

Monitoring dan Analisa Daya Pengaplikasian Pembangkit Listrik Hybrid PLTS dan PLTB pada Penerangan Jalan Umum Berbasis IoT

Maulana Malik Ibrahim¹ Asnal Effendi² Arfita Yuana Dewi³ Erhaneli⁴ Anggun Anugrah⁵

Program Studi Teknik Elektro Sarjana, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat, Indonesia^{1,2,3,4,5}

Email: 2020310001.maulana@itp.ac.id¹

Abstrak

Penerangan Jalan Umum (PJU) merupakan fasilitas penting yang membutuhkan solusi efisien dan berkelanjutan. Penelitian ini mengembangkan sistem PJU berbasis energi hybrid (PLTS dan PLTB) menggunakan Internet of Things (IoT) untuk meningkatkan efisiensi dan stabilitas energi. Sistem ini memonitor dan mencatat output energi secara otomatis, memungkinkan pengawasan jarak jauh melalui aplikasi Blynk. Penelitian dilakukan di Kampus 2 Institut Teknologi Padang (ITP) menggunakan metode kuantitatif dengan pengukuran harian output energi. Hasil menunjukkan daya tertinggi PLTS berdasarkan sensor adalah 65,39 Watt, dan alat ukur mencatat 68,13 Watt pada 27 Agustus 2024. Turbin angin menghasilkan daya tertinggi 3,78 Watt (sensor) dan 3,99 Watt (alat ukur) pada hari yang sama. Kesimpulannya, sistem PJU hybrid berbasis IoT mampu mendukung pemanfaatan energi terbarukan secara efisien dan optimal.

Kata Kunci: Monitoring, PLTS, PLTB, Hybrid

Abstract

Public street lighting (PJU) is an important facility that requires efficient and sustainable solutions. This research develops a hybrid energy (solar and wind) based street lighting system using the Internet of Things (IoT) to improve energy efficiency and stability. The system monitors and records energy output automatically, enabling remote supervision through the Blynk application. The research was conducted at Campus 2 of Padang Institute of Technology (ITP) using a quantitative method with daily measurements of energy output. Results show the highest power of the solar power plant based on the sensor was 65.39 Watts, and the measuring instrument recorded 68.13 Watts on August 27, 2024. The wind turbine produced the highest power of 3.78 Watt (sensor) and 3.99 Watt (measuring instrument) on the same day. In conclusion, the IoT-based hybrid PJU system is able to support the efficient and optimal utilization of renewable energy.

Keywords: Monitoring, Solar Power Plant, Wind Power Plant, Hybrid



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik global, khususnya di negara berkembang seperti Indonesia, masih didominasi oleh penggunaan bahan bakar fosil yang semakin menipis [1]. Energi terbarukan, seperti tenaga surya dan angin, merupakan alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan energi di masa depan [2]. Salah satu penerapannya adalah pada Penerangan Jalan Umum (PJU), yang memerlukan sistem energi yang stabil dan efisien. Penelitian ini mengusulkan penggunaan sistem hybrid Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) berbasis Internet of Things (IoT) untuk memantau dan mencatat data secara otomatis, sehingga mengatasi keterbatasan metode pengukuran manual yang membutuhkan waktu dan tenaga lebih besar [3][4]. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode manual untuk mengukur daya listrik pada sistem pembangkit cenderung kurang efisien, terutama untuk pemantauan dalam jangka Panjang [5][6]. Sistem berbasis IoT memberikan solusi dengan memungkinkan pengukuran parameter

penting, seperti tegangan, arus, dan intensitas cahaya, secara real-time dan dari jarak jauh. Implementasi IoT dalam sistem hybrid telah diuji dan terbukti meningkatkan efisiensi operasional dan keandalan data. Namun, penelitian yang secara spesifik membahas penerapan IoT pada PJU hybrid di Indonesia masih terbatas, khususnya yang mengintegrasikan PLTS dan PLTB untuk kondisi lokal dengan tingkat kebutuhan listrik yang tinggi.

