

SYSTEM MONITORING PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB) BERBASIS THINGSPEAK IoT di DESA WISATA BUKIT KUNCI BLORA

Arjun Permadi^{1*}, Lastoni Wibowo²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu, *Penulis Koresponden
e-mail: arjunpermadi101@gmail.com, lastoni.wibowo@gmail.com

ABSTRACT

The Wind Power Plant (PLTB) in Bukit Kunci Blora has not yet been equipped with an adequate monitoring system, making it challenging to monitor the performance of the PLTB in real-time. This research aims to design and implement a monitoring system for the PLTB in the Bukit Kunci Tourism Village, Blora. The developed monitoring system is based on the Internet of Things (IoT) and uses the ThingSpeak platform to monitor key parameters such as current, voltage, generated power, turbine RPM, and generator RPM. The research methodology includes designing the hardware and software of the monitoring system, testing the accuracy of the sensors used, and collecting data over a period of 7 days. The test results show that the sensors used in this research, including the INA219 sensor with an accuracy of 96.1%, the voltage sensor with 97.53%, the infrared sensor for turbine RPM with 95.51%, and the infrared sensor for generator RPM with 95.41%, can be accessed through the ThingSpeak platform. This research is expected to serve as a foundation for the development of Wind Power Plants (PLTB) in Bukit Kunci Tourism Village, Blora, or other locations.

Keywords: Internet of Things (IoT), PLTB, monitoring system, ThingSpeak

INTISARI

PLTB (Pembangkit Listrik Tenaga Bayu) di Bukit Kunci Blora belum dilengkapi dengan system monitoring yang memadai, sehingga sulit untuk memantau kinerja PLTB secara real-time. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan system monitoring pada PLTB di Desa Wisata Bukit Kunci, Blora. Sistem monitoring yang dikembangkan berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan platform ThingSpeak untuk memantau parameter utama seperti arus, tegangan, daya yang dihasilkan, RPM turbin, dan RPM generator. Metodologi penelitian melibatkan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak sistem monitoring, pengujian akurasi sensor-sensor yang digunakan, serta pengambilan data selama 7 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor yang digunakan dalam penelitian ini meliputi sensor INA219 memiliki akurasi sebesar 96,1%, voltage sensor sebesar 97,53%, sensor inframerah RPM turbin sebesar 95,51%, dan sensor inframerah RPM generator sebesar 95,41% yang dapat diakses melalui platform ThingSpeak. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pertimbangan untuk pengembangan PLTB di Desa Wisata Bukit Kunci, Blora atau PLTB di lokasi-lokasi lain.

Kata kunci: Internet of Things (IoT), PLTB, system monitoring, ThingSpeak

1 PENDAHULUAN

Pemanfaatan sumber energi terbarukan, seperti Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) semakin meningkat seiring dengan kesadaran akan perlunya mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil (Alam & Supriadi, 2019). PLTB adalah pembangkit listrik yang beroperasi dengan menggunakan energi kinetik dari angin sebagai sumber utama yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik (Azhari & Corio, 2022), PLTB merupakan salah satu solusi untuk mengurangi emisi karbon dan memperkuat ketahanan energi (Pratama, 2022).

Salah satu upaya pemanfaatan energi angin yang telah dilakukan adalah pembangunan PLTB di Desa Wisata Bukit Kunci, Blora. PLTB tersebut digunakan sebagai salah satu sumber listrik di lokasi Bukit Kunci. Namun, PLTB tersebut belum dilengkapi dengan sistem *monitoring* yang memadai. Hal ini menyebabkan pemantauan kinerja PLTB menjadi sulit dilakukan.

Dalam konteks ini, *Internet of Things (IoT)* menawarkan potensi untuk pengembangan *system monitoring* pada PLTB di desa wisata Bukit Kunci Blora (Wahyusari & Wibowo, 2024). Dengan memanfaatkan sensor-sensor yang terhubung ke jaringan, data operasional PLTB dapat dikumpulkan, diproses, dan diakses melalui platform IoT ThingSpeak (Ngrah et al., 2021). Dengan memanfaatkan fitur-fitur yang disediakan oleh ThingSpeak, seperti visualisasi data, notifikasi, integrasi dengan aplikasi lain, dan sistem monitoring yang akurat dapat diimplementasikan (Wicaksono et al., 2023). Sistem ini berfungsi untuk memantau parameter-parameter penting seperti arus, tegangan, daya output, putaran per menit (RPM) turbin, dan RPM generator secara real-time. (Arief

