

Rancang Bangun Sistem Monitoring pada Pembangkit Listrik Dual Hybrid Panel Surya dan Tenaga Angin Berbasis Internet of Things

Reza Saputra¹, Sulaiman²

^{1,2} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Bina Darma Palembang

e-mail: rezasaputra0704@gmail.com

Abstrak

Energi listrik merupakan kebutuhan primer manusia saat ini. Banyak cara dilakukan demi menciptakan energi listrik, antara lain dengan memanfaatkan energi fosil. Namun, hal ini akan berdampak buruk pada lingkungan kedepannya. Maka dari itu penggunaan energi terbarukan harus dikedepankan saat ini, antara lain dengan memanfaatkan energi surya dan energi angin yang minim dampak terhadap lingkungan. Pemanfaatan energi surya dan energi angin ini menggunakan solar photovoltaic module 10wp sebagai penerima radiasi matahari lalu mengubahnya menjadi energi listrik dan generator motor dc yang memanfaatkan angin sebagai penggerak turbin lalu mengubah energi gerak menjadi energi listrik. Energi listrik yang didapat dari kedua pembangkit tersebut disimpan didalam satu baterai penyimpanan. Sistem pembangkit hybrid ini dimonitoring melalui smartphone dengan aplikasi Blynk, hal ini didukung oleh perangkat NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler penyampaian data dan sensor PZEM 017 sebagai sensor pembaca energi listrik yang didapat. Energi listrik yang dihasilkan solar panel mencapai maksimal pada jam 10.00 – 14.00 WIB, sedangkan energi listrik dari turbin angin mencapai maksimal pada jam 13.00 – 15.00 WIB. Energi listrik yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan pada saat itu.

Kata kunci: *Solar Panel, Turbin Angin, Blynk*

Abstract

Electrical energy is a primary human need today. There are many ways to create electrical energy, including using fossil energy. However, this will have a negative impact on the environment in the future. Therefore, the use of renewable energy must be prioritized at this time, including by utilizing solar energy and wind energy which have minimal impact on the environment. This utilization of solar energy and wind energy uses a 10wp solar photovoltaic module as a receiver for solar radiation and then converts it into electrical energy and a dc motor generator that uses wind as a turbine driver and then converts motion energy into electrical energy. The electrical energy obtained from the two generators is stored in one storage battery. This hybrid generator system is monitored via smartphone with the Blynk application, this is supported by the NodeMCU ESP8266 device as a data delivery

microcontroller and the PZEM 017 sensor as a sensor that reads the electrical energy obtained. The electrical energy produced by solar panels reaches its maximum at 10.00 – 14.00 WIB, while the electrical energy from wind turbines reaches its maximum at 13.00 – 15.00 WIB. The electrical energy produced is greatly influenced by environmental conditions at that time.

Keywords: *Solar Panel, Wind Turbine, Blynk*

PENDAHULUAN

Sumber Daya Listrik merupakan suatu kebutuhan yang sangat penting bahkan bisa dibilang sebagai kebutuhan primer manusia di era sekarang. Banyak upaya yang dilakukan manusia demi menciptakan energi listrik, mulai dari penggunaan bahan fosil atau biasa disebut energi fosil. Energi fosil ini memanfaatkan energi yang terdapat pada bumi, seperti gas alam, panas bumi, dan batubara. Energi ini masih banyak digunakan oleh PLN sebagai sumber energi konvensional yang tersalur baik itu ke industri maupun rumah tangga. Namun, untuk beberapa wilayah masih belum terjangkau sepenuhnya oleh PLN untuk menyalurkan sumber energi ke wilayah pelosok. Hal ini mungkin disebabkan oleh kondisi geografis seperti wilayah pada dataran tinggi, perbukitan atau daerah lembah kaki gunung. Dalam mengatasi hal tersebut penelitian ini dilakukan untuk mencoba mendapatkan sumber energi listrik dengan memanfaatkan kondisi geografis itu juga. Beberapa Wilayah Indonesia mempunyai potensi besar untuk memanfaatkan sumber energi terbarukan. Di Indonesia sendiri sudah mulai memanfaatkan energi terbarukan ini dengan membangun pembangkit dalam kapasitas yang besar (SYAHRIAL et al., 2018).

