



**Institut Teknologi Nasional Malang**

**SKRIPSI – ENERGI LISTRIK**

**ANALISA UNJUK KERJA *MAXIMUM POWER POINT TRACKER* (MPPT) BERBASIS ARDUINO DENGAN ALGORITMA *PETURB AND OBSERVE* (P&O) SERTA *FUZZY LOGIC***

**Cahyo Edi Wicaksono  
NIM 17.12.040**

**Dosen pembimbing  
Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE  
Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang  
Agustus 2021**



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

COVER DALAM

**SKRIPSI - ENERGI LISTRIK**

**ANALISA UNJUK KERJA *MAXIMUM POWER POINT TRACKER*  
(MPPT) BERBASIS ARDUINO DENGAN ALGORITMA *PETURB  
AND OBSERVE (P&O)* SERTA *FUZZY LOGIC***

**Cahyo Edi Wicaksono  
17.12.040**

**Dosen pembimbing**

**Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE  
Awan Uji Krismanto, ST.,MT.,Ph.D**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang  
Agustus 2021**

**ANALISA UNJUK KERJA *MAXIMUM POWER POINT TRACKER* (MPPT) BERBASIS ARDUINO DENGAN ALGORITMA *PETURB AND OBSERVE* (P&O) SERTA *FUZZY LOGIC***

**SKRIPSI**


Diajukan Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada  
Program Studi Teknik Elektro S-1  
Peminatan Energi Listrik  
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa Dan Disetujui:

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

  
Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE  
NIP. Y. 1018500108

  
Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.  
NIP. 19800301 200501 1 002

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

  
  
Dr. Eng. Kusnang Somawirata, ST., MT.  
NIP. P. 1030100361

Malang, Agustus 2021

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Cahyo Edi Wicaksono  
NIM : 1712040  
Jurusan / Peminatan : Teknik Elektro S-1 / Energi Listrik  
ID KTP / Paspor : 3271031304990003  
Alamat : Jalan Griya Duta Abesin No. 7 RT: 001 RW: 003  
Kelurahan Cibogor, Kecamatan Bogor Tengah,  
Kota Malang, Jawa Timur, Kode Pos 16124.  
Judul Skripsi : Analisa Unjuk Kerja Maximum Power Point  
Tracker (MPPT) Berbasis Arduino dengan  
Algoritma *Peturb & Observe* (P&O) serta *Fuzzy  
Logic*.

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya saya pribadi dan bukan hasil plagiarisme dari orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain kecuali dicantumkan sumber yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarisme, maka saya bersedia skripsi ini di gugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S-1) di batalkan, serta di proses sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Malang, 20 Desember 2021

Yang Membuat Pernyataan



Cahyo Edi Wicaksono

1712040



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Cahyo Edi Wicaksono  
NIM : 1712040  
Program Studi : Teknik Elektro S-1  
Peminatan : Teknik Energi Listrik  
Masa Bimbingan : Semester Genap 2020-2021  
Judul Skripsi : Analisa Unjuk Kerja *Maximum Power Point Tracker* (MPPT) Berbasis Arduino dengan Algoritma *Peturb & Observe (P&O)* serta *Fuzzy Logic*.

Diperlihatkan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada:

Hari : Senin  
Tanggal : 9 Agustus 2021  
Nilai : 82 (A) *f*

Panitia Ujian Skripsi

**Majelis Ketua Penguji**

Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.  
NIP.P. 1030100361

**Sekretaris Majelis Penguji**

Sotyahadi, ST., MT.  
NIP.Y. 1039700309

Mengetahui

**Dosen Penguji I**

Ir. Ni Putu Agustini, MT.  
NIP.Y. 1030100371

**Dosen Penguji II**

Prof. Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT.  
NIP. 19610503 199202 1 001

# **ANALISA UNJUK KERJA *MAXIMUM POWER POINT TRACKER* (MPPT) BERBASIS ARDUINO DENGAN ALGORITMA *PETURB AND OBSERVE* (P&O) SERTA *FUZZY LOGIC***