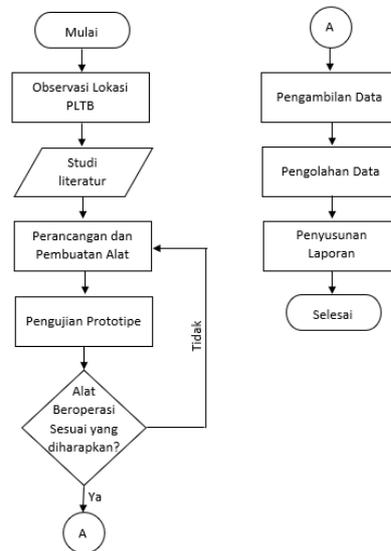
et al., 2023) telah menunjukkan bahwa peningkatan kinerja PLTB dapat dicapai melalui penggunaan sistem monitoring berbasis *IoT*.

Oleh karena itu, dengan permasalahan yang ada penulis ingin mengembangkan dan mengimplementasikan sistem monitoring PLTB di Desa Wisata Bukit Kunci, Bloro berbasis *Internet of Things (IoT)* menggunakan platform Thingspeak. Dengan sistem ini, diharapkan proses pemantauan dan analisis kinerja PLTB dapat dilakukan dengan lebih mudah dan akurat. Hal ini memungkinkan untuk melakukan pemantauan yang lebih mudah, mendeteksi masalah secara dini, serta memberikan notifikasi terkait keadaan PLTB (Aslam Ridho Effendy, 2023). Selain itu, data yang dihasilkan dari sistem monitoring ini diharapkan dapat menjadi dasar pertimbangan dalam pengembangan lebih lanjut PLTB di lokasi tersebut atau di tempat lain (Pratama, 2022).

Berdasarkan hal tersebut maka tujuan penelitian ini tentang mengaplikasikan dan mengintegrasikan sensor-sensor yang terhubung ke dalam *system monitoring* untuk pengambilan data arus, tegangan, daya, RPM turbin, dan RPM generator PLTB di desa wisata Bukit Kunci Bloro yang akurat dan *real-time* berbasis ThigSpeak IoT sehingga dapat memudahkan dalam pemantauan parameter-parameter pada PLTB di desa wisata Bukit Kunci Bloro.

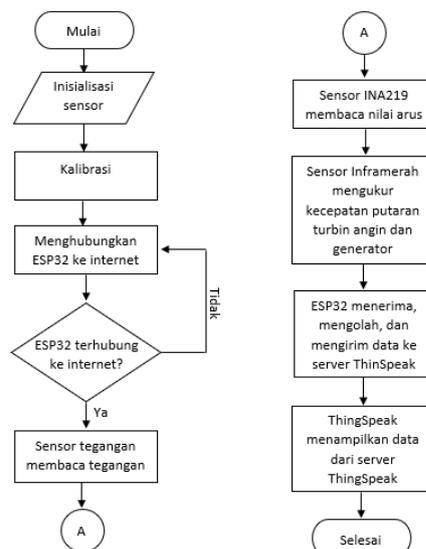
2 METODE PENELITIAN

2.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian



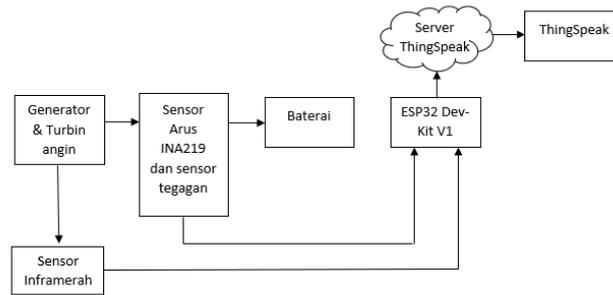
Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

2.2 Diagram Alir Perangkat Lunak



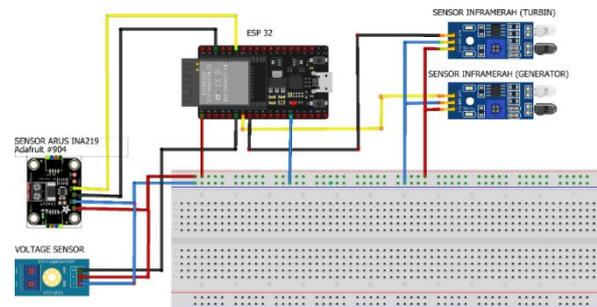
Gambar 2. Diagram Alir Perangkat Lunak

2.3 Perancangan Perangkat Keras



Gambar 3. Diagram Blok Perangkat Keras

2.4 Desain Alat Keseluruhan



Gambar 4. Desain Perangkat Keras



Gambar 5. Beban dari PLTB di Bukit Kunci (Herraprastanti et al., 2024).