Penelitian yang dilakukan ini mengacu pada 2 jurnal yang telah diterbitkan sebelumnya. Pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan membahas tentang sistem monitoring PLTS On Grid berbasis Telegram. Pengujian yang dilakukan memantau tegangan dan arus yang didapat dari PLTS, pengukuran ini juga dilakukan secara manual menggunakan multimeter dan pengujian pengukuran melalui aplikasi Telegram. Hasil pembacaan arus dan tegangan yang dibaca oleh sensor berdasarkan data Telegram dan pengukuran manual menggunakan multimeter tidak berbeda jauh. Nilai presentase rata-rata error antara multimeter dengan sensor arus dan tegangan didapatkan 0,14%, dan Output arus tegangan AC didapatkan 0,094%. Rancang bangun monitoring arus dan tegangan berbasis IoT sangat efektif karena dapat mempermudah dalam pemantauan PLTS (Wijayanto et al., 2022). Pada penelitian sebelumnya juga telah dilakukan penelitian terhadap pembangkit listrik tenaga angin dengan bertujuan untuk monitoring data berbasis mikrokontroler Atmega32. suatu alat monitoring yang dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Angin. Keluaran dari alat monitoring data ini meliputi tegangan, arus, daya dan kecepatan angin yang kemudian ditampilkan pada LCD. Alat monitoring data ini dibuat dengan harapan dapat mempermudah pembacaan data dari keluaran pembangkit listrik tenaga angin. Alat monitoring tegangan, arus, daya dan kecepatan angin dilengkapi dengan Auto Saving System (ASS). Auto Saving System merupakan sistem dimana alat ini mampu menyimpan parameter-parameter tegangan, arus, daya dan kecepatan angin dalam chip memory (Simanjuntak & Pangaribuan, 2020).

Berdasarkan dua jurnal penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian ini yaitu pemanfaatan lingkungan sebagai sumber utama pembangkit listrik. Penelitian ini bertujuan melakukan pemanfaatan lingkungan sebagai sumber utama pembangkit listrik. Jika pada penelitian sebelumnya hanya terfokus pada satu sumber saja, seperti sinar matahari atau sumber tenaga angin, maka pada penelitian ini, peneliti berupaya menggabungkan secara hybrid kedua sumber tersebut menjadi satu energi listrik yang tersimpan di baterai. Dengan begitu, energi listrik yang dihasilkan tidak hanya dari satu sumber saja. Penelitian ini memanfaatkan Sinar Matahari sebagai sumber dengan solar panel sebagai penerima radiasi matahari dan generator motor sebagai pembangkit listrik yang mengubah energi kinetic menjadi energi listrik. Penelitian ini menggabungkan secara hybrid tenaga surya dengan tenaga angin yang mana power yang didapat dikumpulkan menjadi satu didalam baterai. Sistem ini juga dapat dimonitoring secara jarak jauh dengan memanfaatkan internet sebagai sumber komunikasi penyampaian data. Sistem monitoring ini menggunakan mikrokontroller NodeMCU ESP8266 sebagai perangkat utama dalam pengolahan data masuk dan keluar. Sebagai pengenal nilai tegangan, arus, dan daya digunakan sensor PZEM 017, yang mana nantinya sensor ini akan dipasang sebagai pengenal nilai yang didapat oleh kedua pembangkit tenaga surya dan angin. Setelah sensor mengenal nilai, maka mikrokontroller NodeMCU ESP8266 akan menerima nilai yang didapat dan akan diteruskan ke aplikasi blynk melalui komunikasi internet yang terhubung atau menggunakan wifi yang terhubung secara satu bersamaan dengan perangkat. Internet Of Things atau sering disebut IOT adalah sebuah konsep dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke computer (Susanto et al., 2022).

Komponen Perancangan

Dalam penelitian ini dibutuhkan komponen yang akan dirancang sehingga membentuk alat yang sesuai dengan tema penelitian. Semua komponen yang digunakan dirakit menjadi satu kesatuan sehingga berkesinambungan satu sama lain dan berfungsi sesuai dengan fungsinya masing – masing. Adapun komponen yang digunakan dalam merakit alat ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Arduino IDE

Arduino memiliki sebuah software yang bernama IDE atau Integrated Development Environment yang merupakan software yang digunakan untuk menanamkan pemrograman

pada Arduino, program ini disebut sketch. Sketch diketik dalam satu laman aplikasi Arduino IDE, lalu disimpan dalam folder dengan eksistensi file .ino (Sasmoko, 2021).



