esram & Chapman, "Comparison of Photovoltaic Array Maximum Power Point Tracking Techniques, IEEE Transactions on Energy Conversion," 2007.

# **LAMPIRAN**

# **LAMPIRAN I**

Lampiran 1: Daftar Riwayat Hidup (Perorangan)

**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

**1. Data Pribadi**

Nama lengkap	:	Dhea Mellinia Fortuna
Tempat & tanggal lahir	:	Sungailiat, 26 Februari 2000
Alamat rumah	:	Lingkungan Matras, RT 6 RW 1
Telp	:	085379426260
Email	:	<a href="mailto:dheamellinia2000@gmail.com">dheamellinia2000@gmail.com</a>
Jenis kelamin	:	Perempuan
Agama	:	Islam



**2. Riwayat Pendidikan**

1. SD NEGERI 04 SUNGAILIAT
2. SMP NEGERI 01 SUNGAILIAT
3. SMA NEGERI 01 SUNGAILIAT

**3. Pendidikan non Formal**

Sungailiat, 18 Agustus 2020

.....

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### 1. Data Pribadi

Nama lengkap : Novan Alamsyah  
Tempat & tanggal lahir : Petaling ,04 November 1999  
Alamat rumah : JL.H.Tuhir Rt 02 Rw 01  
Telp : 081918063022  
Email : novanalamsyah1999@gmail.com  
Jenis kelamin : Laki-Laki  
Agama : Islam



### 2. Riwayat Pendidikan

1. SD NEGERI 03 PETALING
2. SMP NEGERI 01 MENDO BARAT
3. SMK NEGERI 02 PANGKALPINANG

### 3. Pendidikan non Formal

Sungailiat, 18 Agustus 2020

.....

## **LAMPIRAN II**

## Lampiran 2 List program

List Program Arduino :

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_INA219.h>

Adafruit_INA219 ina219;
int ledPin = 9;
float voltage;
float voltage1;
int sensorValue;
float vmaks = 0;
float imaks = 0;
float v_saatini ;
float daya_maks = 0;
float i_saatini = 0 ;
float daya_saatini ;
int duty_cycle = 0;
int duty_cycle_maks = 0;
int ulang = 0;

void setup()
{
    pinMode (ledPin , OUTPUT);
    pinMode(PIN4, OUTPUT);
    digitalWrite(PIN4, HIGH);
    int input = 0;
    Serial.begin(9600);
    while (!Serial)
    {
        delay(1);
    }
    uint32_t currentFrequency;
    ina219.begin();
    analogWrite (ledPin, duty_cycle);
    delay (1000);
}

void loop() {
    if (Serial.available() > 0)
    {
        String input = Serial.readString();
        if (input == "2")
        {
```

```
    digitalWrite (PIN4, LOW);

}

if (input == "3")
{
    digitalWrite (PIN4, HIGH);

}
while (ulang == 0)
{
    analogWrite (ledPin, duty_cycle);
    int adc = analogRead(A1);
    float v_saatini = adc * (25.0 / 1023.0);
    i_saatini = ina219.getCurrent_mA() / 1000;
    Serial.println(v_saatini);
    Serial.println(i_saatini);

    duty_cycle = duty_cycle + 1 ;
    if (duty_cycle > 255)
    {
        ulang = 1;
    }
    delay (0.1);
    Serial.flush();
}
```

```

List Program MATLAB

% --- Executes on button press in Connect.
function Connect_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to Connect (see GCBO)
% eventdata   reserved - to be defined in a future version of
% MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
global s;
s = serial('COM9','Baudrate',9600);
fopen(s);
set(handles.Disconnect,'Enable','on');
set(handles.Connect,'Enable','off');

% --- Executes on button press in Disconnect.
function Disconnect_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to Disconnect (see GCBO)
% eventdata   reserved - to be defined in a future version of
% MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
global s;
fclose(s);
instrreset;
set(handles.Disconnect,'Enable','off');
set(handles.Connect,'Enable','on');

function edit1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit1 (see GCBO)
% eventdata   reserved - to be defined in a future version of
% MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit1 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
% edit1 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all
% properties.
function edit1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit1 (see GCBO)
% eventdata   reserved - to be defined in a future version of
% MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit2 (see GCBO)
% eventdata   reserved - to be defined in a future version of
% MATLAB

```

```

% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit2 as text
%         str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
% edit2 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function edit2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit2 (see GCBO)
% eventdata   reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% function edit3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit3 (see GCBO)
% eventdata   reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit3 as text
%         str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
edit3 as a double
% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function edit3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit3 (see GCBO)
% eventdata   reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit4 (see GCBO)
% eventdata   reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit4 as text
%         str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
edit4 as a double

```

```

% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function edit4_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit4 (see GCBO)
% eventdata   reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%        See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject, 'BackgroundColor'),
get(0, 'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject, 'BackgroundColor', 'white');
end

% --- Executes on button press in START.
function START_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to START (see GCBO)
% eventdata   reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
global s;
global i;
cla(handles.axes1, 'reset')
cla(handles.axes2, 'reset')
Vmax = 0;
Imax = 0;
Dayamax = 0;

for i=1:1:255

    fwrite(s, '1');
    pause(0.001);
    Data1=fscanf(s);
    Data2=fscanf(s)
    set(handles.edit1, 'String', Data1);

    set(handles.edit2, 'String', Data2);
    pause(0.1);

    Data3(i)=str2num(Data1);
    X(i)=i;
    axes(handles.axes1);
    plot(X,Data3);
    hold on;

    Data4(i)=str2num(Data2);
    X(i)=i;
    axes(handles.axes2);
    plot(X,Data4);
    hold on;
    pause(0.001);


```

```

    Data5=Data3(i)*Data4(i);
    % daya saat ini

    if (Data3(i) > Vmax)
        Vmax=Data3(i);
        set(handles.edit9, 'String', Vmax);
        pause(0.1);
    end

    if (Data4(i) > Imax)
        Imax=Data4(i);
        set(handles.edit8, 'String', Imax);
        pause(0.1);
    end

    if (Data5 > Dayamax)
        Dayamax=Data5;
        Dayamax=Vmax*Imax;
        set(handles.edit6, 'String', Dayamax);
        pause(0.1);
    end
end

% --- Executes on button press in RESET.
function RESET_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to RESET (see GCBO)
% eventdata   reserved - to be defined in a future version of
% MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
set(handles.edit1, 'String', '0');
set(handles.edit2, 'String', '0');
set(handles.edit8, 'String', '0');
set(handles.edit9, 'String', '0');
set(handles.edit6, 'String', '0');

