

***PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU
TANPA BALING - BALING MENGGUNAKAN
MAGNETIC LEVITATION BERBASIS IoT***

PROYEK AKHIR



Oleh :

AZHMINATHUS ZOHDIA

NIT. 30121028

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

2024

**PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU
TANPA BALING - BALING MENGGUNAKAN
MAGNETIC LEVITATION BERBASIS IoT**

PROYEK AKHIR

Diajukan sebagai Syarat Menempuh Mata Kuliah Proyek Akhir pada Program
Diploma 3 Teknik Listrik Bandara



Oleh :

AZHMINATHUS ZOHDIA

NIT. 30121028

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

LEMBAR PERSETUJUAN

*PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU
TANPA BALING - BALING MENGGUNAKAN
MAGNETIC LEVITATION BERBASIS IoT*

Oleh :

Azhminathus Zohdia
NIT. 30121028

Disetujui untuk diujikan pada :
Surabaya, 06 Agustus 2024



Pembimbing 1 : SLAMET HARIYADI, S.T.,M.M.
NIP. 19630408 198902 1 001

Pembimbing 2 : DEWI RATNA SARI, S.E.,M.M.
NIP. 19690609 199303 2 002

LEMBAR PENGESAHAN

*PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU
TANPA BALING - BALING MENGGUNAKAN
MAGNETIC LEVITATION BERBASIS IoT*

oleh :
Azhminathus Zohdia
NIT. 30121028

Telah dipertahankan dan dinyatakan lulus pada Ujian Proyek Akhir
Program Pendidikan Diploma 3 Teknik Listrik Bandar Udara
Politeknik Penerbangan Surabaya
Pada tanggal : 06 Agustus 2024

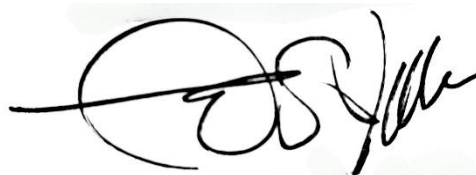
Panitia Penguji :

Ketua : SLAMET HARIYADI., S.T.,M.M.
NIP. 19630408 198902 1 001

Sekretaris : Dr. GUNAWAN SAKTI, S.T., M.T.
NIP. 19881001 200912 1 003

Anggota : TEKAT SUKOMARDOJO., S.S.,M.M.
NIP. 19681124 199803 1 001

Ketua Program Studi
Diploma 3 Teknik Listrik Bandar Udara



Dr. GUNAWAN SAKTI, S.T.,M.T.
NIP. 19881001 200912 1 003

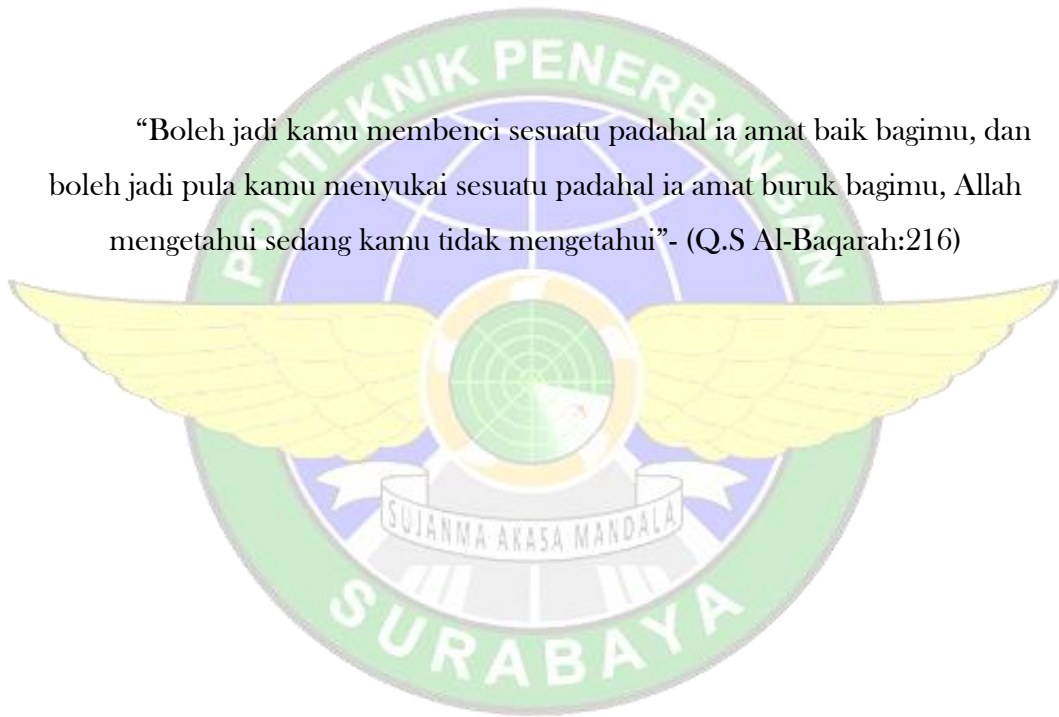
LEMBAR PERSEMBAHAN

MOTTO

“Karmanyeva Adhikaraste Ma Phalesu Kadachana”

