

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE PLTB SUMBU VERTIKAL
TIPE *HYBRID SAVONIUS-DARRIEUS* SEBAGAI *CHARGER
BATTERY***

PROYEK AKHIR



DISUSUN OLEH :

NAVIS SULQI NURUDDIN

NIT. 30121042

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK LISTRIK BANDAR UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA**

2024

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE PLTB SUMBU VERTIKAL
TIPE *HYBRID SAVONIUS-DARRIEUS* SEBAGAI *CHARGER
BATTERY***

PROYEK AKHIR



DISUSUN OLEH :

NAVIS SULQI NURUDDIN

NIT. 30121042

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK LISTRIK BANDAR UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA**

2024

LEMBAR PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN PROTOTIPE PLTB SUMBU VERTIKAL TIPE *HYBRID*
SAVONIUS-DARRIEUS SEBAGAI *CHARGER BATTERY*

Oleh :

NAVIS SULQI NURUDDIN
NIT. 30121042

Disetujui untuk diujikan pada :
Surabaya, 1 Agustus 2024

Dosen Pembimbing 1 : RIFDIAN INDRIANTO S, ST, MM, MT
NIP. 19810629 200912 1 002



Dosen Pembimbing 2 : Ir. WASITO UTOMO, M.M
NIP. 19600506 199203 1 003



LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN PROTOTIPE PLTB SUMBU VERTIKAL TIPE *HYBRID SAVONIUS-DARRIEUS* SEBAGAI *CHARGER BATTERY*

Oleh :

NAVIS SULQI NURUDDIN
NIT. 30121042

Telah dipertahankan dan dinyatakan lulus Ujian Proyek Akhir Program
Pendidikan Diploma 3 Teknik Listrik Bandar Udara
Politeknik Penerbangan Surabaya
Pada tanggal : 9 Agustus 2024

Panitia Penguji :

Ketua : Dr. SLAMET HARIYADI, ST, MM
NIP. 19630408 198902 1 001

Sekretaris : Ir. WASITO UTOMO, MM
NIP. 19600506 199203 1 003

Anggota : RIFDIAN INDRIANTO.S, ST, MM, MT
NIP. 19810629 200912 1 002

Ketua Program Studi
D3 Teknik Listrik Bandara



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

HALAMAN PERSEMBAHAN

MOTTO

**PENTINGNYA SEBUAH LANGKAH
KECIL DIIKUTI DENGAN
SABAR LALU BERDOA**



ABSTRAK

RANCANG BANGUN PROTOTIPE PLTB SUMBU VERTIKAL TIPE *HYBRID SAVONIUS-DARRIEUS* SEBAGAI *CHARGER BATTERY*

Oleh:

NAVIS SULQI NURUDDIN

NIT. 30121042

Energi angin merupakan hasil dari pergerakan udara dari wilayah tekanan tinggi menuju wilayah tekanan rendah atau sebaliknya yang disebabkan oleh perbedaan suhu udara. Energi angin menjadi salah satu sumber energi yang signifikan. Mengingat adanya peningkatan terus-menerus dalam kebutuhan energi listrik, diperlukan sumber energi alternatif yang efisien untuk memenuhi permintaan yang terus meningkat, Khususnya dalam konteks energi listrik yang inovatif dan berkelanjutan yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat, energi angin menjadi kunci. Pemanfaatan potensialnya melibatkan penggunaan turbin, yang dapat berperan dalam menggerakkan generator untuk menghasilkan listrik.

Pada pembuatan turbin angin sumbu vertikal ini bertujuan untuk menyederhanakan sistem pembelajaran dan sistem tenaga listrik tenaga angin yang dirancang dengan dilengkapi sensor tegangan, kecepatan, anemometer, Arduino, dan lcd sebagai tampilan dari hasil kerja pembangkit Listrik tenaga angin tersebut.

Data dari hasil penelitian diperoleh dari setiap pengujian kecepatan angin, pada angin yang kecepatannya 3 m/s dapat menghasilkan tegangan dinamo sebesar 1.97 vdc. Pada percobaan berikutnya angin berkecepatan 6 m/s dengan menghasilkan tegangan pada dinamo sebesar 2.40 m/s.

Kata Kunci : Angin, Sensor Tegangan, Arduino, LCD.