% --- Executes on button press in Resistor.
function Resistor_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to Resistor (see GCBO)
% eventdata   reserved - to be defined in a future version of
% MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of Resistor
global s;
pilihan = get(handles.Resistor, 'value');
    if pilihan == 1
        pilihan.enable = 'on';
        fwrite(s, '2');
    else if pilihan == 0
        pilihan.enable = 'off';
        fwrite (s, '3');
        pause(0.1);
    end
end

```

# **LAMPIRAN III**

# XLSEMI

XL6019

## 180KHz 60V 5A Switching Current Boost / Buck-Boost / Inverting DC/DC Converter

### Features

- Wide 5V to 40V Input Voltage Range
- Positive or Negative Output Voltage Programming with a Single Feedback Pin
- Current Mode Control Provides Excellent Transient Response
- 1.25V reference adjustable version
- Fixed 180KHz Switching Frequency
- Maximum 5A Switching Current
- SW PIN Built in Over Voltage Protection
- Excellent line and load regulation
- EN PIN TTL shutdown capability
- Internal Optimize Power MOSFET
- High efficiency up to 94%
- Built in Frequency Compensation
- Built in Soft-Start Function
- Built in Thermal Shutdown Function
- Built in Current Limit Function
- Available in TO263-5L package

### General Description

The XL6019 regulator is a wide input range, current mode, DC/DC converter which is capable of generating either positive or negative output voltages. It can be configured as either a boost, flyback, SEPIC or inverting converter. The XL6019 built in N-channel power MOSFET and fixed frequency oscillator, current-mode architecture results in stable operation over a wide range of supply and output voltages.

The XL6019 regulator is special design for portable electronic equipment applications.

### Applications

- EPC / Notebook Car Adapter
- Automotive and Industrial Boost / Buck-Boost / Inverting Converters
- Portable Electronic Equipment



TO263-5L

Figure1. Package Type of XL6019

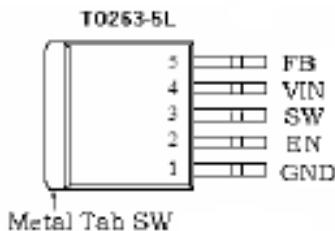
**180KHz 60V 5A Switching Current Boost / Buck-Boost / Inverting DC/DC Converter****Pin Configurations**

Figure2. Pin Configuration of XL6019 (Top View)

Table 1 Pin Description

Pin Number	Pin Name	Description
1	GND	Ground Pin.
2	EN	Enable Pin. Drive EN pin low to turn off the device, drive it high to turn it on. Floating is default high.
3	SW	Power Switch Output Pin (SW).
4	VIN	Supply Voltage Input Pin. XL6019 operates from a 5V to 40V DC voltage. Bypass Vin to GND with a suitably large capacitor to eliminate noise on the input.
5	FB	Feedback Pin (FB). Through an external resistor divider network, FB senses the output voltage and regulates it. The feedback threshold voltage is 1.25V.

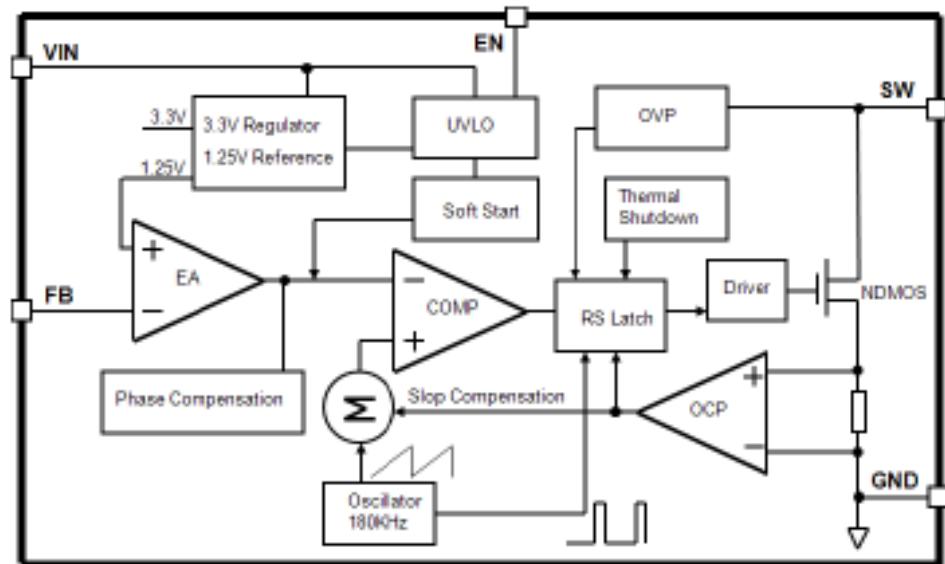
**180KHz 60V 5A Switching Current Boost / Buck-Boost / Inverting DC/DC Converter****Function Block**

Figure3. Function Block Diagram of XL6019

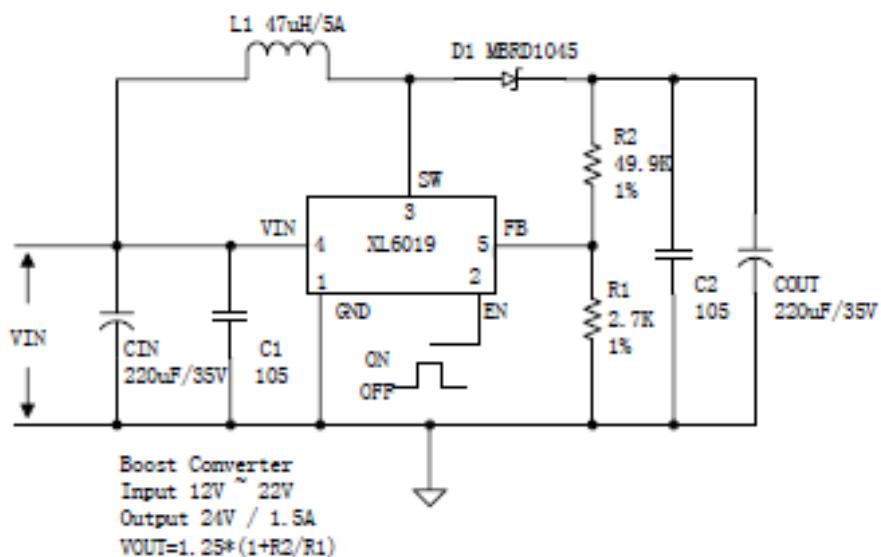
**Typical Application Circuit**

Figure4. XL6019 Typical Application Circuit (Boost Converter)

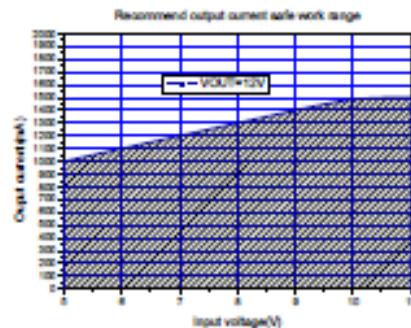
**180KHz 60V 5A Switching Current Boost / Buck-Boost / Inverting DC/DC Converter****Typical System Application (Recommend output current safe work range)**

Figure5.Max output current (VOUT=12V)

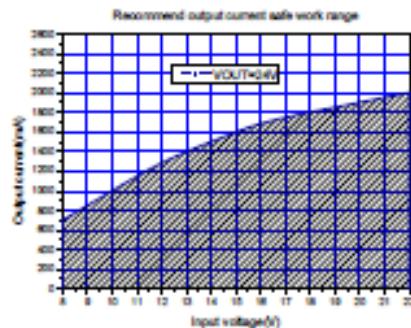


Figure6.Max output current (VOUT=24V)

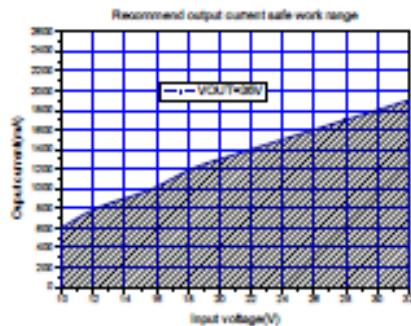


Figure7.Max output current (VOUT=36V)

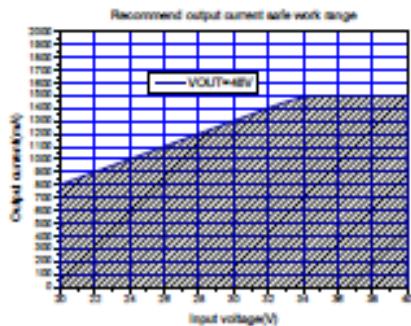


Figure8.Max output current(VOUT=48V)

# **LAMPIRAN IV**

## LAMPIRAN 4

TABEL PENGUJIAN

Data pengujian XLSEMI 6019 dengan resistor 1K Ohm tanpa batasan nilai duty cycle

Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)
1	2.22	31	0.71	61	8.28
2	0.29	32	1.12	62	8.65
3	0.02	33	1.32	63	8.82
4	0	34	1.71	64	9.14
5	0	35	1.93	65	9.24
6	0	36	2.3	66	9.7
7	0	37	2.44	67	9.78
8	0	38	2.81	68	10.22
9	0	39	2.96	69	10.31
10	0	40	3.32	70	10.68
11	0	41	3.45	71	10.87
12	0	42	3.79	72	11.17
13	0	43	3.96	73	11.39
14	0	44	4.28	74	11.75
15	0	45	4.45	75	11.9
16	0	46	4.79	76	12.24
17	0	47	4.89	77	12.34
18	0	48	5.25	78	12.85
19	0	49	5.38	79	12.93
20	0	50	5.77	80	13.34
21	0	51	5.84	81	13.47
22	0	52	6.16	82	13.83
23	0	53	6.33	83	14.08
24	0	54	6.7	84	14.35
25	0	55	6.84	85	14.64
26	0	56	7.16	86	14.98
27	0	57	7.28	87	15.1
28	0	58	7.77	88	15.49
29	0	59	7.8	89	15.62
30	0.61	60	8.16	90	16.15
Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)
91	16.2	132	22.19	173	23.44
