



## Rancang Bangun *System Control* Dan Monitoring PLTB (Angin) Menggunakan Scada

Geni Bramasta\*<sup>1</sup>, Denny Irawan<sup>2</sup>

\*<sup>1,2</sup>Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik, Gresik,  
Indonesia

\*Email Penulis Korespondensi: [genny.brammasta@gmail.com](mailto:genny.brammasta@gmail.com)

### **Abstrak**

*Dengan berkembangnya teknologi maka akan semakin besar juga konsumsi energi listrik yang diperlukan, sayangnya pemakaian energi listrik yang semakin besar menyebabkan lingkungan rusak dan menipisnya bahan bakar fosil. Energi terbarukan merupakan salah satu solusi untuk masalah lingkungan dan menipisnya bahan bakar fosil. Dengan menggunakan energi terbarukan tentunya akan sangat mengurangi emisi pencemaran lingkungan dan penggunaan bahan bakar fosil. Salah satu energi terbarukan tersebut merupakan energi bayu/angin. Tetapi dengan wilayah Indonesia yang merupakan negara kepulauan tentunya jangkauan infrastruktur transmisi untuk menghantarkan listrik ke setiap wilayah dan kapasitas pembangkit tiap daerah terbatas, sehingga tidak jarang terjadi pemadaman listrik bergilir yang mengakibatkan terganggunya aktivitas masyarakat ataupun industry pada wilayah tersebut. Untuk industri umumnya memiliki generator/genset yang digunakan untuk power switching apabila terjadi pemadaman oleh PLN, tetapi untuk masyarakat tidak memiliki alternatif lain apabila terjadi pemadaman oleh pihak PLN. Melihat masalah tersebut penulis memiliki saran untuk setiap daerah memiliki sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Bayu/angin yang digunakan untuk switching apabila terjadi pemadaman oleh PLN. Kemudian agar dapat lebih mudah dalam mengontrol dan memonitoring maka penulis membuat Alat monitoring dan control PLTB berbasis HMI, Alat ini nantinya akan dilengkapi dengan sensor voltase untuk mengukur Tegangan yang dihasilkan oleh pembangkit.*

**Kata kunci**—PLTB, HMI, Sensor Voltase, PLN

### **Abstract**

*With the development of technology, the consumption of electrical energy required will also increase. Unfortunately, the increasing use of electrical energy causes the environment to be damaged and the depletion of fossil fuels. Renewable energy is one solution to environmental problems and the depletion of fossil fuels. Using renewable energy will of course greatly reduce environmental pollution emissions and the use of fossil fuels. One of these renewable energies is wind energy. However, with Indonesia being an archipelagic country, of course the transmission infrastructure to deliver electricity to each region and the generating capacity of each region are limited, so it is not uncommon for rolling power outages to occur which disrupt community and industrial activities in the region. For industry, generally they have generators/gensets which are*

---

used for power switching if a blackout occurs by PLN, but for the community they have no other alternative if a blackout occurs by PLN. Seeing this problem, the author has a suggestion for each region to have a Wind Power Plant which is used for switching in the event of a blackout by PLN. Then, to make it easier to control and monitor, the author created an HMI-based PLTB monitoring and control tool. This tool will later be equipped with a voltage sensor to measure the voltage produced by the generator.

**Keywords**—PLTB, HMI, Voltage Sensor, PLN

## 1. PENDAHULUAN

PLTB atau pembangkit Listrik Tenaga Bayu merupakan salah satu jenis pembangkit listrik yang menggunakan angin (bayu) sebagai sumber utamanya, dimana angin yang ada di sekitar alam digunakan untuk menggerakkan bilah kincir angin yang kemudian dapat memutar generator dan membangkitkan energi Listrik. Kemudian energi tersebut akan men *charger* baterai sebagai media penyimpanan energi melalui *controller* [1], [2], [3].