- Azhminathus Zohdia -

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi pula kamu menyukai sesuatu padahal ia amat buruk bagimu, Allah mengetahui sedang kamu tidak mengetahui”- (Q.S Al-Baqarah:216)



ABSTRAK

PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU TANPA BALING - BALING MENGGUNAKAN MAGNETIC LEVITATION BERBASIS IoT

Oleh :
AZHMINATHUS ZOHDIA
NIT. 30121028

Prototype pembangkit listrik tenaga bayu menggunakan *magnetic levitation* merupakan sebuah solusi inovatif dalam pengembangan energi terbarukan dengan menerapkan konsep levitasi *magnetic*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang serta menguji *prototype* pembangkit listrik tenaga bayu yang tidak mengandalkan komponen baling – baling konvensional, melainkan memanfaatkan teknologi levitasi *magnetic* untuk menghasilkan energi dengan generator terbaru *magnetic levitation*. *Prototype* ini menggabungkan prinsip – prinsip magnetisme dan gerakan angin agar dapat menghasilkan listrik tanpa perlu menggunakan komponen berputar, sehingga dapat mengurangi risiko kerusakan mekanis dan kebisingan yang biasanya terjadi pada baling – baling. Metode eksperimental telah digunakan untuk menguji kinerja *prototype* ini diberbagai kondisi angin serta medan *magnetic*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa *prototype* tersebut mampu menghasilkan energi dengan efisiensi yang tinggi, sedangkan tingkat kebisingannya relative rendah, dan memiliki tingkat keandalan yang baik. Oleh karena itu, pengembangan pembangkit listrik tenaga bayu tanpa menggunakan baling – baling dengan menggunakan teknologi levitasi *magnetic* memiliki potensi untuk menjadi alternatif yang berkelanjutan dan ramah lingkungan dalam memenuhi kebutuhan energi di masa depan.

Kata Kunci : Pembangkit Listrik Tenaga Bayu, Magnetic Levitasi

ABSTRACT

WIND POWER PLANT PROTOTYPE NO PROPELLERS TO USE IoT-BASED MAGNETIC LEVITATION

BY :
AZHMINATHUS ZOHDIA
NIT. 30121028

The innovative approach to wind power generation showcased by the prototype without conventional blades marks a significant stride in renewable energy advancement, leveraging magnetic levitation principles. This research endeavor is geared towards crafting and evaluating a wind power generator prototype devoid of the traditional blade elements, opting instead for magnetic levitation technology to drive electricity production. By harmonizing magnetism principles with wind dynamics, the prototype achieves electricity generation sans rotating components, mitigating the risks associated with mechanical wear and noise typically linked with conventional blades. Experimental methodologies have been employed to gauge the prototype's efficacy across diverse wind scenarios and magnetic environments. The findings underscore the prototype's prowess in yielding electricity with notable efficiency, minimal noise emissions, and commendable reliability. Consequently, the pursuit of wind power generation sans conventional blades, through the integration of magnetic levitation technology, emerges as a promising and eco-friendly alternative to address forthcoming energy demands.

Keywords : *Wind power generator, Magnetic Levitation*

PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Azhminathus Zohdia
NIT : 30121028
Program Studi : D-III Teknik Listrik Bandar Udara Angkatan XVI B
Judul Proyek Akhir : *Prototype* Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Tanpa Baling – Baling Menggunakan *Magnetic Levitation* Berbasis IoT.

dengan ini menyatakan bahwa :

1. Proyek Akhir 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 didalam 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, 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 diberikan, serta sanksi lain sesuai dengan norma yang berlaku di Politeknik Penerbangan Surabaya.

Surabaya, 06 Agustus 2024
Yang Membuat Pernyataan



AZHMINATHUS ZOHDIA
NIT. 30121028

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, atas berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Proyek Akhir ini dengan judul “*PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU TANPA BALING – BALING MENGGUNAKAN MAGNETIC LEVITATION* BERBASIS IoT”. Diajukan untuk memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan Program Studi Diploma 3 Teknik Listrik Bandar Udara di Politeknik Penerbangan Surabaya.