92	16.54	133	22.14	174	23.41
93	16.79	134	22.43	175	23.46
94	17.03	135	22.34	176	23.58
95	17.38	136	22.31	177	23.44

96	17.52	137	22.39	178	23.56
97	17.94	138	22.43	179	23.48
98	18.16	139	22.61	180	23.68
99	18.28	140	22.43	181	23.56
100	18.57	141	22.68	182	23.53
101	18.72	142	22.63	183	23.63
102	19.16	143	22.68	184	23.68
103	19.21	144	22.65	185	23.75
104	19.5	145	22.63	186	23.58
105	19.6	146	22.83	187	23.75
106	19.82	147	22.78	188	23.75
107	19.99	148	22.87	189	23.78
108	19.99	149	22.78	190	23.73
109	20.31	150	22.92	191	23.66
110	20.41	151	22.97	192	23.85
111	20.7	152	22.87	193	23.78
112	20.6	153	22.95	194	23.85
113	20.75	154	22.92	195	23.73
114	20.94	155	23.14	196	23.85
115	20.92	156	22.97	197	23.9
116	21.09	157	23.09	198	23.83
117	21.11	158	23.04	199	23.85
118	21.41	159	23.14	200	23.83
119	21.33	160	23.17	201	24.05
120	21.36	161	23.07	202	23.9
121	21.51	162	23.22	203	23.92
122	21.55	163	23.22	204	23.9
123	21.73	164	23.39	205	24
124	21.6	165	23.22	206	24.07
125	21.85	166	23.24	207	23.9
126	21.87	167	23.36	208	24.02
127	21.95	168	23.34	209	24
128	21.9	169	23.36	210	24.14
129	21.95	170	23.26	211	24.02
130	22.17	171	23.53	212	23.97
131	22.09	172	23.44	213	24.07

Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)
214	24.1	228	24.27	242	24.49
215	24.19	229	24.29	243	24.56
216	24.02	230	24.24	244	24.58
217	24.14	231	24.51	245	24.61

218	24.17	232	24.36	246	24.49
219	24.19	233	24.36	247	24.66
220	24.14	234	24.32	248	24.76
221	24.1	235	24.44	249	25
222	24.27	236	24.51	250	25
223	24.22	237	24.36	251	25
224	24.29	238	24.49	252	25
225	24.14	239	24.46	253	25
226	24.24	240	24.61	254	25
227	24.34	241	24.49	255	25

Tabel 4. 1 Data pengujian XLSEMI 6019 dengan resistor 1K Ohm dengan batasan nilai duty cycle 200

Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)
1	0.12	32	1.08	63	7.11
2	0	33	1.34	64	6.74
3	0	34	1.64	65	6.33
4	0	35	1.91	66	6.06
5	0	36	2.25	67	5.84
6	0	37	2.44	68	5.62
7	0	38	2.76	69	5.4
8	0	39	2.93	70	5.21
9	0	40	3.27	71	5.11
10	0	41	3.42	72	4.89
11	0	42	3.74	73	4.89
12	0	43	3.89	74	4.84
13	0	44	4.23	75	4.81
14	0	45	4.4	76	4.89
15	0	46	4.74	77	4.84
16	0	47	4.91	78	4.81
17	0	48	5.21	79	4.84
18	0	49	5.3	80	4.86
19	0	50	5.72	81	4.86
20	0	51	5.79	82	4.81
21	0	52	6.11	83	4.79
22	0	53	6.28	84	4.89
23	0	54	6.62	85	4.81
24	0	55	6.74	86	4.81
25	0	56	7.11	87	4.81
26	0	57	7.21	88	4.79
27	0	58	7.6	89	4.84
28	0	59	7.67	90	4.79

29	0.02	60	7.65	91	4.81
30	0.56	61	7.45	92	4.84
31	0.76	62	7.31	93	4.81

Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)
94	4.96	135	4.62	176	4.47
95	4.77	136	4.62	177	4.45
96	4.81	137	4.62	178	4.45
97	4.81	138	4.64	179	4.5
98	4.74	139	4.59	180	4.45
99	4.77	140	4.62	181	4.42
100	4.77	141	4.62	182	4.42
101	4.81	142	4.67	183	4.47
102	4.77	143	4.59	184	4.47
103	4.72	144	4.57	185	4.42
104	4.77	145	4.59	186	4.42
105	4.77	146	4.62	187	4.45
106	4.74	147	4.57	188	4.47
107	4.72	148	4.57	189	4.42
108	4.72	149	4.57	190	4.37
109	4.77	150	4.62	191	4.42
110	4.72	151	4.57	192	4.45
111	4.72	152	4.55	193	4.42
112	4.72	153	4.55	194	4.4
113	4.77	154	4.59	195	4.42
114	4.72	155	4.59	196	4.45
115	4.67	156	4.55	197	4.37
116	4.72	157	4.55	198	4.4
117	4.74	158	4.57	199	4.4
118	4.72	159	4.55	200	4.42
119	4.67	160	4.52	201	4.4
120	4.67	161	4.5	202	4.35
121	4.74	162	4.55	203	4.37
122	4.69	163	4.55	204	4.4
123	4.67	164	4.52	205	4.37
124	4.64	165	4.5	206	4.35
125	4.72	166	4.52	207	4.33
126	4.72	167	4.55	208	4.37
127	4.64	168	4.5	209	4.37
128	4.67	169	4.5	210	4.33
129	4.67	170	4.5	211	4.33
130	4.69	171	4.52	212	4.37

131	4.64	172	4.5	213	4.35
132	4.62	173	4.45	214	4.3
133	4.69	174	4.47	215	4.33
134	4.67	175	4.5	216	4.35
Duty Cycle	Voltage (V)	Duty Cycle	Voltage (V)	Duty Cycle	Voltage (V)
217	4.35	230	4.28	243	4.23
218	4.3	231	4.25	244	4.2
219	4.28	232	4.25	245	4.2
220	4.33	233	4.3	246	4.25
221	4.33	234	4.28	247	4.23
222	4.3	235	4.23	248	4.18
223	4.28	236	4.23	249	4.25
224	4.28	237	4.3	250	4.23
225	4.35	238	4.25	251	4.2
226	4.28	239	4.2	252	4.2
227	4.25	240	4.23	253	4.23
228	4.28	241	4.28	254	4.23
229	4.33	242	4.25	255	4.2

Tabel 4. 2 Data pengujian XLSEMI 6019 beban resistor 1K Ohm dengan batasan nilai duty cycle 150

Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)
1	0.07	32	1.17	63	5.43
2	0	33	1.32	64	5.16
3	0	34	1.74	65	4.94
4	0	35	1.93	66	4.77
5	0	36	2.32	67	4.62
6	0	37	2.44	68	4.42
7	0	38	2.81	69	4.37
8	0	39	2.96	70	4.35
9	0	40	3.35	71	4.4
10	0	41	3.47	72	4.4
11	0	42	3.81	73	4.37
12	0	43	3.96	74	4.35
13	0	44	4.3	75	4.35
14	0	45	4.45	76	4.4
15	0	46	4.79	77	4.35