Pada Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), prinsip umum yang terjadi adalah energi angin diubah menjadi energi mekanik melalui gerak kincir yang kemudian dirubah kembali menjadi energi Listrik oleh generator. Kemudian energi tersebut disalurkan dan dibagikan untuk kebutuhan pengguna listrik. Bagi tempat dan daerah yang memiliki potensi energi angin yang relatif baik PLTB dapat menjadi pilihan optimal. Penggunaan energi angin dapat dilakukan di dataran tinggi maupun daerah landai, meskipun demikian daerah atau tempat yang mempunyai potensi energi angin yang tinggi harus diidentifikasi agar penggunaan energi angin ini lebih kompetitif dibandingkan dengan energi alternatif lainnya [4], [5], [6].

Namun disamping memiliki peluang pemanfaatan yang kompetitif tidak sedikit pula terjadi keselakaan kerja pada pekerja yang bekerja di ketinggian saat melakukan pengecekan baling baling dan mengukur kecepatan angin. Oleh karena itu diperlukan sebuah alat monitoring dan prosedur *safety* yang lebih aman di kawasan pembangkit.

Sebelumnya telah dilakukan beberapa penelitian yang membahas mengenai pembangkit listrik tenaga bayu, berikut merupakan beberapa penelitian yang saya buat sebagai referensi. Penelitian Oleh Nuha Nadhiroh, Dezetty Monika, Ikhsan Kamil, Agris Haznu Pamekas, Ebenhezer Sitindaon, dan Mochammad Fahmi Aprilianto, berisi dengan tingginya ketergantungan terhadap pemakaian bahan bakar fosil dan terbatasnya pasokan listrik, pemerintah diharuskan untuk menemukan alternatif lain terhadap permasalahan tersebut. Salah satu Solusi yang memungkinkan adalah Energi angin. Dalam penelitian kurang lebih berisi mengenai perancangan PLTB memakai model turbin angin jenis turbin savonius untuk kondisi kecepatan angin rendah menggunakan mikrokontroler ESP8266 dan sensor Dfrobot INA219 untuk memantau arus, tegangan, dan daya turbin angin. [7], [8], [9].

Selanjutnya Penelitian oleh Salihul Fajri, dan Muldi Yuhendri. Pada penelitian ini dibahas mengenai proses monitoring PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Angin) menggunakan HMI (*Human Machine Interface*) dengan basis PLC (*Programable Logic Controller*). Alat yang dirancang pada penelitian ini diuji pada PLTA yang memanfaatkan turbin angin sumbu horizontal serta generator sinkron jenis magnet permanen. Monitoring PLTA ini dibuat menggunakan PLC jenis S7 1200 1215C DC/DC/Relay dan HMI type Simatic KTP 700 Basic PN untuk *display* dari parameter yang dimonitor yaitu tegangan, arus, kecepatan putaran, kecepatan angin, dan daya [10], [11], [12].

Penelitian Oleh Nila Gusriani & Muldi Yuhendri menyatakan PLTA merupakan jenis pembangkit listrik energi terbarukan menggunakan turbin angin untuk mengubah energi angin menjadi energi mekanik yang kemudian menggerakkan generator Listrik. Demi mencegah operasi yang melampaui batas kapasitas dari generator, maka diperlukan proses monitoring dan pengamanan terhadap *part* yang terdapat pada PLTA. Penelitian ini memberikan Solusi berupa sistem monitoring PLTA berbasis Arduino MKR 1000 dengan *Graphical User Interface* (GUI) Matlab. Nilai dari sensor PLTA yang dimonitor adalah kecepatan putaran turbin, kecepatan angin,

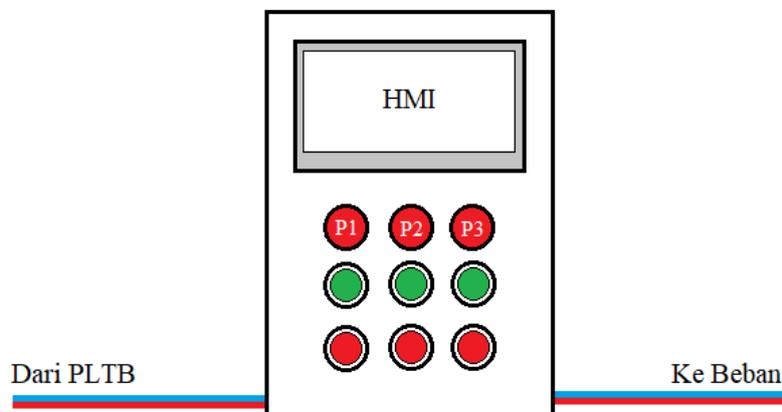
dan daya output generator [13], [14], [15].