ABSTRACT

DESIGN AND CONSTRUCTION OF VERTICAL AXIS PLTB PROTOTYPE OF HYBRID SAVONIUS-DARRIEUS TYPE AS BATTERY CHARGER

by:

NAVIS SULQI NURUDDIN

NIT. 30121042

Wind energy is the result of air movement from high pressure areas to low pressure areas or vice versa caused by differences in air temperature. Wind energy is one of the significant energy sources. Given the continuous increase in the need for electrical energy, efficient alternative energy sources are needed to meet the increasing demand, especially in the context of innovative and sustainable electrical energy that can be utilized by the community, wind energy is the key. Its potential utilization involves the use of turbines, which can play a role in driving generators to generate electricity.

In making this vertical axis wind turbine, the aim is to simplify the learning system and wind power system which is designed with voltage, speed, anemometer, Arduino, and LCD sensors as a display of the results of the wind power plant.

Data from the research results were obtained from each wind speed test, at a wind speed of 3 m / s it can produce a voltage of 1.97 vdc. In the next experiment, the wind speed was 6 m / s by producing a voltage on the dynamo of 2.40 m / s.

Keywords: Wind, Voltage Sensor, Arduino, LCD.

PERNYATAAN KEASLIAN HAK CIPTA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Navis Sulqi Nuruddin
NIT : 30121042
Program Studi : D3 Teknik Listrik Bandara
Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun Prototipe PLTB Sumbu
Vertikal Tipe Hybrid *Savonius-Darrieus*
Sebagai *Charger Batttery*

dengan ini menyatakan bahwa :

1. Proyek Akhir ini merupakan karya asli dan belum pernah dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di 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 Proposal Tugas Akhir yang berjudul. RANCANG BANGUN PROTOTYPE PLTB SUMBU VERTIKAL TIPE HYBRID SAVONIUS-DARRIEUS SEBAGAI CHARGER BATTERY 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 Proposal Tugas Akhir ini, terutama kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi karunianya sehingga penulis bisa menyelesaikan penyusunan Proyek Akhir.
2. Kedua orang tua dan Adik, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, serta dukungan penuh baik berupa moril maupun materi
3. Bapak Ahmad Bahrawi S.E., M.T. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Surabaya.
4. Bapak Dr. Gunawan Sakti , ST, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Bandara.
5. Bapak Rifdian Indrianto Sudjoko S.T., M.M., M.T. selaku pembimbing I yang senantiasa membimbing dalam penyusunan Proyek Akhir.
6. Bapak Ir. Wasito Utomo, M.M. selaku pembimbing II yang senantiasa membimbing dalam penyusunan Proyek Akhir.
7. Seluruh dosen dan sivitas akademika Prodi D 3 Teknik Listrik Bandara Politeknik Penerbangan Surabaya, atas pengajaran dan
8. Teman-teman seangkatan TLB XVI dan adik kelas TLB XVII atas dukungan yang telah diberikan.

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, 01 Agustus 2024

Navis Sulqi Nuruddin

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
PERNYATAAN KEASLIAN HAK CIPTA	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I	1
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.....	6
LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Energi Angin	6
2.2.1 Macam-macam Angin	7
2.3 Turbin Angin.....	11
2.4 Kontruksi Turbin Angin	13
2.4.1 Sudut/blade	13
2.4.2 <i>Gear ratio</i>	15
2.4.3 Generator 12Vdc	16
2.4.4 <i>Buck converter</i>	17
2.4.5 Arduino Uno	18
2.4.6 Baterai	19

2.4.7	Pipa besi	20
2.4.8	Baut	20
2.4.9	Besi kotak.....	20
2.4.10	Box panel.....	21
2.4.11	Sensor INA219	21
2.4.12	Sensor <i>Anemometer</i>	22
2.4.13	Sensor RPM	23
2.4.14	Modul Relay.....	24
2.5	Kajian Penelitian Terdahulu yang relevan	25
BAB III		27
METODE PENELITIAN		27
3.1	Desain Penelitian	27
3.2	Perencanaan Alat.....	29
3.2.1	Desain Alat	29
3.2.2	Cara Kerja	31
3.2.3	Komponen Perangkat Keras (Hardware).....	32
3.3	Teknik Pengujian.....	36
3.4	Teknik Analisis Data.....	37
3.5	Tempat Waktu Penelitian.....	38
BAB IV		39
HASIL DAN PENELITIAN		39
4.1	Hasil Penelitian	39
4.1.1	Hasil Analisis (<i>Analysis</i>)	39
4.1.2	Desain (<i>Design</i>)	39
4.1.3	Pengembangan (<i>Development</i>)	40
4.2.4	Implementasi (<i>Implementation</i>)	47
4.1.5	Evaluasi (<i>Evaluation</i>).....	60
BAB V		62
PENUTUP		62
5.1	Kesimpulan	62
5.2	Saran	63
DAFTAR PUSTAKA		64
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