16	0	47	4.89	78	4.33
17	0	48	5.25	79	4.37
18	0	49	5.38	80	4.37

19	0	50	5.77	81	4.35
20	0	51	5.87	82	4.33
21	0	52	6.18	83	4.33
22	0	53	6.35	84	4.37
23	0	54	6.7	85	4.33
24	0	55	6.82	86	4.33
25	0	56	6.96	87	4.33
26	0	57	6.79	88	4.35
27	0	58	6.82	89	4.33
28	0	59	6.5	90	4.28
29	0	60	6.4	91	4.3
30	0.61	61	5.99	92	4.35
31	0.66	62	5.65	93	4.33

Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)
94	4.3	135	4.15	176	4.01
95	4.28	136	4.11	177	3.96
96	4.33	137	4.08	178	3.93
97	4.33	138	4.18	179	3.96
98	4.25	139	4.13	180	3.98
99	4.28	140	4.11	181	3.93
100	4.28	141	4.08	182	3.91
101	4.33	142	4.11	183	3.93
102	4.25	143	4.13	184	3.98
103	4.2	144	4.08	185	4.01
104	4.3	145	4.08	186	3.91
105	4.3	146	4.08	187	3.91
106	4.25	147	4.13	188	3.93
107	4.25	148	4.08	189	3.93
108	4.2	149	4.06	190	3.89
109	4.28	150	4.08	191	3.91
110	4.23	151	4.11	192	3.93
111	4.23	152	4.08	193	3.91
112	4.2	153	4.06	194	3.89
113	4.23	154	4.06	195	3.86
114	4.23	155	4.11	196	3.93
115	4.18	156	4.06	197	3.89
116	4.2	157	4.03	198	3.86
117	4.23	158	4.01	199	3.89
118	4.23	159	4.03	200	3.91
119	4.18	160	4.06	201	3.89
120	4.15	161	4.01	202	3.84

121	4.23	162	4.03	203	3.84
122	4.2	163	4.03	204	3.89
123	4.18	164	4.06	205	3.89
124	4.15	165	4.01	206	3.84
125	4.18	166	3.96	207	3.81
126	4.2	167	4.01	208	3.89
127	4.15	168	4.03	209	3.86
128	4.13	169	3.98	210	3.96
129	4.15	170	3.98	211	3.86
130	4.18	171	3.98	212	3.89
131	4.15	172	4.03	213	3.84
132	4.11	173	3.96	214	3.84
133	4.13	174	3.96	215	3.84
134	4.15	175	3.96	216	3.89

Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)
217	3.89	230	3.84	243	3.74
218	3.93	231	3.89	244	3.74
219	3.86	232	3.96	245	3.76
220	3.96	233	3.96	246	3.74
221	3.98	234	3.91	247	3.67
222	3.96	235	3.84	248	3.69
223	3.93	236	3.89	249	3.74
224	3.96	237	3.86	250	3.79
225	3.96	238	3.86	251	3.67
226	3.81	239	3.86	252	3.69
227	3.79	240	3.79	253	3.71
228	3.84	241	3.84	254	3.71
229	3.81	242	3.76	255	3.74

Tabel 4. 3 Data pengujian XLSEMI 6019 dengan beban resistor 500 Ohm tanpa batasan nilai duty cycle

Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)
1	0.27	35	1.47	69	7.87
2	0	36	1.66	70	8.09
3	0	37	1.83	71	8.28
4	0	38	2.08	72	8.5
5	0	39	2.2	73	8.65
6	0	40	2.47	74	8.97
7	0	41	2.57	75	8.99
8	0	42	2.79	76	9.41

9	0	43	2.96	77	9.51
10	0	44	3.18	78	9.78
11	0	45	3.35	79	9.95
12	0	46	3.57	80	10.17
13	0	47	3.64	81	10.43
14	0	48	3.96	82	10.65
15	0	49	4.01	83	10.73
16	0	50	4.35	84	11.07
17	0	51	4.4	85	11.17
18	0	52	4.64	86	11.58
19	0	53	4.81	87	11.58
20	0	54	5.03	88	11.93
21	0	55	5.11	89	12.1
22	0	56	5.43	90	12.27
23	0	57	5.5	91	12.54
24	0	58	5.82	92	12.68
25	0	59	5.89	93	13.1
26	0	60	6.16	94	13.25
27	0	61	6.33	95	13.29
28	0	62	6.57	96	13.66
29	0.05	63	6.72	97	13.78
30	0.37	64	6.96	98	14.25
31	0.59	65	7.01	99	14.25
32	0.81	66	7.38	100	14.54
33	1.03	67	7.43	101	14.81
34	1.2	68	7.8	102	15

Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)
103	15.27	144	21.73	185	23.07
104	15.42	145	21.58	186	23.17
105	15.81	146	21.65	187	23
106	15.98	147	21.85	188	23.34
107	16.2	148	21.73	189	23.19
108	16.4	149	21.92	190	23.22
109	16.54	150	21.8	191	23.17
110	16.98	151	22.21	192	23.14
111	16.98	152	22.02	193	23.39
112	17.4	153	22.02	194	23.22
113	17.47	154	22.09	195	23.39
114	17.91	155	22.12	196	23.22
115	17.94	156	22.34	197	23.48
116	18.11	157	22.12	198	23.39

117	18.4	158	22.39	199	23.31
118	18.55	159	22.31	200	23.41
119	18.87	160	22.46	201	23.39
120	18.87	161	22.39	202	23.61
121	19.33	162	22.31	203	23.34
122	19.35	163	22.53	204	23.56
123	19.48	164	22.46	205	23.48
124	19.62	165	22.65	206	23.58
125	19.67	166	22.43	207	23.51
126	20.06	167	22.65	208	23.41
127	20.01	168	22.68	209	23.68
128	20.28	169	22.61	210	23.56
129	20.23	170	22.7	211	23.73
130	20.5	171	22.61	212	23.53
131	20.6	172	22.92	213	23.7
132	20.53	173	22.73	214	23.73
133	20.77	174	22.9	215	23.63
134	20.77	175	22.78	216	23.7
135	21.11	176	22.9	217	23.66
136	20.92	177	22.97	218	23.95
137	21.11	178	22.8	219	23.68
138	21.19	179	23	220	23.75
139	21.24	180	22.92	221	23.75
140	21.36	181	23.22	222	23.83
141	21.26	182	22.95	223	23.88
142	21.55	183	22.97	224	23.73
143	21.51	184	23.09	225	23.95

Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)
226	23.9	236	24	246	24.39
227	23.97	237	24.07	247	24.36
228	23.83	238	24.12	248	24.58
229	23.9	239	24.27	249	25
230	24.05	240	24.05	250	25
231	23.92	241	24.29	251	25
232	24.02	242	24.22	252	25
233	23.92	243	24.27	253	25
234	24.19	244	24.17	254	25
235	24.02	245	24.19	255	25

Tabel 4. 4 Data pengujian XLSEMI 6019 beban resistor 500 Ohm dengan batasan nilai duty cycle  