Dari Gambar 2, 3, dan 4 di atas dapat dilihat saat turbin angin berputar, generator DC yang terhubung dengan poros turbin melalui *belt* akan ikut berputar dan menghasilkan energi listrik. Pada saat turbin dan generator DC beroperasi sensor inframerah akan menghitung kecepatan putaran dari turbin angin dan kecepatan putaran dari generator dalam RPM, sensor INA 219 akan membaca nilai arus yang menuju beban yaitu baterai yang dapat dilihat pada Gambar 5 dengan merek INCOE Premium 95E41R (N100) yang memiliki kapasitas 100 Ah (*Ampere Hour*) dan tegangan 12V, sensor tegangan akan mengukur besarnya tegangan yang dihasilkan generator. Semua hasil pembacaan sensor tersebut akan diterima oleh ESP32 sebagai pengolah data dan langsung dikirim menuju *server* ThingSpeak, sehingga data dapat ditampilkan secara *real-time*. Proses pengiriman data ini memerlukan akses internet yang disediakan melalui *hotspot* atau *Wi-Fi*. Kemudian ThingSpeak akan menampilkan data informasi dari kecepatan putaran turbin, kecepatan putaran generator, nilai arus, besarnya tegangan, dan besarnya daya *output*. Besarnya daya *output* diperoleh melalui perkalian nilai arus dan tegangan yang dilakukan oleh ESP32.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

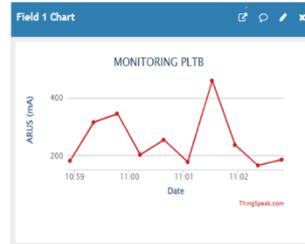
3.1 Pengujian Tingkat Akurasi Sensor

Pada pengujian ini dilakukan penghitungan untuk mengetahui tingkat akurasi pembacaan sensor dibandingkan dengan pembacaan alat ukur multimeter untuk mengukur arus dan tegangan, serta alat ukur tachometer untuk mengukur RPM turbin dan generator PLTB. Penghitungan tingkat akurasi menggunakan formula (1) dan formula (2) (Rahman Abdullah et al., 2021) berikut ini:

$$Error = \left(\frac{\text{total nilai error}}{\text{total pembacaan alat ukur}} \times 100\% \right) \dots\dots\dots(1)$$

$$Akurasi \text{ sensor} = 100 \% - Error \dots\dots\dots(2)$$

1. Sensor INA219



a.pengukuran dengan multimeter b.pengukuran dengan sensor INA219
Gambar 6. Pengukuran arus menggunakan multimeter dan INA219

Tabel 1. Hasil Pembacaan Arus Menggunakan Multimeter dan INA219

Pengujian Ke-	Pembacaan Multimeter (mA)	Pembacaan INA219 (mA)	Nilai Error
1	190	182	8
2	329	320	9
3	356	345	11
4	212	203	9
5	265	254	11
6	182	174	8
7	447	439	8
8	243	234	9
9	174	166	8
10	196	186	10
Total	2594	2503	91

Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan tersebut kemudian dilakukan penghitungan untuk mengetahui tingkat akurasi pembacaan arus dari INA219 dengan formula (1) dan (2) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Error} &= \left(\frac{\text{total nilai error}}{\text{total pembacaan alat ukur}} \times 100\% \right) \\
 &= \left(\frac{91}{2594} \times 100\% \right) \\
 &= 3,9\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi sensor} &= 100\% - \text{Error} \\
 &= 100\% - 3,9\% \\
 &= 96,1\%
 \end{aligned}$$

Jadi tingkat akurasi sensor INA219 untuk pengukuran arus adalah 97,53 %, yang mana lebih tinggi dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Rahman Abdillah et al., 2021) menggunakan sensor ACS712 dengan hasil 94,55 %.

