

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PLTB BERBASIS *IoT* MENGGUNAKAN APLIKASI BLYNK DAN MICRO SD SEBAGAI DATA LOGGER

Alfiza Erzoni Elendra^{1*}, Zulmiftah Huda², Herri Gusmedi³

^{1,2,3}Universitas Lampung; Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung, 35145;

Telp +62 721 701609

Keywords:

Sistem Monitoring PLTB;
Energi Terbarukan;
Internet of Things (IoT);
Data Logger.

Correspondent Email:

alfizaelendra15@gmail.com

Abstrak. Energi listrik merupakan komponen esensial dalam menunjang aktivitas kehidupan modern. Energi angin, sebagai salah satu sumber energi terbarukan, memiliki potensi besar untuk dikembangkan secara berkelanjutan. Penelitian ini merancang sistem monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan integrasi aplikasi Blynk dan modul *MicroSD* sebagai pencatat data. Sistem ini dirancang untuk memantau parameter operasional seperti kecepatan dan arah angin, tegangan DC, serta arus keluaran. Data ditampilkan melalui aplikasi Blynk pada perangkat seluler dan disimpan otomatis dalam *MicroSD* untuk keperluan analisis jangka panjang. Hasil pengujian menunjukkan tingkat kesalahan rata-rata sebesar 2,12% untuk tegangan dan 1,96% untuk kecepatan angin, berada di bawah ambang toleransi Standar IEC No. 13B-23 sebesar 5%. Sistem terbukti berfungsi secara optimal dalam akuisisi dan penyimpanan data. Namun, PLTB yang diuji belum mampu memenuhi kebutuhan energi untuk penerangan gubuk di Kuala Sungai Pasir. Selama periode pengujian tujuh hari, kecepatan angin maksimum rata-rata sebesar 3,57 m/s hanya menghasilkan tegangan 3,79 V dan arus 0,38 A, dengan total daya sebesar 1,44 W.



Copyright © JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstract. Electricity is an essential component in supporting modern life activities. Wind energy, as one of the renewable energy sources, has great potential for sustainable development. This study designs an *Internet of Things (IoT)*-based monitoring system for Wind Power Plants (WPP) with the integration of the Blynk application and a *MicroSD* module as a data logger. This system is designed to monitor operational parameters such as wind speed and direction, DC voltage, and output current. Data is displayed through the Blynk application on mobile devices and automatically stored in the *MicroSD* for long-term analysis. Test results showed an average error rate of 2.12% for voltage and 1.96% for wind speed, both below the IEC Standard No. 13B-23 tolerance threshold of 5%. The system proved to function optimally in data acquisition and storage. However, the tested PLTB was unable to meet the energy requirements for lighting the hut in Kuala Sungai Pasir. During the seven-day testing period, the average maximum wind speed of 3.57 m/s only produced a voltage of 3.79 V and a current of 0.38 A, with a total power of 1.44 W.

1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan kebutuhan utama dalam menunjang aktivitas kehidupan modern[1]. Ketergantungan terhadap sumber energi fosil yang tidak terbarukan telah menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan dan ekonomi, seperti emisi karbon, kenaikan harga bahan bakar, serta keterbatasan pasokan[2]. Oleh karena itu, pengembangan energi terbarukan menjadi solusi strategis untuk mendukung keberlanjutan sistem energi nasional[3].

Salah satu bentuk energi terbarukan yang memiliki potensi besar di Indonesia adalah energi angin[4]. Dengan karakteristik geografis yang mendukung, terutama di wilayah pesisir dan dataran tinggi, pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) dapat menjadi alternatif yang efisien dan ramah lingkungan[5]. Namun, tantangan utama dalam pengembangan PLTB skala kecil adalah keterbatasan sistem monitoring yang mampu memberikan data operasional secara *real-time* dan akurat[6].

Internet of Things (IoT) dalam sistem *monitoring* digunakan dengan memanfaatkan sensor digital, mikrokontroler, dan konektivitas nirkabel[7]. Sistem *monitoring* dapat mengirimkan data secara *real-time* kepada pengguna melalui perangkat seluler[8]. Selain itu, penyimpanan data secara lokal menggunakan modul penyimpanan seperti *MicroSD* memungkinkan analisis performa jangka panjang dan evaluasi sistem secara menyeluruh[9].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem *monitoring* PLTB berbasis *IoT* dengan integrasi aplikasi Blynk dan modul *MicroSD*. Sistem ini dirancang untuk memantau parameter kecepatan dan arah angin, tegangan DC, serta arus keluaran secara *real-time*, sekaligus menyimpan data secara lokal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Monitoring

Sistem *Monitoring* merupakan proses pengamatan dan pencatatan data secara berkala atau *real-time* untuk memastikan kinerja sistem tetap optimal. Monitoring yang efektif memungkinkan deteksi dini terhadap gangguan

dan mendukung evaluasi performa sistem secara berkelanjutan[10].

