

**RANCANG BANGUN OTOMATISASI *COOLING SYSTEM*
PADA *SOLAR CELL* BERBASIS *PROPORTIONAL INTEGRAL
DERIVATIVE* (PID)**

PROYEK AKHIR



Oleh :

MOHAMMAD WILDA FAIZUL 'ADHIM
NIT. 30121039

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

2024

**RANCANG BANGUN OTOMATISASI *COOLING SYSTEM*
PADA *SOLAR CELL* BERBASIS *PROPORTIONAL INTEGRAL
DERIVATIVE* (PID)**

PROYEK AKHIR

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



Oleh :

MOHAMMAD WILDA FAIZUL 'ADHIM
NIT. 30121039

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

2024

LEMBAR PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN OTOMATISASI *COOLING SYSTEM* PADA *SOLAR CELL* BERBASIS *PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE (PID)*

Oleh :

MOHAMMAD WILDA FAIZUL 'ADHIM
NIT. 30121039

Disetujui untuk diujikan pada :
Surabaya, 08 Agustus 2024

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

Dosen Pembimbing 2 : Siti Julaihah, S.S, M.Hum
NIP. 19841228 201902 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN OTOMATISASI *COOLING SYSTEM* PADA *SOLAR CELL* BERBASIS *PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE (PID)*

Oleh :

MOHAMMAD WILDA FAIZUL 'ADHIM
NIT. 30121039

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

Panitia Penguji :

Ketua : Dr. Slamet Hariyadi, S.T, M.M
NIP. 19630408 198902 1 001

Sekretaris : Siti Julaihah, S.S, M.Hum
NIP. 19841228 201902 2 001

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

HALAMAN PERSEMBAHAN

MOTTO

**“Jangan Merasa Puas Apa Yang Kamu Raih,Tetap Semangat
Lampaui Batas Maksimalmu”**

PERSEMBAHAN :

Proyek Akhir ini adalah salah satu bagian dari ibadahku kepada Allah SWT, karena hanya KepadaNya kami menyembah dan kepadaNya kami memohon pertolongan.

Sekaligus sebagai ungkapan terima kasihku kepada:

Bapak Agus Suyanto dan Ibu Ummi Mahfudhoh,S.Sos., Orang Tua terhebat yang selalu memberikan do'a dan motivasi untuk putranya.

Saudaraku kandung Rayya Ashila Zahwa dan Hafiza Quthrotunnada. yang selalu memberikan inspirasi dan semangat.

Semua pihak yang membantu dalam menyusun dan mengerjakan Proyek Akhir ini.

Rekan – rekan seperjuangan yang penuh dengan sebuah cerita.

Terima kasih semua.

ABSTRAK

RANCANG BANGUN OTOMATISASI *COOLING SYSTEM* PADA *SOLAR CELL* BERBASIS *PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE* (PID)

Oleh :

MOHAMMAD WILDA FAIZUL 'ADHIM
NIT. 30121039

Energi listrik yang dihasilkan oleh teknologi *solar cell* berupa energi listrik tergantung terhadap intensitas cahaya matahari dan tergantung dalam kinerja panel surya. Untuk mencapai kinerja optimal pada daerah dengan bersuhu tinggi. Kinerja *solar cell* akan bekerja dengan baik dan stabil serta mendapatkan hasil suhu optimal saat bekerja pada suhu antara 25°C hingga 35°C (Putra, 2021). Maka diperlukan suatu penelitian untuk mengoptimalkan kinerja pada solar cell serta memastikan panel surya supaya tidak rusak akibat energi matahari dengan intensitas suhu yang terlalu tinggi, serta tegangan yang dihasilkan tetap optimal meskipun intensitas matahari berubah-ubah dengan seiring berjalannya waktu.