Sebagian besar penelitian yang ada hanya berfokus pada pengukuran manual atau pada sistem pembangkit Tunggal[7][8]. Penelitian ini memberikan kebaruan dengan mengintegrasikan teknologi IoT untuk monitoring real-time dalam sistem hybrid PLTS dan PLTB pada PJU. Sistem ini tidak hanya memungkinkan pengumpulan data otomatis melalui aplikasi seperti Blynk, tetapi juga memberikan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan metode konvensional. Kebaruan ini relevan dengan kebutuhan penerapan energi terbarukan yang lebih efisien dan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang system monitoring berbasis IoT untuk PLTS dan PLTB yang dapat mencatat data secara otomatis dan real time, serta mengevaluasi efisiensi dan efektivitas system berbasis IoT dibandingkan metode manual dan dapat Memberikan rekomendasi teknis untuk penerapan sistem hybrid PJU berbasis IoT di Indonesia, yang mendukung optimalisasi energi terbarukan dan meningkatkan keandalan sistem.

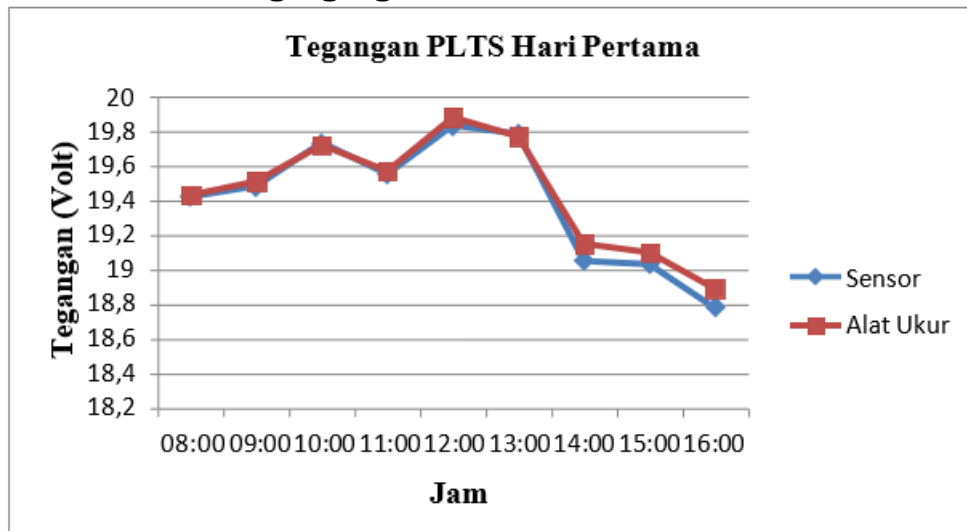
METODE PENELITIAN

Pada penulisan tugas akhir ini penulis mengkaji tentang perancangan sistem monitoring panel surya dan angin berbasis Internet of Things. dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode penelitian kuantitatif. metode penelitian kuantitatif adalah penelitian yang berdasarkan sistematis dengan mengumpulkan data berbentuk angka yang bisa dihitung. penelitian kuantitatif biasanya digunakan untuk meneliti pada populasi tertentu. Sebagai lokasi kajian untuk pengambilan data yang dibutuhkan dan perhitungannya maka penulis mengkaji dan mengambil data di kampus 2 ITP Aie Pacah, Kec. Koto Tangah, Kota Padang, Sumatera Barat 25586, Untuk memenuhi kebutuhan data pada penelitian yang dilakukan, maka diperlukan data-data sebagai berikut diantaranya Arus DC, tegangan AC, temperature, Intensitas Cahaya dan daya. Penelitian yang dilakukan ini adalah menganalisa perbandingan data dengan alat ukur multimeter, tang amper, thermogun untuk mencari tegangan, arus, temperature dengan hasil ukur berbasis Internet of Things PLTS dan PLTB.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pembahasan yang akan dilakukan pada Tugas Akhir ini adalah Monitoring Dan Analisa daya pengaplikasian pembangkit listrik Hybrid PLTS dan PLTB Pada penerangan jalan umum berbasis IoT. Untuk menganalisa Perbandingan data pada Pembangkit Listrik Hybrid berbasis IoT dengan alat ukur manual. Pengujian dilakukan di kampus 2 ITP tanggal 26 Agustus 2024 – 28 September 2024 dengan mengambil data tegangan, arus, temperature, dan intensitas cahaya. Pengambilan hasil data monitoring PLTS dilakukan di kampus 2 ITP. Dimana data tersebut diambil dari jam 08.00 – 16.00 WIB. Berikut hasil data monitoring PLTS sebagai berikut:

Hasil Analisa data monitoring tegangan PLTS



Gambar 1. Grafik Monitoring Tegangan (Volt) Hari Pertama PLTS

Tegangan maximum pengambilan data pada sensor terjadi pada pukul 12.00 wib yaitu sebesar 19,83 Volt, untuk tegangan minimum terjadi pukul 16.00 yaitu sebesar 18,78, dan tegangan maximum pengambilan data pada multimeter terjadi pada pukul 12.00 wib yaitu sebesar 19,88 Volt, untuk tegangan minimum terjadi pukul 16.00 yaitu sebesar 18,89 Volt. Untuk mengetahui nilai rata-rata dapat dihitung dengan menjumlahkan banyak nya pengukuran yang di lakukan pada pukul 08.00 Wib sampai 16.00 Wib, yang mana pengukuran itu dilakukan 1 kali dalam 1 jam lalu dibagi dengan banyaknya waktu pengukuran yaitu sebanyak 9 kali. Berikut ini perhitungan nilai rata-rata tegangan perhari:

Nilai Tegangan Sensor

$$= \frac{19,42+19,48+19,73+19,55+19,83+19,78+19,05+19,03+18,78}{9}$$

$$= 19,40 \text{ Volt}$$

Nilai Tegangan Alat Ukur

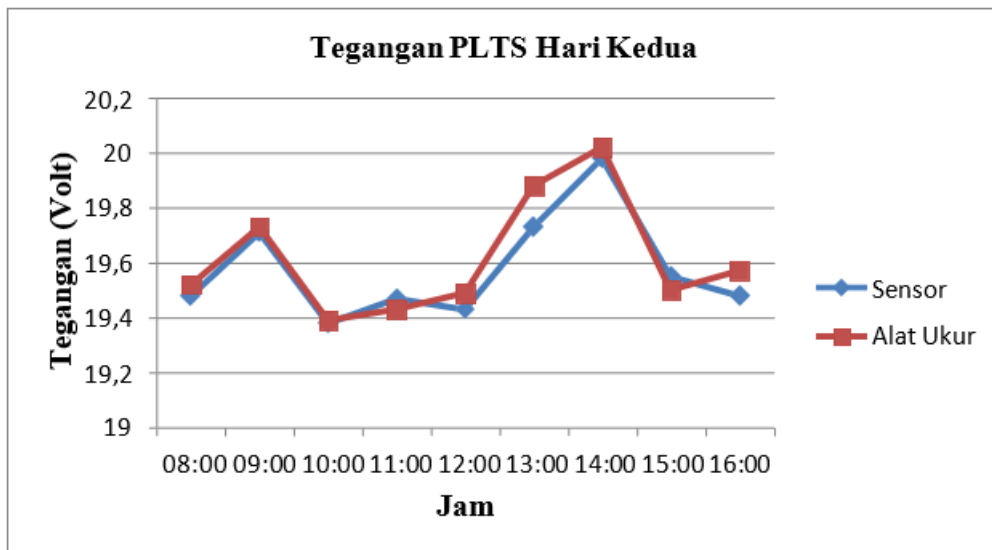
$$= \frac{19,43+19,51+19,72+19,57+19,88+19,77+19,15+19,10+18,89}{9}$$

$$= 19,46 \text{ Volt}$$

Berdasarkan penjumlahan diatas di dapatkan hasil tegangan sensor hari pertama sebesar 19,40 Volt, dan hasil tegangan sensor alat ukur hari pertama sebesar 19,46 Volt. Untuk mengetahui nilai rata-rata selisih dan persentase selisih dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