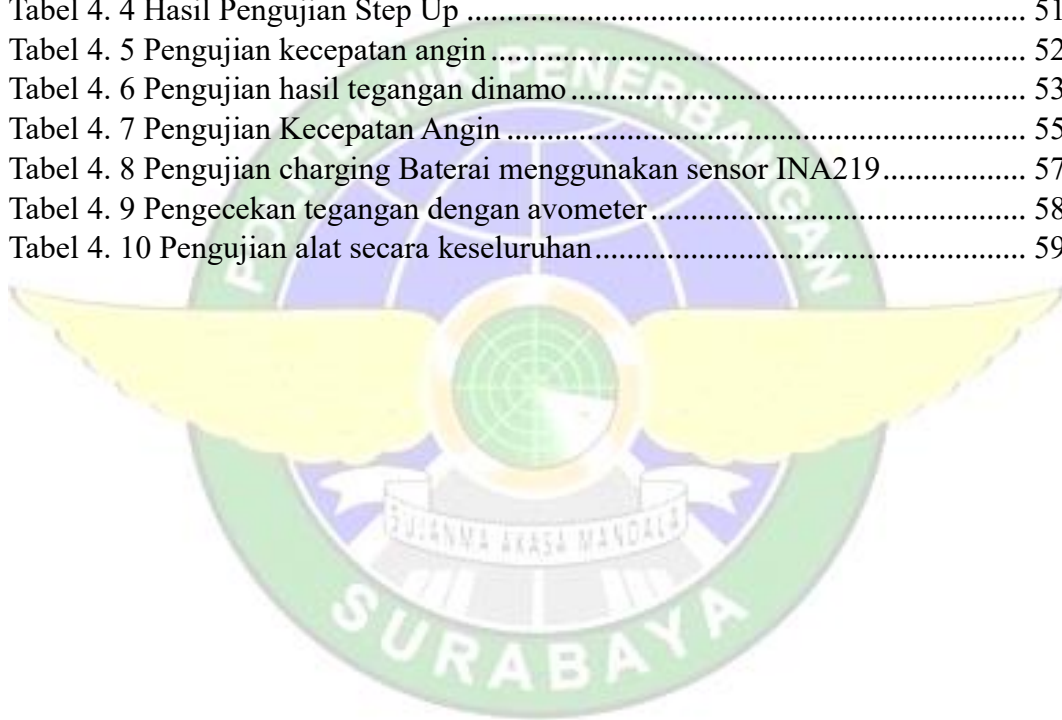
Gambar 2. 1 ilustrasi angin darat dan laut.....	7
Gambar 2. 2 Proses terjadinya angin gunung dan angin Lembah.....	8
Gambar 2. 3 Proses terjadinya angin siklon dan antisiklon	9
Gambar 2. 4 proses angin fohn	9
Gambar 2. 5 Proses terjadinya angin muson.....	10
Gambar 2. 6 tipe savonius-darrieus.....	12
Gambar 2. 7 komponen pada sumbu horizontal.....	13
Gambar 2. 8 blade savonius	13
Gambar 2. 9 gear ratio.....	16
Gambar 2. 10 generator.....	17
Gambar 2. 11 buck converter	17
Gambar 2. 12 arduino uno dip.....	18
Gambar 2. 13 baterai 12v 9ah	19
Gambar 2. 14 pipa besi.....	20
Gambar 2. 15 Arduino IDE	20
Gambar 2. 16 besi kotak.....	21
Gambar 2. 17 box panel	21
Gambar 2. 18 sensor INA219.....	22
Gambar 2. 19 anemometer	23
Gambar 2. 20 Sensor infrared rpm	24
Gambar 2. 21 modul relay.....	24
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian.....	27
Gambar 3. 2 Blok Diagram Desain Alat	29
Gambar 3. 3 Flowchart cara kerja alat	31
Gambar 3. 4 Generator DC 12 volt	32
Gambar 3. 5 Pipa PVC	33
Gambar 3. 6 Arduino uno.....	34
Gambar 3. 7 baterai	34
Gambar 3. 8 lcd 16x2	35
Gambar 3. 9 rasio gir.....	35
Gambar 3. 10 Buck Converter.....	36
Gambar 4. 1 Wiring diagram rangkaian PLTB	39
Gambar 4. 2 Tampilan alat keseluruhan.....	41
Gambar 4. 3 Wiring diagram LCD.....	42
Gambar 4. 4 Wiring diagram sensor INA219	43
Gambar 4. 5 Wiring diagram Infrared sensor.....	43
Gambar 4. 6 Wiring diagram buck converter LM2596	44
Gambar 4. 7 Wiring digram Anemometer.....	45
Gambar 4. 8 Wiring diagram Step Up DC-DC	45
Gambar 4. 9 Tampilan Aplikasi Arduino	46
Gambar 4. 10 Tampilan port arduino	47
Gambar 4. 11 Pengecekan tegangan Buck Converter	48