Penulis menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan baik secara teori, maupun materi. Dan lebih khusus penulis sampaikan terimakasih 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 Teknik Listrik Bandara
3. Bapak Slamet Hariyadi, S.T., M.M. selaku Pembimbing 1 yang senantiasa membimbing dan membantu dalam perancangan alat
4. Ibu Dewi Ratna Sari, S.E., M.M. selaku Pembimbing 2 yang senantiasa membimbing dan membantu dalam perancangan alat
5. Segenap Dosen dan Staff Pengajar Program Studi Diploma III Teknik Listrik Bandara Angkatan XVI yang telah membantu penulis dalam proses pembelajaran di Politeknik Penerbangan Surabaya
6. Bapak Sujito, dan Ibu Sri Muji Rahayu yang telah menjadi orangtua dengan do'a dan dukungan penuh yang senantiasa mengiri jalan hidup saya.
7. Para Senior Teknik Listrik Bandara yang telah memberikan pengalamannya kepada saya dalam menentukan sikap dan tindakan dalam tiap langkah
8. Rekan satu angkatan program studi Diploma III Teknik Listrik Bandara Angkatan XVI, dan adik - adik Teknik Listrik Bandara angkatan XVII yang senantiasa memberikan dukungan serta membantu dalam penyelesaian Proyek Akhir.

Dalam penyusunan laporan Proyek Akhir ini, penulis mengakui bahwa meskipun telah berusaha sebaik mungkin, laporan ini masih memiliki kekurangan baik dari segi isi, struktur, maupun gaya penulisan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan dan kritik yang membangun untuk meningkatkan kualitas laporan ini. Penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat menjadi landasan untuk pengembangan lebih lanjut.

Surabaya, 06 Agustus 2024
Yang Membuat Pernyataan



AZHMINATHUS ZOHDIA
NIT. 30121028

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	3
LEMBAR PENGESAHAN	4
LEMBAR PERSEMBAHAN	5
ABSTRAK	6
ABSTRACT.....	7
PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA.....	8
KATA PENGANTAR	9
DAFTAR ISI.....	10
DAFTAR GAMBAR	12
DAFTAR TABEL.....	13
DAFTAR LAMPIRAN.....	14
BAB I PENDAHULUAN.....	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3 Batasan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.4 Tujuan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.5 Manfaat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.6 Sistematika Penulisan.....	Error! Bookmark not defined.
BAB II LANDASAN TEORI	Error! Bookmark not defined.
2.1 Teori Penunjang	Error! Bookmark not defined.
2.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu	Error! Bookmark not defined.
2.2 Aerodinamika	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Skala <i>Beaufort</i>	Error! Bookmark not defined.
2.2.2 NACA 4412	Error! Bookmark not defined.
2.2.3 Magnetic Levitation	Error! Bookmark not defined.
2.2.4 Sensor <i>Anemometer</i>	Error! Bookmark not defined.
2.2.5 <i>ESP32 Microcontroller</i>	Error! Bookmark not defined.
2.2.5 Sensor Arus INA219.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.6 <i>Platform Internet of Things (IoT)</i>	Error! Bookmark not defined.
2.3 Kajian Penelitian Terdahulu Yang Relevan	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODE PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.
3.1 Desain Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.2 Perancangan Alat.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.1 Desain Alat	Error! Bookmark not defined.
3.2.2 Cara Kerja Alat.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.3 Komponen Alat.....	Error! Bookmark not defined.