200

Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)
1	0.12	40	2.47	79	9.92
2	0	41	2.57	80	10.12
3	0	42	2.79	81	10.39
4	0	43	2.93	82	10.61
5	0	44	3.15	83	10.73
6	0	45	3.32	84	11.05
7	0	46	3.54	85	11.07
8	0	47	3.62	86	11.56
9	0	48	3.93	87	11.58
10	0	49	4.01	88	11.9
11	0	50	4.33	89	12.02
12	0	51	4.37	90	12.22
13	0	52	4.62	91	12.56
14	0	53	4.79	92	12.68
15	0	54	5.01	93	13.03
16	0	55	5.11	94	13.17
17	0	56	5.4	95	13.32
18	0	57	5.47	96	13.71
19	0	58	5.82	97	13.71
20	0	59	5.87	98	14.15
21	0	60	6.11	99	14.27
22	0	61	6.28	100	14.57
23	0	62	6.55	101	14.71
24	0	63	6.67	102	14.88
25	0	64	6.94	103	15.27
26	0	65	6.99	104	15.42
27	0	66	7.38	105	15.76
28	0	67	7.4	106	15.86
29	0.07	68	7.77	107	16.18
30	0.32	69	7.84	108	16.45
31	0.64	70	8.09	109	16.52
32	0.76	71	8.26	110	16.86
33	1.05	72	8.48	111	16.91
34	1.17	73	8.65	112	17.42
35	1.47	74	8.94	113	17.47
36	1.64	75	8.97	114	17.82
37	1.83	76	9.38	115	17.86
38	2.05	77	9.43	116	18.16
39	2.22	78	9.73	117	18.43

Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)
------------	------------	------------	------------	------------	------------

118	18.45	159	13.37	200	13.22
119	18.77	160	13.42	201	13.42
120	18.89	161	13.32	202	13.32
121	19.38	162	13.39	203	13.27
122	19.23	163	13.44	204	13.27
123	19.43	164	13.29	205	13.27
124	19.62	165	13.39	206	13.34
125	19.7	166	13.34	207	13.22
126	19.97	167	13.49	208	13.29
127	19.89	168	13.32	209	13.29
128	20.28	169	13.34	210	13.34
129	20.28	170	13.39	211	13.25
130	20.48	171	13.34	212	13.25
131	20.48	172	13.37	213	13.32
132	20.5	173	13.27	214	13.22
133	20.85	174	13.44	215	13.22
134	20.77	175	13.32	216	13.2
135	20.99	176	13.42	217	13.29
136	20.21	177	13.29	218	13.25
137	16.52	178	13.39	219	13.22
138	15.93	179	13.37	220	13.22
139	15.44	180	13.27	221	13.25
140	15.27	181	13.37	222	13.25
141	14.91	182	13.32	223	13.15
142	14.83	183	13.49	224	13.22
143	14.35	184	13.25	225	13.22
144	14.27	185	13.37	226	13.22
145	13.88	186	13.37	227	13.2
146	13.61	187	13.32	228	13.22
147	13.51	188	13.29	229	13.27
148	13.39	189	13.27	230	13.2
149	13.51	190	13.42	231	13.17
150	13.44	191	13.27	232	13.15
151	13.54	192	13.34	233	13.27
152	13.39	193	13.32	234	13.25
153	13.44	194	13.37	235	13.22
154	13.44	195	13.29	236	13.17
155	13.37	196	13.22	237	13.22
156	13.39	197	13.37	238	13.25
157	13.29	198	13.29	239	13.15
158	13.49	199	13.32	240	13.17

Duty Cycle	Voltage(V)
241	13.2
242	13.25
243	13.07
244	13.17
245	13.25
246	13.22
247	13.2
248	13.1
249	13.17
250	13.2
251	13.15
252	13.15
253	13.12
254	13.2
255	13.22

Tabel 4. 5 Data pengujian XLSEMI 6019 beban resistor 500 Ohm dengan batasan nilai duty cycle 150

Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)
1	0	40	2.49	79	5.38
2	0	41	2.59	80	5.18
3	0	42	2.86	81	5.08
4	0	43	2.98	82	4.89
5	0	44	3.23	83	4.84
6	0	45	3.37	84	4.91
7	0	46	3.62	85	4.84
8	0	47	3.67	86	4.86
9	0	48	3.98	87	4.89
10	0	49	4.06	88	4.84
11	0	50	4.37	89	4.91
12	0	51	4.45	90	4.81
13	0	52	4.67	91	4.86
14	0	53	4.84	92	4.89
15	0	54	5.08	93	4.81
16	0	55	5.16	94	4.84
17	0	56	5.47	95	4.84
18	0	57	5.52	96	4.84
19	0	58	5.87	97	4.86
20	0	59	5.94	98	4.79
21	0	60	6.18	99	4.84
22	0	61	6.35	100	4.89

23	0	62	6.6	101	4.86
24	0	63	6.77	102	4.81
25	0	64	6.99	103	4.77
26	0	65	7.04	104	4.86
27	0	66	7.43	105	4.86
28	0	67	7.48	106	4.81
29	0	68	7.8	107	4.79
30	0.44	69	7.62	108	4.77
31	0.49	70	7.45	109	4.84
32	0.81	71	7.26	110	4.81
33	1.03	72	6.96	111	4.81
34	1.25	73	6.65	112	4.77
35	1.44	74	6.35	113	4.79
36	1.71	75	6.06	114	4.84
37	1.83	76	5.91	115	4.79
38	2.1	77	5.69	116	4.79
39	2.2	78	5.5	117	4.77

Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)
118	4.84	159	4.67	200	4.55
119	4.79	160	4.69	201	4.57
120	4.72	161	4.67	202	4.59
121	4.77	162	4.67	203	4.59
122	4.77	163	4.64	204	4.55
123	4.81	164	4.67	205	4.55
124	4.74	165	4.69	206	4.62
125	4.72	166	4.67	207	4.57
126	4.79	167	4.64	208	4.55
127	4.79	168	4.62	209	4.52
128	4.77	169	4.69	210	4.59
129	4.74	170	4.67	211	4.59
130	4.74	171	4.64	212	4.52
131	4.79	172	4.64	213	4.52
132	4.74	173	4.64	214	4.55
133	4.74	174	4.67	215	4.59
134	4.69	175	4.62	216	4.52
135	4.81	176	4.62	217	4.52
136	4.77	177	4.67	218	4.55
137	4.69	178	4.67	219	4.57
138	4.72	179	4.64	220	4.52
139	4.72	180	4.59	221	4.5
140	4.79	181	4.67	222	4.52

141	4.72	182	4.64	223	4.57
142	4.72	183	4.59	224	4.5
143	4.74	184	4.59	225	4.5
144	4.72	185	4.59	226	4.5
145	4.74	186	4.67	227	4.55
146	4.69	187	4.59	228	4.52
147	4.72	188	4.57	229	4.5
148	4.74	189	4.62	230	4.5
149	4.69	190	4.62	231	4.52
150	4.69	191	4.62	232	4.55