Gambar 4. 12 Pengujian tegangan LCD	49
Gambar 4. 13 Pengujian Tegangan Arduino	50
Gambar 4. 14 Pengujian tegangan Step up	51
Gambar 4. 15 Tampilan hasil pengujian sensor Anemometer.....	53
Gambar 4. 16 Pengujian output tegangan dinamo	54
Gambar 4. 17 Pengujian sensor angin dan kecepatan putaran turbin pada rpm 3	55
Gambar 4. 18 pengujian sensor angin dan kecepatan putaran turbin pada rpm 4.	56
Gambar 4. 19 Pengujian sensor angin dan kecepatan putaran turbin pada rpm 6	56
Gambar 4. 20 Pengukuran rpm dengan tachometer	57
Gambar 4. 21 Hasil pengujian sensor ina219.....	58
Gambar 4. 22 Pengecekan dengan Avometer.....	59



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kecepatan angin berdasarkan skala beufort	10
Tabel 2. 2 Spesifikasi Generator.....	16
Tabel 2. 3 Spesifikasi ARDUINO	18
Tabel 2. 4 Spesifikasi Baterai	19
Tabel 2. 5 Spesifikasi Anemometer	22
Tabel 2. 6 spesifikasi modul relay	25
Tabel 2. 7 kajian penelitian	25
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Buck Converter	48
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Tegangan LCD	49
Tabel 4. 3 Pengujian tegangan arduino	50
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Step Up	51
Tabel 4. 5 Pengujian kecepatan angin	52
Tabel 4. 6 Pengujian hasil tegangan dinamo	53
Tabel 4. 7 Pengujian Kecepatan Angin	55
Tabel 4. 8 Pengujian charging Baterai menggunakan sensor INA219.....	57
Tabel 4. 9 Pengecekan tegangan dengan avometer.....	58
Tabel 4. 10 Pengujian alat secara keseluruhan.....	59



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Standar operasional prosedur (SOP)	A-1
Lampiran B Dokumentasi Alat.....	B-1
Lampiran C <i>Coding</i> Arduino	C-1
Lampiran D Daftar Riwayat Hidup.....	C-1



DAFTAR PUSTAKA

Basri, M. H. (2019). RANCANG BANGUN DAN DESAIN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU MODEL SAVONIOUS. *Jurnal Simetrik*, 9(2), 208-214.

Nakhoda, Y. I., & Saleh, C. (2015). Rancang bangun kincir angin pembangkit tenaga listrik sumbu vertikal savonius portabel menggunakan generator magnet permanen. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 5(2), 19-24.

Prakoso, I. P. (2019). Perencanaan turbin angin sumbu vertikal tipe Darrieus-H dengan penambahan 2 blade tipe Savonius untuk pembangkit listrik. *Jurnal Teknik Mesin*, 13(01), 11.