2. Voltage Sensor



a.pengukuran dengan multimeter b.pengukuran dengan voltage sensor
Gambar 7. Pengujian Pengukuran Tegangan dengan Multimeter dan Voltage Sensor

Tabel 2. Hasil Pembacaan Tegangan Multimeter dan *Voltage Sensor*

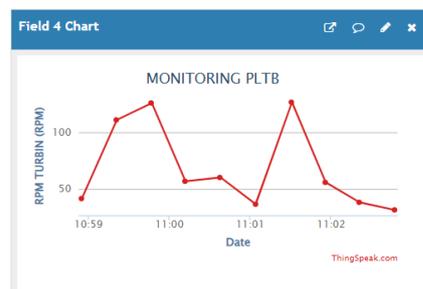
Pengujian Ke-	Pembacaan Multimeter (V)	Pembacaan <i>Voltage Sensor</i> (V)	Nilai Error
1	10,34	10,2	0,14
2	8,15	8,03	0,12
3	8,74	8,57	0,17
4	7,58	7,42	0,16
5	7,54	7,37	0,17
6	8,14	8,03	0,11
7	4,61	4,4	0,21
8	0	0	0
9	0,88	0,61	0,27
10	3,57	3,45	0,12
Total	59,55	58,08	1,47

Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan, dilakukan penghitungan untuk mengetahui tingkat akurasi pembacaan tegangan dari *voltage sensor* dengan formula (1) dan (2) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Error} &= \left(\frac{\text{total nilai error}}{\text{total pembacaan alat ukur}} \times 100\% \right) \\
 &= \left(\frac{1,47}{59,55} \times 100\% \right) \\
 &= 2,46 \% \\
 \text{Akurasi sensor} &= 100 \% - \text{Error} \\
 &= 100 \% - 2,46 \% \\
 &= 97,53 \%
 \end{aligned}$$

Jadi tingkat akurasi *voltage sensor* untuk pengukuran tegangan adalah 97,53 %, yang mana lebih tinggi dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Rahman Abdullah et al., 2021) menggunakan *voltage sensor* dengan hasil 95,68 %.

3. Sensor Inframerah untuk RPM Turbin



a. pengukuran dengan tachometer b. pengukuran dengan *IR sensor*

Gambar 8. Pengujian pengukuran RPM turbin PLTB dengan tachometer dan sensor inframerah

Tabel 3. Hasil Pembacaan RPM Turbin dari Tachometer dan Sensor Inframerah

Pengujian Ke-	Pembacaan Tachometermeter (RPM)	Pembacaan Sensor Inframerah Turbin(RPM)	Error
1	43,78	41,33	2,45
2	114,81	111	3,81

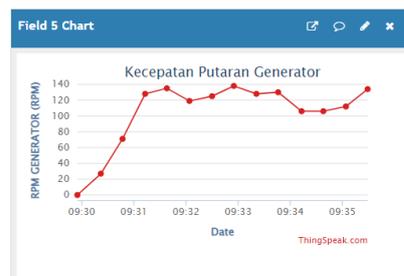
Pengujian Ke-	Pembacaan Tachometermeter (RPM)	Pembacaan Sensor Inframerah Turbin(RPM)	Error
3	129,45	126	3,45
4	58,62	55,67	2,95
5	63,68	60	3,68
6	37,92	35,33	2,59
7	130,31	126,67	3,64
8	57,53	54,67	2,86
9	41,02	38	3,02
10	34,82	31,33	3,49
Total	711,94	680	31,94

Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan tersebut kemudian dilakukan penghitungan untuk mengetahui tingkat akurasi pembacaan RPM turbin dari sensor inframerah dengan formula (1) dan (2) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Error} &= \left(\frac{\text{total nilai error}}{\text{total pembacaan alat ukur}} \times 100\% \right) \\
 &= \left(\frac{31,94}{711,94} \times 100\% \right) \\
 &= 4,48 \% \\
 \text{Akurasi sensor} &= 100 \% - \text{Error} \\
 &= 100 \% - 4,48 \% \\
 &= 95,51 \%
 \end{aligned}$$

Jadi tingkat akurasi sensor inframerah untuk pengukuran kecepatan putaran turbin adalah 95,51%, yang mana lebih tinggi dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Rahman Abdillah et al., 2021) menggunakan sensor inframerah dengan hasil 94,55 %.