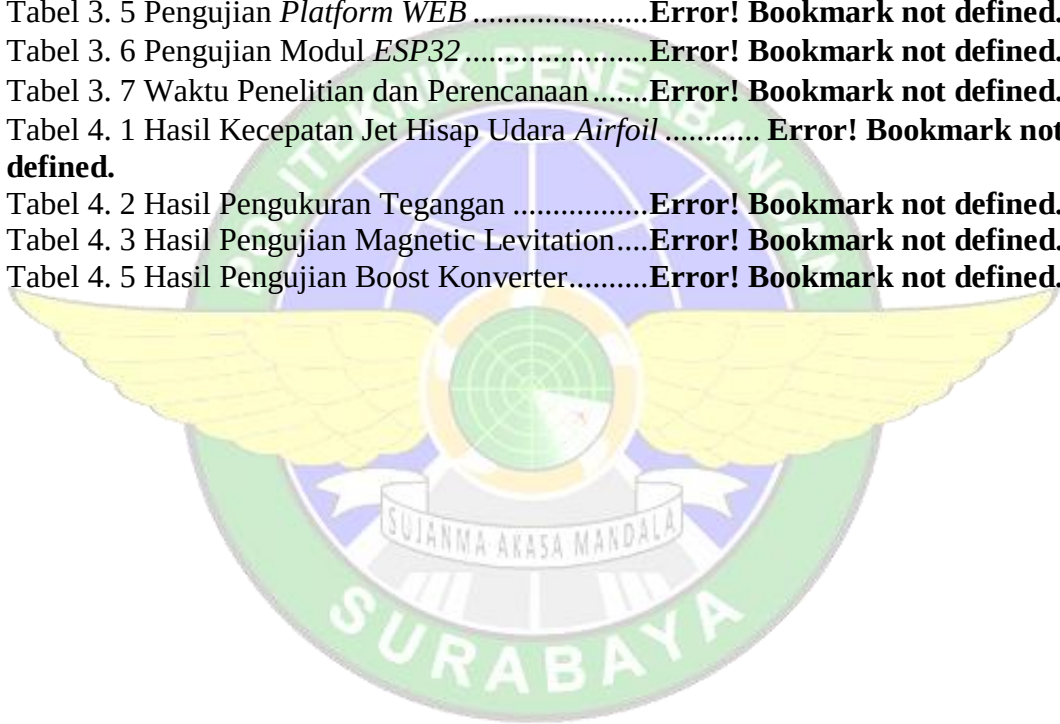
3.3 Teknik Pengujian.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.1 Pengujian <i>Airfoil</i>	Error! Bookmark not defined.
3.3.2 Pengujian <i>Magnetic Levitation</i> ...	Error! Bookmark not defined.
3.3.3 Pengujian Sensor <i>Anemometer Cup</i>	Error! Bookmark not defined.
3.3.4 Pengujian Sensor	Error! Bookmark not defined.
3.3.5 Pengujian <i>Platform WEB Service</i> .	Error! Bookmark not defined.
3.3.6 Pengujian Modul <i>ESP32</i>	Error! Bookmark not defined.
3.4 Teknik Analisis Data	Error! Bookmark not defined.
3.5 Tempat dan Waktu Penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
4.1 Hasil Penelitian	Error! Bookmark not defined.
4.1.1 Hasil Pengujian	Error! Bookmark not defined.
4.1.2 Perangkat Lunak dan Pemrograman.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.2.1 Pemrograman Perangkat Lunak Arduino Uno	Error! Bookmark not defined.
4.1.2.2 <i>Interface</i> Perangkat Lunak Android	Error! Bookmark not defined.
4.2 Sistem Alat Keseluruhan	Error! Bookmark not defined.
BAB V PENUTUP.....	Error! Bookmark not defined.
5.1 Simpulan.....	Error! Bookmark not defined.
5.2 Saran.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	15
LAMPIRAN.....	A-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Aifroil</i> Simetris & Asimetris	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 2 Pemadatan Angin	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 3 <i>Angel Of Attack</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 4 Lift and Drag	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 5 NACA 4412.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 6 Visual <i>Magnetic Levitation</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 7 <i>Electromagnetic Suspension</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 8 <i>Electrodinamic Suspension</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 9 <i>Magnetic Levitation</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 10 <i>Anemometer Cup</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 11 <i>Anemometer Hot Wire</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 12 <i>Anemometer Sonic</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 13 Diagram Blok ESP32	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 14 Pin <i>ESP32</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 15 Sensor <i>INA219</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 1 Blok Diagram Rancangan Alat	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Cara Kerja Alat.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 3 Modul <i>ESP32</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4 1 Pembuatan Airfoil	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4 2 <i>Airfoil ACP</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4 3 <i>Magnetic Levitation</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4 4 Control Monitoring WEB.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4 5 Hasil Tegangan Magnetic Levitation	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4 6 Hasil Pengujian ESP32.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4 7 Pengujian Sensor INA 219	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4 8 Hasil Pengujian Boost Konverter	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4 9 Arduino Uno.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4 10 Coding Sensor Voltase & Anemometer	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4 11 Perangkat Lunak Web IoT	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Skala Beaufort.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 2 Spesifikasi <i>ESP32</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 3 Perbedaan ESP32 dengan ESP8266.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 4 Spesifikasi Sensor Arus INA219	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 5 Kajian Penelitian Terdahulu Yang Relevan.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 1 Pengujian <i>Airfoil</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 2 Pengujian Magnetic Levitation	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 3 Pengujian Sensor Anemometer Cup	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 4 Pengujian Sensor.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 5 Pengujian <i>Platform WEB</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 6 Pengujian Modul <i>ESP32</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 7 Waktu Penelitian dan Perencanaan.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 1 Hasil Kecepatan Jet Hisap Udara <i>Airfoil</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Tegangan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Magnetic Levitation....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Boost Konverter.....	Error! Bookmark not defined.