Rancangan atau desain penelitian yang akan dilakukan adalah dengan merancang sistem pendingin otomatis pada permukaan panel surya dengan menggunakan beberapa komponen yang dibutuhkan, antara lain panel surya, NodeMCU ESP8266, sensor INA219, LCD, baterai, sensor DHT11, pompa air DC, serta MIT APP *inventor*. Alat ini untuk mengoptimalkan kinerja panel surya dan mendapatkan *output* tegangan yang optimal serta pembersih panel surya, dengan menggunakan metode *Proportional Integral Derivative* (PID) yang berfungsi untuk mengatur kecepatan putaran motor / Pompa DC yang akan dioperasikan pada alat ini yang dapat dimonitoring melalui aplikasi pada *handphone*.

Hasil penelitian menunjukan dari perbandingan sensor suhu DHT11 dan *Thermometer Digital* mempunyai *error* dibawah 0,5% dan setelah dilakukannya pendinginan mempengaruhi *output* pada panel surya, hasil yang didapatkan setelah pendinginan pada waktu pagi 18,5 V, pada waktu siang 18,6 V, dan pada waktu sore 13,6 V. Serta sistem kontrol PID mengatur PWM pompa DC bekerja dengan baik, dari hasil pengujian yang didapatkan pada waktu pagi yang memiliki *overshoot* 0,018%, pada pengujian waktu siang yang memiliki *overshoot* 0,020%, dan pada pengujian waktu sore yang memiliki *overshoot* 0,019%.

Kata Kunci : Panel Surya, Suhu, *Proportional Integral Derivative* (PID), Mikrokontroler.

ABSTRACT

DESIGN OF COOLING SYSTEM AUTOMATION ON SOLAR CELL BASED ON PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE (PID)

By :
MOHAMMAD WILDA FAIZUL 'ADHIM
NIT. 30121039

The electricity generated by solar cell technology depends on the intensity of sunlight and the performance of the solar panel. To optimal performance in areas with high temperatures. Solar cell performance will work well and stable and get optimal temperature results when operating at temperatures between 25°C and 35°C (Putra, 2021). A study is needed to optimize the performance on solar cells and ensure that solar panels are not damaged by solar energy with too high temperature intensities, and the voltage generated remains optimal even though the sun intensity varies over time.

The design or research design that will be carried out is to design an automatic cooling system on the surface of solar panels using several components needed, including solar panels, NodeMCU ESP8266, INA219 sensor, LCD, battery, DHT11 sensor, DC water pump, and MIT APP inventor. This tool is to optimize the performance of solar panels and get optimal voltage output and solar panel cleaners, using the Proportional Integral Derivative (PID) method which functions to regulate the rotation speed of the motor / DC pump that will be operated on this tool which can be monitored through an application on a mobile phone.

The results showed that the comparison of the DHT11 temperature sensor and the Digital Thermometer had an error below 0.5% and after cooling affected the output on the solar panel, the results obtained after cooling in the morning were 18.5 V, at noon 18.6 V, and in the afternoon 13.6 V. And the PID control system regulates the PWM of the DC pump to work well, from the test results obtained in the morning which has an overshoot of 0.018%, in the afternoon time test which has an overshoot of 0.020%, and in the afternoon time test which has an overshoot of 0.019%.

Keywords : Solar Panel, Temperature, Proportional Integral Derivative (PID), Microcontroller.

PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA

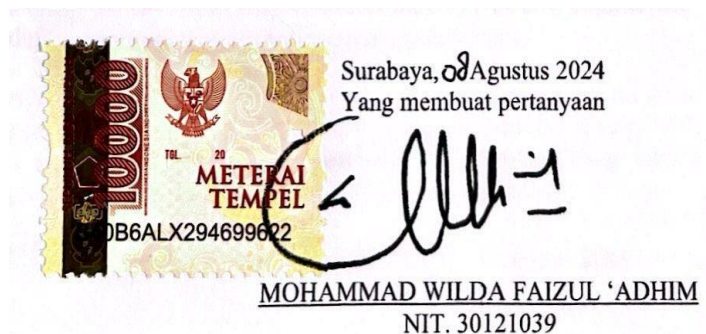
Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mohammad Wilda Faizul 'Adhim
NIT : 30121039
Program Studi : D3 Teknik Listrik Bandara
Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun Otomatisasi *Cooling System* Pada *Solar Cell* Berbasis *Proportional Integral Derivative* (PID)

