

**IMPLEMENTASI KONVERTER *SEPIC* PADA PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) *OFF-GRID*
MENGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC* DENGAN
SISTEM MONITORING BERBASIS *SCADA HAIWELL***

PROYEK AKHIR



Oleh:

KURNIAWAN EKA PUTRA
NIT. 30121036

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK LISTRIK BANDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2024**

**IMPLEMENTASI KONVERTER *SEPIC* PADA PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) *OFF-GRID*
MENGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC* DENGAN
SISTEM MONITORING BERBASIS *SCADA HAIWELL***

PROYEK AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya
(A.Md) pada Program Studi Diploma 3 Teknik Listrik Bandara



Oleh:

KURNIAWAN EKA PUTRA
NIT. 30121036

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK LISTRIK BANDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2024**

HALAMAN PERSETUJUAN

IMPLEMENTASI KONVERTER *SEPIC* PADA PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA SURYA (PLTS) *OFF-GRID* MENGGUNAKAN METODE *FUZZY*
LOGIC DENGAN SISTEM MONITORING BERBASIS SCADA *HAIWELL*

Oleh :

KURNIAWAN EKA PUTRA
NIT. 30121036

Disetujui untuk diujikan pada :
Surabaya, 8 Agustus 2024

Pembimbing I : Yudhis Thiro Kabul Yunior, S.T, M.Kom
NIP. 19870224 202203 1 003

Pembimbing II : Meita Maharani Sukma, M.Pd
NIP. 19800502 200912 2 002



HALAMAN PENGESAHAN

IMPLEMENTASI KONVERTER *SEPIC* PADA PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA SURYA (PLTS) *OFF-GRID* MENGGUNAKAN METODE *FUZZY*
LOGIC DENGAN SISTEM MONITORING BERBASIS SCADA *HAIWELL*

Oleh :

KURNIAWAN EKA PUTRA
NIT. 30121036

Telah dipertahankan dan dinyatakan lulus pada Ujian Proyek Akhir Program
Pendidikan D3 Teknik Listrik Bandara Politeknik Penerbangan Surabaya
16 Agustus 2024

Panitia Penguji :

1. Ketua : Rifdian Indrianto Sudjoko, S.T., M.M., M.T.
NIP. 19810629 200912 1 002
2. Sekretaris : Meita Maharani Sukma, M.Pd
NIP. 19800502 200912 2 002
3. Anggota : Yudhis Thiro Kabul Yunior, S.T., M.Kom
NIP. 19870224 202203 1 003

Rifdian
Meita
Yudhis

Ketua Program Studi
D-3 TEKNIK LISTRIK BANDARA

Dr. GUNAWAN SAKTI, ST, MT.
NIP. 19881001 200912 1 003

ABSTRAK

IMPLEMENTASI KONVERTER *SEPIC* PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) *OFF-GRID* MENGGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC* DENGAN SISTEM MONITORING BERBASIS *SCADA HAIWELL*

Oleh:

Kurniawan Eka Putra

NIT. 30121036

Indonesia memiliki potensi energi matahari yang besar. Energi matahari sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi. Piranti sel surya (*photovoltaic/PV*) diperlukan untuk digunakan sebagai pembangkit listrik dengan menghubungkan solar panel ke *solar charge controller*. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan konverter *SEPIC* pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *off-grid* untuk menstabilkan tegangan output dan memonitor sistem menggunakan *SCADA HAIWELL*.

Konverter *SEPIC* bekerja dengan menggabungkan prinsip kerja konverter *buck* dan *boost*. Komponen utama konverter *SEPIC* adalah dua induktor, dua kapasitor, dan dua saklar. Saklar yang digunakan dalam penelitian ini adalah *MOSFET* yang dikendalikan oleh mikrokontroler *NodeMCU* dengan metode *fuzzy logic*. Mikrokontroler juga memproses data dari sensor *INA219* yang mengukur tegangan dan arus. Data tersebut kemudian dikirim ke *SCADA HAIWELL* untuk dimonitoring dalam bentuk HMI.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem yang telah dibangun dapat bekerja dengan baik. Konverter *SEPIC* berhasil menstabilkan tegangan output dari panel surya pada angka 14V dan mengisi baterai dengan efisien. *SCADA Haiwell* juga dapat memantau sistem secara real-time dan memberikan informasi yang akurat tentang kondisi sistem. Dengan demikian, sistem ini dapat digunakan untuk mengoptimalkan kinerja PLTS *off-grid*.