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Materi Bimbingan.....	A-1
Lampiran B. Coding Sensor Anemometer & Sensor Voltase.....	B-1
Lampiran C. Daftar Riwayat Hidup	5



DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, Doenhoff, I. H., Albert E. Von. (1958). *Theory Of Wing Sections*. Dover. -
- Asy'ari, H. (2012). *DESAIN GENERATOR MAGNET PERMANEN KECEPATAN RENDAH UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN ATAU BAYU (PLTB)*.
- Basri, M. H. (2019). *JURNAL SIMETRIK VOL.9, NO.2, DESEMBER 2019*.
- Budea, S. (2023). Assessments regarding the performances of wind turbines from the roofs of buildings. *E3S Web of Conferences*, 404, 02005. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340402005>
- Çanakçı, B., Çakir, U., & Aytaç, A. (2020). Determination of parameters affecting aerodynamic performance in S833 airfoil. *SN Applied Sciences*, 2(12), 1984. <https://doi.org/10.1007/s42452-020-03752-5>
- Çengel, Y. A., & Cimbala, J. M. (2018). *Fluid mechanics: Fundamentals and applications* (Fourth edition). McGraw-Hill Education.
- Choon, T. W., Prakash, C., Aik, L. E., & Hin, T. T. (2012). Development of Low Wind Speed Anemometer. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 2(3), 237. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.2.3.194>
- Dincer, I., & Rosen, M. A. (2021). Exergy, environment, and sustainable development. In *Exergy* (pp. 61–89). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824372-5.00004-X>
- Dorsemaine, B., Gaulier, J.-P., Wary, J.-P., Kheir, N., & Urien, P. (2015). Internet of Things: A Definition & Taxonomy. *2015 9th International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies*, 72–77. <https://doi.org/10.1109/NGMAST.2015.71>
- Effendy, M., & Muchlisin, M. (2019). Studi Eksperimental dan Simulasi Numerik Karakteristik Aerodinamika Airfoil NACA 4412. *ROTASI*, 21(3), 147. <https://doi.org/10.14710/rotasi.21.3.147-154>

- Fadhil, M. A., Gani, E. A., Bagdja, A., Amperiawan, G., & Aritonang, S. (2024). Perbandingan Sistem Levitasi Magnetik Ems dan Eds Untuk Maglev Indonesia. *Jurnal Syntax Admiration*, 5(1), 294–302. <https://doi.org/10.46799/jsa.v5i1.1019>
- Goethem, J. V., & Henneberger, G. (2004). *DYNAMIC SIMULATION OF THE NOVEL XLEV MAGNETICALLY LEVITATED CONVEYOR VEHICLE*.
- Houchens, B., Marian, D., Pol, S., & Westergaard, C. (2022, May 1). High Wind Speed Performance of AeroMINE at Pilot-Scale. *Proposed for Presentation at the Torque Held June 1-3, 2022 in Delft, Netherlands*. Proposed for presentation at the Torque held June 1-3, 2022 in Delft, Netherlands. <https://doi.org/10.2172/2003150>
- Junaidi, A. (n.d.). *INTERNET OF THINGS, SEJARAH, TEKNOLOGI DAN PENERAPANNYA : REVIEW*. 3.
- Kim, C. (2024). Optimal Control for a Superconducting Hybrid MagLev Transport System with Multirate Multisensors in a Smart Factory. *Sensors*, 24(2), 671. <https://doi.org/10.3390/s24020671>
- Krath, E., Houchens, B., Marian, D., Pol, S., & Westergaard, C. (2021, July 1). Multivariate Design and Optimization of the AeroMINE Internal Turbine Blade. *Proposed for Presentation at the AIAA Propulsion and Energy Held August 9-11, 2021 in Denver, CO*. Proposed for presentation at the AIAA Propulsion and Energy held August 9-11, 2021 in Denver, CO. <https://doi.org/10.2172/1882285>
- Prafanto, A., Budiman, E., Widagdo, P. P., Putra, G. M., & Wardhana, R. (2021). Pendeteksi Kehadiran menggunakan ESP32 untuk Sistem Pengunci Pintu Otomatis. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 7(1), 37. <https://doi.org/10.31884/jtt.v7i1.318>
- Raut, N. K., Miller, J., Chiao, R. Y., & Sharping, J. E. (2022). Comparative Study of Magnetic Levitation Models. *Journal of Nepal Physical Society*, 8(2), 37–41. <https://doi.org/10.3126/jnphysoc.v8i2.50147>
- Santos, R., & Santos, S. (n.d.). *ESP32 Web Server with Arduino IDE*.