Berdasar pada penelitian tersebut penulis memiliki ide untuk membuat alat di setiap daerah yang memiliki sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Bayu/angin dengan tujuan memudahkan untuk *switching* apabila terjadi pemadaman oleh PLN, yaitu dengan Alat monitoring dan kontrol PLTB berbasis *HMI Scada*, yang dilengkapi dengan Sensor Tegangan dan Sensor arus yang berfungsi sebagai data input untuk di proses oleh system prioritas pada panel distribusi. Sistem ini nantinya akan mempermudah dalam mendistribusikan energi Listrik.

## 2. METODE PENELITIAN

Pada Penelitian ini metode yang digunakan merupakan metode prioritas dimana metode ini memprioritaskan beban yang digunakan, respon dari metode prioritas ini didasarkan pada data pembacaan sensor Arus ZMPT101B dan sensor Tegangan PZCT-02.

### 2.1 Desain Prototype Alat



Gambar 1 Desain *Prototype* alat

Pada Gambar 1 menjelaskan mengenai rekonstruksi dari desain alat yang akan dibuat nantinya. Konstruksi alat cukup sederhana, dimana daya dari PLTB disalurkan ke Panel HMI yang berisis Arduino Nano, Sensor Tegangan, Sensor Arus, dan HMI. Kemudian Barulah disalurkan ke beban. Panel *HMI* juga dilengkapi *Push Button* dan lampu indikator yang berfungsi sebagai alternatif apabila pemutusan beban dari *HMI* mengalami *error*. Tabel 1 merupakan informasi detail beban yang digunakan dan tabel prioritas pemutusan beban saat terjadi *drop voltage*.

Tabel 1 Detail Beban yang Digunakan Pada *Prototype*

No	Jenis Beban	Daya(W)	Fungsi	Prioritas	Total Daya
1	Lampu LED	8	Penerangan Utama Ruang Tamu	1	16
2	Stopkontak Charger	25	Stopkontak Isi 1 Untuk keperluan Charger Laptop	2	25
					41

Kemudian dengan detail beban yang digunakan pada Tabel 1 diklasifikasikan lagi ke dalam tabel urutan prioritas di pada Tabel 2. Kemudian Tabel 3 merupakan urutan dalam bentuk urutan arus beban yang telah disusun oleh penulis.