Kata kunci : Konverter *SEPIC*, PLTS, *Fuzzy Logic*, *SCADA HAIWELL*

ABSTRACT

IMPLEMENTASI KONVERTER SEPIC PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) OFF-GRID MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC DENGAN SISTEM MONITORING BERBASIS SCADA HAIWELL

By:

Kurniawan Eka Putra

NIT. 30121036

Indonesia has great potential for solar energy. Solar energy has great potential to be utilized as an energy source. Solar cell devices (photovoltaic/PV) are needed to be used as power plants by connecting solar panels to solar charge controllers. This study aims to implement a SEPIC converter in an off-grid Solar Power Plant (PLTS) to stabilize the output voltage and monitor the system using SCADA HAIWELL.

The SEPIC converter works by combining the working principles of buck and boost converters. The main components of the SEPIC converter are two inductors, two capacitors, and two switches. The switch used in this study is a MOSFET controlled by a NodeMCU microcontroller using the fuzzy logic method. The microcontroller also processes data from the INA219 sensor that measures voltage and current. The data is then sent to SCADA HAIWELL to be monitored in the form of HMI.

The test results show that the system that has been built can work well. The SEPIC converter successfully stabilizes the output voltage of the solar panel at 14V and charges the battery efficiently. SCADA Haiwell can also monitor the system in real-time and provide accurate information about system conditions. Thus, this system can be used to optimize the performance of off-grid PV power plants.

Key Words : SEPIC Converter, PLTS, Fuzzy Logic, SCADA HAIWELL

PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Kurniawan Eka Putra
NIT : 30121036
Program Studi : D3 Teknik Listrik Bandara
Judul Proyek Akhir : IMPLEMENTASI KONVERTER *SEPIC* PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) *OFF-GRID* MENGGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC* DENGAN SISTEM MONITORING BERBASIS *SCADA HAIWELL*

dengan ini menyatakan bahwa :

1. Proyek Akhir ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Politeknik Penerbangan Surabaya maupun di Perguruan Tinggi lain, serta dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*) kepada Politeknik Penerbangan Surabaya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, Politeknik Penerbangan Surabaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Proyek Akhir saya dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya. Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi dan Akademi Penerbangan.

Surabaya, 16 Agustus 2024
Yang membuat pernyataan



Kurniawan Eka Putra
NIT. 30121036

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat limpahan rahmat dan hidayahNya, Proyek Akhir yang berjudul “IMPLEMENTASI KONVERTER *SEPIC* PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) *OFF-GRID* MENGGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC* DENGAN SISTEM MONITORING BERBASIS *SCADA HAIWELL*” ini dapat diselesaikan dengan baik.

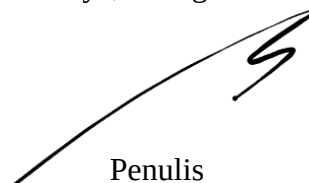
Proyek Akhir ini Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya (A.Md) pada Program Studi Diploma 3 Teknik Listrik Bandara pada Program Studi Diploma 3 Teknik Listrik Bandara.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada segenap pihak yang telah membantu selama proses penyusunan Proyek Akhir ini, terutama kepada:

1. Bapak Ahmad Bahrawi S.E, M.T. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Surabaya.
2. Bapak Dr. Gunawan Sakti, ST, MT. selaku Ketua Program Studi D-3 Teknik Listrik Bandara Politeknik Penerbangan Surabaya.
3. Bapak Yudhis Thiro Kabul Yunior, S.T, M.Kom. selaku Pembimbing materi yang senantiasa membimbing dan membantu dalam penyusunan Proyek Akhir.
4. Ibu Meita Maharani Sukma, M.Pd. selaku pembimbing penulisan yang senantiasa membimbing dan membantu dalam penyusunan Proyek Akhir.
5. Seluruh Dosen dan Staff Pengajar Program Studi Teknik Listrik Bandara Politeknik Penerbangan Surabaya yang selalu memberikan ilmu pengetahuan.
6. Kedua orang tua dan saudara yang telah memberikan doa, kasih sayang, dukungan moril dan material serta dorongan semangat kepada saya sampai terselesaikannya penulisan Proyek Akhir ini.
7. Teman-teman D3 TLB XVI, atas kebersamaan dan kerjasamanya selama menjadi taruna di Politeknik Penerbangan Surabaya.
8. Untuk Jihan Alfin Salsabilla, kekasih saya yang telah menemani dan memberi semangat dalam penulisan Proyek Akhir saya. Terimakasih telah menjadi bagian dari perjalanan saya hingga sekarang ini.