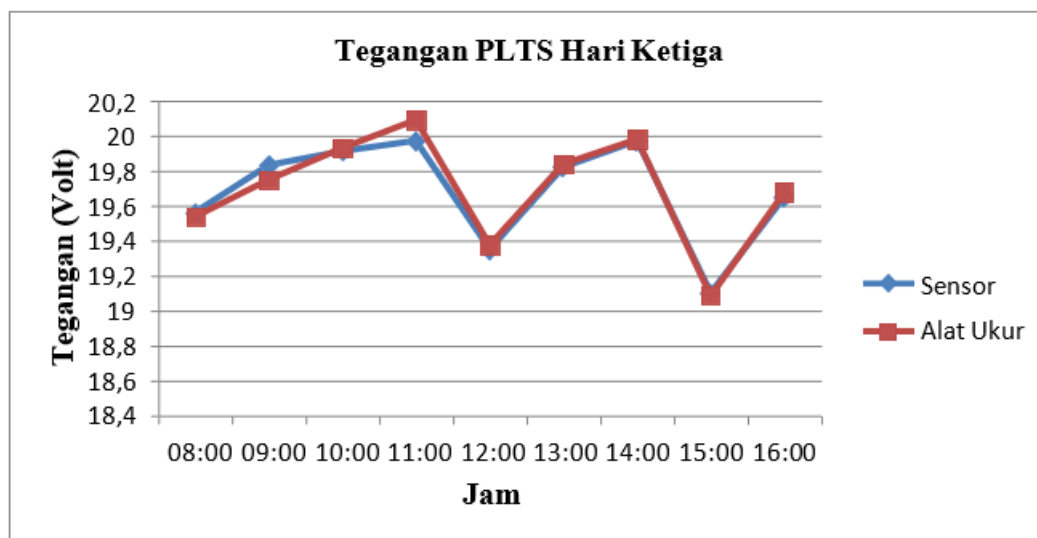
$$\text{Persentase selisih} = \frac{\text{Multimeter} - \text{Sensor Tegangan}}{\text{Multimeter}} \times 100\%$$

Berdasarkan persamaan diatas diperoleh nilai rata-rata sensor sebesar 19,40 Volt, nilai rata-rata Multimeter 19,46 Volt, Selisih 0,59 serta nilai rata-rata persentase selisih dari hasil pengukuran sebesar 0,24%



Gambar 2. Grafik Monitoring Tegangan (Volt) Hari Kedua PLTS

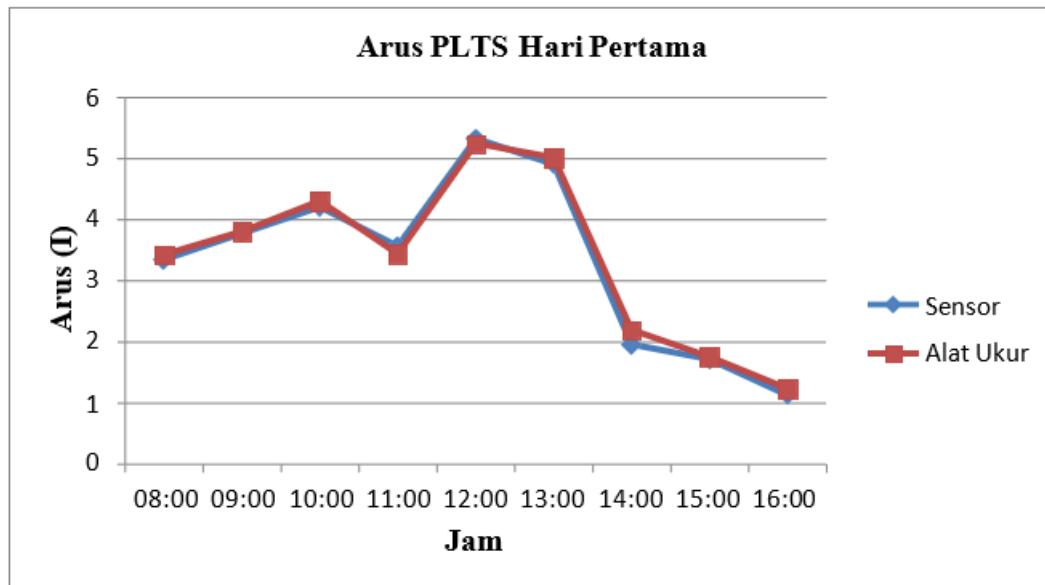
Tegangan maximum pengambilan data pada sensor terjadi pada pukul 14.00 wib yaitu sebesar 19,98 Volt, untuk tegangan minimum terjadi pukul 10.00 yaitu sebesar 19,38, dan tegangan maximum pengambilan data pada multimeter terjadi pada pukul 14.00 wib yaitu sebesar 20,02 Volt, untuk tegangan minimum terjadi pukul 10.00 yaitu sebesar 19,39 Volt