Tabel 2 Urutan Data Prioritas

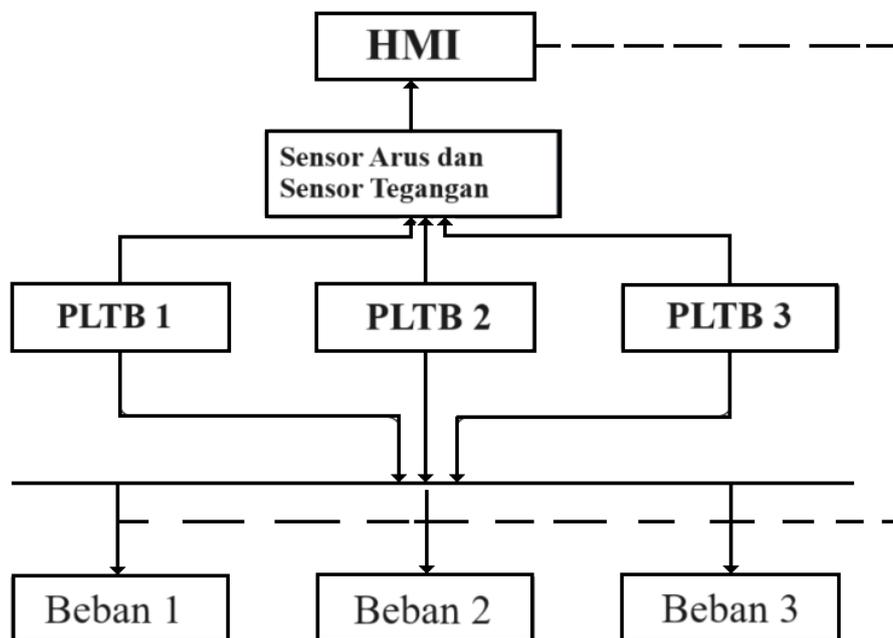
2	1
	1

Tabel 3 Urutan Data Arus Beban

2,6	0,6
	0,6

Urutan data pada Tabel 2 dan Tabel 3 akan dinamakan *database*. Kondisi awal baterai penuh saat awal pengoperasian, dan dimonitor agar tidak dibawah 30% dari beban yang dikendalikan. Pada hari berangin atau intensitas kecepatan angin optimal, tegangan yang dihasilkan PLTB antara 12,6 – 14,2 Volt dan arus 8,4 – 9,5 A sehingga beban penuh dapat di-*supply*. Pada saat cuaca tidak terlalu berangin PLTB dan tidak menghasilkan energy untuk *charging* baterai, maka *controller* akan berfungsi mengontrol beban dan men-*trigger* aksi *Load Shedding* dengan tujuan untuk mengontrol *level* baterai agar tetap berada pada 30%. Apabila terdapat beban yang ‘OFF’ diluar perhitungan (prioritas) dan tidak diketahui beban yang ‘OFF’ tersebut, maka algoritma *Multiple Sequence Alignment* digunakan untuk Menyusun lagi urutan prioritasnya yang didaarkan pada kemiripan (*similarity*) dengan data yang ada pada *database*.