Tentunya karya tulis ini masih jauh dari sempurna. Penulis berharap semoga Proyek Akhir ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi taruna Politeknik Penerbangan Surabaya. Atas segala kesalahan dan kata-kata yang kurang berkenan, kami memohon maaf. Saran dan kritik membangun kami harapkan demi karya yang lebih baik di masa mendatang.

Surabaya, 16 Agustus 2024



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Teori Penunjang	5
2.1.1 Panel Surya.....	5
2.1.2 <i>Buck-Boost</i> Konverter (<i>SEPIC</i>).....	7
2.1.3 Baterai	10
2.1.4 INA219.....	10
2.1.5 Arduino IDE (<i>Integrated Development Enviroenment</i>).....	11
2.1.6 Scada Haiwell.....	12
2.1.7 <i>Solar Charge Control</i> (<i>SCC</i>).....	12
2.1.8 Logika Fuzzy.....	13
2.1.9 Lampu <i>LED</i>	15
2.1.10 <i>Relay</i>	15
2.1.11 Protokol <i>Modbus</i>	15
2.1.12 MATLAB (<i>Matrix Laboratory</i>)	16
2.1.13 NodeMCU	17
2.2 Penelitian Terdahulu	18
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1 Desain Penelitian.....	20
3.2 Perancangan Alat	21
3.2.1 Desain Alat.....	21
3.2.2 Cara Kerja	28
3.2.3 Komponen Alat	29
3.3 Teknik Pengujian	30
3.3.1 Pengujian Sensor Tegangan	30
3.3.2 Pengujian Konverter <i>SEPIC</i> dengan Metode <i>Fuzzy Logic</i>	30

3.3.3	Pengujian <i>SEPIC</i> Konverter pada Pengisian Aki.....	30
3.4	Tempat dan Waktu Penelitian	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		32
4.1	Uraian Rencana Penelitian	32
4.2	Pengujian Perangkat Keras	32
4.2.1	Pengujian Solar Panel	32
4.2.2	Pengujian <i>Buck Boost SEPIC Converter</i>	34
4.2.3	Pengujian Sensor INA219.....	35
4.2.4	Pengujian Baterai	37
4.2.5	Pengujian Mikrokontroler	38
4.3	Pengujian Perangkat Lunak.....	39
4.3.1	Pengujian Arduino IDE.....	39
4.3.2	Pengujian Metode <i>Fuzzy Logic</i>	40
4.2.3	Pengujian Software SCADA <i>HAIWELL</i>	45
4.4	Pengujian Keseluruhan.....	45
BAB V PENUTUP		50
5.1	Kesimpulan	50
5.2	Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA.....		51
LAMPIRAN		



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Panel Surya.....	5
Gambar 2. 2 <i>Buck-Boost</i> Konverter <i>SEPIC</i>	8
Gambar 2. 3 Aki.....	10
Gambar 2. 4 Sensor INA219.....	11
Gambar 2. 5 Arduino IDE (Integrated Development Enviroenment).....	12
Gambar 2. 6 Software Scada Haiwell	12
Gambar 2. 7 MATLAB.....	16
Gambar 2. 8 NodeMCU	17
Gambar 3. 1 Desain Penelitian.....	20
Gambar 3. 2 Blok Diagram Keseluruhan.....	21
Gambar 3. 3 Desain HMI	27
Gambar 3. 4 Flowchart Cara Kerja Alat	28
Gambar 4. 1 Rangkaian Pengujian Panel Surya.....	32
Gambar 4. 2 Pengujian Panel Surya.....	33
Gambar 4. 3 Rangkaian Pengujian <i>Buck Boost SEPIC Converter</i>	34
Gambar 4. 4 Pengujian <i>Buck Boost SEPIC Converter</i>	34
Gambar 4. 5 Rangkaian Pengujian Sensor INA219.....	35
Gambar 4. 6 Pengujian Sensor INA219.....	36
Gambar 4. 7 Hasil Pengukuran Sensor Pada Software	36
Gambar 4. 8 Rangkaian Pengujian Baterai	37
Gambar 4. 9 Pengujian Baterai	37
Gambar 4. 10 Pengujian Mikrokontroler	38
Gambar 4. 11 Software Arduino IDE (<i>Integrated Development Environment</i>)	39
Gambar 4. 12 <i>Membership Function</i> Variabel Input Pada MATLAB.....	40
Gambar 4. 13 <i>Membership Function</i> Variabel Output Pada MATLAB.....	41
Gambar 4. 14 Hasil Simulasi <i>Fuzzyrule</i> di MATLAB.....	44
Gambar 4. 15 Grafik Hasil <i>Defuzzyfikasi</i>	44
Gambar 4. 16 Software SCADA HAIWELL	45
Gambar 4. 17 Rangkaian Sistem.....	46
Gambar 4. 18 Sistem Keseluruhan.....	46
Gambar 4. 19 HMI SCADA HAIWELL.....	47
Gambar 4. 20 Beban Lampu 12VDC 5 Watt	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	18
Tabel 3. 1 Spesifikasi Panel Surya	22
Tabel 3. 2 Parameter Perancangan Konverter SEPIC	23
Tabel 3. 3 Waktu Penelitian	31
Tabel 4. 1 Data Pengujian Panel Surya	33
Tabel 4. 2 Data Pengujian <i>Buck Boost SEPIC Converter</i>	34
Tabel 4. 3 Data Perbandingan Pengukuran Alat Ukur Dengan Sensor	36
Tabel 4. 4 Pengujian Baterai	38
Tabel 4. 5 Pengujian Mikrokontroler	38
Tabel 4. 6 Pengujian Keseluruhan	48