4. Sensor Inframerah Untuk RPM Generator



a. pengukuran dengan tachometer b. pengukuran dengan IR sensor

Gambar 9. Pengujian Pengukuran RPM Generator PLTB dengan Tachometer dan Sensor Inframerah

Tabel 4. Hasil Pembacaan RPM Generator dari Tachometer dan Sensor Inframerah

Pengujian Ke-	Pembacaan Tachometer (RPM)	Pembacaan Sensor Inframerah Generator(RPM)	Error
1	33,07	27	6,07
2	73,95	70	3,95
3	132,41	128	4,41
4	138,85	135	3,85
5	124,73	119	5,73
6	128,81	125	3,81

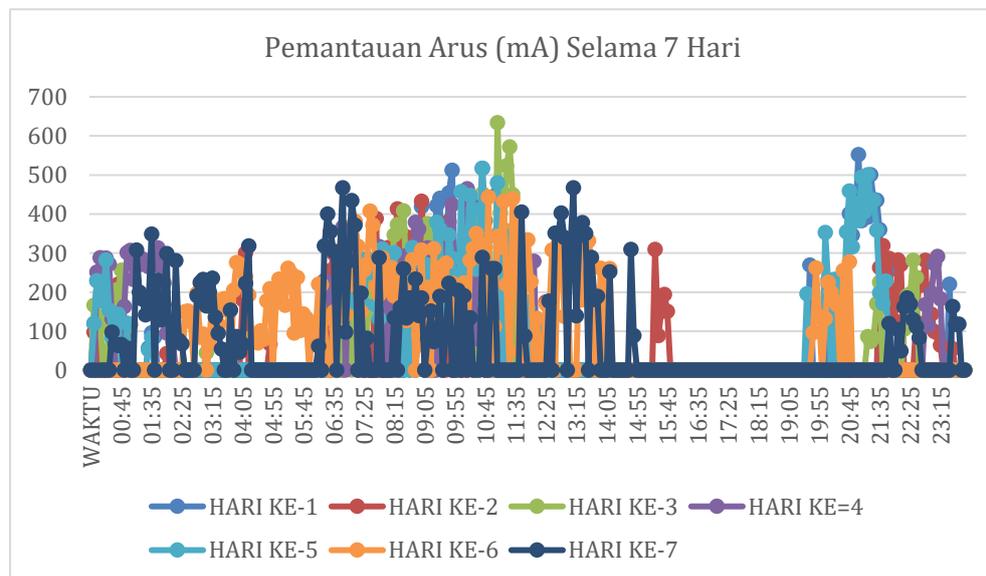
Pengujian Ke-	Pembacaan Tachometer (RPM)	Pembacaan Sensor Inframerah Generator(RPM)	Error
7	141,31	138	3,31
8	113,29	106	7,29
9	113,31	106	7,31
10	117,63	112	5,63
Total	1117,36	1066	51,36

Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan tersebut kemudian dilakukan penghitungan untuk mengetahui tingkat akurasi pembacaan RPM turbin dari sensor inframerah dengan formula (1) dan (2) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Error} &= \left(\frac{\text{total nilai error}}{\text{total pembacaan alat ukur}} \times 100\% \right) \\
 &= \left(\frac{51,36}{1117,36} \times 100\% \right) \\
 &= 4,59\% \\
 \text{Akurasi sensor} &= 100\% - \text{Error} \\
 &= 100\% - 4,59\% \\
 &= 95,41\%
 \end{aligned}$$

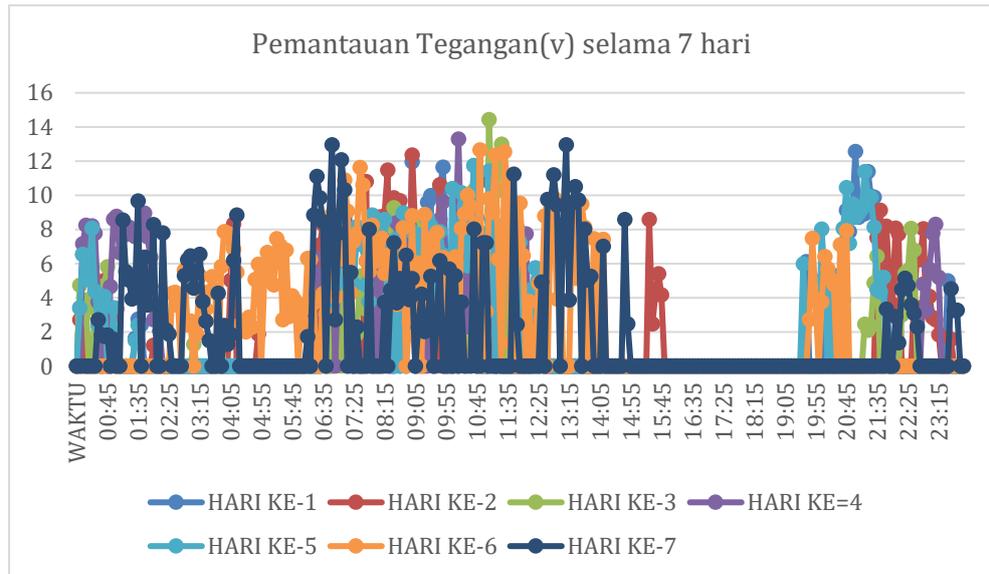
Jadi tingkat akurasi sensor inframerah untuk pengukuran kecepatan putaran turbin adalah 95,41%, yang mana lebih tinggi dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Rahman Abdillah et al., 2021) menggunakan sensor inframerah dengan hasil 94,55 %.