- Sarjito, S. (2017). STUDI KARAKTERISTIK AIRFOIL NACA 2410 DAN NACA 0012 PADA BERBAGAI VARIASI ANGLE OF ATTACK. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 11(1). <https://doi.org/10.23917/mesin.v11i1.3192>
- Sesalim, D., & Naser, J. (2024). Effects of an Owl Airfoil on the Aeroacoustics of a Small Wind Turbine. *Energies*, 17(10), 2254. <https://doi.org/10.3390/en17102254>
- Sutikno, T., Alfahri, J., & Purnama, H. S. (2023). Monitoring Tegangan dan Arus Pada Panel Surya Menggunakan IoT. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 22(1), 153. <https://doi.org/10.24843/MITE.2023.v22i01.P20>
- Takase, S., Komori, M., Nemoto, K., Asami, K., & Sakai, N. (2015). Basic study on magnetic levitation system using superconducting coil. *Mechanical Engineering Journal*, 2(3), 14-00535-14-00535. <https://doi.org/10.1299/mej.14-00535>
- Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Adam, M., Harahap, P., Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Nasution, M. R., & Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. (2019). Analisa Pengaruh Perubahan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) Terhadap Daya Yang Dihasilkan Generator Dc. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro*, 2(1), 30–36. <https://doi.org/10.30596/rele.v2i1.3648>
- Wibowo, D. B., & Sutomo, S. (n.d.). *PEMODELAN DAN SIMULASI SISTEM CONTROL MAGNETIC LEVITATION BALL*. 13(2).

LAMPIRAN

Lampiran A. Standard Operational Procedure (SOP)

“PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU TANPA BALING - BALING MENGGUNAKAN MAGNETIC LEVITATION BERBASIS IoT”

Oleh :

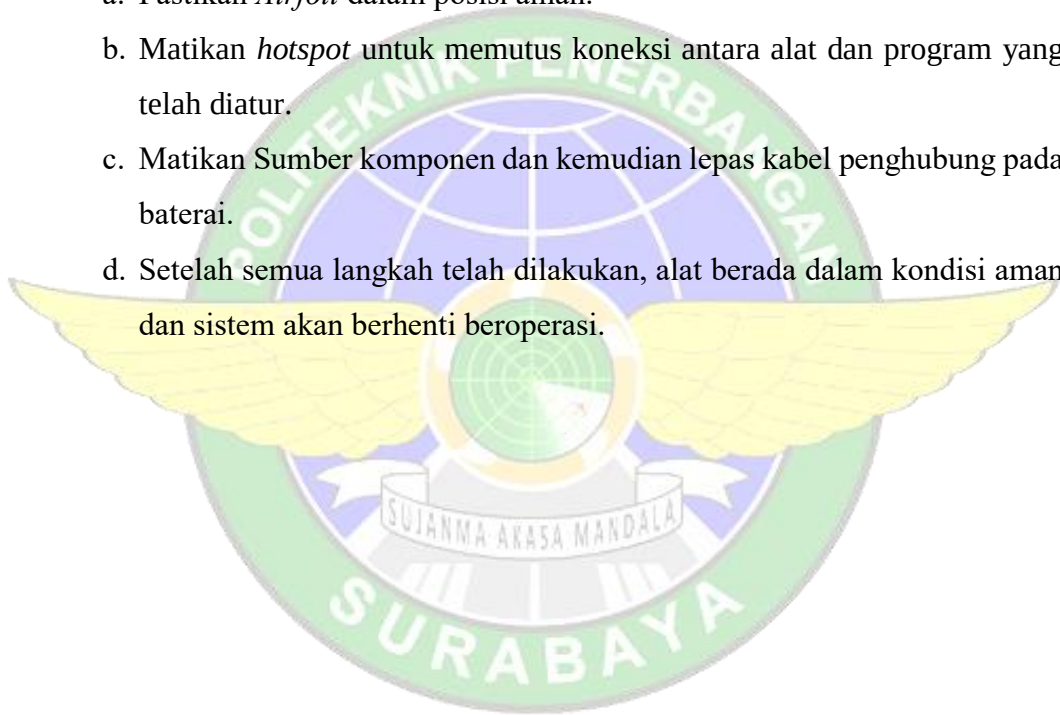
AZHMINATHUS ZOHDIA
NIT. 30121028

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 “*Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Tanpa Baling – Baling Menggunakan Magnetic Levitation Berbasis IoT*” sebagai berikut:

1. Persiapan
 - a. Pastikan semua system terpasang dengan baik.
 - b. Periksa koneksi internet, apakah dapat berjalan dengan baik.
 - c. Pastikan area sekitar memiliki asupan angin yang cukup baik.
2. Menghidupkan System
 - a. Mengaktifkan sumber komponen melalui pemasangan baterai, untuk memastikan kondisi internet dan memantau sensor ESP32.