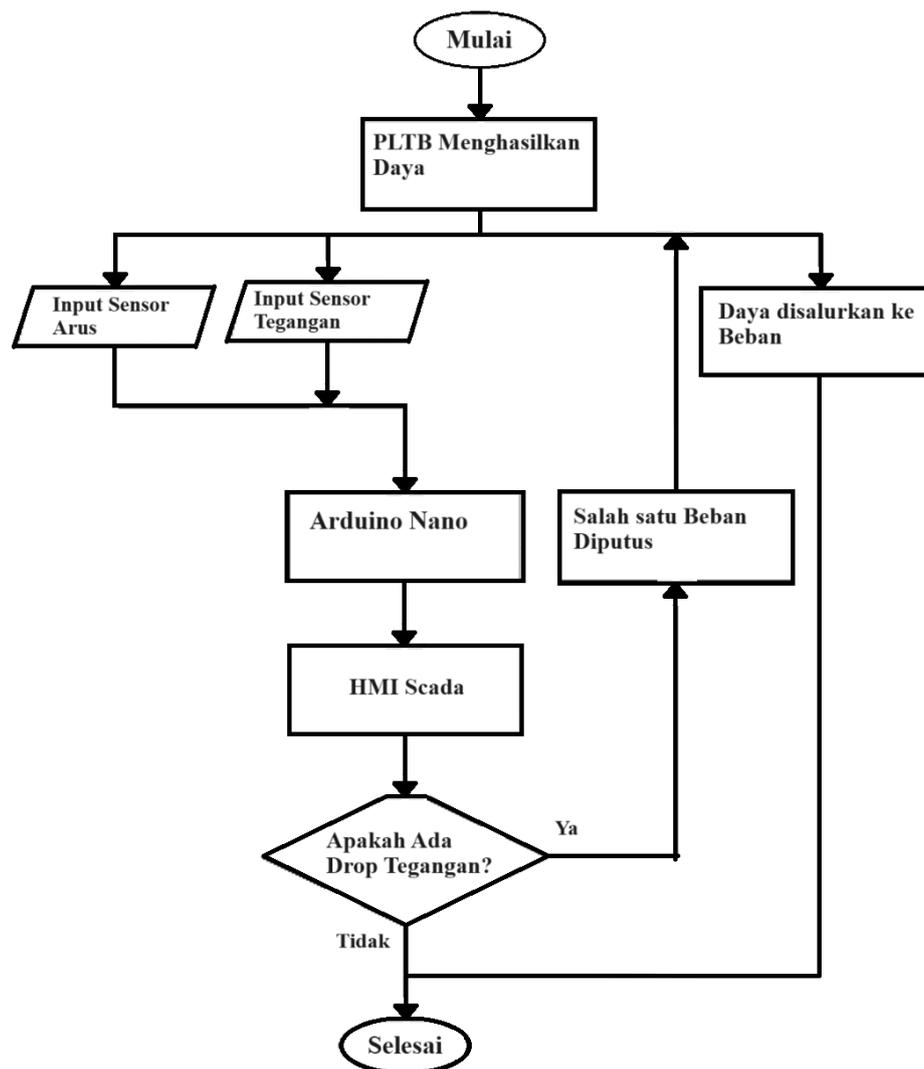
## 2. 2 Blok Diagram dan Flowchart



Gambar 2 Blok Diagram System

Pada Gambar 2 dijelaskan desain blok diagram sistem dengan rincian sebagai berikut:

1. Saat PLTB membangkitkan arus dan tegangan maka sensor arus dan tegangan akan membaca nilai tersebut.
2. Kemudian Arus dan tegangan tersebut dialirkan ke beban dan nilai hasil pembacaan sensor dikirim ke HMI.
3. Kemudian apabila terjadi *drop* tegangan maka sistem HMI akan otomatis memutus salah satu beban sesuai dengan nilai *drop* tegangan.
4. HM dapat digunakan untuk memonitoring tegangan dan arus yang dihasilkan oleh pembangkit serta dapat mengontrol proses distribusi daya.
5. Arduino Nano yang telah mendapat daya akan memproses seluruh input sensor dan kemudian akan di tampilkan di HMI.



Gambar 3 Flowchart System

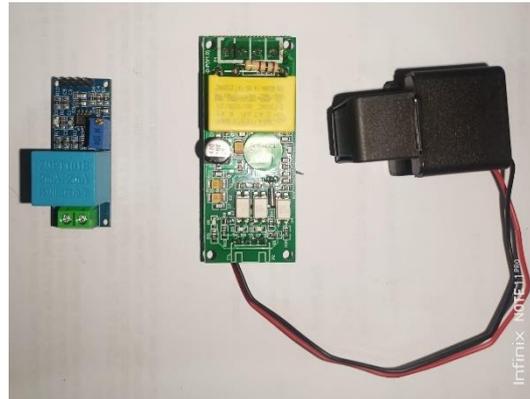
Pada Gambar 3 menjelaskan *flowchart* dari Proses Fungsi alat yang akan dibuat:

- Pada saat sistem dimulai, kemudian PLTB akan bekerja sehingga menghasilkan daya.
- Kemudian daya tersebut akan disalurkan ke beban.
- Disaat yang bersamaan pula sensor Arus dan Tegangan membaca nilai Arus dan Tegangan kemudian di proses ke *Arduino Nano*.
- Kemudian Hasil dari pembacaan tersebut dikirimkan ke *HMI Scada*, dimana *user* dapat memonitoring dan mengontrol apabila terdapat indikasi *Drop Voltage* dari hasil pembacaan sensor. *Drop Voltage* yang dimaksud disini apabila pembacaan sensor tegangan membaca tegangan di bawah dari nilai tegangan yang ditentukan. Misal tegangan yang ditentukan adalah 12V maka apabila sensor mendeteksi tegangan kurang dari 12V maka akan dianggap sebagai *Drop Voltage*.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengujian sensor Arus ZMPT101B dan sensor Tegangan PZCT-02, Pengujian Fungsi HMI Scada, Pengujian Metode, dan pengujian keseluruhan dipaparkan pada *section* berikut.