Gambar 2. Sensor PZEM 017

PZEM-017 adalah modul komunikasi DC yang mampu mengukur daya DC hingga 300 VDC dan pengukuran arus pada rentang pemasangan shunt eksternal 50A, 100A, 200A, hingga 300 A. Resistor shunt adalah komponen yang berfungsi untuk membuat jalur hambatan yang lebih kecil pada suatu aliran arus yang besar di dalam sirkuit elektronika. Komponen ini dibuat dari bahan yang memiliki nilai koefisien resistensi suhu rendah. PZEM 017 ini juga dapat mengukur tegangan, arus, daya dan energi. RS485 adalah teknik komunikasi data serial yang dapat berkomunikasi antara satu unit dengan unit lainnya pada jarak yang cukup jauh selain itu dapat digunakan untuk komunikasi multidrop yaitu berhubungan secara one to many ('Aafi et al., 2022).



Gambar 3. Modul LM2596

Module Regulator LM 2596 adalah rangkaian modul konverter DC / DC dengan frekuensi tetap 150 kHz fixed-voltage (PWM step-down) menggunakan IC Regulator LM2596. Modul step down ini menggunakan IC LM2596, dimana IC LM2596 adalah sirkuit terpadu/integrated circuit yang berfungsi sebagai step down DC converter dengan current rating 3A (Utami et al., 2020).



Gambar 4. LCD 12C 16x2

LCD (Liquid Crystal Display) merupakan komponen yang berfungsi untuk menampilkan text baik huruf maupun angka. Text yang akan ditampilkan telah diproses terlebih dahulu oleh rangkaian yang dibuat lalu LCD akan menampilkan informasi yang dibutuhkan. LCD 16 x 2 memiliki 32 karakter yang dapat ditampilkan yang mana berjumlah 2 baris dengan 16 karakter per satu baris. LCD 16 x 2 memiliki 16 pin yang berfungsi sebagai jalur komunikasi LCD dengan perangkat lainnya. Dengan banyaknya pin tersebut, maka diperlukan modul I2C untuk menyederhanakan jalur komunikasi data dan pengontrolnya (Saptaji.com, 2023).



Gambar 5. Inverter DC 12V to AC 220V

Inverter merupakan komponen yang digunakan untuk mengubah arus searah atau DC (Direct Current) 12 Volt menjadi arus bolak – balik atau AC (Alternating Current) 220 Volt. Inverter ini bekerja dengan menggunakan beberapa komponen, yaitu trafo CT, rangkaian osilator, serta rangkaian switch (saklar). Prosesnya dengan mengubah arus searah yang asalnya dari sumber seperti dari aki maupun baterai, kemudian diubah menjadi arus bolak-balik. Yang berarti, inverter ini tidak bisa menghasilkan tegangan listrik sendiri (Iksan, 2013).



Gambar 6. Solar Charger Controller

Solar Charger Controller berfungsi untuk mengatur nilai tegangan yang masuk agar tidak terjadinya arus masuk yang berlebihan dengan membatasi jumlah tegangan yang masuk ke baterai. Arus masuk yang berlebih terhadap baterai dapat mengakibatkan suhu panas sehingga dapat menyebabkan kerusakan komponen baterai dan juga pemicu terjadinya kebakaran pada instalasi. SCC ini juga berperan dalam memblokir arus terbalik yang dapat dikirimkan kembali ke arah sebaliknya sehingga dapat menyebabkan hangusnya baterai (Dilla et al., 2022).



Gambar 7. NodeMCU ESP8266

NodeMCU merupakan sebuah mikrokontroler berbasis chip ESP8266 buatan **Espressif System** yang bersifat *opensource* dengan dilengkapi modul wifi didalamnya. NodeMCU ESP8266 fungsinya mirip seperti Arduino namun dilengkapi dengan sebuah modul wifi yang dapat terhubung dengan internet, sehingga NodeMCU ESP8266 banyak digunakan untuk project berbasis IoT (Manullang et al., 2021).



Gambar 8. Baterai VRLA 12V 7.5 Ah

Baterai/Aki VRLA (Valve Regulated Lead Acid) adalah jenis baterai yang dapat di isi ulang, jenis baterai tertutup, dan minim biaya perawatan. Baterai VRLA dikenal dengan baterai yang elektrolitnya tertutup, mencegah cairan elektrolit tumpah, bahkan ketika terjadi kebocoran pada case baterai. Jadi didalam aki terdapat katup yang berfungsi agar cairan aki atau elektrolit tidak mudah menguap meski terjadi getaran ataupun guncangan. Baterai ini pun dikatakan minim perawatan, karena cairan elektrolit didalamnya tidak perlu ditambahkan atau diganti (Hidayat et al., 2021).