151	4.67	192	4.57	233	4.47
152	4.74	193	4.59	234	4.5
153	4.72	194	4.64	235	4.55
154	4.69	195	4.59	236	4.52
155	4.67	196	4.57	237	4.47
156	4.67	197	4.57	238	4.47
157	4.72	198	4.62	239	4.52
158	4.67	199	4.59	240	4.52

Duty Cycle	Voltage(V)
241	4.47
242	4.45
243	4.5
244	4.5
245	4.47
246	4.45
247	4.5
248	4.5
249	4.47
250	4.45
251	4.47
252	4.5
253	4.47
254	4.42
255	4.45

Tabel 4. 6 Data pengujian XLSEMI 6019 beban resistor 330 Ohm tanpa batasan nilai duty cycle

Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)
1	0.02	40	1.88	79	7.75
2	0	41	1.96	80	7.87

3	0	42	2.13	81	8.19
4	0	43	2.25	82	8.24
5	0	44	2.42	83	8.26
6	0	45	2.57	84	8.65
7	0	46	2.74	85	8.65
8	0	47	2.86	86	8.94
9	0	48	3.03	87	9.07
10	0	49	3.08	88	9.14
11	0	50	3.35	89	9.51
12	0	51	3.4	90	9.53
13	0	52	3.57	91	9.73
14	0	53	3.71	92	10
15	0	54	3.86	93	10.02
16	0	55	3.91	94	10.41
17	0	56	4.18	95	10.39
18	0	57	4.23	96	10.75
19	0	58	4.52	97	10.83
20	0	59	4.55	98	10.9
21	0	60	4.72	99	11.22
22	0	61	4.89	100	11.34
23	0	62	5.06	101	11.68
24	0	63	5.21	102	11.71
25	0	64	5.4	103	11.88
26	0	65	5.4	104	12.12
27	0	66	5.74	105	12.15
28	0	67	5.74	106	12.54
29	0	68	6.01	107	12.49
30	0.22	69	6.09	108	12.98
31	0.37	70	6.26	109	12.95
32	0.56	71	6.45	110	13.29
33	0.76	72	6.6	111	13.37
34	0.88	73	6.65	112	13.49
35	1.1	74	6.99	113	13.86
36	1.25	75	6.99	114	13.83
37	1.42	76	7.36	115	14.25
38	1.56	77	7.33	116	14.27
39	1.66	78	7.5	117	14.78

Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)
118	14.74	159	21.09	200	23
119	14.91	160	20.99	201	22.83
120	15.18	161	21.41	202	22.85

121	15.2	162	21.09	203	22.87
122	15.69	163	21.36	204	22.85
123	15.57	164	21.41	205	23.12
124	16.08	165	21.38	206	22.75
125	16.08	166	21.51	207	23.19
126	16.35	167	21.38	208	22.95
127	16.47	168	21.82	209	23.14
128	16.57	169	21.58	210	22.97
129	17.01	170	21.85	211	22.97
130	16.96	171	21.68	212	23.22
131	17.42	172	21.8	213	23.04
132	17.38	173	21.95	214	23.31
133	17.79	174	21.7	215	23.02
134	17.86	175	22.07	216	23.36
135	17.94	176	21.9	217	23.22
136	18.28	177	22.29	218	23.14
137	18.28	178	21.95	219	23.29
138	18.72	179	22.07	220	23.22
139	18.57	180	22.21	221	23.53
140	19.04	181	22.12	222	23.17
141	19.04	182	22.31	223	23.46
142	19.06	183	22.09	224	23.41
143	19.35	184	22.58	225	23.44
144	19.31	185	22.29	226	23.41
145	19.79	186	22.41	227	23.31
146	19.57	187	22.36	228	23.68
147	20.06	188	22.39	229	23.41
148	19.97	189	22.63	230	23.68
149	20.11	190	22.31	231	23.44
150	20.21	191	22.7	232	23.66
151	20.16	192	22.48	233	23.61
152	20.58	193	22.78	234	23.53
153	20.41	194	22.51	235	23.68
154	20.8	195	22.61	236	23.66
155	20.58	196	22.75	237	24
156	20.87	197	22.68	238	23.61
157	20.92	198	22.83	239	23.8
158	20.77	199	22.65	240	23.83

Duty Cycle	Voltage(V)
241	23.78
242	23.83

243	23.7
244	24.1
245	23.88
246	24.07
247	24.02
248	24.32
249	25
250	25
251	25
252	25
253	25
254	25
255	25

Tabel 4. 7 Data pengujian XLSEMI 6019 beban resistor 330 Ohm dengan batasan nilai duty cycle 200

Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)
1	0	31	0.44	61	4.81
2	0	32	0.54	62	5.01
3	0	33	0.76	63	5.21
4	0	34	0.86	64	5.33
5	0	35	1.1	65	5.33
6	0	36	1.2	66	5.67
7	0	37	1.37	67	5.67
8	0	38	1.54	68	5.94
9	0	39	1.66	69	6.04
10	0	40	1.86	70	6.18
11	0	41	1.93	71	6.38
12	0	42	2.08	72	6.52
13	0	43	2.22	73	6.6
14	0	44	2.39	74	6.89
15	0	45	2.54	75	6.92
16	0	46	2.69	76	7.26
17	0	47	2.74	77	7.26
18	0	48	3.01	78	7.45
19	0	49	3.05	79	7.67
20	0	50	3.25	80	7.77
21	0	51	3.35	81	8.11
22	0	52	3.49	82	8.16
23	0	53	3.67	83	8.19
24	0	54	3.84	84	8.55
25	0	55	3.86	85	8.55

26	0	56	4.13	86	8.9
27	0	57	4.18	87	8.99
28	0	58	4.47	88	9.07
29	0	59	4.47	89	9.38
30	0.2	60	4.62	90	9.46
Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)
91	9.65	132	17.3	173	13.17
92	9.9	133	17.6	174	13.03
93	9.87	134	17.77	175	13.2
94	10.31	135	17.77	176	13
95	10.36	136	18.16	177	13.29
96	10.58	137	18.18	178	12.98
97	10.73	138	18.67	179	13.07
98	10.78	139	18.5	180	13.12
99	11.19	140	18.79	181	13.05
100	11.24	141	18.99	182	13.2
101	11.63	142	18.99	183	12.95
102	11.58	143	19.31	184	13.25
103	11.78	144	19.16	185	13.12
104	12.05	145	19.75	186	13.2
105	12.02	146	19.53	187	13.03
106	12.44	147	19.94	188	13.07
107	12.46	148	19.77	189	13.15
108	12.9	149	19.97	190	12.98
109	12.85	150	20.16	191	13.17
110	13.12	151	20.14	192	13.03
111	13.29	152	20.38	193	13.29
112	13.39	153	20.26	194	12.98
113	13.76	154	20.85	195	13.07
114	13.71	155	19.09	196	13.12
115	14.2	156	16.54	197	13.05
116	14.2	157	16.15	198	13.2
117	14.61	158	15.66	199	13.03