- b. Inisialisasi Monitoring, nyalakan *hotspot* dan samakan SSID dan *password* wifi pada mikrokontroler, kemudian Periksa koneksi WiFi dan pastikan perangkat terhubung ke jaringan untuk komunikasi.
 - c. Arahkan alat menghadap dari datangnya sumber angin. Pastikan angin memadai untuk melihat kerja *airfoil*.
 - d. Jika alat sudah siap untuk digunakan, maka alat akan bekerja sesuai apa yang telah diperintahkan, kemudian hasil monitoring dapat terlihat secara langsung pada monitoring web IoT.
3. Mematikan Sistem
- a. Pastikan *Airfoil* dalam posisi aman.
 - b. Matikan *hotspot* untuk memutus koneksi antara alat dan program yang telah diatur.
 - c. Matikan Sumber komponen dan kemudian lepas kabel penghubung pada baterai.
 - d. Setelah semua langkah telah dilakukan, alat berada dalam kondisi aman dan sistem akan berhenti beroperasi.



Lampiran B. Coding Arduino Sensor

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_INA219.h>
#include <WiFi.h>
#include <ESPAsyncWebServer.h>
#include <LittleFS.h>

// Pengaturan WiFi
const char* ssid = "OPPO";
const char* password = "11122233";

AsyncWebServer server(80);

// INA219 object
Adafruit_INA219 ina219;

struct SensorData {
    String time;
    float windSpeed;
    float current;
    float voltage;
};

std::vector<SensorData> sensorDataList;

#define ANEMOMETER_PIN 4 // Pin digital ESP32 yang terhubung
ke anemometer

volatile int windSpeedCount = 0;
unsigned long previousMillis = 0; // Waktu sebelumnya
const long interval = 1000; // Interval 1 detik

void IRAM_ATTR countWindSpeed() {
    windSpeedCount++;
}

float readWindSpeed() {
    // Hitung kecepatan angin dari jumlah pulsa yang dihitung
    dalam interval waktu tertentu
    float windSpeed = (windSpeedCount / 2.0) * 2.4; //
    Sesuaikan dengan anemometer
    windSpeedCount = 0;
    return windSpeed;
}
```



```

}

void setup() {
  Serial.begin(115200);

  // Menghubungkan ke WiFi
  WiFi.begin(ssid, password, WIFI_AUTH_WPA2_PSK);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(1000);
    Serial.println("Mencari WiFi...");
  }
  Serial.println("Connected to WiFi");
  Serial.print("IP Address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());

  // Inisialisasi LittleFS
  if (!LittleFS.begin()) {
    Serial.println("An Error has occurred while mounting LittleFS");
    return;
  }
  Serial.println("LittleFS mounted successfully");

  // Menyediakan halaman web
  server.on("/", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request) {
    if (LittleFS.exists("/index.html")) {
      Serial.println("Serving index.html");
      request->send(LittleFS, "/index.html", "r");
    } else {
      Serial.println("Error: index.html not found");
      request->send(404, "text/plain", "Error: index.html not found");
    }
  });

  // Menyediakan endpoint data sensor
  server.on("/data", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request) {
    String json = "[";
    for (size_t i = 0; i < sensorDataList.size(); ++i) {
      json += "{\"time\": \"" + sensorDataList[i].time +
        "\", \"windSpeed\": " + String(sensorDataList[i].windSpeed)
        + ", \"current\": " + String(sensorDataList[i].current) + ",
        \"voltage\": " + String(sensorDataList[i].voltage) + "}";
    }
  });
}

```

```

        if (i < sensorDataList.size() - 1) {
            json += ",";
        }
    }
    json += "];";
    request->send(200, "application/json", json);
});

// Memulai server
server.begin();

// Setup pin dan interrupt untuk anemometer
pinMode(ANEMOMETER_PIN, INPUT_PULLUP);
attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(ANEMOMETER_PIN),
countWindSpeed, FALLING);

// Inisialisasi INA219
if (!ina219.begin()) {
    Serial.println("Failed to find INA219 chip");
    while (1);
}
Serial.println("INA219 initialized");
}

void loop() {
    unsigned long currentMillis = millis();

    // Update data sensor setiap detik
    if (currentMillis - previousMillis >= interval) {
        previousMillis = currentMillis;

        // Membaca arus dan tegangan dari INA219
        float shuntVoltage = ina219.getShuntVoltage_mV();
        float busVoltage = ina219.getBusVoltage_V();
        float current_mA = ina219.getCurrent_mA();
        float power_mW = ina219.getPower_mW();
        float loadVoltage = busVoltage + (shuntVoltage / 1000);

        float windSpeed = readWindSpeed(); // Baca kecepatan
        angin dari anemometer