3.2 Pemantauan Selama 7 Hari



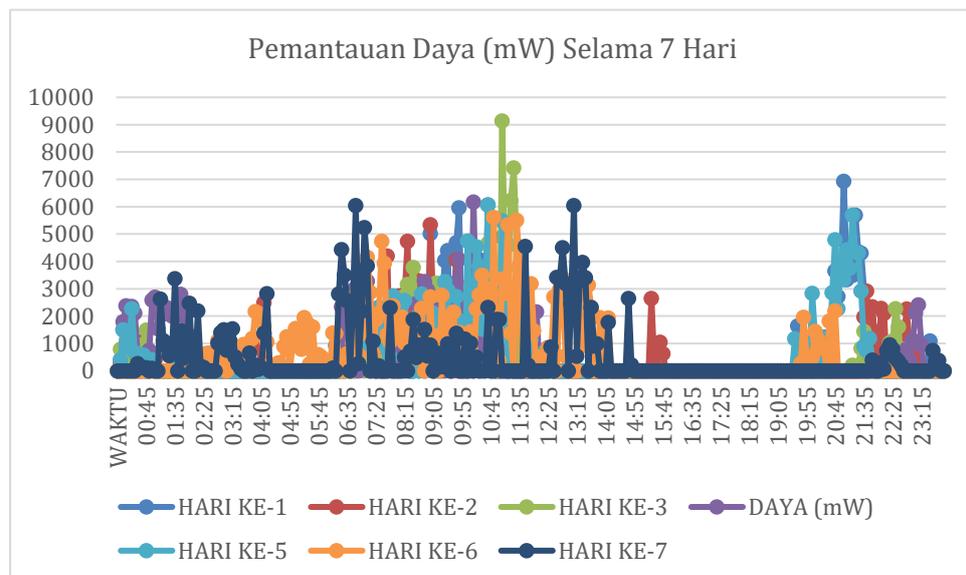
Gambar 10. Pemantauan Arus (mA) Selama 7 Hari

Dari grafik pemantauan arus diatas didapat nilai arus tertinggi pada hari pertama adalah 552 mA saat pukul 21:00, pada hari kedua adalah 432,3 mA saat pukul 09:00, pada hari ketiga adalah 634 mA saat pukul 11:05, pada hari keempat adalah 464,8 mA saat pukul 10:15, pada hari kelima adalah 500 mA saat pukul 21:20, pada hari keenam adalah 443 mA saat pukul 10:50, dan pada hari ketujuh adalah 466,6 mA pada pukul 13:05.



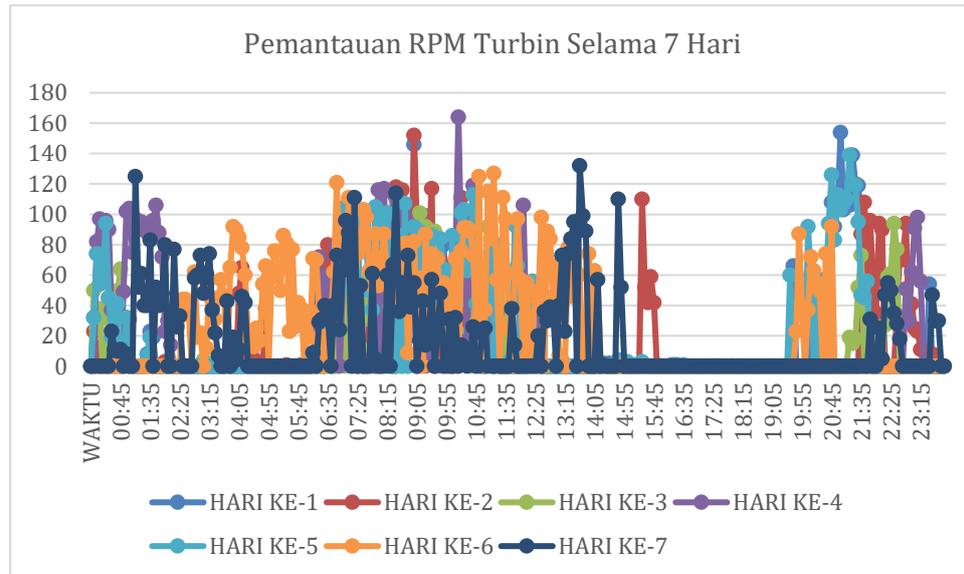
Gambar 11. Pemantauan Tegangan (v) Selama 7 Hari