Gambar 3. Grafik Monitoring Tegangan (Volt) Hari Ketiga PLTS

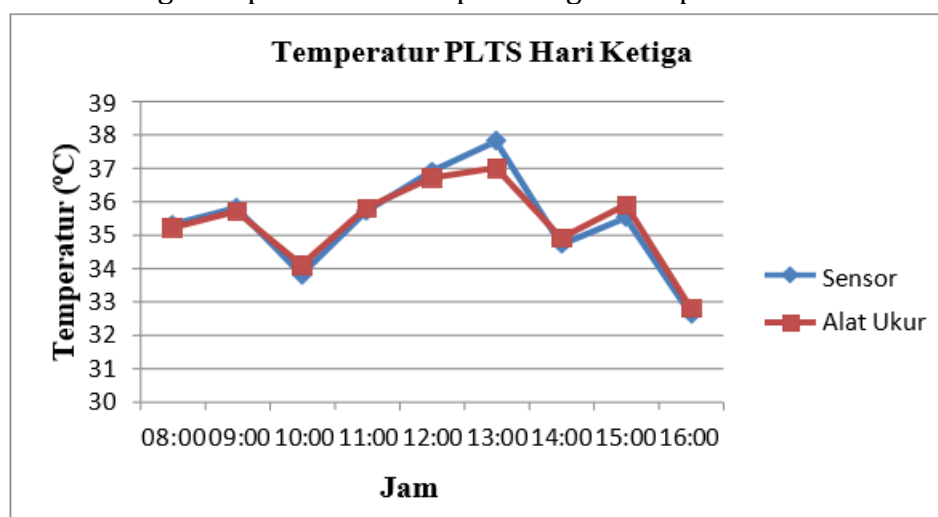
Tegangan maximum pengambilan data pada sensor terjadi pada pukul 11.00 wib yaitu sebesar 19,97 Volt, untuk tegangan minimum terjadi pukul 12.00 yaitu sebesar 19,35, dan tegangan maximum pengambilan data pada multimeter terjadi pada pukul 11.00 wib yaitu sebesar 20,09 Volt, untuk tegangan minimum terjadi pukul 12.00 yaitu sebesar 19,38 Volt.

Hasil Analisa data monitoring arus PLTS



Gambar 4. Grafik Monitoring Arus (I) Hari Pertama PLTS

Arus maximum pengambilan data pada sensor terjadi pada pukul 12.00 wib yaitu sebesar 5,32 Amper, untuk arus minimum terjadi pukul 16.00 yaitu sebesar 1,12 Amper dan arus maximum pengambilan data pada multimeter terjadi pada pukul 12.00 wib yaitu sebesar 5,23 Amper, untuk arus minimum terjadi pukul 16.00 yaitu sebesar 1,22 Amper. Pengujian untuk monitoring arus PLTS dilakukan pada tanggal 26 Agustus – 28 Agustus 2024, dengan hasil pada pengujian hari ketiga diperoleh nilai rata-rata sensor sebesar 3,34 Amper, nilai rata-rata Multimeter 3,48i Amper, Selisih 0,19 serta nilai rata-rata persentase selisih dari hasil pengukuran sebesar 4,5 %. Setelah itu dilakukan juga monitoring temperatur PLTS pada hari yang sama dengan monitoring arus, pengujian dilakukan pada hari pertama, kedua dan ketiga, hasil pengujian pada hari ketiga temperatur PLTS diperoleh grafik seperti dibawah ini:



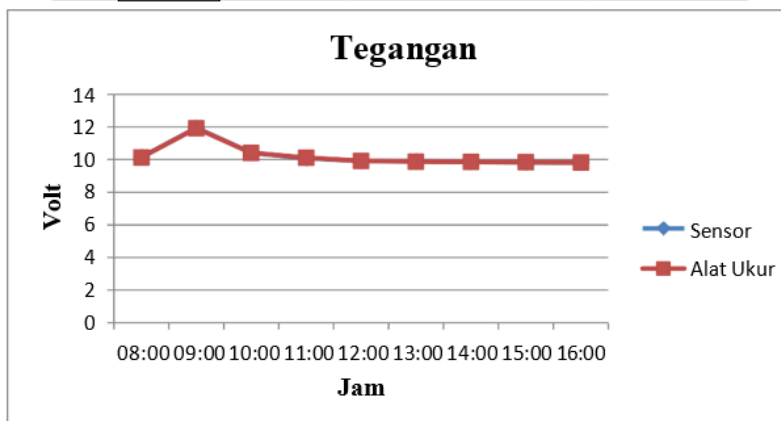
Gambar 5. Grafik Monitoring Temperatur Hari ketiga PLTS

Temperatur maximum pengambilan data pada sensor terjadi pada pukul 13.00 wib yaitu sebesar 37,8 Celcius, untuk temperatur minimum terjadi pukul 16.00 yaitu sebesar 32,6 Celcius dan temperature maximum pengambilan data pada thermogun terjadi pada pukul 13.00 wib

yaitu sebesar 37,0 Celcius, untuk temperature minimum terjadi pukul 16.00 yaitu sebesar 32,6 Celcius. Selain dilakukannya monitoring terhadap arus, tegangan dan temperature PLTS, juga dilakukan monitoring terhadap intensitas Cahaya PLTS, monitoring tegangan turbin angin, monitoring arus turbin angin, temperature turbin angin serta monitoring intensitas Cahaya turbin angin. Hasil monitoring Analisa data beban dilakukan di kampus 2 ITP pada tanggal 26 Agustus 2024-28 Agustus 2024, yang mana hasil monitoring data beban pada tanggal 26 Agustus 2024 diperoleh:

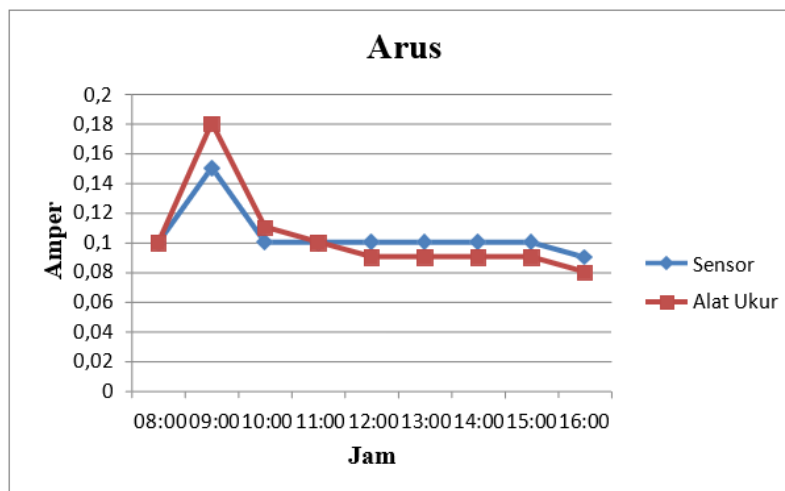
Tabel 1. Hasil monitoring data beban hari pertama