2.2. Internet of Things (IoT)

Internet of Things atau *IoT* merupakan konsep yang menghubungkan perangkat dengan menggunakan internet agar dapat saling berkomunikasi untuk mengendalikan maupun melakukan pertukaran data[11]. *IoT* memungkinkan sensor dan mikrokontroler mengirimkan data yang dapat diakses pengguna melalui perangkat seluler secara *real-time*[12].

2.3. Mikrokontroler dan Sensor

Arduino Mega 2560 digunakan sebagai mikrokontroler sebagai pusat kendali sistem monitoring[13]. NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler untuk *IoT*. Arduino menerima input dari sensor, memproses data, dan mengirimkan ke NodeMCU dan penyimpanan lokal. Sensor *anemometer* digunakan untuk mengukur kecepatan angin, *wind direction* untuk arah angin, serta sensor tegangan dan arus untuk memantau keluaran Listrik dari PLTB.

2.4. Aplikasi Blynk

Blynk merupakan sebuah platform *Internet of Things (IoT)* yang memungkinkan pengguna memantau dan mengontrol dari jarak jauh melalui *smartphone*. Aplikasi ini mendukung komunikasi antara mikrokontroler dan *cloud-server*, sehingga data sensor dapat ditampilkan secara *real-time*.

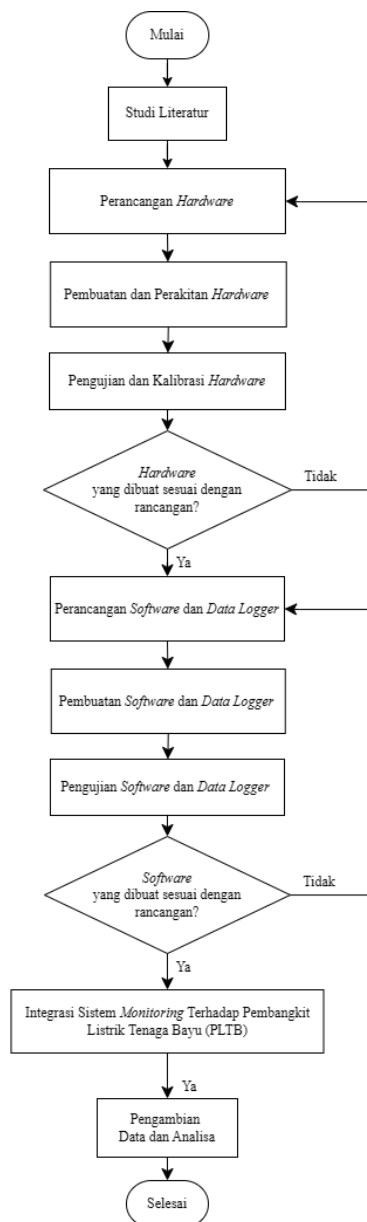
2.5. Modul MicroSD sebagai Data Logger

Modul *MicroSD* untuk menyimpan data sensor dalam format digital. Fungsi ini penting untuk pencatatan data, analisis sistem, dan evaluasi jangka panjang. *Data logger* tetap berfungsi meskipun koneksi internet terputus, sehingga kontinuitas data tetap terjaga.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini melakukan perancangan sistem *monitoring* PLTB berbasis *Internet of Things (IoT)*. Sistem ini dirancang untuk memantau parameter kecepatan angin, arah angin, tegangan DC, dan arus keluaran PLTB secara *real-time* melalui aplikasi Blynk, serta menyimpan data secara lokal menggunakan modul *MicroSD* sebagai *data logger*.

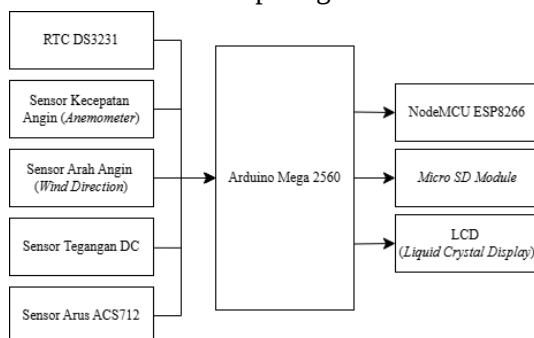
Diagram alir menjelaskan tahap dalam penelitian berdasarkan Gambar 1 berikut.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

3.1. Perancangan Hardware

Dilakukan dengan menghubungkan sensor dan mikrokontroler seperti gambar 2 berikut.