3.1 Pengujian sensor Arus ZMPT101B dan sensor Tegangan PZCT-02



Gambar 4 Sensor Arus ZMPT101B (Kiri) dan sensor Tegangan PZCT-02 (Kanan)

Pada Gambar 4 merupakan sensor yang dipakai sebagai input, berikut merupakan data hasil pengujian Sensor. Pada Tabel 4 dan Tabel 5 menjelaskan mengenai perbandingan hasil uji data pembacaan sensor dengan *Multimeter*. Dapat dilihat bahwasanya kedua sensor memiliki selisih pembacaan, hal ini disebabkan *delay* pengiriman data oleh sensor.

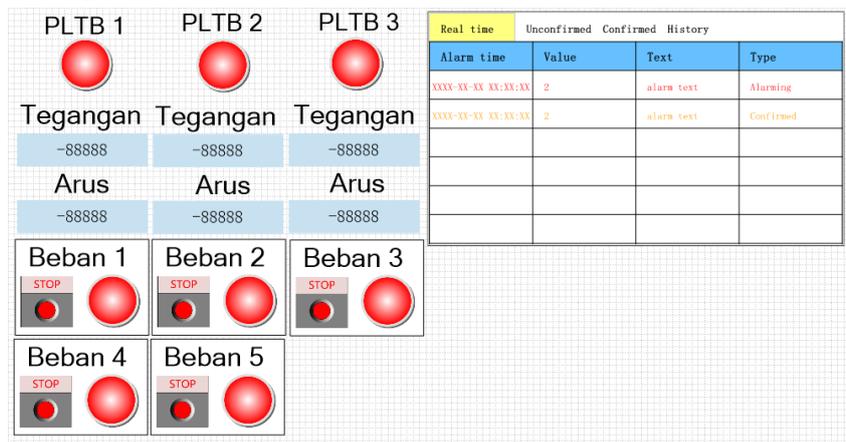
Tabel 4 Data Hasil Pengujian Sensor Arus ZMPT101B

No	Sensor Arus	Multimeter	Kesesuaian
1	2,2A	2A	Selisih 0,2 A
2	2A	2A	Sesuai
3	2,1A	2A	Selisih 0,1 A

Tabel 5 Data Hasil Pengujian Sensor Tegangan PZCT-02

No	Sensor Arus	Multimeter	Kesesuaian
1	12,4V	12V	Selisih 0,4 V
2	12,1V	12V	Selisih 0,1 V
3	12,5V	12V	Selisih 0,5 V

3.2 Pengujian Fungsi HMI Scada



Gambar 5 Layout HMI

Pada Gambar 5 merupakan gambar dari layout *HMI* yang akan digunakan, pada Tabel 6 berikut dijelaskan mengenai data hasil test *HMI* tersebut.

Tabel 6 Data Hasil Pengujian Fungsi HMI

No	Tanggal	PLTB 1		PLTB 2		PLTB 3		Keseuaian
		Data Tegangan	Data Arus	Data Tegangan	Data Arus	Data Tegangan	Data Arus	
1	12/07/2024	12,4	2,2	12,1	2,1	12,2	2,1	Sesuai
2	13/07/2024	12,1	2	12,4	2,2	12,4	2,1	Sesuai
3	14/07/2024	12,5	2,1	12,1	2,2	12,3	2,3	Sesuai

### 3.3 Pengujian Keseluruhan



Gambar 6 Model Kincir angin yang digunakan

Gambar 6 menjelaskan mengenai model kincir angin yang dipakai, dimana pada *prototype* ini kincir angin yang digunakan sebanyak 3 Unit. Kemudian untuk panel kontrol dan baterai dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Panel Distribusi Beban, Kontrol, dan Baterai

Gambar 7 menjelaskan mengenai panel yang akan digunakan sebagai distribusi, kontrol beban dan baterai.