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 Politeknik Penerbangan Surabaya.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat limpahan rahmat dan hidayahnya, sehingga Proyek Akhir yang berjudul RANCANG BANGUN OTOMATISASI *COOLING SYSTEM* PADA *SOLAR CELL* BERBASIS *PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE* (PID). ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penyusunan Proyek Akhir ini dimaksudkan sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan bagi taruna program Diploma III di Politeknik Penerbangan Surabaya sehingga dapat memperoleh gelar Ahli Madya Teknik (A.Md.T)

Ucapan terima kasih penulis 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, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi D 3 Teknik Listrik Bandara Politeknik Penerbangan Surabaya.
3. Bapak Yudhis Thiro Kabul Yunior, S.T., M.Kom selaku pembimbing I yang senantiasa membimbing dalam penyusunan Proyek Akhir.
4. Ibu Siti Julaihah, SS, M.HUM, selaku pembimbing II yang senantiasa membimbing dalam penyusunan Proyek Akhir.
5. Seluruh dosen dan sivitas akademika Prodi D3 Teknik Listrik Bandara Politeknik Penerbangan Surabaya, atas pengajaran dan ilmunya yang diberikan.
6. Teman-teman sekelas, atas kebersamaan dan kerjasamanya.
7. Teman-teman satu Angkatan, rekan-rekan program studi Teknik Listrik Bandara Angkatan XVI, yang senantiasa memberikan dukungan saran serta membantu dalam penyelesaian Proyek Akhir ini.
8. Kedua orang tua dan adek, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, serta dukungan penuh baik berupa moril maupun materi.

Tentunya 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, 08 Agustus 2024



MOHAMMAD WILDA FAIZUL ADHIM
NIT. 30121039

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Energi Matahari	6
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	6
2.3 Panel Surya	8
2.4 Cara Kerja Panel Surya.....	11
2.5 NodeMCU 8266.....	11
2.6 <i>Driver</i> Motor L298N.....	13
2.7 LCD.....	14
2.8 Pompa Air DC.....	15
2.9 Baterai	16
2.10 MPPT	17
2.11 INA 219	18

2.12	Sensor DHT11	19
2.13	MIT APP <i>Inventor</i>	20
2.14	PID	21
2.15	Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan.....	23
BAB III METODE PENELITIAN		26
3.1	Desain Penelitian	26
3.2	Perancangan Alat	28
3.2.1	Desain Alat.....	28
3.2.2	Cara Kerja	29
3.2.3	Komponen Alat	30
3.3	Teknik Pengujian	32
3.4	Teknik Analisis Data.....	33
3.5	Tempat Waktu Penelitian.....	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		35
4.1	Uraian Rencana Penelitian.....	35
4.2	Pengujian Perangkat Keras	35
4.2.1	Pengujian Panel Surya.....	35
4.2.2	Pengujian Tegangan dan Arus INA219	38
4.2.3	Pengujian Sensor Suhu DHT11	40
4.2.4	Pengujian <i>Cooling System</i>	43
4.2.5	Pengujian Baterai	45
4.2.6	Pengujian LCD.....	47
4.2.7	Pengujian Pompa Air DC.....	48
4.2.8	Pengujian NodeMCU ESP8266	50
4.3	Pengujian Perangkat Lunak	51
4.3.1	Arduino IDE.....	51
4.3.2	MIT App <i>Inventor</i>	53
4.3.3	PID	55
4.3.4	Sinkronisasi Perangkat Keras dan Aplikasi	59
4.4	Pengujian Sistem Keseluruhan	59
4.5	Pembahasan Hasil Penelitian	61
4.5.1	Kelemahan.....	61