Parta, P., & Rofiroh, R. (2020). Rancang Bangun Turbin Angin Savonius Poros Vertikal dengan Kincir 4 Sudu sebagai Pembangkit Listrik Pada Penerangan Jalan Raya. *Motor Bakar: Jurnal Teknik Mesin*, 4(2), 6-10

WIJAYA, M. A. RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN PORTABEL MENGGUNAKAN KINCIR ANGIN SUMBU VERTIKAL SAVONIUS.

Wahyudi, D., Rollastin, B., & Pranandita, N. (2023). Rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya dengan Turbin Angin Sumbu Vertikal Savonius Menggunakan Bentuk Sudu L dengan Kapasitas Daya Sebesar 746, 5 Wh. *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan*, 1(2), 481-485.

Yusuf, I., & Hiendro, A. Rancang Bangun Prototype Turbin Angin Tipe Darrieus Dengan Kecepatan Angin Di Desa Temajuk Kecamatan Paloh Kabupaten Sambas. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 2(1).

Zatulo Loi, I. A. (2022). *Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Turbin Sumbu Vertikal dan Piezoelektrik* (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).

LAMPIRAN

Lampiran A Standar operasional prosedur (SOP)

Standard Operational Procedure (SOP) dalam pengoperasian alat adalah panduan yang merinci mengenai langkah-langkah yang harus diikuti untuk menggunakan alat dengan benar dan aman. SOP ini mencakup instruksi rinci tentang cara menghidupkan dan mematikan alat. Dimana dengan menggunakan *Standar Operational Procedure* (SOP) yang telah dibuat bertujuan untuk menjaga alat Proyek Akhir terhindar dari kerusakan atau salah prosedur, setiap pengguna alat akan mengikuti prosedur yang sama, sehingga dapat menjamin konsistensi dan akurasi hasil. Para pengguna harus memahami dan mengikuti SOP ini dengan cermat untuk memastikan operasi yang aman, efisien, dan tepat sesuai dengan tujuan penggunaan alat tersebut.

Berikut merupakan *Standar Operational Procedure* (SOP) untuk menghidupkan dan mematikan alat Proyek Akhir dengan judul “RANCANG BANGUN PROTOTIPE PLTB SUMBU VERTIKAL TIPE *HYBRID SAVONIUS-DARRIEUS* SEBAGAI *CHARGER BATTERY*” sebagai berikut:

1. Langkah pertama pastikan Turbin angin tersebut berputar dan menggerakkan belt sehingga belt tersebut dapat memutar generator DC, pastikan Anemometer berputar dengan hembusan angin dengan baik.
2. Periksa tegangan yang dihasilkan oleh dinamo terhubung baik dengan step up dc to dc lalu diteruskan ke baterai kemudian pada tegangan 12vdc akan diturunkan oleh cuk converter ke 5 v untuk mensuplai tegangan pada sensor rpm, ina219 normal atau tidaknya.
3. Periksa tegangan Arduino apakah normal atau tidak untuk memastikan bahwa program yang dijalankan berjalan atau tidaknya yang akan menyimpan data dari semua sensor yang ada di dalam alat tersebut.
4. Lalu cek kondisi lcd berfungsi normal atau tidak yang akan menampilkan hasil dari kerja alat pltb tersebut untuk pengambilan data secara keseluruhan

