

***PROTOTYPE PHOTOVOLTAIC CHARGER CONTROLLER
BERBASIS PROPORTIONAL-INTEGRAL-DERIVATIVE (PID)
DENGAN OVERHEAT PROTECTION SYSTEM***

PROYEK AKHIR



Oleh :

KRISDHINO FEBIANTARA
NIT. 30121035

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK LISTRIK BANDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2024**

***PROTOTYPE PHOTOVOLTAIC CHARGER CONTROLLER
BERBASIS PROPORTIONAL-INTEGRAL-DERIVATIVE (PID)
DENGAN OVERHEAT PROTECTION SYSTEM***

PROYEK AKHIR

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



Oleh :

KRISDHINO FEBIANTARA
NIT. 30121035

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK LISTRIK BANDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN

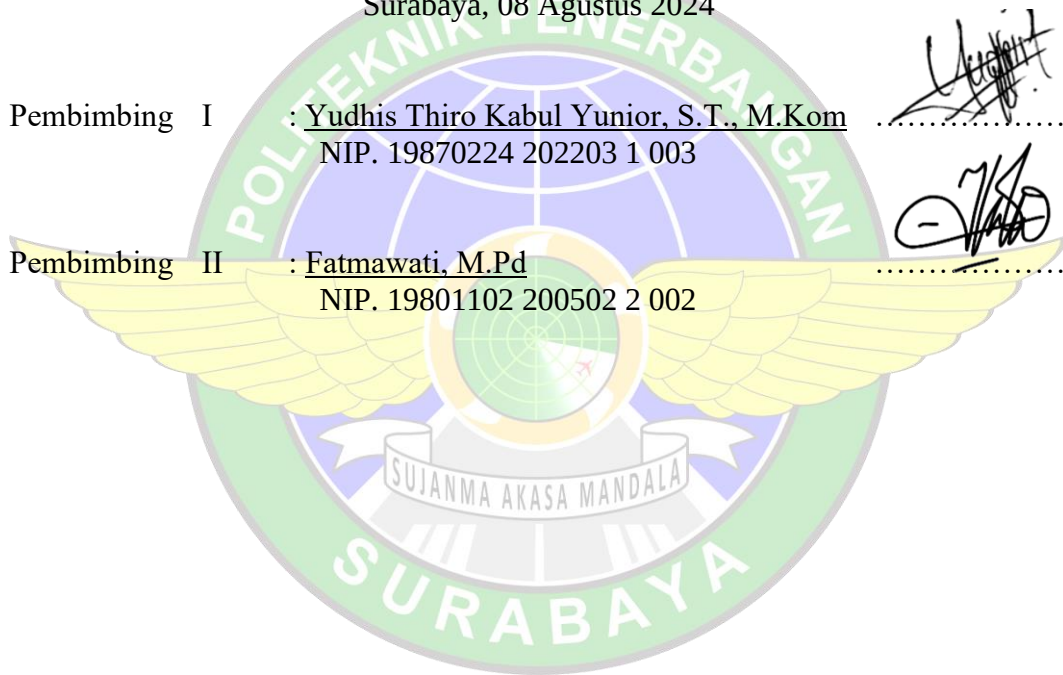
*PROTOTYPE PHOTOVOLTAIC CHARGER CONTROLLER BERBASIS
PROPORTIONAL-INTEGRAL-DERIVATIVE (PID) DENGAN OVERHEAT
PROTECTION SYSTEM*

Oleh :
KRISDHINO FEBIANTARA
NIT. 30121035

Disetujui untuk diujikan pada:
Surabaya, 08 Agustus 2024

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

Pembimbing II : Fatmawati, M.Pd
NIP. 19801102 200502 2 002



LEMBAR PENGESAHAN

*PROTOTYPE PHOTOVOLTAIC CHARGER CONTROLLER BERBASIS
PROPORTIONAL-INTEGRAL-DERIVATIVE (PID) DENGAN OVERHEAT
PROTECTION SYSTEM*

Oleh :
Krisdhino Febiantara
NIT. 30121035

Telah dipertahankan dan dinyatakan lulus pada Ujian Proyek Akhir
Program Pendidikan Diploma 3 Teknik Listrik Bandara
Politeknik Penerbangan Surabaya
pada tanggal : 08 Agustus 2024

Panitia Penguji :