Gambar 9. Aplikasi Blynk

Blynk App merupakan software yang digunakan untuk mendukung pengaplikasian Internet of Things dan compatible dengan perangkat Arduino, ESP8266, Raspberry Pi, Wemos, dll. Aplikasi Blynk dapat digunakan untuk mengontrol perangkat keras dari jarak jauh, seperti monitoring data sensor, mengoperasikan perangkat keras, menyimpan data, dll (Fitriyah et al., 2020).



Gambar 10. Solar Photovoltaic Module 10WP Policrystalline Silicon

Solar PV Module adalah komponen yang digunakan untuk menyerap energi matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik. Sel surya sendiri terdiri dari berbagai komponen *photovoltaic* atau komponen yang dapat mengubah cahaya menjadi listrik. Umumnya sel surya terdiri dari lapisan silikon yang bersifat semikonduktor, metal, anti reflektif, dan strip konduktor metal. Semakin banyak sel surya yang disusun menjadi sistem panel surya, maka akan semakin banyak pula energi matahari yang dapat dikonversi menjadi energi listrik (Julianto et al., 2022).



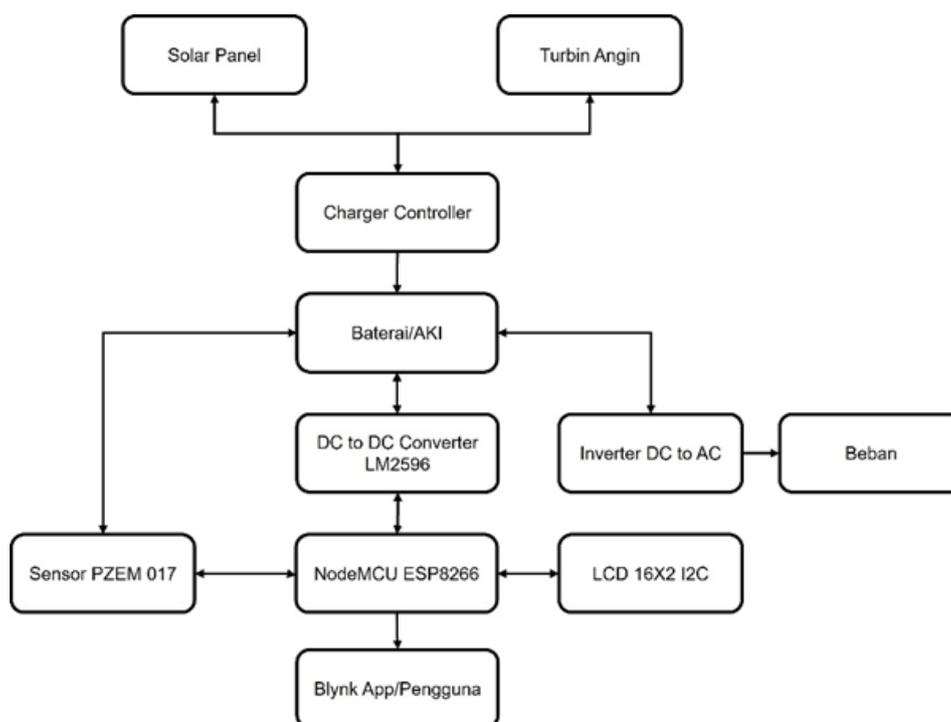
Gambar 11. Generator Motor DC

Generator Motor DC merupakan komponen yang berfungsi untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Generator berhubungan erat dengan hukum Faraday. Berikut