4.5.2 Kelebihan	61
BAB V PENUTUP.....	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA.....	65



DAFTAR GAMBAR

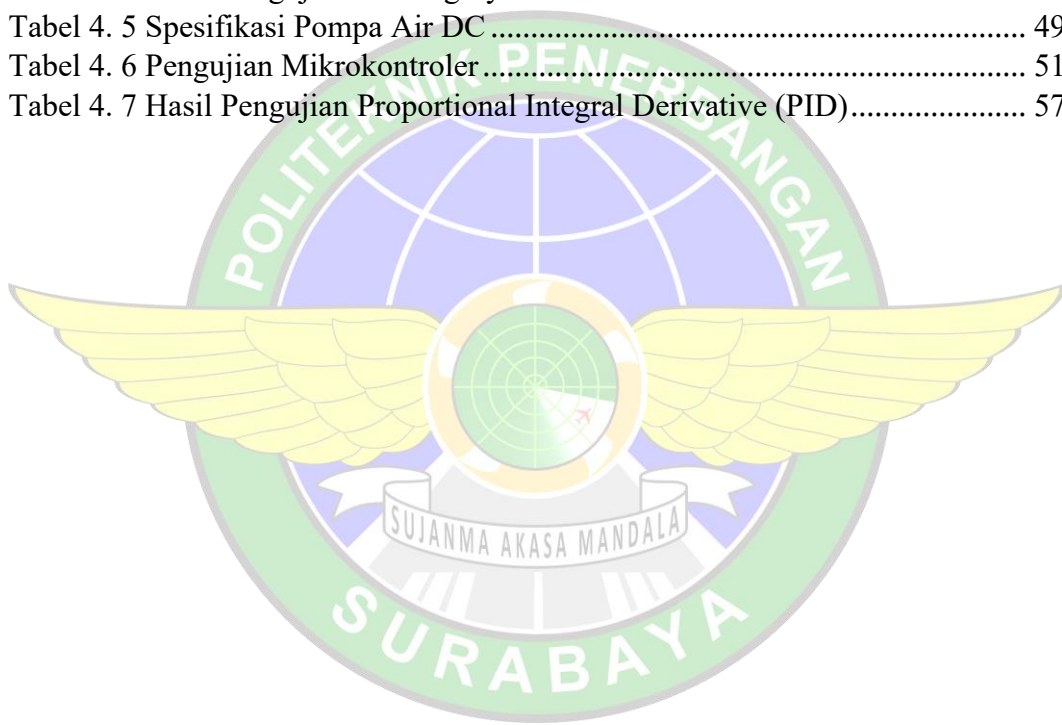
Gambar 2. 1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	7
Gambar 2. 2 Panel Surya Polycrystalline.....	9
Gambar 2. 3 Cara Kerja Panel Surya	11
Gambar 2. 4 NodeMCU 8266	12
Gambar 2. 5 Wiring Diagram NodeMCU 8266.....	13
Gambar 2. 6 Driver Motor L298N	14
Gambar 2. 7 LCD (Liquid Crystal Display).....	15
Gambar 2. 8 Pompa Air DC	16
Gambar 2. 9 Baterai	17
Gambar 2. 10 Maximum Power Point Tracking (MPPT).....	18
Gambar 2. 11 Sensor INA 219	19
Gambar 2. 12 Sensor DHT11	20
Gambar 2. 13 Dashboard MIT APP Inventor	21
Gambar 2. 14 Diagram Blok Kontrol PID	21
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian.....	26
Gambar 3. 2 Desain Blok Diagram	28
Gambar 3. 3 Flowchart Sistem Alat.....	29
Gambar 4. 1 Rangkaian Panel Surya	36
Gambar 4. 2 Panel Surya Polycrystalline.....	36
Gambar 4. 3 Pengujian Panel surya	38
Gambar 4. 4 Rangkaian sensor INA219	39
Gambar 4. 5 Pengujian Sensor INA219	39
Gambar 4. 6 Sensor DHT11	41
Gambar 4. 7 Rangkaian Sensor DHT11	42
Gambar 4. 8 Grafik Pengujian Pagi	44
Gambar 4. 9 Grafik Pengujian Siang	44
Gambar 4. 10 Grafik Pengujian Sore	45
Gambar 4. 11 Grafik Pengujian Cooling System Keseluruhan.....	45
Gambar 4. 12 Rangkaian Baterai	46
Gambar 4. 13 Pengujian Baterai	47
Gambar 4. 14 Rangkaian LCD.....	47
Gambar 4. 15 Tampilan LCD.....	48
Gambar 4. 16 Rangkaian Pompa Air DC.....	49
Gambar 4. 17 Pompa Air DC	49
Gambar 4. 18 Pengujian Pompa Air DC	50
Gambar 4. 19 Mikrokontroler NodeMCU ESP8266	50
Gambar 4. 20 Dashboard Arduino IDE.....	52
Gambar 4. 21 Pemograman Arduino IDE.....	52
Gambar 4. 22 Program Done Compiling	53
Gambar 4. 23 Dashboard Web MIT App Inventor	54