1. Ketua : Rifdian I.S, S.T., M.M., M.T.
NIP. 19810629 200912 1 002

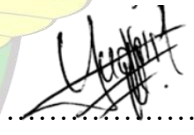


makasi

2. Sekretaris : Fatmawati, M.Pd
NIP. 19801102 200502 2 002



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



Ketua Program Studi
D3 Teknik Listrik Bandara



Dr. Gunawan Sakti, S.T., M.T.
NIP. 19881001 200912 1 003

ABSTRAK

PROTOTYPE PHOTOVOLTAIC CHARGER CONTROLLER BERBASIS PROPORTIONAL-INTEGRAL-DERIVATIVE (PID) DENGAN OVERHEAT PROTECTION SYSTEM

Oleh:

Krisdhino Febiantara

NIT. 30121035

Energi matahari merupakan sumber energi yang melimpah, tidak pernah habis, dan ramah lingkungan, serta berpotensi menjadi sumber energi utama di masa depan. Penggunaan panel surya atau sel surya (*Photovoltaic*) memungkinkan konversi langsung energi matahari menjadi energi listrik. Namun, intensitas cahaya matahari yang terlalu tinggi dapat merusak panel surya dan baterai, sehingga diperlukan sistem proteksi untuk mengatasi masalah ini.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan prototipe Pengontrol Pengisian *Photovoltaic* berbasis *Proportional-Integral-Derivative* (PID) dengan Sistem Proteksi *Overheat*. *Prototype* ini diharapkan mampu menstabilkan daya *output* sesuai dengan kebutuhan beban dan mengurangi suhu untuk mencegah penurunan daya atau kerusakan pada panel surya. Dengan adanya *prototype* ini, diharapkan kinerja panel surya dapat dioptimalkan dan umur pakainya diperpanjang.

Kesimpulan dari proyek akhir ini adalah bahwa penggunaan *buck boost converter* dengan metode PID berhasil menstabilkan tegangan keluaran dari panel surya yang fluktuatif sehingga dapat digunakan untuk pengisian baterai dengan tegangan yang stabil dan aman, yaitu pada *setpoint* 13V. Percobaan menunjukkan bahwa tegangan keluaran dari panel surya berkisar antara 17,4V hingga 20,52V dengan arus antara 1,76A hingga 1,8A, sementara tegangan *output buck boost converter* berhasil dipertahankan antara 12,8V hingga 13V. Dalam pengujian di lapangan, penggunaan metode PID yang dikendalikan oleh Arduino Uno menunjukkan hasil yang memuaskan dengan tegangan tertinggi yang dicapai adalah 13,7V pada pagi hari, 13,9V pada siang hari, dan 13,6V pada sore hari, dengan *overshoot* yang sangat kecil yaitu berkisar antara 0,0107% hingga 0,015%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem ini efektif dalam mengatur dan menstabilkan tegangan untuk pengisian baterai, yang pada gilirannya dapat memperpanjang umur baterai.

Kata kunci : Panel Surya, *Photovoltaic*, PID, *Overheat*, Energi Terbarukan, Arduino Uno, Baterai.

ABSTRACT

PROTOTYPE PHOTOVOLTAIC CHARGER CONTROLLER BERBASIS PROPORTIONAL-INTEGRAL-DERIVATIVE (PID) DENGAN OVERHEAT PROTECTION SYSTEM

By :

Krisdhino Febiantara
NIT. 30121035

The use of solar panels or photovoltaic cells enables direct conversion of solar energy into electricity. However, too high sunlight intensities can damage solar panel and batteries, requiring protective systems to address this problem.

The research aims to develop a prototype Proportional-Integral-Derivative (PID) Photovoltaic Charge Controller with Overheat Protection System. The prototype is expected to be able to stabilize the output power according to the load requirements and reduce the temperature to prevent power loss or damage to the solar panel. With the existence of these prototypes, it is expected that the performance of solar panels can be optimized and the wear life extended.

The conclusion of this final project is that using the buck boost converter with the PID method successfully stabilizes the output voltage of the fluctuating solar panel so that it can be used for charging the battery with a stable and safe voltage, i.e. at the 13V setpoint. Experiments show that the outputs voltage from the solar panel ranges between 17.4V to 20.52V with a current between 1.76A and 1.8A, while the bucks boost converter output voltage is managed to beined between 12.8V to 13V. In field tests, the use of the Pid method controlled by Arduino Uno showed satisfactory results with the highest voltage achieved being 13.7V in the morning, 13.9V in daytime, and 13.6V in evening time, with a very small overshoot ranging from 0.07% to 0.015%. The results show that this system is effective in stabilizing the voltage for battery charging, at which time it can prolong battery life.