No.	Waktu	Tegangan	Tegangan	Arus	Arus
		Sensor	Alat Ukur	Sensor	Alat Ukur
	08:00	10,15	10,14	0,10	0,10
	09:00	11,95	11,92	0,15	0,18
	10:00	10,43	10,41	0,10	0,11
	11:00	10,08	10,12	0,10	0,10
	12:00	9,91	9,92	0,10	0,09
	13:00	9,89	9,88	0,10	0,09
	14:00	9,86	9,87	0,10	0,09
	15:00	9,83	9,84	0,10	0,09
	16:00	9,81	9,83	0,09	0,08



Gambar 6. Grafik Monitoring Tegangan Data Beban Hari Pertama

Tegangan maximum pengambilan data pada sensor terjadi pada pukul 09.00 wib yaitu sebesar 11,95 Volt, untuk tegangan minimum terjadi pukul 16.00 yaitu sebesar 9,81, dan tegangan maximum pengambilan data pada multimeter terjadi pada pukul 09.00 wib yaitu sebesar 11,92 Volt, untuk tegangan minimum terjadi pukul 16.00 yaitu sebesar 9,83 Volt. Berdasarkan data diatas di dapatkan hasil tegangan sensor hari pertama sebesar 10,21 Volt, dan hasil tegangan sensor alat ukur hari pertama sebesar 10,21 Volt.



Gambar 7. Grafik Monitoring Arus Data Beban Hari Pertama

Arus maximum pengambilan data pada sensor terjadi pada pukul 09.00 wib yaitu sebesar 0,15 Amper, untuk arus minimum terjadi pukul 16.00 yaitu sebesar 0,09 amper, dan arus maximum pengambilan data pada multimeter terjadi pada pukul 09.00 wib yaitu sebesar 0,18 amper, untuk arus minimum terjadi pukul 16.00 yaitu sebesar 0,08 amper. Berdasarkan penjumlahan diatas di dapatkan hasil arus sensor hari pertama sebesar 0,10 amper, dan hasil arus sensor alat ukur hari pertama sebesar 0,10 amper. Selanjutnya dengan metode monitoring yang sama dengan hari pertama, dilakukanlah pengujian pada hari kedua dan ketiga dengan hasil monitoring hari kedua dan hari ketiga diperoleh hasil monitoring data beban seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Hasil Monitoring Data Beban Hari Kedua

No.	Waktu	Tegangan		Arus	
		Sensor	Alat Ukur	Sensor	Alat Ukur
	08:00	10,34	10,38	0,10	0,11
	09:00	11,91	11,98	0,20	0,19
	10:00	11,63	11,69	0,15	0,14
	11:00	11,20	11,23	0,15	0,15
	12:00	10,20	10,18	0,10	0,10
	13:00	10,18	10,16	0,10	0,09
	14:00	9,84	9,85	0,10	0,10
	15:00	9,67	9,68	0,10	0,09
	16:00	9,38	9,37	0,10	0,09

Tegangan maximum pengambilan data pada sensor terjadi pada pukul 09.00 wib yaitu sebesar 11,91 Volt, untuk tegangan minimum terjadi pukul 16.00 yaitu sebesar 9,38, dan tegangan maximum pengambilan data pada multimeter terjadi pada pukul 09.00 wib yaitu sebesar 11,98 Volt, untuk tegangan minimum terjadi pukul 16.00 yaitu sebesar 9,37 Volt.

Tabel 3. Hasil Monitoring Data Beban Hari Ketiga

No.	Waktu	Tegangan	Tegangan	Arus	Arus
		Sensor	Alat Ukur	Sensor	Alat Ukur
	08:00	10,23	10,22	0,10	0,10
	09:00	11,89	11,87	0,15	0,15
	10:00	11,72	11,71	0,18	0,19
	11:00	10,49	10,48	0,10	0,10
	12:00	10,47	10,45	0,10	0,09
	13:00	10,23	10,22	0,10	0,10
	14:00	9,98	9,97	0,10	0,09
	15:00	9,87	9,85	0,10	0,09
	16:00	9,83	9,82	0,09	0,09

Tegangan maximum pengambilan data pada sensor terjadi pada pukul 09.00 wib yaitu sebesar 11,89 Volt, untuk tegangan minimum terjadi pukul 16.00 yaitu sebesar 9,83, dan tegangan maximum pengambilan data pada multimeter terjadi pada pukul 09.00 wib yaitu sebesar 11,87 Volt, untuk tegangan minimum terjadi pukul 16.00 yaitu sebesar 9,82 Volt.