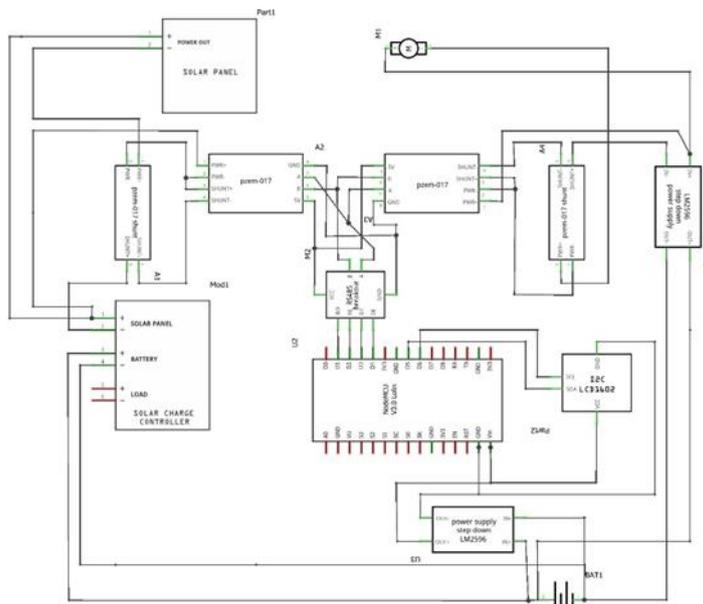
pernyataan dari Hukum Faraday “bahwa apabila sepotong kawat penghantar listrik berada dalam medan magnet berubah-ubah, maka dalam kawat tersebut akan terbentuk Gaya Gerak Listrik”. Putaran yang terjadi didalam generator tersebutlah yang menjadikan gaya gerak listrik sehingga menghasilkan energi listrik (Firdaus et al., 2023).

METODE

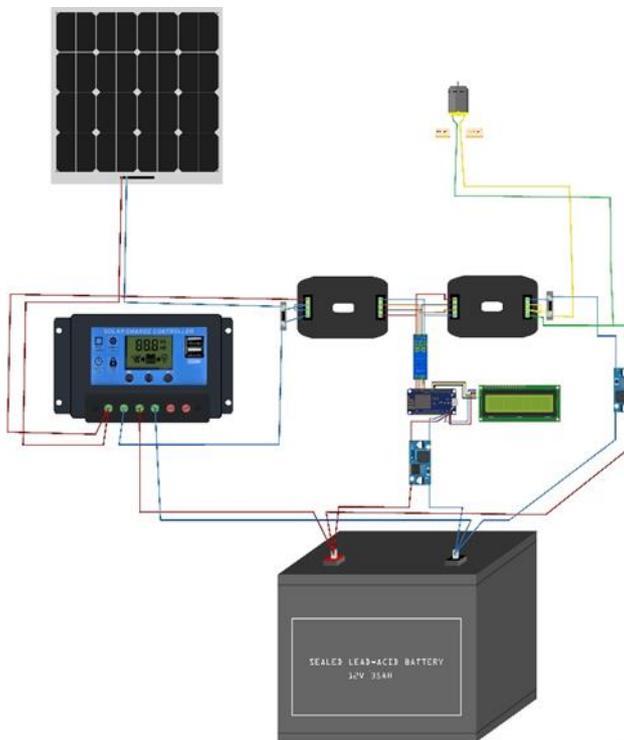
Metode atau proses implementasi dari penelitian ini dimulai dengan literatur jurnal – jurnal penelitian sebelumnya yang relevan dengan tema penelitian ini. Melakukan proses perancangan blok diagram, perancangan skematik rangkaian, dan alur kerja dari alat. Kemudian dilakukan implementasi atau perakitan rancangan yang telah dibuat, hingga pada tahap pengujian. Perancangan bertujuan untuk mengetahui gambaran dari sistem kerja alat yang akan dirakit. Perancangan alat ini ini dapat diuraikan melalui gambar sebagai berikut:



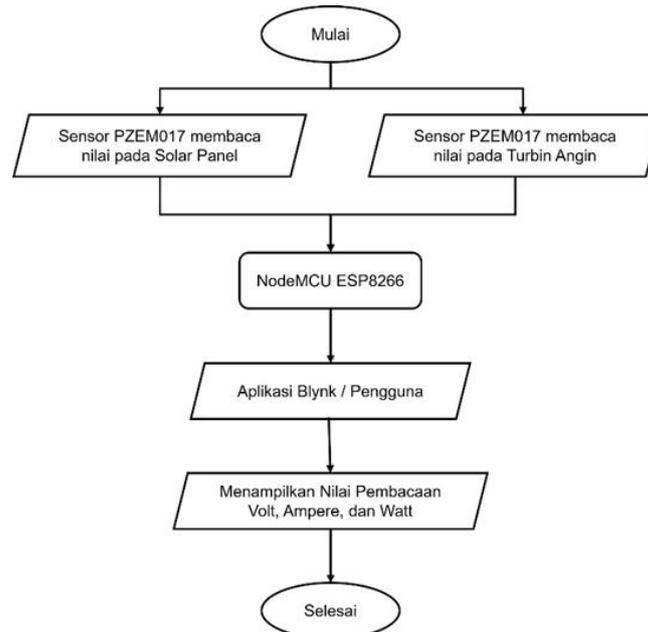
Gambar 12. Blok Diagram



Gambar 13. Skematik Rangkaian



Gambar 14. Desain Rangkaian



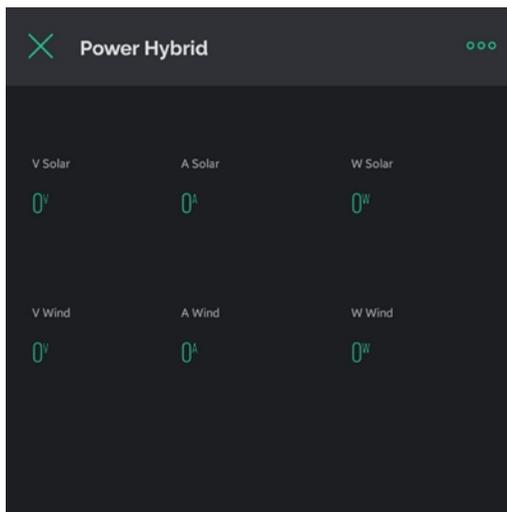
Gambar 15. Flowchart

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap kinerja secara keseluruhan dari alat, hal ini dilakukan agar pembahasan pada penelitian ini mendapatkan hasil yang sesuai dengan apa yang telah diimplementasikan.



Gambar 16. Pengujian Pembangkit Listrik Dual Hybrid



Gambar 17. Tampilan Blynk Sistem Monitoring Pembangkit Listrik Dual Hybrid

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada pembangkit listrik dual hybrid dan sistem monitoring dengan aplikasi blynk atau seperti yang ditunjukkan pada kedua gambar diatas, sistem secara keseluruhan telah bekerja dengan sangat baik. Selanjutnya, dilakukan pengambilan data nilai yang didapat dari solar panel dan turbin angin selama 8 jam rentang waktu 08.00 – 16.00 WIB. Pengambilan data nilai dilakukan ditempat yang memungkinkan, sementara waktu pengambilan data nilai dilakukan pada 24 Oktober 2023.

Tabel 1. Intensitas Radiasi Matahari



Tabel 2. Data Nilai Solar Panel Hasil Pembacaan Blynk

Waktu	Volt	Ampere	Watt
08.00 WIB	12,3	0,23	2,7
09.00 WIB	13,2	0,32	3,2
10.00 WIB	14,5	0,39	4,4
11.00 WIB	15,2	0,45	5,5
12.00 WIB	15,9	0,48	6,2
13.00 WIB	14,8	0,40	4,7
14.00 WIB	13,5	0,34	3,3
15.00 WIB	12,7	0,25	2,9
16.00 WIB	12,1	0,15	1,5

Dari hasil nilai yang diperoleh solar panel, dengan lama penyinaran selama 8 jam, didapati hasil yang cukup maksimal. Pada jam – jam awal matahari terbit yaitu jam 08.00 dan 09.00 WIB nilai intensitas radiasi matahari sebesar 2,39 Kwh dan 3,41 Kwh. Daya puncak energi matahari terjadi di jam – jam maksimal yaitu selama 4 jam di rentang waktu jam 10.00 – 14.00 WIB, di jam – jam ini solar panel mendapatkan nilai yang maksimal dengan intensitas radiasi matahari mencapai 4,85 Kwh. Sementara, di jam – jam sore 15.00 – 16.00 WIB energi matahari kembali mengalami penurunan yang cukup signifikan dengan intensitas radiasi matahari terendah mencapai 1,48 Kwh.

Tabel 3. Kecepatan Angin



Tabel 4. Data Nilai Turbin Angin Hasil Pembacaan Blynk

Waktu	Volt	Ampere	Watt
08.00 WIB	3,1	0,09	1,5
09.00 WIB	4,2	0,13	2,2
10.00 WIB	4,0	0,11	2,0
11.00 WIB	4,1	0,12	2,1
12.00 WIB	5,2	0,19	2,9
13.00 WIB	5,2	0,20	3,0
14.00 WIB	5,4	0,21	3,2
15.00 WIB	5,3	0,21	3,1
16.00 WIB	5,2	0,23	3,4