118	14.61	159	15.47	200	13.37
119	14.74	160	14.81	201	13.05
120	15.13	161	14.66	202	13.15
121	15.13	162	14.03	203	13.12
122	15.52	163	13.64	204	13.12
123	15.49	164	13.44	205	13.22
124	16.08	165	13.1	206	12.98
125	15.98	166	13.27	207	13.12
126	16.13	167	13.15	208	13.12

127	16.4	168	13.29	209	13.37
128	16.47	169	13.05	210	13.03
129	16.94	170	13.25	211	13.15
130	16.84	171	13.15	212	13.15
131	17.35	172	13.17	213	13.1

Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)
214	13.15	228	13.25	242	13.07
215	13.07	229	13.17	243	13.12
216	13.34	230	13.17	244	13.15
217	13.1	231	13.07	245	13.15
218	13.22	232	13.25	246	13.12
219	13.17	233	13.15	247	13.07
220	13.15	234	13.25	248	13.05
221	13.22	235	13.12	249	13.07
222	13.1	236	13.22	250	13.05
223	13.22	237	13.25	251	13.03
224	13.15	238	13.1	252	13.05
225	13.29	239	13.07	253	13.07
226	13.12	240	13.07	254	13.05
227	13.2	241	13.15	255	13

Tabel 4. 8 Data pengujian XLSEMI 6019 beban resistor 330 Ohm dengan batasan nilai duty cycle 150

Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)
1	0	36	1.25	71	6.43
2	0	37	1.37	72	6.57
3	0	38	1.56	73	6.67
4	0	39	1.64	74	6.96
5	0	40	1.88	75	6.94
6	0	41	1.96	76	7.33
7	0	42	2.13	77	7.36
8	0	43	2.25	78	7.5
9	0	44	2.44	79	7.7
10	0	45	2.57	80	7.82
11	0	46	2.74	81	8.11
12	0	47	2.79	82	8.21
13	0	48	3.03	83	8.24
14	0	49	3.08	84	8.6
15	0	50	3.35	85	8.63
16	0	51	3.4	86	8.99

17	0	52	3.54	87	9.02
18	0	53	3.69	88	9.12
19	0	54	3.86	89	9.46
20	0	55	3.91	90	9.53
21	0	56	4.2	91	9.73
22	0	57	4.23	92	9.92
23	0	58	4.5	93	10
24	0	59	4.55	94	10.39
25	0	60	4.74	95	10.34
26	0	61	4.86	96	10.63
27	0	62	5.03	97	10.85
28	0	63	5.18	98	10.87
29	0	64	5.38	99	11.19
30	0.29	65	5.38	100	11.22
31	0.34	66	5.72	101	11.63
32	0.56	67	5.72	102	11.68
33	0.76	68	6.01	103	11.85
34	0.93	69	6.09	104	12.05
35	1.1	70	6.21	105	12.1

Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)
106	12.51	144	11.58	182	10.61
107	12.46	145	11.49	183	10.51
108	12.9	146	11.12	184	10.63
109	12.9	147	11.19	185	10.56
110	13.29	148	10.75	186	10.65
111	13.34	149	10.87	187	10.51
112	13.42	150	10.7	188	10.65
113	13.78	151	10.63	189	10.61
114	13.83	152	10.8	190	10.53
115	14.25	153	10.61	191	10.58
116	14.2	154	10.73	192	10.56
117	14.69	155	10.63	193	10.68
118	14.74	156	10.78	194	10.51
119	14.86	157	10.65	195	10.68
120	15.1	158	10.58	196	10.51
121	15.13	159	10.68	197	10.63
122	15.62	160	10.58	198	10.58
123	15.57	161	10.7	199	10.51
124	16.03	162	10.51	200	10.61
125	15.98	163	10.73	201	10.51
126	16.28	164	10.65	202	10.63

127	16.5	165	10.58	203	10.48
128	16.5	166	10.63	204	10.61
129	16.32	167	10.61	205	10.56
130	15.79	168	10.75	206	10.58
131	15.52	169	10.51	207	10.58
132	15.1	170	10.68	208	10.46
133	14.69	171	10.46	209	10.61
134	14.22	172	10.68	210	10.53
135	13.86	173	10.68	211	10.61
136	13.61	174	10.56	212	10.48
137	13.1	175	10.68	213	10.61
138	13.1	176	10.51	214	10.58
139	12.66	177	10.68	215	10.53
140	12.63	178	10.53	216	10.56
141	12.19	179	10.63	217	10.46
142	12.02	180	10.56	218	10.56
143	11.9	181	10.61	219	10.48

Duty Cycle	Voltage(V)	Duty Cycle	Voltage(V)
220	10.53	238	10.48
221	10.48	239	10.51
222	10.58	240	10.43
223	10.58	241	10.51
224	10.43	242	10.43
225	10.53	243	10.51
226	10.48	244	10.46
227	10.53	245	10.46
228	10.48	246	10.48
229	10.53	247	10.53
230	10.53	248	10.51
231	10.53	249	10.48
232	10.53	250	10.43
233	10.43	251	10.48
234	10.51	252	10.48
235	10.51	253	10.43
236	10.48	254	10.43
237	10.46	255	10.48

Tabel 4. 9 Data pengujian XLSEMI 6019 beban resistor 200 Ohm 100 watt dengan LUX 360 dan suhu 30.1°

Duty Cycle	Voltage (V)	Current (mA)	Duty Cycle	Voltage (V)	Current (mA)	Duty Cycle	Voltage (V)	Current (mA)
1	0	-0.3	28	0	-0.4	55	3.93	19.5
2	0	-0.3	29	0	-0.3	56	4.01	20.9
3	0	-0.4	30	0.32	1.7	57	4.15	20.4
4	0	-0.5	31	0.34	1.9	58	4.23	22.1
5	0	-0.6	32	0.61	2.9	59	4.35	22.6
6	0	-0.4	33	0.66	3.5	60	4.69	22.9
7	0	-0.5	34	0.95	4.9	61	4.57	23.6
8	0	-0.4	35	1.1	5.5	62	4.84	24.1
9	0	-0.5	36	1.27	6.5	63	4.77	24.4
10	0	-0.3	37	1.39	7.2	64	4.99	24.3
11	0	-0.3	38	1.59	8.1	65	4.99	25.6
12	0	-0.6	39	1.71	8.3	66	5.16	25.7
13	0	-0.3	40	1.91	10	67	5.38	26.4
14	0	-0.5	41	2	9.8	68	5.3	27.8
15	0	-0.3	42	2.17	11.3	69	5.55	27.4
16	0	-0.3	43	2.3	11.5	70	5.47	28.3
17	0	-0.4	44	2.47	12.5	71	5.69	28.7
18	0	-0.5	45	2.54	12.6	72	5.57	28.6
19	0	-0.2	46	2.81	14	73	5.74	28.6
20	0	-0.1	47	2.79	14.4	74	5.82	29.5
21	0	-0.4	48	3.05	14.9	75	5.74	29.6
22	0	-0.1	49	3.03	15.7	76	5.74	28.2
23	0	-0.3	50	3.27	16.2	77	5.5	28.7
24	0	-0.7	51	3.27	17	78	5.43	26.9
25	0	-0.7	52	3.54	17.9	79	5.16	26.3