Gambar 2 Skema perancangan hardware

3.2. Pembuatan Hardware

Diperlukan beberapa alat yang digunakan dalam pembuatan hardware yaitu pada tabel 1 berikut.

Tabel 1 Alat untuk pembuatan hardware

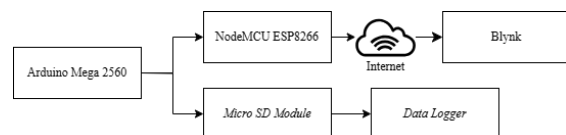
No	Nama Alat	Jumlah
1	Sensor Tegangan DC	1 unit
2	Sensor Arus ACS712	1 unit
3	Sensor Anemometer	1 unit
4	Sensor Wind Direction	1 unit
5	RTC DS3231	1 unit
6	Arduino Mega 2560	1 unit
7	NodeMCU ESP8266	1 unit
8	MicroSD Card Module	1 unit
9	LCD 20 x 4	1 unit
10	Step Down DC-DC	1 unit
11	Kabel Penghubung	Secukupnya

3.3. Pengujian dan Kalibrasi Hardware

Melakukan pengujian kalibrasi setiap sensor yang terhubung pada arduino.

3.4. Perancangan Software

Dilakukan dengan menghubungkan arduino, nodemcu, dan modul microSD seperti gambar 3 berikut.



Gambar 3 Perancangan software

3.5. Pembuatan Software

Pembuatan software dilakukan dengan membuat rancangan pada aplikasi Blynk dan microSD. Beberapa alat yang digunakan yaitu pada tabel 2 berikut.

Tabel 2 Alat untuk pembuatan software

No	Nama Alat	Jumlah
1	Laptop yang memiliki aplikasi Arduino IDE	1 unit
2	Smartphone yang memiliki aplikasi Blynk	1 unit

3.6. Pengujian Software

Melakukan pengujian pada mikrokontroler dalam menampilkan data dan nilai sensor, serta memastikan data terkirim pada aplikasi Blynk.

3.7. Integrasi Keseluruhan Sistem

Mengintegrasikan sistem *monitoring* terhadap PLTB berbasis *IoT* menggunakan aplikasi Blynk dan *MicroSD* sebagai *data logger*. Pengujian dilakukan selama tujuh hari di Tambak Kuala Sungai Pasir, Sumatera Selatan mulai dari pukul 07.00 hingga 17.00 WIB dengan parameter yang diuji meliputi kecepatan angin, arah angin, tegangan dan arus keluaran PLTB.

3.8. Analisis Data

Melakukan analisis terhadap sistem *monitoring* yang telah dibuat dengan memastikan data terkirim dengan baik pada aplikasi Blynk dan data tersimpan pada *MicroSD* sebagai *data logger* secara otomatis. Melakukan analisis dengan membandingkan hasil pengukuran dengan perhitungan berdasarkan Standar IEC No. 13B-23 yang menyatakan bahwa ketelitian alat ukur dibagi menjadi 8 kelas berdasarkan besarnya kesalahan pada batas ukur masing-masing yaitu $\pm 0,05\%$, $\pm 0,1\%$, $\pm 0,2\%$, $\pm 0,5\%$, $\pm 1,0\%$, $\pm 1,5\%$, $\pm 2,5\%$, dan $\pm 5\%$ dari nilai terukur [14].

Memvalidasi data hasil pengukuran PLTB Kuala Sungai Pasir.

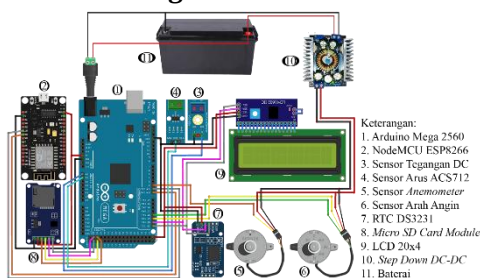
- Hubungan antara Tegangan dan RPM
 $V = k \times n$ (1)
- Hubungan antara RPM dan Kecepatan Angin
 $n = C \times v$ (2)
- Hubungan antara Tegangan dan Kecepatan angin
 $V = k \times C \times v$ (3)

Menghitung persentase error berdasarkan persamaan 4 [15].

$$Error = \left| \frac{\text{Nilai Sensor} - \text{Nilai Alat Ukur}}{\text{Alat ukur}} \right| \times 100 \quad (4)$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perancangan dan Pembuatan Sistem



Gambar 4 Skema perancangan sistem

Step Down DC-DC (Buck Converter) digunakan untuk menurunkan tegangan 12 V menjadi 5 V agar dapat digunakan sebagai sumber tegangan pada sensor *anemometer*, sensor arah angin.