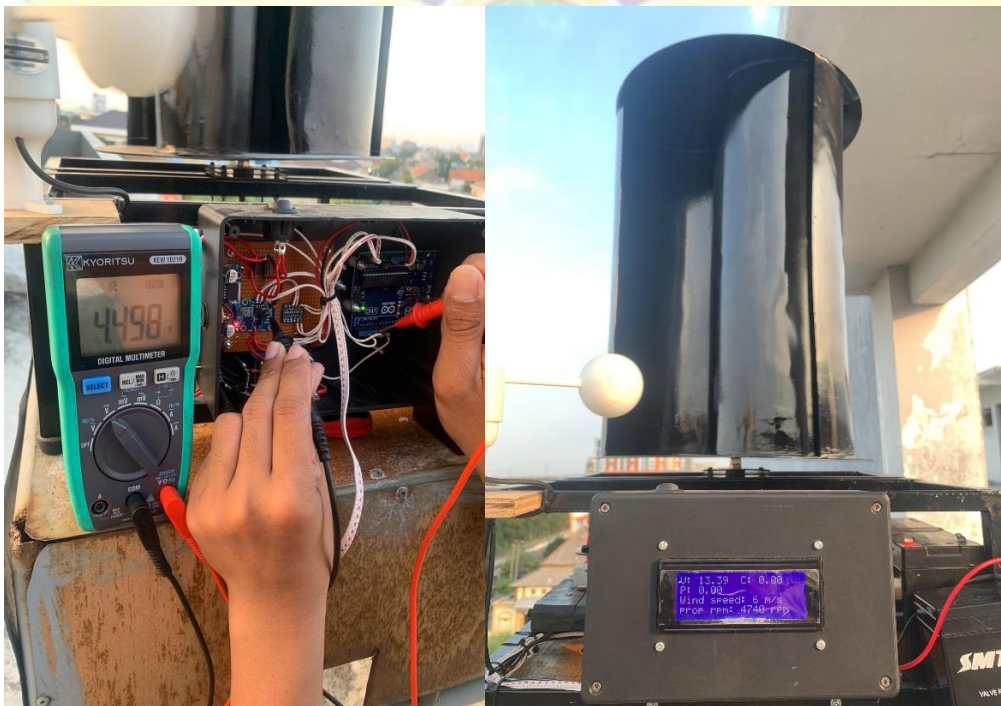
Setelah semua komponen dan alat berfungsi normal maka pengambilan data bisa dilakukan.



Lampiran B Dokumentasi Alat



Kondisi alat secara Keseluruhan



Pengecekan komponen tampilan hasil data

Lampiran C *Coding* Arduino

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

```
#include "INA219.h"
```

```
#define wind_sensor_pin 5
```

```
#define rpm_sensor_pin 4
```

```
#define relay_pin 7
```

```
const float wind_calibration_factor = 1.5; // Calibration factor to convert RPM to  
m/s
```

```
volatile unsigned long timer2_millis = 0;
```

```
volatile unsigned long rps = 0;
```

```
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);
```

```
INA219 INA(0x40);
```

```
float voltage;
```

```
float current;
```

```
float power;
```

```
int wind_speed;
```

```
int prop_rpm;
```

```
float start_charge_voltage = 12.2;
```

```
float stop_charge_voltage = 14.0;
```

```
unsigned long millis_cek_sensor;
```

```
unsigned long millis_update_lcd;
```

```
unsigned long millis_update_prop_rpm;
```

```
unsigned long millis_update_wind_speed;
```

```
int charge_state = 0;
```

```
void setup() {
```

```
    Serial.begin(115200);
```

```
    pinMode(wind_sensor_pin, INPUT_PULLUP);
```

```
    pinMode(rpm_sensor_pin, INPUT_PULLUP);
```

```
    pinMode(relay_pin, OUTPUT);
```

```
    // Configure external interrupt INT0 (PD2) to trigger on rising edge
```

```
    EICRA |= (1 << ISC01) | (1 << ISC00); // Trigger on rising edge (ISC01:00 = 0b11)
```

```
    // Enable external interrupt INT0
```

```
    EIMSK |= (1 << INT0);
```



```
// set timer1 as counter on pin T1

TCCR1A = 0; // Set normal mode

TCCR1B = 0;

TCCR1B = (1 << CS12) | (1 << CS11);

//configure millis using timer2

// Use CTC mode (Clear Timer on Compare Match) for periodic interrupts

TCCR2A = (1 << WGM21); // WGM21 = 1, CTC mode

TCCR2B = (1 << CS22) | (1 << CS21); // Prescaler 256 (CS22:0 = 0b101)

// Set Compare Match Register to generate interrupt every 1 ms

OCR2A = 62; // (16e6 / (256 * 1000)) - 1 = 124

// Enable Timer/Counter 2 Output Compare Match A Interrupt

TIMSK2 |= (1 << OCIE2A);

if(!INA.begin()){

    Serial.println("Could not connect. Fix and Reboot");

}

INA.setMaxCurrentShunt(3.4, 0.1);

lcd.init();
```



```
lcd.clear();

lcd.backlight();

// Enable global interrupts

sei();

}

void loop() {

    if(Millis()-millis_cek_sensor>100){
        cek_sensor();
        if(voltage<=start_charge_voltage && charge_state==0){
            charge_state=1;
            digitalWrite(relay_pin, HIGH);
        }
        if(voltage>=stop_charge_voltage && charge_state==1){
            charge_state = 0;
            digitalWrite(relay_pin, LOW);
        }
        millis_cek_sensor=Millis();
    }
}
```