Gambar 4. 24 Tampilan Aplikasi	55
Gambar 4. 25 Program Proportional Integral Derivative (PID).....	56
Gambar 4. 26 Grafik Proportional Integral Derivative (PID)	57
Gambar 4. 27 Grafik Pengujian Proportional Integral Derivative (PID)	58
Gambar 4. 28 Rangkaian Alat Keseluruhan.....	59
Gambar 4. 29 Pengujian Alat Keseluruhan.....	60



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Solar Cell 20 WP	10
Tabel 2. 2 Spesifikasi NodeMCU 8266	12
Tabel 2. 3 Spesifikasi Driver Motor L298N	14
Tabel 2. 4 Kajian Penelitian Terdahulu.....	23
Tabel 3. 1 Waktu Penelitian Dan Perencanaan	34
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Panel Surya	37
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sensor INA219	40
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Perbandingan Sensor DHT11 dan Thermometer Digital	42
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Cooling System	43
Tabel 4. 5 Spesifikasi Pompa Air DC	49
Tabel 4. 6 Pengujian Mikrokontroler	51
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Proportional Integral Derivative (PID).....	57



DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Febry Rismawan, A. I. (2019). Pengaruh Penggunaan Model Reflektor pada Solar Home System 273 Watt Hour terhadap Energi yang Dibangkitkan. *Jurnal Teknik Elektro*, 603-610.
- Ahmed, R. T. (2017). Obtaining and analyzing the characteristics curves of a solar cell. *International Journal of Computation and Applied Sciences IJOCAAS*, 94-98.
- Ahsan Pranawijaya, R. H. (2019). Perbaikan efisiensi konversi energi matahari dengan menggunakan pengaturan temperatur permukaan panel photovoltaik. Seminar Nasional Inovasi, Teknologi dan Aplikasi (SeNITiA), 9-14. Andi
- Association, S. E. (2021). Retrieved from Solar Energy Industries Association: <https://www.seia.org/initiatives/about-solar-energy> Builder, I. (28 Februari 2024).
- Edriati, S., Husnita, L., Amri, E., Samudra, A. A., & Kamil, N. (2021). Penggunaan Mit App Inventor untuk Merancang Aplikasi Pembelajaran Berbasis Android. *E-Dimas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 12(4), 652-657.
- 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.
- Julisman, I. D. (2017). Prototipe pemanfaatan panel surya sebagai sumber energi pada sistem otomasi atap stadion bola. *Jurnal Teknik Elektro*, 35-42. Andi
- Pawawoi, Z. (2019). Penambahan sistem pendingin heatsink untuk optimasi penggunaan reflektor pada panel surya. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*.
- 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).
- Muhardian, R., & Krismadinata, K. (2020). Kendali Kecepatan Motor DC Dengan Kontroller PID dan Antarmuka Visual Basic. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, 6(1), 328-339.
- Nugroho, F. A., Adam, K. B., & Rusdinar, A. (2020). Sistem Pengisian Baterai Aki Pada Automated Guided Vehicle Menggunakan Solar Panel. *eProceedings of Engineering*, 7(3).