Pembuatan sistem dilakukan dengan memasang dan menghubungkan setiap komponen sesuai gambar 4.

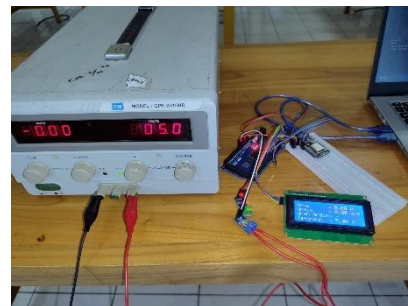


Gambar 5 Sistem *monitoring* PLTB

4.2. Pengujian Hardware

Melakukan pengujian dan kalibrasi sensor dan menghitung nilai error berdasarkan persamaan 4.

4.2.1. Sensor Tegangan DC



Gambar 6 Pengujian sensor tegangan

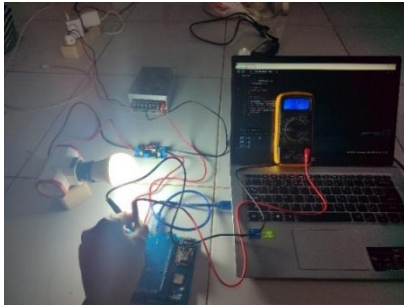
Pengujian sensor tegangan DC dengan mengkalibrasi nilai sensor berdasarkan output power supply model GPR-351OHD dengan akurasi $\leq 0,01\% + 5\text{mV}$.

Tabel 3 Pengujian sensor tegangan

Power Supply (V)	Sensor Tegangan (V)	Persentase Nilai Error (%)
5	5,08	1,6
10	10,23	2,3
15	15,36	2,4

20	20,43	2,15
25	24,98	0,08
Rata-rata Error		1,70

4.2.2. Sensor Arus ACS712



Gambar 7 Pengujian sensor arus

Pengujian sensor arus ACS712 dengan melakukan kalibrasi nilai sensor berdasarkan alat ukur multimeter XL830L dengan akurasi $\pm 3\%$ dengan menggunakan beban berupa lampu DC 12 Volt.

Tabel 4 Pengujian sensor arus

Beban Lampu (Watt)	Multi meter (A)	Sensor Arus (A)	Persentase Nilai Error (%)
5	0,07	0,08	1,4
7	0,20	0,22	1
12	0,25	0,28	1,2
14	0,39	0,46	1,7
19	0,46	0,54	1,7
Rata-rata Error			1,4

4.2.3. Sensor Anemometer



Gambar 8 Pengujian sensor anemometer

Pengujian sensor kecepatan angin atau anemometer dengan mengkalibrasi nilai sensor berdasarkan alat ukur anemometer Lutron AM-4202 dengan akurasi $\pm (2\% + 0,2 \text{ m/s})$.

Tabel 5 Pengujian sensor anemometer

Kipas Angin	Anemometer (m/s)	Sensor (m/s)	Persentase Nilai Error (%)
Speed 1	1,8	1,82	1,1
Speed 2	2,6	2,64	1,5
Rata-rata Error			1,3

4.2.4. Sensor Wind Direction



Gambar 9 Pengujian sensor wind direction

Pengujian sensor arah angin dengan mengkalibrasi data sensor berdasarkan kompas. Pengujian ini dilakukan dengan menyesuaikan letak sensor dan kompas agar berada pada arah angin yang sama.

Tabel 6 Pengujian sensor wind direction

Pembacaan Kompas	Sensor Arah angin
Utara	North
Timur Laut	Northeast
Timur	East
Tenggara	Southeast
Selatan	South
Barat Daya	Southwest
Barat	West
Barat Laut	Northwest

4.3. Pengujian Software

Melakukan pembuatan dan pengujian aplikasi Blynk dengan menghubungkan internet pada *smartphone* pengguna dan memastikan data tersimpan otomatis pada *microSD* sebagai *data logger*.