Dari grafik pemantauan tegangan diatas didapat nilai tegangan tertinggi pada hari pertama adalah 12,56V saat pukul 21:00, pada hari kedua adalah 12,35 V saat pukul 09:00, pada hari ketiga adalah 14,42 V saat pukul 11:05, pada hari keempat adalah 13,28 V saat pukul 10:15, pada hari kelima adalah 11,38 V saat pukul 21:20, pada hari keenam adalah 12,66 v saat pukul 10:50, dan pada hari ketujuh adalah 12,98 V pada pukul 13:05.



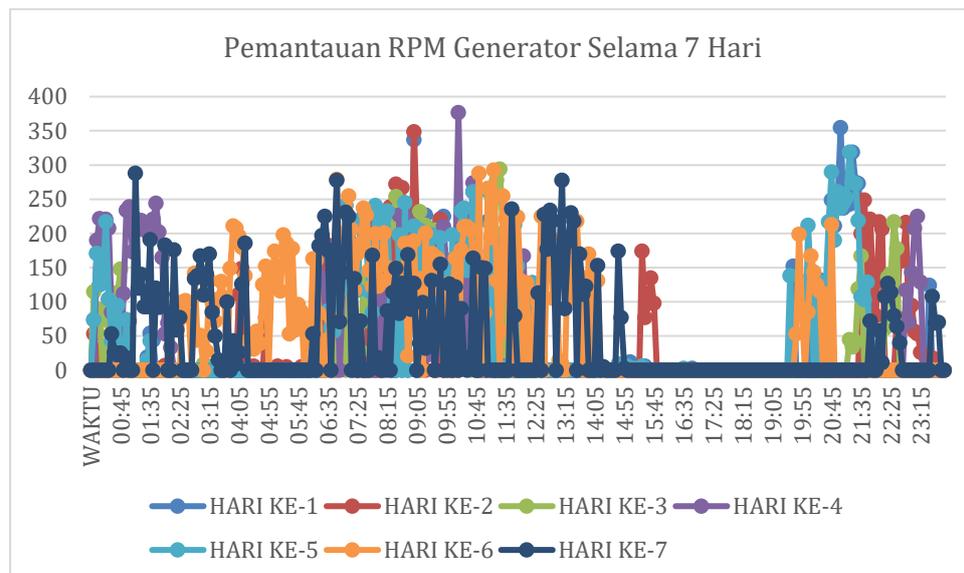
Gambar 12. Pemantauan Daya (mW) Selama 7 Hari

Dari grafik pemantauan daya diatas didapat nilai daya tertinggi pada hari pertama adalah 6933,12 mW saat pukul 21:00, pada hari kedua adalah 5338,91 mW saat pukul 09:00, pada hari ketiga adalah 9142,28 mW saat pukul 11:05, pada hari keempat adalah 6172,54 mW saat pukul 10:15, pada hari kelima adalah 5697,97 mW saat pukul 21:20, pada hari keenam adalah 6809,85 mW saat pukul 10:50, dan pada hari ketujuh adalah 6046,82 mW pada pukul 13:05.



Gambar 13. Pemantauan RPM Turbin Selama 7 Hari

Dari grafik pemantauan RPM turbin diatas didapat nilai RPM tertinggi pada hari pertama adalah 154 RPM saat pukul 21:00, pada hari kedua adalah 152 RPM saat pukul 09:00, pada hari ketiga adalah 128 RPM saat pukul 11:05, pada hari keempat adalah 164 RPM saat pukul 10:15, pada hari kelima adalah 139 RPM saat pukul 21:20, pada hari keenam adalah 125 RPM saat pukul 10:50, dan pada hari ketujuh adalah 132 RPM pada pukul 13:05.