**Cahyo Edi Wicaksono, Abraham Lomi, Awan Uji Krismanto**  
[ediwicak13@gmail.com](mailto:ediwicak13@gmail.com)

## **ABSTRAK**

Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan *Maximum Power Point Tracker* (MPPT) menggunakan algoritma *Peturb dan Observe* (P&O) dan *Fuzzy Logic* untuk melukan optimasi pada output solar panel menjadi tegangan setpoint tergantung pada jenis beban dan nilai tegangan pada beban menggunakan DC-DC Converter. Dalam Penelitian ini tipe DC-DC Converter yang digunakan adalah buck-boost converter non-Inverting dengan mengontrol duty cycle. Dikontrol menggunakan microcontroller Arduino Mega 2560. Perubahan dari duty cycle tergantung pada perubahan output tegangan yang dihasilkan solar panel. Sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah shunt resistor untuk sensor arus dan prinsip pembagi tegangan dengan resistor untuk sensor tegangan, dan sensor suhu menggunakan DHT 11 serta sensor Iradiasi menggunakan BH1750. Output pulsa PWM dibangkitkan dari 5V menjadi 15 V menggunakan modul buck-boost converter XL6009 sebagai power untuk TLP250. Dalam penelitian ini Buck-Boost converter menggunakan frekuensi sebesar 31 kHz untuk switching. Dalam penelitian ini penulis menggunakan panel surya dengan kapasitas 100 WP dan kapasitas beban sebesar 20W. Penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma fuzzy logic lebih stabil dibandingkan P&O dan algoritma P&O memiliki fluktuasi yang signifikan pada output tegangan. Performa dari duty cycle masing masing algoritma menunjukkan fuzzy logic lebih efisien dibandingkan P&O pada mode operasinya.

Kata Kunci : *MPPT, DC-DC Converter, PWM, P&O, Fuzzy Logic, Photovoltaic.*



# MAXIMUM POWER POINT TRACKER PERFORMANCE ANALYST BASED ON ARDUINO WITH PERTURB AND OBSERVE (P&O) AND FUZZY LOGIC ALGORITHM

Cahyo Edi Wicaksono, Abraham Lomi, Awan Uji Krismanto  
[ediwicak13@gmail.com](mailto:ediwicak13@gmail.com)

## ABSTRACT

This research aims to implement Maximum Power Point Tracker (MPPT) using Perturb and Observe (P&O) and Fuzzy Logic Algorithm to optimise the output of a solar panel into the setpoint depending on the voltage load by using DC-DC Converter. In this research, the DC-DC Converter type is Buck-Boost Converter non-Inverting by Controlling the duty cycle. To set the duty cycle by using Arduino Mega 2560 microcontroller. Adjustment of duty cycle depending on changes the voltage output value of the solar panel. The sensors used in this research are a shunt resistor for the current Sensor and a Voltage divider principle by using the resistor for the voltage sensor, temperature sensor use DHT 11 and Irradiance Sensor use BH1750. Output Pulse Width Modulation (PWM) Voltage from Arduino is increased from 5 Volt to 15 Volt using an optocoupler with the type TLP250 using XL6009 for power supply. In this research, the buck-boost Converter uses a 31 kHz frequency for switching. The input of the solar panel that the writer use is a Solar Panel with a capacity of 100 WP, and the load capacity is 20 Watt. This research shows that the Fuzzy Logic algorithm has a more stable output voltage than P&O and has significantly fluctuated output voltage. On the performance of the duty cycle, it is superior to the fuzzy controller than the P&O algorithm around the operating point.

Keyword: *MPPT, DC-DC Converter, PWM, P&O, Fuzzy Logic, Solar Panel.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada ALLAH SWT karena atas karunia kuasaNya, penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, ITN Malang. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih memiliki kekurangan. Karenanya, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dalam rangka pembelajaran terus-menerus. Banyak pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga penulis atas cinta dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis,
2. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE. Awan Uji Krismanto ST, MT, Ph.D., dan Bapak Awan Uji Krismanto ST, MT, Ph.D., selaku Dosen Pembimbing yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran.
3. Ibu Ir. Ni Putu Agustini, MT dan Bapak Prof. Dr. Eng I Made Wartana.
4. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT selaku Ketua Jurusan Elektro ITN Malang
5. Bapak dan Ibu Dosen Elektro S1 yang senantiasa membantu setiap kesulitan yang penulis temui.
6. Teman-teman Elektro ITN angkatan 2017 yang selalu mendukung satu sama lain.
7. Seluruh asisten laboratorium SSTE, KEE, dan TDDE atas penyediaan tempat untuk mengerjakan skripsi.