Tampilan aplikasi Blynk dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10 Tampilan aplikasi Blynk

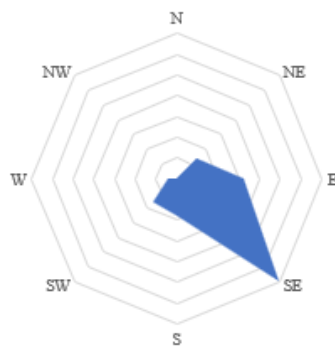
Time	Wind Speed	Temperature	Voltage	Current
2019/07/23 07:00	1.06	32.75	3.21	0.39
2019/07/23 08:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/23 09:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/23 10:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/23 11:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/23 12:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/23 13:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/23 14:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/23 15:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/23 16:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/23 17:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/24 07:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/24 08:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/24 09:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/24 10:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/24 11:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/24 12:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/24 13:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/24 14:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/24 15:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/24 16:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/24 17:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/25 07:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/25 08:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/25 09:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/25 10:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/25 11:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/25 12:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/25 13:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/25 14:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/25 15:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/25 16:00	1.40	32.75	3.21	0.39
2019/07/25 17:00	1.40	32.75	3.21	0.39

Gambar 11 Tampilan data logger

4.4. Integrasi Sistem Monitoring dan PLTB

Dilakukan di Kuala Sungai Pasir selama tujuh hari pengujian untuk memastikan sistem monitoring PLTB dioperasikan dengan baik.

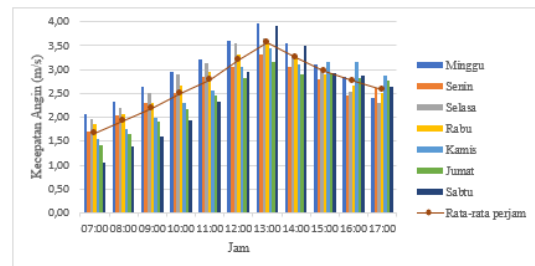
Data hasil pengujian keseluruhan sistem yang diperoleh, di analisis berdasarkan grafik pada Gambar 12 Grafik Hasil Monitoring Arah Angin, Gambar 13 Grafik Hasil Monitoring Kecepatan Angin, Gambar 14 Grafik Hasil Monitoring Tegangan Output, Gambar 15 Grafik Hasil Monitoring Arus Output, Gambar 16 Grafik Hasil Monitoring rata-rata perjam selama 7 hari.



Gambar 12 Grafik hasil monitoring arah angin

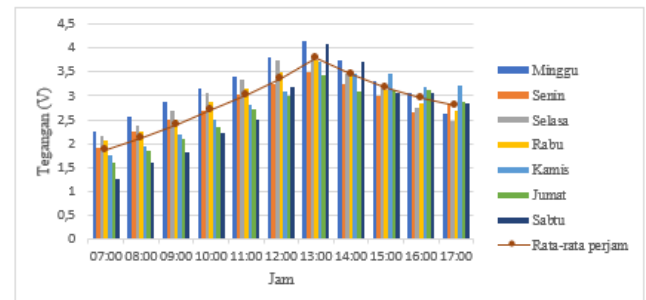
Berdasarkan gambar 12 hasil monitoring arah angin menggambarkan distribusi arah angin berdasarkan 8 arah mata angin selama periode tujuh hari pengujian, terlihat bahwa arah angin dominan berasal dari arah Tenggara

(SE), yang artinya angin berasal dari arah Tenggara (SE) menuju arah Barat Laut (NW).



Gambar 13 Grafik hasil monitoring kecepatan angin

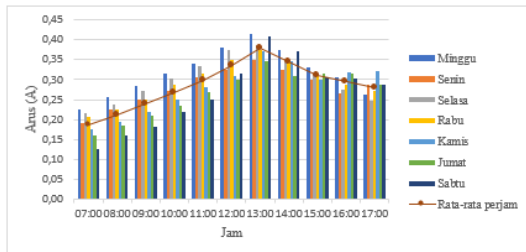
Berdasarkan gambar 13 Hasil monitoring kecepatan angin mulai dari pukul 07:00 hingga 17:00 selama 7 hari, dimana kecepatan angin meningkat mulai dari pukul 07:00 hingga mencapai puncaknya sekitar pukul 13:00. Selanjutnya menurun perlahan saat pukul 14:00 hingga menjelang sore hari pukul 17:00. Selama periode 7 hari pengujian, kecepatan angin minimum terjadi pada hari ke-7 pukul 07:00 dengan kecepatan angin sebesar 1,06 m/s dan maksimum sebesar 3,96 m/s pada hari ke-1 pukul 13:00. Dengan rata-rata perjam selama periode 7 hari, minimum sebesar 1,65 m/s pada pukul 07:00 dan maksimum sebesar 3,57 m/s pada pukul 13:00.