KESIMPULAN

Hasil monitoring panel surya dan angin sudah dalam kondisi yang andal yang mana dapat ditampilkan dengan baik pada aplikasi Bylink dalam bentuk angka, daya yang dihasilkan monitoring di area kampus 2 ITP pada tanggal 26 Agustus 2024 sampai 28 Agustus 2024 , untuk sensor PLTS menghasilkan daya sebesar 186,33 Watt, dan untuk pengujian alat ukur menghasilkan daya sebesar 192,58, Untuk sensor turbin angin menghasilkan daya sebesar 9,4 Watt dan untuk pengukuran alat ukur menghasilkan daya sebesar 9,8 Watt, hasil monitoring yang di lakukan pada tiga hari terjadi peningkatan tegangan, arus, suhu, intensitas cahaya dan juga terjadi penuruna terhadap sensor- sensor tersebut di karenakan faktor yaitu mendung dan hujan, Pengiriman data-data dari nilai arus, tegangan, dan intensitas cahaya yang merupakan parameter yang diukur oleh alat monitoring Bylink berjalan dengan baik. Selisih waktu dari pembacaan alat dan data yang di terima oleh Bylink berkisar selama 3-10 detik. Hal ini dikarenakan koneksi internet yang menyebabkan terkadang adanya keterlambatan pengiriman data.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Effendi, A. Yuana Dewi, and L. Elvira, "Peluang Penghematan Energi Pada Penerangan Jalan Umum Kabupaten Padang Pariaman di Wilayah Kerja PT. PLN (Persero) Rayon Pariaman Feeder Kampung Dalam," Jurnal Teknik Elektro ITP, vol. 7, no. 1, pp. 51–60, Jan. 2018, doi: 10.21063/JTE.2018.3133708.
- B. Ruba Sampe Padang and R. Mulyadi, "Evaluating And Analyzing The Solar Public Street Lighting Utilization: A Case Study In Manokwari," 2023.
- F. Hidayat, D. Rusirawan, And I. R. Fajar Tanjung, "Evaluasi Kinerja Plts 1000 Wp Di Itenas Bandung," Elkomika: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika, vol. 7, no. 1, p. 195, Jan. 2019, doi: 10.26760/elkomika.v7i1.195.
- M. Eriyadi, A. G. Abdullah, S. B. Mulia, and H. Hasbullah, "Street lighting efficiency with particle swarm optimization algorithm following Indonesian standard," in Journal of Physics:

- Conference Series, IOP Publishing Ltd, Dec. 2019. doi: 10.1088/1742-6596/1402/4/044009.
- M. F. Ibrahim, "Feasibility Study of Solar Power Generation System for Public Street Lighting," *Advance Sustainable Science Engineering and Technology*, vol. 4, no. 2, p. 0220207, Nov. 2022, doi: 10.26877/asset.v4i2.13378.
- R. R. Bunahri, "Analisis Perbandingan Ekonomis Penggunaan Penerangan Jalan Umum Solar Cell dengan Penerangan Jalan Umum Konvensional di Bandar Udara Djalaluddin Gorontalo," 2023. [Online]. Available: <https://jurnalpoltekbangjayapura.ac.id/skyeast>
- S. Manan, "Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif Yang Effisien, Handal Dan Ramah Lingkungan Di Indonesia."
- Y. D. Setiawan, W. Hartanto, E. E. Lukas, N. D. B. Julianne, S. Kurniawan, and B. Siswanto, "Smart Plant Watering and Lighting System to Enhance Plant Growth Using Internet of Things," *Procedia Comput Sci*, vol. 227, pp. 966–972, 2023, doi: 10.1016/j.procs.2023.10.604.