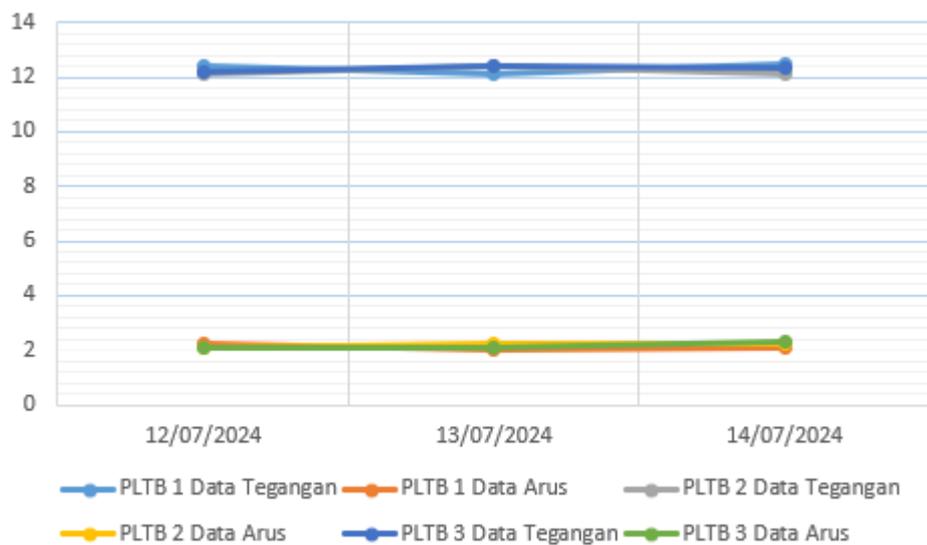
Gambar 8 Panel Pengaman

Gambar 8 memperlihatkan mengenai panel pengaman yang berfungsi sebagai pengaman apabila tegangan yang dihasilkan melebihi dari yang ditentukan.

Tabel 7 Data Hasil Pengujian Tiap PLTB dan Beban yang Disuplai

No	Tanggal	PLTB 1		PLTB 2		PLTB 3		Beban yang Disupply
		Data Tegangan	Data Arus	Data Tegangan	Data Arus	Data Tegangan	Data Arus	
1	12/07/2024	12,4	2,2	12,1	2,1	12,2	2,1	Beban 1,2 & 3
2	13/07/2024	12,1	2	12,4	2,2	12,4	2,1	Beban 1,2 & 3
3	14/07/2024	12,5	2,1	12,1	2,2	12,3	2,3	Beban 1,2 & 3

Pada Tabel 7 dielaskan mengenai data hasil pengujian tiap PLTB dengan detail beban 1 sebagai stop kontak, beban 2 sebagai lampu LED, beban 3 sebagai lampu LED. Hasil pembacaan sensor dengan membaca Arus dan Tegangan yang dihasilkan PLTB pada kondisi hari cerah berangin 3 hari berturut-turut cenderung stabil, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Data Hasil Pengujian

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan data yang telah dipaparkan pada pembahasan sebelumnya dapat diketahui bahwasanya *prototype* alat monitoring dapat berfungsi dengan baik dan benar. Hal ini dibuktikan dengan selarasnya antara data pembacaan sensor dan hasil pengukuran *multimeter*, fungsi prioritas dengan metode Prioritas juga berfungsi dengan optimal saat daya yang dihasilkan oleh kincir angin menurun. Hasil pengukuran setiap PLTB relatif stabil selama 3 hari berturut turut, tegangan pada nilai 12V dan Arus pada 2A. Pada percobaan kontrol melalui HMI beban dapat diputus baik secara manual, otomatis melalui sistem prioritas ataupun melalui HMI.

#### 5. SARAN

Dalam Penelitian ini peneliti menyarankan agar peneliti di masa depan menguji apakah *prototype* ini dapat digunakan pada sistem pembangkit lainnya selain PLTB. Apabila terjadi ketidak sesuai an alat kontrol dan monitoring dapat dimodifikasi sedemikian rupa hingga cocok untuk digunakan pada sistem pembangkit lainnya.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tim Redaksi Jurnal Teknika Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberi memberi kesempatan, sehingga artikel ilmiah ini dapat diterbitkan.