Gambar 14 Grafik hasil monitoring tegangan

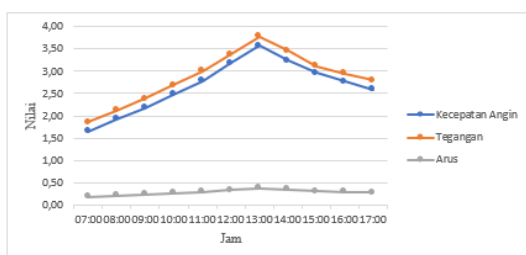
Berdasarkan gambar 14 hasil monitoring tegangan dalam satuan Volt mulai dari pukul 07:00 hingga pukul 17:00 selama 7 hari pengujian. Secara umum, tegangan cenderung meningkat dari pagi hari hingga mencapai puncak pada pukul 12:00 sampai 13:00, yang kemudian menurun secara perlahan hingga sore hari. Tegangan minimum yang dihasilkan PLTB terjadi pada hari ke-7 pukul 07:00 sebesar 1,25 V dan maksimum yang dihasilkan PLTB pada hari ke-1 pukul 13:00 sebesar 4,16 V. Selama periode pengujian 7 hari tersebut

rata-rata perjam yang dihasilkan PLTB yaitu tegangan minimum rata-rata di peroleh pada pukul 07:00 sebesar 1,85 V dan maksimum rata-rata sebesar 3,79 V pada pukul 13:00.



Gambar 15 Grafik hasil *monitoring* arus

Berdasarkan gambar 15 hasil *monitoring* arus yang dihasilkan PLTB yaitu mulai dari pukul 07:00 arus yang dihasilkan PLTB meningkat secara bertahap yang kemudian mencapai puncak sekitar pukul 13:00. Setelah arus puncak pukul 13:00, arus kemudian bertahap menurun hingga pukul 17:00. Bentuk kurva konsisten di semua hari dengan fase peningkatan di pagi hari dengan puncaknya pada siang hari dan kemudian menurun secara perlahan hingga sore hari. Arus minimum yang dihasilkan PLTB terjadi pada hari ke-7 pukul 07:00 yaitu sebesar 0,13 A dan maksimum sebesar 0,41 A pada pukul 13:00 hari ke-1. Arus rata-rata perjam yang dihasilkan PLTB selama periode pengujian 7 hari minimum sebesar 0,19 A pada pukul 07:00 dan maksimum sebesar 0,38 A pada pukul 13:00.



Gambar 16 Grafik hasil *monitoring* rata-rata perjam selama tujuh hari pengujian

Berdasarkan gambar 16 hasil *monitoring* rata-rata perjam selama periode pengujian 7 hari dimana pada pukul 07:00 saat kecepatan angin sebesar 1,65 m/s menghasilkan tegangan sebesar 1,85 V dan arus sebesar 0,19 A yang kemudian meningkat secara perlahan hingga puncaknya pada pukul 13:00 dengan kecepatan angin rata-rata sebesar 3,57 m/s menghasilkan tegangan sebesar 3,79 V dan arus sebesar 0,38

A. Setelah mencapai puncaknya pada siang hari, terjadi penurunan secara perlahan hingga sore hari pukul 17:00 kecepatan angin rata-rata menjadi 2,59 m/s yang menghasilkan tegangan sebesar 2,79 V dan arus sebesar 0,28 A.

4.5. Korelasi antara Kecepatan Angin, RPM, dan Tegangan

Tabel 7 *Datasheet* RPM generator

Putaran Generator (RPM)	Tegangan (V)
200	12
800	40
1600	80
3000	160
6000	300

4.5.1 Validasi Hasil Pengukuran

Berdasarkan *datasheet* generator diketahui bahwa 12 V = 200 RPM dan menggunakan persamaan 1 untuk menghitung konstanta hubungan Tegangan dan RPM (k) maka,

$$k = \frac{12}{200} = 0,06$$

Sehingga berdasarkan *datasheet* generator, konstanta hubungan Tegangan dan RPM adalah 0,06.

Berdasarkan sampel data pengujian di hari ke-1 pada jam 07.00 saat kecepatan angin sebesar 2,06 m/s menghasilkan tegangan sebesar 2,24 V, maka untuk menghitung putaran generator (n) yaitu berdasarkan persamaan 1,

$$n = \frac{V}{k} = \frac{2,24}{0,06} = 37,33 \text{ RPM}$$

Jadi, dengan tegangan yang dihasilkan sebesar 2,24 V ketika kecepatan angin sebesar 2,06 m/s, maka putaran generator sebesar 37,33 RPM.