Dan semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini, namun tidak dapat disebutkan satu persatu. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat yang seluas-luasnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Malang, Januari 2021

Penulis



# DAFTAR ISI

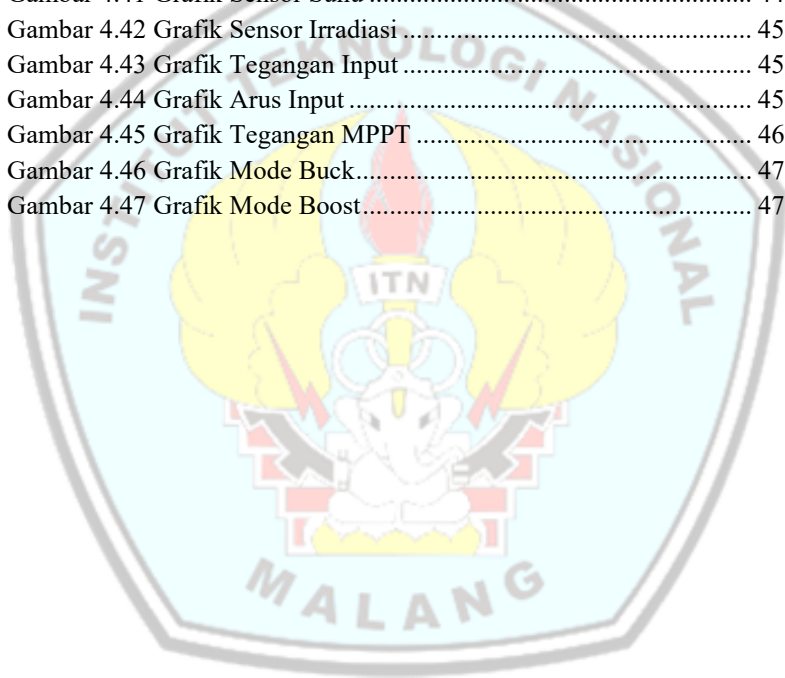
<b>COVER DALAM</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>x</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1. Solar Panel .....	5
2.1.1. Karakteristik Solar Penel .....	5
2.2. <i>Maximum Power Point Tracker (MPPT)</i> .....	7
2.3. <i>Peturb and Observe</i> .....	8
2.4. <i>Fuzzy Logic</i> .....	9
2.5. <i>Buck Boost Converter Non Inverting</i> .....	12
2.6. <i>Arduino Mega 2560</i> .....	12
2.7. Sensor Tegangan .....	14
2.8. Sensor Arus .....	15
2.9. Sensor Suhu (DHT 11).....	16
2.10. Sensor Cahaya (BH-1750) .....	16
2.11. Modul <i>Buck-Boost Converter (XL6009)</i> .....	17
2.12. <i>Optocoupler (TLP250)</i> .....	18
2.13. <i>MOSFET (IRFP250N)</i> .....	18
2.14. LCD 16x2.....	19