Dari hasil nilai yang diperoleh turbin angin, dengan lama pengujian selama 8 jam rentang waktu 08.00 – 16.00 WIB nilai yang diperoleh cenderung stabil. Hal ini dipengaruhi oleh kecepatan angin yang tidak banyak berubah setiap jamnya. Perubahan kecepatan angin terjadi dalam 2 jam atau bahkan 3 jam sekali. Kecepatan angin diwaktu pagi cukup lambat yaitu hanya mencapai 6 Km/Jam, kecepatan angin semakin bertambah seiring berjalannya waktu ke siang hingga mencapai 8 sampai 10 Km/Jam. Hingga pada akhirnya, kecepatan angin mencapai maksimal diwaktu sore hingga mencapai 11 Km/Jam.

Perhitungan Lama Baterai Dapat Mensupply Beban



Gambar 18. Pengujian Menggunakan Beban Lampu 5 Watt

Untuk mengetahui berapa banyak energi yang dapat disimpan, perlu mengkonversi Ah menjadi Wh atau daya per jam (Watt – Hours), sehingga dapat mengetahui total kapasitas baterai yang ada. Dengan rumus sebagai berikut:

$$P = V \times I$$

$$V = P : I$$

$$I = P : V$$

$$P = \text{Daya (Watt)}$$

$$V = \text{Tegangan (Volt)}$$

$$I = \text{Kuat Arus (Ampere)}$$

Hal yang perlu diketahui terlebih dahulu adalah spesifikasi dari baterai atau aki yang digunakan, maka hasil perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$V = 12 \text{ Volt}$$

$$I = 7.5 \text{ Ah}$$

$$\text{Jadi, } P = 12 \text{ V} \times 7.5 \text{ Ah} = 90 \text{ Wh}$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka jumlah daya yang dapat ditampung baterai adalah sebesar 90 Wh dalam waktu 1 jam atau 45 Wh dalam waktu 2 jam. Semakin banyak energi dan semakin lama waktu penggunaan akan sangat berpengaruh terhadap kinerja baterai. Karena dalam penggunaan baterai juga terdapat batas maksimal daya yang dapat digunakan, seperti pada jenis baterai VRLA ini sebesar 80% daya maksimal penggunaan. Yang berarti $90\text{Wh} \times 80\%$, menjadi 72Wh daya maksimal yang bisa digunakan. Berikut ini adalah perhitungan lama aki dapat mensupply ke beban:

Contoh : Beban Lampu 5 Watt

Aki yang digunakan 12V 7.5Ah

Maka : $I = P : V$

5 Watt : 12 Volt = 0,4 Ampere

Waktu Pemakaian : $7.5\text{Ah} : 0,4 \text{ A} = 18,75$ - Dieffisiensi Aki 20%

$18,75 - 20\% = 15 \text{ Jam}$

Dari hasil perhitungan diatas didapati bahwa sebuah beban lampu 5 Watt dapat disupply oleh baterai dengan kapasitas 90Wh dengan daya pakai maksimal 72Wh adalah selama 15 Jam.

SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sistem monitoring pembangkit listrik dual hybrid ini dapat bekerja maksimal secara keseluruhan. Solar panel mendapatkan hasil maksimal pada 4 jam puncak energi matahari rentang waktu 10.00 – 14.00 WIB. Sementara, turbin angin meskipun nilai yang dihasilkan tidak sebesar energi matahari, dikarenakan kapasitas generator dc yang tidak terlalu besar, hasil yang didapat dinilai cukup terutama di jam sore yang mencapai 11 Km/Jam. Karena bergantung pada kondisi alam, kedua pembangkit ini sangat terpengaruh dengan kondisi cuaca dan juga dari komponen yang digunakan. Semakin banyak solar panel dan turbin angin yang digunakan maka nilai yang didapat juga akan besar. Sistem monitoring blynk pun bekerja dengan sangat baik menampilkan data, dengan nodemcu esp8266 sebagai mikrokontroler komunikasi penyampaian data melalui sambungan internet. Akhirnya setelah dilakukan pengisian, baterai dapat digunakan sebagai sumber energi listrik yang telah didapat setelah diubah arusnya menjadi AC lewat inverter.