Sehingga dari data pengujian hari ke-1 pada jam 07.00 saat kecepatan angin (v) sebesar 2,06 m/s yang menghasilkan tegangan (V) sebesar 2,24 V, didapatkan hasil perhitungan putaran generator (n) sebesar 37,33 RPM. Kemudian menghitung konstanta RPM dan Tegangan berdasarkan persamaan 2 maka,

$$C = \frac{n}{v} = \frac{37,33}{2,06} = 18,12$$

Untuk menghitung Tegangan berdasarkan kecepatan angin yaitu dengan menggunakan persamaan 3,

$$V = 0,06 \times 18,12 \times v$$

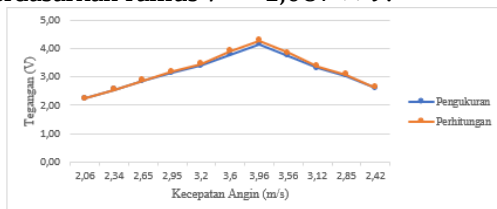
$$V = 1,087 \times v$$

Sehingga didapatkan perhitungan persamaan Tegangan dan Kecepatan angin untuk PLTB Kuala Sungai Pasir yaitu berdasarkan rumus $V = 1,087 \times v$.

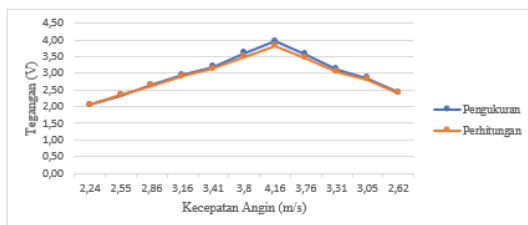
Dengan menggunakan rumus tersebut sebagai perhitungan tegangan dan kecepatan angin pada hasil pengukuran, maka perbandingan tegangan antara hasil perhitungan dan pengukuran serta menghitung eror menggunakan persamaan 4.

4.5.2 Analisis Hasil Pengukuran Berdasarkan Hasil Perhitungan

Sehingga didapatkan perhitungan persamaan Tegangan dan Kecepatan angin untuk PLTB Kuala Sungai Pasir yaitu berdasarkan rumus $V = 1,087 \times v$.



Gambar 17 Grafik Validasi tegangan hari ke-1



Gambar 18 Grafik Validasi kecepatan angin hari ke-1

Berdasarkan grafik Validasi Nilai Tegangan dan Kecepatan Angin berdasarkan Hasil Pengukuran dan Perhitungan pada hari ke-1 hingga hari ke-7 dapat dilihat bahwa hasil pengukuran dan hasil perhitungan tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Sehingga untuk menghitung dan memvalidasi tegangan (V) dan kecepatan angin (v) pada PLTB Kuala Sungai Pasir dapat menggunakan rumus yaitu, $V = 1,087 \times v$.

Tegangan yang dihasilkan PLTB akan meningkat linier terhadap kecepatan angin dalam satuan m/s dengan faktor pengali sebesar 1,087. Berdasarkan data tabel dan grafik di atas didapatkan rata-rata eror nilai tegangan dan kecepatan angin perhari. Sehingga rata-rata

nilai eror tegangan (V) dan kecepatan angin (v) selama 7 hari yaitu,

$$V = \frac{1,56+1,40+1,78+1,51+2,78+2,09+3,77}{7} = 2,12 \%$$

$$v = \frac{1,54+1,41+1,86+1,54+1,72+2,04+3,62}{7} = 1,96 \%$$

Sehingga selama 7 hari pengujian, hasil perhitungan nilai rata-rata eror tegangan sebesar 2,12% dan nilai rata-rata eror kecepatan angin sebesar 1,96%.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan data-data yang diperoleh pada Sistem *Monitoring* PLTB Berbasis *IoT* Menggunakan Aplikasi Blynk dengan MicroSD sebagai *Data Logger* dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring yang dirancang memiliki hasil yang baik dengan nilai rata-rata eror tegangan sebesar 2,12%, dan kecepatan angin sebesar 1,96%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem monitoring yang dibuat berada di bawah batas toleransi Standar IEC No. 13B-23 yaitu sebesar 5%. Sistem *monitoring real-time* berfungsi dengan baik dalam menampilkan hasil *monitoring* menggunakan aplikasi Blynk pada *smartphone* dan menyimpan data ke *Micro SD* sebagai *data logger*. Berdasarkan hasil pengujian pembangkit listrik tenaga bayu yang digunakan belum memiliki potensi yang cukup dalam memenuhi kebutuhan listrik untuk penerangan gubuk di Kuala Sungai Pasir dikarenakan selama 7 hari pengujian nilai kecepatan angin rata-rata maksimum sebesar 3,57 m/s hanya menghasilkan tegangan sebesar 3,79 V dan arus sebesar 0,38 A, sehingga daya yang dihasilkan sebesar 1,44 W.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Putri dkk., "Pembangkit Listrik Tenaga Bayu sebagai Sumber Alternatif pada Mesjid Tengku Bullah Universitas Malikussaleh," *Rekayasa Elektrikal dan Energi*, vol. 2, no. 2, hlm. 1–6, 2022.
- [2] A. E. Setyono dan B. F. T. Kiono, "Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050," *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 2, no. 3, hlm. 154–162, 2021, doi: 10.14710/jebt.2021.11157.