Penulis juga mengucapkan terimakasih yang mendalam kepada Bapak Denny Irawan, S.T., M.T yang telah membimbing penulis dalam menulis artikel ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Afreza *et al.*, “Sistem Kontrol Dan Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Angin Untuk Penerangan Bagan Berbasis Iot,” *Semin. Nas. Inov. Teknol. Terap.*, vol. 2, no. 02, pp. 168–175, 2022.
- [2] P. Hermawan and A. Kiswantono, “Rancang Bangun Automatic Transfer Switch ( Ats ) Dan Automatic Main Failure ( Amf ) Berbasis Arduino Uno R328P Pada Prototipe Pembangkit,” *Semin. Nas. Fortei7-3*, pp. 101–106, 2020.
- [3] A. A. Maike, R. Fauzi, M. Subito, T. S. Sollu, and A. Alamsyah, “Rancang Bangun Alat Monitoring Output Modul Pltb (Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (Angin), Berbasis Data Logger,” *Foristek*, vol. 12, no. 1, pp. 21–29, 2022, doi: 10.54757/fs.v12i1.141.
- [4] R. Putri *et al.*, “Pembangkit Listrik Tenaga Bayu sebagai Sumber Alternatif pada Mesjid Tengku Bullah Universitas Malikussaleh,” *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 1, 2022, doi: 10.30596/rele.v5i1.10788.
- [5] S. Fajri and M. Yuhendri, “Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Human Machine Interface,” *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 4, no. 1, pp. 434–444, 2023, doi: 10.24036/jtein.v4i1.421.
- [6] E. Maulana, E. Djatmiko, D. Mahandika, and R. C. Putra, “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin dengan Turbin Angin Savonius Tipe-U untuk Kapasitas 100 W,” *J. Asimetri J. Ilm. Rekayasa Inov.*, vol. 3, pp. 183–190, 2021, doi: 10.35814/asiimetrik.v3i2.2164.
- [7] D. Monika, N. Nadhiroh, I. Kamil, M. F. Aprilianto, A. H. Pamekas, and E. Sitindaon, “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Bayu dengan Turbin Savonius,” vol. 9, pp. 62–67, 2024.
- [8] M. HARYANTI, B. YULIANTI, and N. K. NINGRUM, “Pembangkit Listrik Tenaga Angin untuk Aplikasi Mikropower menggunakan Mikroturbin Generator,” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 11, no. 1, p. 143, 2023, doi: 10.26760/elkomika.v11i1.143.
- [9] M. Syafii, E. Budihartono, and A. Maulana, “IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS PADA ALAT PENYIRAM DAN PENGUSIR HAMA OTOMATIS TANAMAN MINT MENGGUNAKAN WEBSITE.”
- [10] K. Ikeda, “AC / DC Current Sensor CT6875 / CT6876 / CT6877,” pp. 1–9, 2020.
- [11] M. H. Basri and . D., “Rancang Bangun Dan Desain Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Model Savonious,” *J. Simetrik*, vol. 9, no. 2, pp. 208–214, 2019, doi: 10.31959/js.v9i2.411.
- [12] M. Adam, P. Harahap, and M. R. Nasution, “Analisa Pengaruh Perubahan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) Terhadap Daya Yang Dihasilkan Generator Dc,” *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 30–36, 2019, doi: 10.30596/rele.v2i1.3648.
- [13] N. Gusriani and M. Yuhendri, “Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Arduino Berbasis GUI Matlab,” *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 229–233, 2020, doi: 10.24036/jtein.v1i2.76.
- [14] Wahyudi, Jumrianto, and A. Syakur, “Kalibrasi Sensor Tegangan dan Sensor Arus dengan Menerapkan Rumus Regresi Linear menggunakan Software Bascom AVR Info Articles,” *J. Syst. Inf. Technol. Electron. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–14, 2020, [Online]. Available: <http://e-journal.ivet.ac.id/index.php/jsitee>
- [15] A. P. Wibawa, M. G. A. Purnama, M. F. Akbar, and F. A. Dwiyanto, “Metode-metode Klasifikasi,” *Pros. Semin. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 3, no. 1, p. 134, 2018.