2.15.	<i>Micro SD</i> .....	19
2.16.	Modul SD Card .....	19
2.17.	Metode Kalibrasi Regresi Linear .....	20
<b>BAB III METODOLOGI PERANCANGAN SISTEM .....</b>		<b>21</b>
3.1.	Teknik Pengumpulan Data .....	21
3.2.	Studi Kasus .....	21
3.3.	Diagram Alir .....	21
3.4.	Jadwal Kegiatan .....	24
3.5.	Blok Diagram Alat .....	24
3.6.	Diagram alir cara kerja metode P&O .....	25
3.7.	Diagram alir cara kerja metode Fuzzy Logic .....	27
3.8.	Schematic & Layout PCB .....	30
3.9.	Kalibrasi Sensor Tegangan.....	31
3.10.	Kalibrasi Sensor Arus .....	33
3.11.	Kalibrasi Sensor Cahaya (BH1750) .....	34
3.12.	Perhitungan Induktor.....	35
3.13.	Perhitungan Kapasitor.....	37
<b>BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>38</b>
4.1.	Pengujian Sensor Tegangan .....	38
4.2.	Pengujian Sensor Arus .....	39
4.3.	Pengujian Sensor Suhu.....	40
4.5.	Pengujian Buck Boost Converter .....	42
4.6.	Pengujian MPPT menggunakan algoritma <i>P&amp;O</i> & Fuzzy Logic .....	43
4.7.	Pengujian Data Logger Menggunakan SD Card .....	44
4.8.	Pengujian Alat.....	44
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>49</b>
5.1.	Kesimpulan .....	49
5.2.	Saran .....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>51</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>53</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Persamaan Rangkaian Solar Panel</i> .....	6
Gambar 2.2 <i>Gambar Kurva P-V dan I-V</i> .....	7
Gambar 2.3 <i>Algoritma Peturb and Observe</i> .....	8
Gambar 2.4 <i>Flowchart Fuzzy Logic</i> .....	11
Gambar 2.5 <i>Rangkaian Buck Boost Converter Non Inverting</i> .....	12
Gambar 2.6 <i>Arduino Mega 2560</i> .....	12
Gambar 2.7 <i>Rangkaian Pembagi Tegangan</i> .....	15
Gambar 2.8 <i>Rangkaian Shunt Resistor</i> .....	15
Gambar 2.9 <i>Sensor DHT11</i> .....	16
Gambar 2.10 <i>Sensor BH1750</i> .....	17
Gambar 2.11 <i>Modul Buck Boost Converter</i> .....	17
Gambar 2.12 <i>Gambar dan Skematik TLP250</i> .....	18
Gambar 2.13 <i>MOSFET IRFP250N</i> .....	18
Gambar 2.14 <i>LCD 16 x 2</i> .....	19
Gambar 2.15 <i>SDCard Module</i> .....	20
Gambar 2.16 <i>Metode Regresi Lienear</i> .....	20
Gambar 2.17 <i>Flowchart Penyelesaian Masalah</i> .....	23
Gambar 3.18 <i>Diagram Blok MPPT</i> .....	25
Gambar 3.19 <i>Flowchart P&amp;O (1)</i> .....	26
Gambar 3.20 <i>Flowchart Algoritma P&amp;O (2)</i> .....	27
Gambar 3.21 <i>Flowchart Algoritma Fuzzy Logic (1)</i> .....	28
Gambar 3.22 <i>Flowchart Algoritma Fuzzy Logic (2)</i> .....	29
Gambar 3.23 <i>Schematic Alat MPPT</i> .....	30
Gambar 3.24 <i>Layout PCB</i> .....	30
Gambar 3.25 <i>Tampak Gambar Buck Boost Converter</i> .....	31
Gambar 3.26 <i>Tampak Gambar Buck Boost Converter dengan Case</i> ....	31
Gambar 3.27 <i>Grafik Regresi Linear Sensor Tegangan</i> .....	32
Gambar 3.28 <i>Grafik Regresi Linear Sensor Arus</i> .....	34
Gambar 3.29 <i>Pembuatan Induktor</i> .....	36
Gambar 4.30 <i>Pengujian Sensor Tegangan</i> .....	38
Gambar 4.31 <i>Pengujian Sensor Arus</i> .....	39
Gambar 4.32 <i>Pengujian Driver Mosfet &amp;Rangkaian Driver Mosfet</i> .....	41

Gambar 4.33 Duty Cycle 0% .....	41
Gambar 4.34 Duty Cycle 25% .....	42
Gambar 4.35 Duty Cycle 50% .....	42
Gambar 4.36 Duty Cycle 75% .....	42
Gambar 4.37 Duty Cycle 99% .....	42
Gambar 4.38 Pengujian Buck-Boost Converter .....	43
Gambar 4.39 Pengujian MPPT kedua algoritma .....	43
Gambar 4.40 Hasil Pengujian Data Logger .....	44
Gambar 4.41 Grafik Sensor Suhu .....	44
Gambar 4.42 Grafik Sensor Irradiasi .....	45
Gambar 4.43 Grafik Tegangan Input .....	45
Gambar 4.44 Grafik Arus Input .....	45
Gambar 4.45 Grafik Tegangan MPPT .....	46
Gambar 4.46 Grafik Mode Buck .....	47
Gambar 4.47 Grafik Mode Boost .....	47



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Mega 2560.....	13
Tabel 2.3 Spesifikasi DHT11.....	16
Tabel 2.4 Spesifikasi TLP250.....	18
Tabel 3.5 Jadwal Kegiatan.....	24
Tabel 3.6 Nilai Tegangan ADC Tegangan Aktual.....	32
Tabel 3.7 Nilai Tegangan ADC dan Tegangan Aktual.....	33
Tabel 3.8 MiniSol Solar Simulator Irradiance to Sekonic Illuminance.	34
Tabel 4.9 Pengujian Sensor Tegangan.....	38
Tabel 4.10 Pengujian Sensor Arus.....	39
Tabel 4.11 Pengujian Sensor Suhu.....	40