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A SOP Pengoperasian Alat Monitoring Panel Surya	A-1
Lampiran B Code Pemrograman.....	B-1



DAFTAR PUSTAKA

- Advernesia. (2020, April 5). *Pengertian MATLAB dan Kegunaannya*. Retrieved from Advernesia: <https://www.advernesia.com/blog/matlab/apa-itu-matlab/>
- Ali Akbar, M. F., Iswahyudi, P., & Moonlight, L. S. (2018). *RANCANG BANGUN KONTROL DAN MONITORING SISTEM PROTEKSI BEBAN TIDAK SEIMBANG BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER*. Retrieved from scholar.google.com: https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=id&user=r21iyb4AAAAJ&cstart=20&pagesize=80&citation_for_view=r21iyb4AAAAJ:qjMakFHDy7sC
- Bolt, O. (2023, November 17). *Solar Charge Controller Settings*. Retrieved from <https://energytheory.com/>: <https://energytheory.com/solar-charge-controller-settings/>
- Cakrawala96. (2021, Mei 19). *Solar Charge Controller: Pengertian, Fungsi, dan Jenisnya*. Retrieved from <https://www.gesainstech.com/>: <https://www.gesainstech.com/2021/05/solar-charge-controller-pwm-mppt.html>
- Carakami. (2024, Januari). *Apa Itu Aki? Pengertian, Cara Kerja, dan Jenis*. Retrieved from <https://carakami.com/>: <https://carakami.com/apa-itu-aki-pengertian-cara-kerja-dan-jenis/>
- erintafifah. (2021, Oktober 8). *Mengenal Perangkat Lunak Arduino IDE*. Retrieved from KMTek: <https://www.kmtech.id/post/mengenal-perangkat-lunak-arduino-ide>
- Faudin, A. (2017, agustus 25). *Cara mengukur tegangan & arus DC menggunakan sensor INA219*. Retrieved from <https://www.nyebarilmu.com/>: <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengukur-tegangan-arus-dc-menggunakan-sensor-ina219/>
- Haiwell. (2023, Desember 26). *Cloud Scada*. Retrieved from <http://en.haiwell.com/>: <http://en.haiwell.com/hwproducts/SCADA.html>
- kamalogis_teknikfisika. (2021, Agustus 18). *Mengenal Protokol Modbus*. Retrieved from Kamalogis: <https://kamalogis.ft.ugm.ac.id/2021/08/18/mengenal-protokol-modbus/>