        // Hitung jam, menit, dan detik
        unsigned long totalSeconds = currentMillis / 1000;
        unsigned long hours = totalSeconds / 3600;
        unsigned long minutes = (totalSeconds % 3600) / 60;
    }
}

```

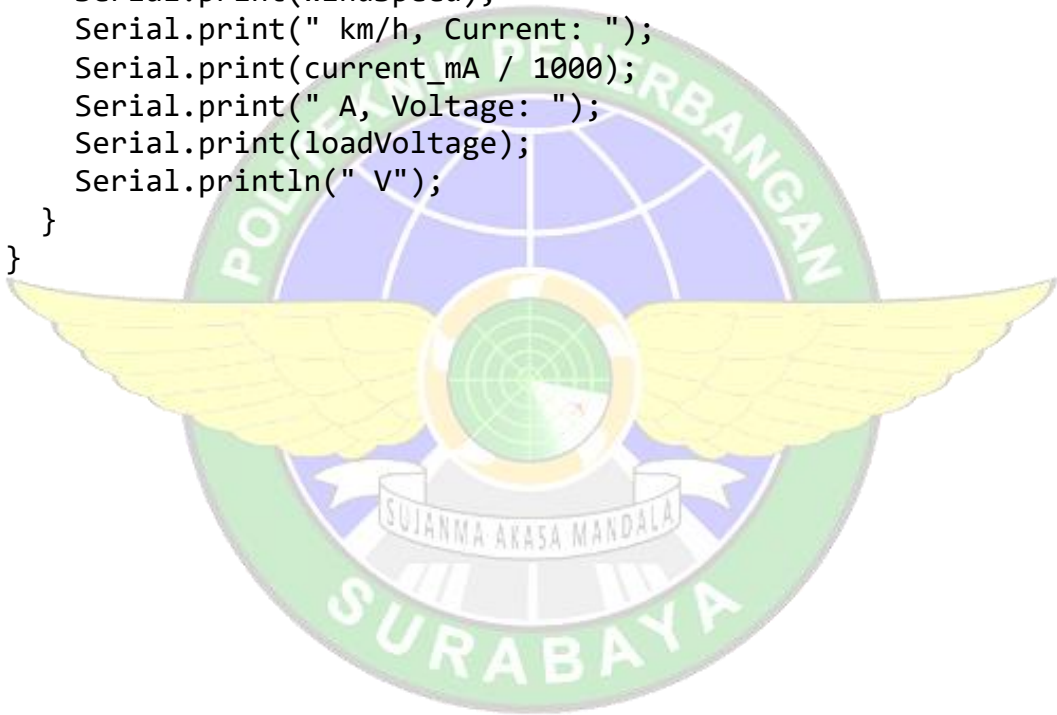
```

    unsigned long seconds = totalSeconds % 60;
    String timeString = String(hours) + ":" +
String(minutes) + ":" + String(seconds);

    // Simpan data sensor ke dalam list
    SensorData data = {timeString, windSpeed, current_mA /
1000, loadVoltage};
    sensorDataList.push_back(data);

// Cetak data sensor ke Serial Monitor
    Serial.print("Time: ");
    Serial.print(timeString);
    Serial.print(", Wind Speed: ");
    Serial.print(windSpeed);
    Serial.print(" km/h, Current: ");
    Serial.print(current_mA / 1000);
    Serial.print(" A, Voltage: ");
    Serial.print(loadVoltage);
    Serial.println(" V");
}
}

```



Lampiran C. Daftar Riwayat Hidup

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Azhminathus Zohdia
Nama Panggilan : Tuthus
Tempat, Tanggal lahir : Lamongan, 28 Juni 2002
Agama : Islam
Orang Tua : Sujito dan Sri Muji Rahayu
Saudara : Erick Teguh Wibawa
Alamat : Dsn. Blungkan Ds. Sendangrejo
RT. 012/ RW. 004 Kecamatan
Lamongan Kabupaten Lamongan,
Jawa Timur
Hobi : Membaca

Latar Belakang Pendidikan :

- 2008 – 2014 : SD Negeri Sendangrejo 1 Lamongan
- 2014 – 2017 : SMP Negeri 1 Lamongan
- 2017 – 2020 : SMA Negeri 2 Lamongan
- 2021 – 2024 : Politeknik Penerbangan Surabaya

On The Job Training :

- (Mei 2023 – September 2023) Bandara UPBU Lede Kalumbang, NTT.
- (Oktober 2023 – Februari 2024) Bandara International Supadio, Pontianak.

Sertifikat Kompetensi :

- *Air Conditioner System*
- *Air Field Lighting System*
- Transmisi Distribusi