- Priatam, P. P. T. D., Zambak, M. F., Suwarno, S., & Harahap, P. (2021). Analisa Radiasi Sinar Matahari Terhadap Panel Surya 50 WP. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 48-54.
- Putra, M. P., & Arsianti, R. W. (2021). Sistem Pendingin Menggunakan Air Untuk Optimasi Kinerja Panel Surya Berbasis Arduino. *J-Eltrik*, 3(1), 41-50.
- 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.
- Sibarani, A. N. (2020). Studi Analisis Perubahan Putaran Motor Induksi Satu Fasa Akibat Output Plts Aplikasi Kipas Angin.
- Usman, M. K. (2020). Analisis intensitas cahaya terhadap energi listrik yang dihasilkan panel surya. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 9(2), 52-57.
- Widodo, S. B., Arif, Z., & Royadi, S. (2015). Kaji Eksperimental Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Keluaran Daya. *JURUTERA-Jurnal Umum Teknik Terapan*, 2(02), 38-48.
- Yuhendri, M., & Putra, G. S. (2020). Implementasi Sistem Kendali MPPT Panel Surya Berbasis Algoritma Incremental Conductance. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 1(2), 218-223.
- Yusuf, M., & Isnawaty, R. R. (2016). Implementasi Robot Line Follower Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Metode Proportional–Integral–Derivative Controller (PID). *Jurnal semanTIK*, 2(1).

LAMPIRAN A

Standar Operasional Prosedur (SOP)

RANCANG BANGUN

OTOMATISASI *COOLING SYSTEM* PADA *SOLAR CELL* BERBASIS *PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE (PID)*

Standar Operasional Prosedur (SOP) yaitu suatu panduan atau pedoman dalam melaksanakan suatu kegiatan atau pekerjaan. SOP ini berisi urutan dan tata cara atau instruksi yang dituangkan secara tertulis agar pekerjaan dapat dijalankan dengan baik, tepat, efisien, dan optimal. SOP harus dilaksanakan dengan baik untuk menjaga keselamatan pekerja, mencegah kecelakaan, dan menjaga peralatan agar selalu dalam kondisi yang prima.



Berikut adalah prosedur pengoperasian alat dalam penelitian Proyek Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Otomatisasi *Cooling System* Pada *Solar Cell* Berbasis *Proportional Integral Derivative (PID)*”.

1. Siapkan peralatan, alat Proyek Akhir, dan keperluan lain yang dibutuhkan dalam pengoperasian alat.

2. Letakkan alat, terutama komponen panel surya, di bawah sinar matahari langsung.
3. Hubungkan sistem pada baterai sebagai *power supply*.
4. Nyalakan tombol *switch* pada box kontrol.
5. Isi air kedalam wadah penampungan air.
6. Amati data hasil pengukuran sensor suhu DHT11, sensor tegangan dan arus INA219 dan PWM pompa air DC pada tampilan LCD dan Aplikasi Android.
7. Kontrol dan monitoring suhu *setpoint* melalui aplikasi android pada *handphone*.



LAMPIRAN B

Coding NodeMCU ESP8266

```
#include "EspMQTTClient.h"
#include "DHT.h"
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_INA219.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include "ArduPID.h"
Adafruit_INA219 ina219;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
EspMQTTClient client(
  "wifi",
  "12345678",
  "broker.hivemq.com", // MQTT Broker server ip
  "PVTempControl",      // Client name that uniquely identify your
device
  1883                  // The MQTT port, default to 1883. this line can
be omitted
);
double volt, current, temp;
double pwm, pwm_persen;
unsigned long previousMillis = 0;
double temp_sp = 45.00;
double kP = 0.01;
double kI = 0.005;
double kD = 0.005;
#define DHTPIN D7
#define DHTTYPE DHT22
int pin_pwm1 = D5;
int pin_pwm2 = D6;
const long interval = 300; //interval update data
ArduPID prosesPID;
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  dht.begin();
  prosesPID.begin(&temp, &pwm, &temp_sp, kP, kI, kD);
  prosesPID.setOutputLimits(0, 250);
  // prosesPID.setBias(1023.0 / 2.0);
  // prosesPID.setWindUpLimits(-10, 10);
  prosesPID.reverse();
```

```

    if (! ina219.begin()) {
        Serial.println("Failed to find INA219 chip");
        while (1) { delay(10); }
    }
    lcd.begin();
    lcd.backlight();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("U: ");
    lcd.setCursor(9,0);
    lcd.print("I: ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("T: ");
    lcd.setCursor(9,1);
    lcd.print("M: ");
    prosesPID.start();
}
void loop() {
    volt = ina219.getBusVoltage_V();
    current = abs(ina219.getCurrent_mA());
    temp = dht.readTemperature();
    prosesPID.compute();
    analogWrite(pin_pwm1,pwm);
    digitalWrite(pin_pwm2,LOW);
    // volt = random(0,200)/10.0;
    // current = random(0,30000)/10.0;
    // temp = random(0,500)/10.0;
    // pwm = random(0,1023);
    client.loop();
    update_data();
}
void onConnectionEstablished()
{
    client.subscribe("PVTemperatureControl/temp_sp", [](const String &
payload) {
        temp_sp = payload.toFloat();
    });
}
void update_data()
{
    unsigned long currentMillis = millis();
    if (currentMillis - previousMillis >= interval) {
        previousMillis = currentMillis;
        client.publish("PVTemperatureControl/volt", String(volt,1));
        client.publish("PVTemperatureControl/current", String(current,0));
        client.publish("PVTemperatureControl/temp", String(temp,1));
    }
}