Keywords : Solar panels, Photovoltaic, PID, Overheat, Renewable Energy, Arduino Uno, Battery.

PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Krisdhino Febiantara
NIT : 30121035
Program Studi : D3 Teknik Listrik Bandara
Judul Proyek Akhir : *Prototype Photovoltaic Charger Controller*
Berbasis *Proportional-Integral-Derivative (PID)*
Dengan *Overheat Protection System*

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, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasi 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 Politeknik Penerbangan Surabaya.

Surabaya, 09 Agustus 2024
Yang membuat pernyataan



Krisdhino Febiantara
NIT. 30121035

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kami panjatkan kepada kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, berkat limpahan Rahmat Kesehatan dan hidayahNYa, sehingga penulis dapat Menyusun Proyek Akhir yang berjudul “*PROTOTYPE PHOTOVOLTAIC CHARGER CONTROLLER BERBASIS PROPORTIONAL-INTEGRAL-DERIVATIVE (PID) DENGAN OVERHEAT PROTECTION SYSTEM*” diselesaikan dengan sesuai waktu yang telah ditentukan dan diharapkan dapat bermanfaat untuk kemajuan teknologi.

Penyusunan Proyek Akhir ini dimaksudkan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan di Politeknik Penerbangan Surabaya dan memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md.). Pada penyusunan tugas kali ini penulis mendapat bantuan do'a maupun dukungan. Oleh sebab itu, ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada segenap pihak yang telah membantu selama proses penyusunan Proyek Akhir ini, terutama kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi karunia sehingga penulis bisa menyelesaikan penyusunan Proyek Akhir.
2. Kedua orang tua yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, serta dukungan penuh.
3. Bapak Ahmad Bahrawi, S.E., M.T. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Surabaya.
4. Bapak Dr. Gunawan Sakti, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Listrik Bandar Udara
5. Bapak Yudhis Thiro Kabul Yunior, S.T., M.Kom selaku pembimbing I yang senantiasa membimbing dalam penyusunan Proyek Akhir.
6. Ibu Fatmawati, M.Pd selaku pembimbing II yang senantiasa membimbing dalam penyusunan Proyek Akhir.
7. Seluruh dosen dan sivitas akademika Prodi D3 Teknik Listrik Bandar Udara Politeknik Penerbangan Surabaya.
8. Teman teman seangkatan TLB XVI atas dukungan yang telah diberikan.

Pada hal ini penulis tentunya menyadari bahwa karya tulis ini masih jauh dari kata sempurna, maka dari itu saran, kritik, dan masukan yang membangun penting bagi penulis demi karya yang lebih baik di masa mendatang. Atas segala kesalahan dan kata – kata yang kurang berkenan, penulis memohon maaf dari lubuk hati yang paling dalam.

Surabaya, Agustus 2024



Krisdhino Febiantara



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Teori Penunjang.....	5
2.1.1 Panel Surya	5
2.1.2 <i>Buck Boost Converter</i>	8
2.1.3 Relay	9
2.1.4 Baterai.....	10
2.1.5 Sensor INA 219.....	11
2.1.6 Sensor DHT11	12
2.1.7 Pompa Air DC.....	13
2.1.8 <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i>	14
2.1.9 Arduino Uno	15
2.1.10 Kontrol PID.....	16
2.2 Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan	18
BAB III METODE PENELITIAN.....	19