The logo of Politeknik Penerbangan Surabaya is a circular emblem. It features a green outer ring with the text 'POLITEKNIK PENERBANGAN' at the top and 'SURABAYA' at the bottom. Inside the ring is a purple circle containing a white grid pattern resembling a globe. A yellow wing-like shape extends horizontally from the center of the emblem. Below the wing is a white banner with the text 'SUJANNA AKASA MANDALA' in black.

```
if(Millis()-millis_update_lcd>1000){  
    millis_update_lcd=Millis();  
    display_lcd();  
}
```

```
if(Millis()-millis_update_prop_rpm>2000){  
    millis_update_prop_rpm=Millis();  
    prop_rpm = rps*30;  
    rps=0;  
}
```

```
if(Millis()-millis_update_wind_speed>2000){  
    millis_update_wind_speed=Millis();  
    wind_speed = TCNT1*wind_calibration_factor;  
    TCNT1 = 0;  
}
```

```
}
```

```
// Timer/Counter 2 Output Compare Match A ISR
```

```
ISR(TIMER2_COMPA_vect) {
```

```
timer2_millis++; // Increment millis() counter  
}
```

```
ISR(INT0_vect){  
    rps++;  
}
```

```
unsigned long Millis() {  
    unsigned long millis_return;  
    cli(); //disable interrupt  
    millis_return = timer2_millis;  
    sei(); //enable interrupt  
    return millis_return;  
}
```

```
void display_lcd(){
```

```
    lcd.clear();  
    lcd.setCursor(0, 0);  
    lcd.print("V: " + String(voltage));  
    lcd.setCursor(10, 0);  
    lcd.print("C: " + String(current));
```

```
lcd.setCursor(0, 1);  
  
lcd.print("P: " + String(power));  
  
lcd.setCursor(0, 2);  
  
lcd.print("Wind speed: " + String(wind_speed) + " m/s");  
  
lcd.setCursor(0, 3);  
  
lcd.print("prop rpm: " + String(prop_rpm) + " rpm");  
  
}
```

```
void cek_sensor(){  
  
    static int num = 0;  
    const int rate_val = 10;  
    static float voltage_rate[rate_val];  
    static float current_rate[rate_val];  
    static float temperature_rate[rate_val];  
  
    voltage_rate[num] = INA.getBusVoltage();  
  
    for(int i=0; i<rate_val; i++){  
        if(voltage_rate[i]<=0){  
            voltage += voltage_rate[num];  
        }else{
```



```
        voltage += voltage_rate[i];

    }

}

voltage/=rate_val;

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


current_rate[num] = INA.getCurrent_mA();

for(int i=0; i<rate_val; i++){

    if(current_rate[i]<=0){

        current += current_rate[num];

    }else{

        current += current_rate[i];

    }

}

//current/=rate_val;

current=current_rate[num];

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


power = voltage*current;

num++;

if(num>rate_val-1){num=0;}

}
```

Lampiran D Daftar Riwayat Hidup

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Navis Sulqi Nuruddin, Lahir di Sidoarjo, Jawa Timur pada tanggal 26 Mei 2002. Anak pertama dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Mistani dan Ibu Juwariah, mempunyai saudara kandung Dwi Putra Bayu Aji. Beragama Islam. Bertempat tinggal di Jl. Masjid RT.03 RW.02 Desa Semambung Kecamatan Jabon Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur.

Dengan Pendidikan formal yang pernah diikuti sebagai berikut :

1. SD Negeri Semambung (lulus pada tahun 2014)
2. SMP Negeri 2 Bangil (lulus pada tahun 2017)
3. SMK Negeri 1 Bangil (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 Komodo Labuhan Bajo Kabupaten Manggarai Barat Nusa Tenggara Timur pada tanggal 08 Mei 2023 sampai 12 September 2023 dan *On the Job Training* kedua di Bandar Udara El-Tari Kupang Nusa Tenggara Timur pada tanggal 02 Oktober 2023 sampai 29 Februari 2024.