```

```

    client.publish("PVTemperatureControl/pwm", String(pwm,0));
// lcd.setCursor(3,0);
// lcd.print(" ");
// lcd.setCursor(12,0);
// lcd.print(" ");
// lcd.setCursor(3,1);
// lcd.print(" ");
// lcd.setCursor(12,1);
// lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(3,0);
    lcd.print(volt,1);
    lcd.setCursor(12,0);
    lcd.print(current,0);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(3,1);
    lcd.print(temp,1);
    lcd.setCursor(12,1);
    lcd.print(pwm,0);
    lcd.print(" ");
// Serial.print("Tegangan PV : ");
// Serial.print(volt);
// Serial.println(" V");
// Serial.print("Arus PV : ");
// Serial.print(current);
// Serial.println(" mA");
// Serial.print("Suhu PV : ");
// Serial.print(temp);
// Serial.println(" C");
// Serial.print("SetPoint Suhu : ");
// Serial.print(temp_sp);
// Serial.println(" C");
// Serial.print("PWM Pompa : ");
// Serial.print(pwm_persen);
// Serial.println(" %");
    Serial.print(temp);
    Serial.print(",");
    Serial.print(temp_sp);
    Serial.print(",");
    Serial.print(pwm_persen);
    Serial.print(",");
    Serial.println(pwm);
}
}

```

LAMPIRAN C

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



MOHAMMAD WILDA FAIZUL 'ADHIM lahir di Bojonegoro pada tanggal 26 September 2002. Anak pertama dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Agus Suyanto dan Ibu Ummi Mahfudhoh, S.Sos. Mempunyai 2 saudara kandung Rayya Ashila Zahwa dan Hafiza Quthrotunnada. Bertempat tinggal di Dusun Nglandean, RT/RW 009/002, Kelurahan Margoagung, Kabupaten Bojonegoro. Telah menempuh pendidikan formal pada :

1. Sekolah Dasar Negeri Margoagung II Bojonegoro lulus tahun 2015.
2. Sekolah Menengah Pertama Muhammadiyah Boarding School Al Amin Bojonegoro lulus tahun 2018.
3. Sekolah Menengah Atas Muhammadiyah 1 Bojonegoro lulus tahun 2021.

Pada tahun 2021 diterima sebagai mahasiswa di Politeknik Penerbangan Surabaya, program studi Diploma 3 Teknik Listrik Bandara Angkatan XVI B. Melaksanakan program On The Job Training (OJT) pertama di Kantor Unit Penyelenggara Bandar Udara (UPBU) Komodo Labuan Bajo (Semester 4) dan kedua di Bandar Udara Internasional Jendral Ahmad Yani Semarang (Semester 5). Telah melaksanakan ujian Proyek Akhir sebagai syarat kelulusan dalam pendidikan di Politeknik Penerbangan Surabaya.