26	0	-0.4	53	3.69	18	80	5.08	25.5
27	0	-0.1	54	3.79	19.4	81	4.86	24.6
Duty Cycle	Voltage (V)	Current (mA)	Duty Cycle	Voltage (V)	Current (mA)	Duty Cycle	Voltage (V)	Current (mA)
82	4.67	23.4	119	3.52	17.2	156	3.84	19.3
83	4.72	23	120	3.49	18.1	157	3.84	20
84	4.45	22.8	121	3.86	18.8	158	3.93	19.4
85	4.52	22.5	122	3.79	19.8	159	3.81	19.6
86	4.3	22.6	123	3.86	19.9	160	3.86	19.3
87	4.25	21.7	124	3.89	19.5	161	3.81	19.5
88	3.64	18.6	125	3.86	19.5	162	3.86	19.3
89	3.23	16.3	126	3.93	19.5	163	3.91	19.4
90	3.4	16.7	127	3.81	19.8	164	3.79	19.5
91	3.32	17.1	128	3.89	19.3	165	3.84	19.2

92	3.62	17.8	129	3.86	19.5	166	3.74	18.9
93	3.69	19.6	130	3.84	19.8	167	3.79	19.4
94	3.79	19	131	3.91	19.5	168	3.84	18.9
95	3.79	19.1	132	3.81	19.4	169	3.74	19
96	3.84	19.7	133	3.91	19.7	170	3.84	19.2
97	3.93	19.3	134	3.81	19.7	171	3.76	19.7
98	3.76	19.2	135	3.89	19.3	172	3.86	19.2
99	3.86	18.9	136	3.93	19.2	173	3.91	19.2
100	3.76	19.5	137	3.81	20	174	3.84	19.8
101	3.89	19.7	138	3.91	19.5	175	3.89	19.2
102	3.81	19	139	3.81	19.8	176	3.79	19.6
103	3.84	19.8	140	3.86	19.6	177	3.89	19.6
104	3.91	19.6	141	3.93	19.4	178	3.89	19.7
105	3.86	19.7	142	3.81	19.1	179	3.84	19.3
106	3.89	19.6	143	3.89	19.6	180	3.86	19.3
107	3.84	19.8	144	3.81	20	181	3.81	19.8
108	3.84	19.3	145	3.86	19.2	182	3.86	19.4
109	3.91	18.9	146	3.91	19.3	183	3.81	19.4
110	3.71	19.3	147	3.84	19.9	184	3.59	18.4
111	3.79	18.4	148	3.89	19.4	185	3.37	16.8
112	3.76	19.8	149	3.79	19.7	186	3.62	18.5
113	3.91	20	150	3.86	19.6	187	3.54	18.2
114	3.93	19.5	151	3.89	19.5	188	3.47	17.8
115	3.74	19.1	152	3.84	19.5	189	3.62	18.1
116	3.69	18.4	153	3.91	19.5	190	3.57	17.7
117	3.62	18.5	154	3.79	19.8	191	3.49	17.7
118	3.49	17.6	155	3.86	19.4	192	3.57	17.7
Duty Cycle	Voltage (V)	Current (mA)	Duty Cycle	Voltage (V)	Current (mA)	Duty Cycle	Voltage (V)	Current (mA)
193	3.62	18.5	214	3.91	19.3	235	3.59	17.9
194	3.79	18.9	215	3.89	19.8	236	3.57	18
195	3.69	18.3	216	3.91	19.8	237	3.54	17.8
196	3.37	17.1	217	3.91	19.7	238	3.52	17.9
197	3.25	16.3	218	3.89	19.9	239	3.47	17.7
198	3.4	17.4	219	3.93	19.9	240	3.47	17.5
199	3.47	17.2	220	3.91	19.8	241	3.45	17.5
200	3.52	17.5	221	3.91	19.9	242	3.3	16.6
201	3.64	18.6	222	3.89	19.7	243	3.2	16.1
202	3.86	19.3	223	3.74	18.9	244	3.52	17.6
203	3.81	19.7	224	3.3	16.6	245	3.47	17.3
204	3.91	19.7	225	3.47	17.8	246	3.25	16.6
205	3.93	19.8	226	3.47	17.4	247	3.45	17.5
206	3.91	19.5	227	3.62	18.4	248	3.45	17.6















Tabel 4. 13 Data pengujian XLSEMI 6019 beban resistor 200 Ohm 100 watt dengan LUX 1120 dan suhu 30.1°

Duty Cycle	Voltage (V)	Current (A)	Duty Cycle	Voltage (V)	Current (A)	Duty Cycle	Voltage (V)	Current (A)
1	0	-0.6	36	1.34	7.2	71	7.06	35.2
2	0	-0.2	37	1.59	8	72	7.14	37.1
3	0	-0.5	38	1.71	8.7	73	7.36	37.7
4	0	-0.3	39	1.91	9.7	74	7.8	38.1
5	0	-0.3	40	2.08	10.5	75	7.67	39.4
6	0	-0.2	41	2.25	11	76	7.99	39.7
7	0	-0.2	42	2.39	12.7	77	7.97	41.3
8	0	-0.3	43	2.57	12.9	78	8.28	41.9
9	0	-0.4	44	2.81	14.1	79	8.28	42.2
10	0	-0.2	45	2.86	14.4	80	8.55	42.8
11	0	-0.4	46	3.15	15.4	81	8.92	44.2
12	0	-0.4	47	3.15	16.4	82	8.85	44.4
13	0	-0.3	48	3.45	17.2	83	9.19	45.2
14	0	-0.4	49	3.45	17.8	84	9.14	47.2
15	0	-0.3	50	3.74	19.3	85	9.51	47.1
16	0	-0.4	51	3.76	19.4	86	9.48	49.1
17	0	-0.6	52	4.01	20.4	87	9.8	50.2
18	0	-0.4	53	4.2	21.1	88	10.14	49.9
19	0	-0.4	54	4.37	22.3	89	10.09	52
20	0	-0.5	55	4.5	22	90	10.46	51.8
21	0	-0.3	56	4.64	24.1	91	10.36	53.6
22	0	-0.2	57	4.77	23.7	92	10.75	54.6
23	0	-0.4	58	4.94	25.7	93	10.95	54.9
24	0	-0.5	59	5.06	25.9	94	11.05	55.9
25	0	-0.7	60	5.45	26.8	95	11.41	56.2
26	0	-0.4	61	5.33	27.7	96	11.34	58.1
27	0	-0.3	62	5.72	28.3	97	11.68	57.7
28	0	-0.5	63	5.62	29.1	98	11.83	60.3
29	0	-0.3	64	5.99	30.3	99	11.95	61
30	0.24	1	65	5.94	30.7	100	12.39	61.1
31	0.2	1.1	66	6.3	31.6	101	12.22	63.3
32	0.59	2.7	67	6.6	32.1	102	12.61	62.7
33	0.76	4.1	68	6.55	32.7	103	12.85	63.6
34	0.9	4.6	69	6.79	33.6	104	12.83	66.3
35	1.17	5.9	70	6.82	35.2	105	13.29	65.8
Duty Cycle	Voltage (V)	Current (A)	Duty Cycle	Voltage (V)	Current (A)	Duty Cycle	Voltage (V)	Current (A)
106	13.17	66.9	141	19.7	97.9	176	21.97	109.9



216	13.98	69.9	231	13.86	70.9	246	14.17	70.6
217	14.17	69.9	232	14	69.4	247	13.86	70.2
218	13.81	71.1	233	13.95	70.9	248	13.76	70.4
219	14.08	69.9	234	13.81	70.9	249	14.05	70.2
220	13.86	71	235	14.13	69.6	250	13.76	70.2
221	13.93	71.2	236	13.81	71.2	251	13.91	69.2
222	14.15	70.2	237	13.98	71.4	252	13.91	69.5
223	13.88	71.3	238	14.13	69.9	253	13.76	69.5
224	14.03	71.2	239	13.83	71.3	254	13.83	70
225	14	70.2	240	14.13	70.3	255	13.83	69.3