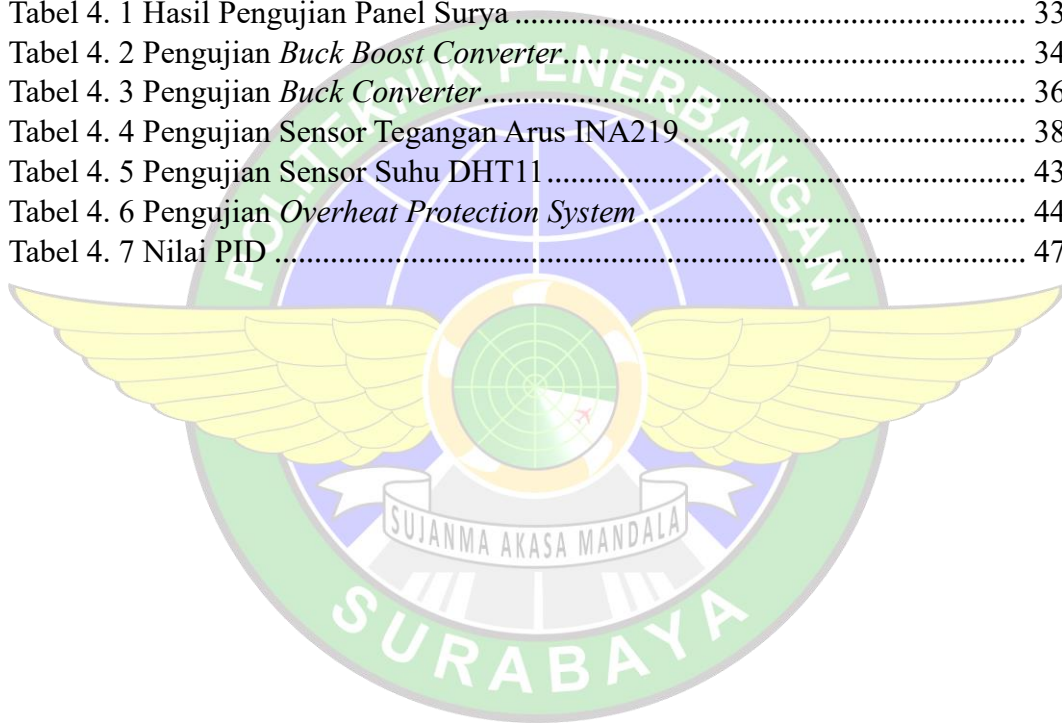
3.1 Desain Penelitian	19
3.2 Perancangan Alat	21
3.2.1 Desain Alat	21
3.2.2 Cara Kerja Alat	22
3.2.3 Komponen Alat	23
3.3 Teknik Pengujian	30
3.4 Teknik Analisis Data	30
3.5 Tempat dan Waktu Penelitian	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Uraian Rencana Penelitian	32
4.2 Pengujian Perangkat Keras	32
4.2.1 Pengujian Panel Surya	32
4.2.2 Pengujian <i>Buck Boost Converter</i>	34
4.2.3 Pengujian Buck Converter	35
4.2.4 Pengujian Sensor Tegangan Arus INA219	37
4.2.5 Pengujian Arduino Uno	38
4.2.6 Pengujian Baterai	39
4.2.7 Pengujian LCD 16x2	40
4.2.8 Pengujian Pompa Air DC	41
4.2.9 Pengujian Sensor Suhu DHT11	42
4.2.10 Pengujian <i>Overheat Protection System</i>	43
4.3 Pengujian Perangkat Lunak	44
4.3.1 Pengujian Arduino IDE	44
4.3.2 PID (<i>Proportional Integral Derivative</i>)	45
4.4 Pengujian Sistem Keseluruhan	49
BAB V PENUTUP	53
5.1 Simpulan	53
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Monocrystalline Silicon Solar Panel</i>	5
Gambar 2. 2 <i>Thin Film Solar Panel</i>	6
Gambar 2. 3 <i>Polycrystalline Silicon</i>	7
Gambar 2. 4 <i>Buck Boost Converter</i>	8
Gambar 2. 5 Relay.....	9
Gambar 2. 6 Baterai	10
Gambar 2. 7 Sensor INA 219	11
Gambar 2. 8 Sensor DHT11	12
Gambar 2. 9 Pompa Air DC	13
Gambar 2. 10 LCD.....	14
Gambar 2. 11 Arduino Uno	15
Gambar 2. 12 Kontrol PID.....	16
Gambar 3. 1 Desain Penelitian.....	19
Gambar 3. 2 Desain Alat	21
Gambar 3. 3 <i>Flowchart</i> Alat	22
Gambar 4. 1 Rangkaian Panel Surya	32
Gambar 4. 2 Pengujian Panel Surya.....	33
Gambar 4. 3 Rangkaian <i>Buck Boost Converter</i>	34
Gambar 4. 4 Pengujian <i>Buck Boost Converter</i>	34
Gambar 4. 5 Rangkaian <i>Buck Converter</i>	35
Gambar 4. 6 Pengujian <i>Buck Converter</i>	36
Gambar 4. 7 Pengujian Sensor Tegangan Arus INA219.....	37
Gambar 4. 8 Rangkaian Sensor Tegangan Arus INA219.....	37
Gambar 4. 9 Rangkaian Arduino Uno.....	38
Gambar 4. 10 Arduino Uno.....	39
Gambar 4. 11 Rangkaian Pengujian Baterai	39
Gambar 4. 12 Pengujian Baterai	40
Gambar 4. 13 LCD 16x2.....	40
Gambar 4. 14 Rangkaian LCD 16x2.....	40
Gambar 4. 15 Rangkaian Pompa Air DC	41
Gambar 4. 16 Pompa Air DC	41
Gambar 4. 17 Rangkaian Sensor Suhu DHT11.....	42
Gambar 4. 18 Sensor Suhu DHT11	42
Gambar 4. 19 Pengujian <i>Overheat Protection System</i>	43
Gambar 4. 20 Koding Arduino IDE	46
Gambar 4. 21 Respon Sistem PID.....	46
Gambar 4. 22 Grafik Nilai <i>Error</i>	48
Gambar 4. 23 Rangkaian Skematik Alat.....	49
Gambar 4. 24 Pengujian Sistem Keseluruhan.....	49