- KANTINIT. (2023, Januari 7). *Fuzzy Sugeno: Cara Kerja, Contoh Soal dan Implementasi*. Retrieved from kantinit.com:
<https://kantinit.com/kecerdasan-buatan/fuzzy-sugeno-cara-kerja-contoh-soal-dan-implementasi/>
- Kho, D. (2022). *Pengertian LED (Light Emitting Diode) dan Cara Kerjanya*. Retrieved from <https://teknikelektronika.com/>:
<https://teknikelektronika.com/pengertian-led-light-emitting-diode-cara-kerja/>
- LamanIT. (2023, Januari 14). *Logika Fuzzy: Pengertian, Fungsi, Kelebihan dan Contoh*. Retrieved from <https://lamanit.com/>: <https://lamanit.com/logika-fuzzy/>
- Muhamad Saleh, M. H. (2017). RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN RUMAH MENGGUNAKAN RELAY. *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana*, 181-186.
- Naeem, A. (2021, Mei 3). *5 Simple Steps for Programming ESP8266 NodeMCU 12E using Arduino IDE*. Retrieved from <https://www.embedded-robotics.com>: <https://www.embedded-robotics.com/programming-esp8266/>
- Noor, R. (2023, Agustus 26). *Arduino: Pengertian, Komponen, Fungsi dan Jenisnya*. Retrieved from <https://ilmuelektro.id/>:
<https://ilmuelektro.id/arduino/>
- Patria Dwin Cahyawati, D. R. (2023). Implementasi Konverter Berbasis SEPIC pada Modul Solar Panel dengan Algoritma Fuzzy Logic. *Jurnal Elkolind Volume 10, Nomor 3*, 282-291.
- Radya, M. (2024, Januari 16). *Mengenal Nodemcu: Pengertian dan Fungsinya*. Retrieved from [blog.indobot](https://blog.indobot.co.id/mengenal-nodemcu-pengertian-dan-fungsinya/): <https://blog.indobot.co.id/mengenal-nodemcu-pengertian-dan-fungsinya/>
- Saretta, I. R. (2022, Juni 10). *Mengenal Panel Surya sebagai Pembangkit Listrik Ramah Lingkungan*. Retrieved from www.cermati.com:
<https://www.cermati.com/artikel/panel-surya>
- superadmin. (2021, Juni 4). *Apa dan Bagaimana Sistem Kerja Panel Surya?* Retrieved from <https://elektro.umy.ac.id/>: <https://elektro.umy.ac.id/apa-dan-bagaimana-sistem-kerja-panel-surya/>
- Ta'Lim NurHidayat, R. S. (2021). ANALISIS OUTPUT DAYA PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DENGAN KAPASITAS 10WP, 20WP, DAN 30WP. *CRANKSHAFT*, 9-18.
- Tashfier. (2024). *INA219 I2C BI-DIRECTIONAL DC CURRENT/POWER*

MONITOR SENSOR BREAKOUT MODULE. Retrieved from
<https://mikroelectron.com/>: <https://mikroelectron.com/Product/INA219-I2C-Bi-directional-DC-Current-Power-Monitor-Sensor-Breakout-Module/>

VE. (2022, Maret 16). *The Power of Solar: Energize Your Life*. Retrieved from
<https://energysolarsun.blogspot.com/>:
<https://energysolarsun.blogspot.com/2022/03/lead-acid-solar-panel-battery-storage.html>

Widodo, D. A., & Suryono, Tatyantoro. A. (2010). PEMBERDAYAAN ENERGI MATAHARI SEBAGAI ENERGI LISTRIK LAMPU PENGATUR LALU LINTAS. In *Jurnal Teknik Elektro* (Vol. 2, Issue 2).



LAMPIRAN

Lampiran A SOP Pengoperasian Alat Monitoring Panel Surya

1. Mengoperasikan alat sesuai dengan *Standar Operational Procedure* (SOP).
 - a. Sambungkan konektor dari panel surya ke rangkaian alat.
 - b. Sambungkan Mikrokontrol dengan laptop menggunakan kabel *mikro USB*.
 - c. Pastikan kabel pada baterai sudah terpasang.
 - d. Tekan *pushbutton* diatas kotak mikrokontroler untuk koneksi tegangan output panel surya.
 - e. Tekan *pushbutton* disamping kotak mikrokontrol untuk koneksi beban ke sumber tegangan.
 - f. Buka aplikasi *SCADA HAIWELL* untuk memonitoring hasil pengukuran dan mengontrol beban alat.
2. Mematikan alat sesuai *Standar Operational Procedure* (SOP)
 - a. Matikan aplikasi *SCADA HAIWELL* dan lepaskan kabel *mikro USB*.
 - b. Matikan *pushbutton* atas dan samping untuk memutus koneksi antara panel surya, konverter dan beban.
 - c. Lepaskan konektor pada panel surya untuk memutuskan sumber listrik.
 - d. Lepaskan salah satu kabel pada baterai untuk mengantisipasi *short circuit* yang tidak diinginkan.