- [3] M. R. Abdillah, A. D. Santoso, dan F. Nofandi, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) Untuk Daya Lampu Navigasi," *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 5, no. 2, hlm. 61–68, 2024, doi: 10.14710/jebt.2024.22991.
- [4] A. H. Rachman, Aksan, dan Ashar, "Rancang Bangun Modul Pembangkit Listrik Tenaga Bayu," *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)*, hlm. 152–157, 2021.
- [5] Y. Mahendra, Y. Subarwanti, dan W. A. Rikarda, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Bayu untuk Penerangan Gubuk di Sawah," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 3, hlm. 2834–2840, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.4919.
- [6] O. Abdul Rozak, A. Carmanto, A. Saputra, dan T. Januarianto, "Pengaruh Kecepatan Angin Terhadap Tegangan Keluaran Generator DC pada Turbin Angin," *Electricres*, vol. 5, no. 1, hlm. 10–19, Mei 2023, doi: 10.32722/ees.v5i1.5586.
- [7] D. H. Wicaksono, Djuniadi, dan E. Apriaskar, "Monitoring Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Berbasis Internet of Things," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 14, no. 2, hlm. 118–123, 2023, doi: 10.22441/jte.2023.v14i2.010.
- [8] A. R. Abdillah, D. Ariyanti, dan A. A. Rahma, "Sistem Monitoring Arus, Tegangan Dan Rpm Pada Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) Portabel Berbasis Internet of Thing (IoT)," *Jurnal Energy (Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Teknik)*, vol. 11, no. 2, hlm. 101–111, 2021, doi: 10.51747/energy.
- [9] R. Setyobudi, S. Chalimah, A. Sadrina, H. B. Satria, dan T. P. Sari, "Analisis Output Generator Turbin Angin Savonius Berdasarkan Kecepatan Angin," *Technological & Mechanical Engineering Seminar*, vol. 1, hlm. 86–92, 2024.
- [10] A. Nazib, E. Mardianto, dan Rianda, "Sistem Kontrol dan Monitoring Daya Output Hybrid PLTS dan PLTB," *Entries (Journal of Electrical Network Systems and Sources)*, vol. 4, no. 1, hlm. 5–14, 2025, doi: 10.58466/entries.
- [11] A. Laksana, Sutisna, dan F. M. S. Nursuwars, "Kontrol Sistem Charging Pembangkit Listrik Tenaga Bayu PT. Lentera Bumi Nusantara Berbasis Internet of Things (IoT)," *Journal of Energy and Electrical Engineering (JEEE)*, vol. 3, no. 01, hlm. 19–26, 2021.
- [12] R. Saputra dan Sulaiman, "Rancang Bangun Sistem Monitoring pada Pembangkit Listrik Dual Hybrid Panel Surya dan Tenaga Angin Berbasis Internet of Things," *Pendidikan Tambusai*, vol. 8, no. 2, hlm. 20246–20261, 2024.
- [13] I. J. Simanjuntak dan H. S. Pangaribuan, "Sistem Monitoring Data Pembangkit Listrik Tenaga Angin Berbasis Mikrokontroler Atmega32," *Telecommunications & Control System-ELPOTecs Jurnal ELPOTecs*, vol. 3, no. 2, 2020.
- [14] M. Hafiz dan N. Akhiriyanto, "Pemeliharaan Tahunan Pressure Transmitter Area Steam Generation Industri Petrokimia di PT. X," *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan*, vol. 12, no. 2, hlm. 126–131, Jun 2025.
- [15] R. Afreza, A. Ummihani, E. Sulistyo, dan I. Dwisaputra, "Sistem Kontrol Dan Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Angin Untuk Penerangan Bagan Berbasis IoT," *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan*, hlm. 168–175, 2022.