Gambar 14. Pemantauan RPM Generator Selama 7 Hari

Dari grafik pemantauan RPM turbin diatas didapat nilai RPM tertinggi pada hari pertama adalah 355 RPM saat pukul 21:00, pada hari kedua adalah 349 RPM saat pukul 09:00, pada hari ketiga adalah 294 RPM saat pukul 11:05, pada hari keempat adalah 377 RPM saat pukul 10:15, pada hari kelima adalah 319 RPM saat pukul 21:20, pada hari keenam adalah 288 RPM saat pukul 10:50, dan pada hari ketujuh adalah 278 RPM pada pukul 13:05.

4 KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan pengambilan data pada alat "SYSTEM MONITORING PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB) BERBASIS THINGSPEAK IoT di DESA WISATA BUKIT KUNCI BLORA" kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut:

1. Pengaplikasian *system monitoring* pada PLTB didapat tingkat akurasi sensor INA219 adalah 96,1%, *voltage sensor* adalah 97,53 %, sensor inframerah untuk RPM turbin adalah 95,51 %, dan sensor inframerah untuk

RPM generator adalah 95,41 %. Yang mana memiliki tingkat akurasi lebih tinggi dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Rahman Abdillah et al., 2021).

2. Semua sensor dapat terintegrasi untuk membaca arus, tegangan, daya, RPM turbin, RPM generator dan ditampilkan pada thingspeak pada PLTB di desa wisata Bukit Kunci Blora.
3. PLTB di Desa Wisata Bukit Kunci Blora tidak beroperasi selama 24 jam penuh, tapi hanya beroperasi pada jam-jam tertentu yaitu pada dini hari antara pukul 00:05 – 04:50, pagi sampai siang hari antara pukul 06:05 – 14:45, dan malam hari antara pukul 19:40-23:45. Selain pada waktu tersebut PLTB tidak beroperasi yang menandakan tidak ada angin di lokasi PLTB.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada STT Ronggolawe dan semua pihak yang telah memberikan bantuan baik secara moral maupun moril sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, N., & Supriadi. (2019). *STUDI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB)*.
- Arief, R., Aribowo, W., Rahmadian, R., & Chandra Hermawan, A. (2023). *Monitoring Arus dan Tegangan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan ESP8266 Berbasis Node-Red*.
- Aslam Ridho Effendy, M. (2023). SISTEM MONITORING KINERJA PANEL SURYA BERBASIS IoT MENGGUNAKAN ARDUINO UNO PADA PLTS PEMATANG JOHAR. In *Jurnal Ilmu Teknik* (Vol. 1, Issue 1). <https://doi.org/XX..XXXXX/TEKTONIK>
- Azhari, M., & Corio, D. (2022). Sistem Monitoring Horizontal Axial Wind Turbine (HAWT) Berbasis Internet Of Things. *Elektron : Jurnal Ilmiah*, 13–20. <https://doi.org/10.30630/eji.14.1.272>
- Herraprastanti, E. Hertnacahyani., Suryanto, Hendri., Yuwono, Teguh., Retno, Wahyusari., Alfreda, D. Yoranza., & Putri, R. Elisa. (2024). Revitalisasi Tempat Wisata Bukit Kunci Berbasis PLTB untuk Mewujudkan Green Economy Desa Bangowan Kecamatan Jiken Kabupaten Blora.
- Ngurah, G., Wijaya, W., Parti, K., Lalu, D., & Wiranata, F. (2021). Monitoring PLTS dan PLTB kincir vertikal dengan sistem hybrid berbasis Internet Of Things (IoT). *Journal of Applied Mechanical Engineering and Green Technology Journal Homepage*, 2, 140–145. <http://ojs.pnb.ac.id/index.php/JAMETECH>
- Pratama, S. B. (2022). *SISTEM MONITORING PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) BERBASIS INTERNET OF THINGS*.
- Rahman Abdillah, A., Ariyanti, D., & Analisa Rahma, A. (2021). 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*, 11(2), 101. <https://doi.org/10.51747/energy>
- Wahyusari, R., & Wibowo, L. (2024). Penerapan Internet Of Things (Iot) Pada Taman Pintar. *SENDIKO (Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Masyarakat Bidang Ilmu Komputer) 2024*, 1–7. <https://prosiding.unipma.ac.id/index.php/sendiko/article/view/5391>
- Wicaksono, D. H., Djuniadi, D., & Apriaskar, E. (2023). Monitoring Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknologi Elektro*, 14(2), 118. <https://doi.org/10.22441/jte.2023.v14i2.010>