Lampiran B Code Pemrograman

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

#define ID 1
Modbus slave(ID,Serial,0);
int freq=30000;
uint16_t au16data[10];

int pwmValue;

Adafruit_INA219 ina_1(0x40);
Adafruit_INA219 ina_2(0x45);

double volt_1, volt_2, current_1, current_2,
pwm,p1,p2,pwminv;

double volt_sp = 14.40;

bool relayin;
int pwm_pin = 12;

unsigned long update_millis;

// Definisikan parameter abc untuk fungsi keanggotaan
segitiga tegangan
const float a = volt_sp*0.3; // (rendah)
const float b = volt_sp*0.6; // (sedang)
const float c = volt_sp; // (tinggi)

void setup() {
  Serial.begin(57600);
  pinMode(13,OUTPUT);//relay
  digitalWrite(13,LOW);
  ina_1.begin();
  ina_2.begin();
  analogWriteFreq(30000);
  slave.start();
}
```

```

}

void loop() {
    volt_1 = ina_1.getBusVoltage_V();
    current_1 = ina_1.getCurrent_mA();
    p1=ina_1.getPower_mW();
    volt_2 = ina_2.getBusVoltage_V();
    current_2 = ina_2.getCurrent_mA();
    p2=ina_2.getPower_mW();
    fuzzy_control_voltage();
    update_data();
}

void update_data()
{
    if (millis() - update_millis > 50) {
        update_millis=millis();
        slave.poll(au16data,10);
        au16data[0] = volt_1;
        au16data[1] = current_1;
        au16data[2] = volt_2;
        au16data[3] = current_2;
        au16data[4] = (pwm/800)*100;
        au16data[6] = p1;
        au16data[7] = p2;
        digitalWrite(13,bitRead(au16data[5],0));
    }
}

void fuzzy_control_voltage(){
    float low = lowMembership(volt_2);
    float medium = mediumMembership(volt_2);
    float high = highMembership(volt_2);

    //Fuzzy logic rules
    if(low >= medium && low >= high) {
        pwmValue = map(volt_2, 0, volt_sp, 800, 550);
    }else if(medium >= low && medium >= high) {
        pwmValue = map(volt_2, 0, volt_sp, 550, 300);
    }else{
        pwmValue = map(volt_2, 0, volt_sp, 300, 0);
    }

    if(pwmValue<0){pwmValue=0;}
}

```

```

    pwm=pwmValue;
    analogWrite(pwm_pin, pwmValue);

}

// Fungsi untuk menghitung keanggotaan untuk kategori rendah
float lowMembership(float x) {
    if (x <= a) return 1.0;
    else if (x > a && x < b) return (b - x) / (b - a);
    else return 0.0;
}

// Fungsi untuk menghitung keanggotaan untuk kategori sedang
float mediumMembership(float x) {
    if (x <= a || x >= c) return 0.0;
    else if (x > a && x <= b) return (x - a) / (b - a);
    else if (x > b && x < c) return (c - x) / (c - b);
    else return 1.0;
}

// Fungsi untuk menghitung keanggotaan untuk kategori tinggi
float highMembership(float x) {
    if (x >= c) return 1.0;
    else if (x > b && x < c) return (x - b) / (c - b);
    else return 0.0;
}

```



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Kurniawan Eka Putra, Lahir di Malang, Jawa Timur pada tanggal 08 Desember 2002. Anak pertama dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Sugeng Hariyanto dan Ibu Trini Pujiwati. Mempunyai 2 saudara kandung Kresna Cahyo Dwi Putra dan Kirana Putri Tri Andini. Beragama Islam. Bertempat tinggal di Jl.Welirang No.43 RT.003 RW.002 Kelurahan Kepanjen, Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang.

Dengan pendidikan formal yang pernah diikuti sebagai berikut :

1. SD Negeri 1 Kepanjen (lulus pada tahun 2015)
2. SMP Negeri 4 Kepanjen (lulus pada tahun 2018)
3. SMA Negeri 1 Kepanjen (lulus pada tahun 2021)

Pada tahun 2021 diterima sebagai Taruna di Politeknik Penerbangan Surabaya Program Studi Diploma 3 Teknik Listrik Bandar Udara Angkatan ke-16. Melaksanakan *On the Job Training* pertama di Unit Penyelenggara Bandar Udara Gusti Sjamsir Alam, Kota Baru, Kalimantan Selatan pada tanggal 08 Mei 2023 sampai 12 September 2023 dan *On the Job Training* kedua di Bandar Udara Internasional Sultan Aji Muhammad Sulaiman, Balikpapan pada tanggal 02 Oktober 2023 sampai 29 Februari 2024.