DAFTAR TABEL

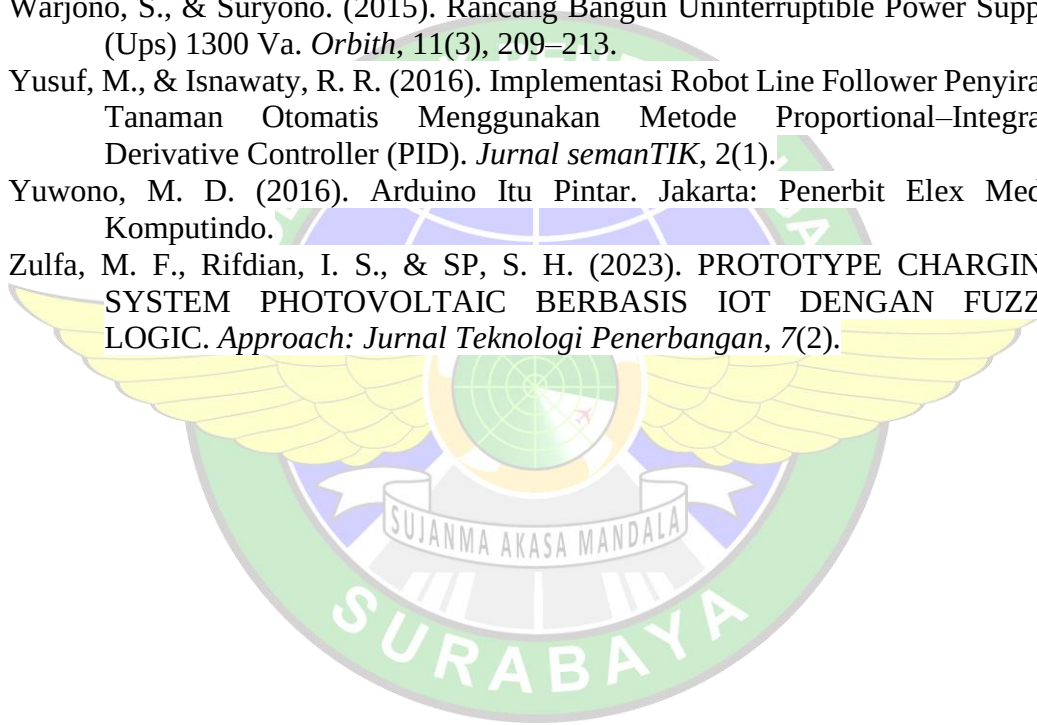
Tabel 2. 1 Karakteristik PID.....	17
Tabel 2. 2 Kajian penelitian terdahulu	18
Tabel 3. 1 Spesifikasi Panel Surya	24
Tabel 3. 2 Spesifikasi Arduino Uno	25
Tabel 3. 3 Spesifikasi Sensor INA219	26
Tabel 3. 4 Sensor DHT11	26
Tabel 3. 5 Spesifikasi LCD	27
Tabel 3. 6 Spesifikasi Pompa Air DC.....	28
Tabel 3. 7 Spesifikasi Relay	28
Tabel 3. 8 Spesifikasi Baterai.....	29
Tabel 3. 9 Tempat dan Waktu Penelitian.....	31
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Panel Surya	33
Tabel 4. 2 Pengujian <i>Buck Boost Converter</i>	34
Tabel 4. 3 Pengujian <i>Buck Converter</i>	36
Tabel 4. 4 Pengujian Sensor Tegangan Arus INA219	38
Tabel 4. 5 Pengujian Sensor Suhu DHT11	43
Tabel 4. 6 Pengujian <i>Overheat Protection System</i>	44
Tabel 4. 7 Nilai PID	47



DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, K. (2013). Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler Dan Pemogramannya Menggunakan Arduino. Yogyakarta: Penerbit ANDI
- Abdelaziz, A., & Elamvazuthi, I. (2018). IoT-based smart home automation using Arduino and relay module. *Journal of Automation and Control Engineering*, 6(1), 7-14. <https://doi.org/10.18178/jace.2018.6.1.12>.
- Chopra, K. L., Paulson, P. D., & Dutta, V. (2004). "Thin-film solar cells: an overview." *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 12(2-3), 69-92.
- Elly Mufida, R. S. (2020). Perancangan Alat Pengontrol pH Air Untuk Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Inovasi dan Sains Teknik Elektro*, 13-19.
- Green, M. A., Emery, K., Hishikawa, Y., & Warta, W. (2019). "Solar cell efficiency tables (Version 54)." *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 27(1), 3-12.
- Gunawan, I., Akbar, T., & Ilham, M. G. (2020). Prototipe penerapan Internet of Things (Iot) pada monitoring level air tandon menggunakan nodemcu Esp8266 dan Blynk. *Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi*, 3(1), 1-7.
- Latip. (2022). PENERAPAN MODEL ADDIE DALAM PENGEMBANGAN DIKSAINS : *Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains*, 2 (2) ; 102-108.
- Linden, D., & Reddy, T. B. (2002). "Handbook of Batteries." McGraw-Hill.
- Maulidin, M. N., Hariyadi, S., & Wiguna, I. W. Y. M. (2021). RANCANG BANGUN SISTEM PENDINGIN PANEL SURYA MENGGUNAKAN KENDALI AIR OTOMATIS UNTUK MENURUNKAN RUGI RUGI DAYA BERBASIS ARDUINO VIA ANDROID. In *Prosiding SNITP (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan)* (Vol. 5).
- Maiti, A., & Das, S. (2020). A high-precision power monitoring system based on INA219 sensor. *Journal of Electrical Engineering & Technology*, 15(3), 1059-1066. <https://doi.org/10.1007/s42835-020-00057-5>.
- Mujahid, A., & Hashim, U. (2020). Arduino-based embedded system design for educational applications. *IEEE Access*, 8, 114368-114377. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3005686>.
- Putri, S. D. D., & Aswardi, A. (2020). Rancang Bangun Buck-Boost Converter menggunakan Kendali PID. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, 6(2), 258-272.
- Rahmatullah, M. A. (2021). *Rancang Bangun dan Analisa Unjuk Kerja Single Axis Solar Tracker Berbasis Logika Fuzzy* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Nasional Malang).
- Rumalutur, S., & Mappa, A. (2019). Temperature and Humidity Moisture Monitoring System with Arduino R3 and DHT 11. *Electro Luceat*, 5(2), 40-47.
- Satrio, A. G., & Irawan, J. (2018). Rancang Bangun Solar Charge Control Untuk PLTS Di Desa Citarate Kecamatan Cilograng. *Jurnal Teknik Elektro dan Sains*, 5(2).

- Setyawan, I., & Suprianto, B. (2019). Rancang Bangun Prototype Solar Cell Buck Boost Converter Menggunakan Kontrol Fuzzy Di Implementasikan Pada Aerator Tambak Udang. *Jurnal Teknik Elektro*, 8(3).
- Srinivasan, V. (2005). "Theoretical and experimental studies of the NiMH batteries." *Journal of Power Sources*, 146(1-2), 509-519.
- Tarascon, J. M., & Armand, M. (2001). "Issues and challenges facing rechargeable lithium batteries." *Nature*, 414(6861), 359-367.
- Triyono, B., & Prasetyo, Y. (2019). Multi Input Energi Terbarukan Pada Sistem Dc Bus Menggunakan Buck Boost Converter. *Jurnal Geuthèë: Penelitian Multidisiplin*, 2(1), 245-252.
- Usman, M. K. (2020). Analisis intensitas cahaya terhadap energi listrik yang dihasilkan panel surya. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 9(2), 52-57.
- Warjono, S., & Suryono. (2015). Rancang Bangun Uninterruptible Power Supply (Ups) 1300 Va. *Orbith*, 11(3), 209–213.
- Yusuf, M., & Isnawaty, R. R. (2016). Implementasi Robot Line Follower Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Metode Proportional–Integral–Derivative Controller (PID). *Jurnal semanTIK*, 2(1).
- Yuwono, M. D. (2016). *Arduino Itu Pintar*. Jakarta: Penerbit Elex Media Komputindo.
- Zulfa, M. F., Rifdian, I. S., & SP, S. H. (2023). PROTOTYPE CHARGING SYSTEM PHOTOVOLTAIC BERBASIS IOT DENGAN FUZZY LOGIC. *Approach: Jurnal Teknologi Penerbangan*, 7(2).



LAMPIRAN

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_INA219.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include "ArduPID.h"
#include "DHT.h"

Adafruit_INA219 ina_1(0x40);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
#define DHTPIN 3
#define DHTTYPE DHT11

double volt, current, pwm, temp;
double volt_sp = 13.00;
double temp_sp = 50.00;

double kP = 1;
double kI = 1;
double kD = 1;
double pid_output;

int pwm_pin = 9;
int relay_pin = 2;

unsigned long previousMillis = 0;
const long interval = 300;

ArduPID prosesPID;
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

void setup() {
  Serial.begin(57600);
  dht.begin();
  lcd.begin();

  TCCR1B = TCCR1B & B11111000 | B00000001;

  if (!ina_1.begin()) {
    Serial.println("Failed to find INA219 chip");
    while (1) { delay(10); }
  }

  pinMode(relay_pin, OUTPUT);
  digitalWrite(relay_pin, LOW);

  prosesPID.begin(&volt, &pwm, &volt_sp, kP, kI, kD);
  prosesPID.setOutputLimits(73, 200);
  prosesPID.reverse();
  prosesPID.start();
}

void loop() {
```

```

volt = ina_1.getBusVoltage_V();
current = ina_1.getCurrent_mA();
temp = dht.readTemperature();

if (isnan(temp)) {
    Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
    return;
}

current = abs(current);
if (current < 0) current = 0;

if (temp >= temp_sp) {
    digitalWrite(relay_pin, HIGH);
} else {
    digitalWrite(relay_pin, LOW);
}

prosesPID.compute();
pwm = *(prosesPID.output);
analogWrite(pwm_pin, pwm);

update_data();

Serial.print("Voltage: ");
Serial.print(volt, 1);
Serial.print(" V, Current: ");
Serial.print(current, 0);
Serial.print(" mA, Temperature: ");
Serial.print(temp, 1);
Serial.print(" C, PWM: ");
Serial.print(pwm, 0);
Serial.print(", PID Output: ");
Serial.println(pid_output, 0);
}

void update_data() {
    unsigned long currentMillis = millis();
    if (currentMillis - previousMillis >= interval) {
        previousMillis = currentMillis;

        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print(volt, 1);
        lcd.print("V    ");
        lcd.setCursor(9, 0);
        lcd.print(current, 0);
        lcd.print("mA    ");
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print(temp, 1);
        lcd.print("C    ");
        lcd.setCursor(9, 1);
        lcd.print(pwm, 0);
        lcd.print(" PWM  ");
    }
}

```

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Krisdhino Febiantara, Lahir di Blitar, Jawa Timur pada tanggal 17 Februari 2002. Anak pertama dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Hendrik Sujadi dan Ibu Suwarni. Mempunyai 1 saudara kandung Zifara Lady Hendriwardani. Beragama Hindu. Bertempat tinggal di Jalan Pahlawan, Desa Grajagan, Kecamatan Purwoharjo, Kabupaten banyuwangi, Provinsi Jawa Timur.

Dengan Pendidikan formal yang pernah diikuti sebagai berikut :

1. SDK Sang Timur Sumberjati (lulus pada tahun 2014)
2. SMP Negeri 1 Purwoharjo (lulus pada tahun 2017)
3. SMA Negeri 1 Purwoharjo (lulus pada tahun 2020)

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 Bandar Udara Fransiskus Xaverius, Maumere pada tanggal 08 Mei 2023 sampai 12 September 2023 dan *On the Job Training* kedua di Bandar Udara Internasional Zainuddin Abdul Madjid, Lombok pada tanggal 02 Oktober 2023 sampai 29 Februari 2024.