Secara keseluruhan sistem ini bekerja dengan maksimal sesuai dengan tujuan awal penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- 'Aafi, A. M., Jamaaluddin, J., & Anshory, I. (2022). Implementasi Sensor Pzem-017 Untuk Monitoring Arus, Tegangan Dan Daya Pada Instalasi Panel Surya Dengan Sistem Data Logger Menggunakan Google Spreadsheet Dan Smartphone. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, Dan Teknik Informatika (SNESTIK)*, 1(1), 191–196.
- Dilla, B., Widi, B., Wilyanti, S., Jaenul, A., Antono, Z. M., & Pangestu, A. (2022). Implementasi Solar Charge Controller Untuk Pengisian Baterai Dengan Menggunakan Sumber Energi Hybrid Pada Sepeda Motor Listrik. *Jurnal Edukasi Elektro*, 6(2), 128–135. <https://doi.org/10.21831/jee.v6i2.53327>
- Firdaus, M. R., Berbudi, T. A., Nurrahma, S., Izzaulhaq, G., & Hudati, I. (2023). Identifikasi Sistem Motor DC dan Penerapan Kendali PID, LQR, dan Servo Tipe 1 Berbasis Arduino-MATLAB. *Jurnal Listrik, Instrumentasi, Dan Elektronika Terapan*, 4(1), 1–9. <https://doi.org/10.22146/juliet.v4i1.81918>
- Fitriyah, Q., Putri, T. V., P, A. W., & W, M. P. E. (2020). Pemanfaatan Aplikasi Blynk Sebagai Alat Bantu Monitoring. *Prosiding Seminar Nasional NCIET*, 1(C), 84–92.
- Hidayat, K., Hasani, M. C., Mardiyah, N. A., & Effendy, M. (2021). Strategi Pengisian Baterai pada Sistem Panel Surya Standalone Berbasis Kontrol PI Multi-Loop. *Jurnal Teknik Elektro*, 13(1), 25–33. <https://doi.org/10.15294/jte.v13i1.29765>
- Iksan, A. M. (2013). *Rancang Bangun Inverter Dc Ke Ac Satu Fasa Mode Push Pull Berbasis Arduino*. 53(9), 1689–1699.
- Julianto, E., Nasution, A. Y., Sasmeidy, R., Fuazen, Sarwono, E., & Irawan, D. (2022). Penerapan Sistem Photovoltaik Sebagai Suplai Daya Listrik Beban Pertamanan. *Jurnal Eccis Vol. II, No. 1, Juni 2008*, 10(1), 1–7.
- Manullang, A. P., Saragih, Y., & Hidayat, R. (2021). Implementasi Nodemcu Esp8266 Dalam Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis Iot. *JIRE (Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika)*, 4(2), 163–170. <http://e-journal.stmiklombok.ac.id/index.php/jireISSN.2620-6900>
- Saptaji.com. (2023). *Bekerja Dengan I2C LCD dan Arduino*. Saptaji.Com. <https://saptaji.com/2016/06/27/bekerja-dengan-i2c-lcd-dan-arduino/#:~:text=Yang dimaksud dengan I2C LCD,untuk jalur data maupun kontrolnya.>
- Sasmoko, D. (2021). Arduino dan Sensor pada Project Arduino DIY. In *Penerbit Yayasan Prima Agus Teknik*.
- Simanjuntak, I. J., & Pangaribuan, H. S. (2020). Sistem Monitoring Data Pembangkit Listrik Tenaga Angin Berbasis Mikrokontroler Atmega32. *Telecommunications & Control System-ELPOTecs Jurnal ELPOTecs*, 3(2), 1–6.
- Susanto, F., Prasiani, N. K., & Darmawan, P. (2022). Implementasi Internet of Things Dalam Kehidupan Sehari-Hari. *Jurnal Imagine*, 2(1), 35–40. <https://doi.org/10.35886/imagine.v2i1.329>
- Syahrial, S., Waluyo, W., & Fakhruallah, A. F. (2018). Studi Kapasitas Daya Pembangkit

- Listrik Tenaga Hibrida Angin dan Surya Berkapasitas 6 kW berdasarkan Skenario Cuaca. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 6(1), 61. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v6i1.61>
- Utami, F. R., Riyadi, M. A., & Christyono, Y. (2020). Perancangan Catu Daya Arus Searah Keluaran Ganda Sebagai Penggerak Robot Lengan Artikulasi. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 9(3), 418–427. <https://doi.org/10.14710/transient.v9i3.418-427>
- Wijayanto, D., Haryudo, S. I., Wrahatnolo, T., & ... (2022). Rancang Bangun Monitoring Arus Dan Tegangan Pada Plts Sistem On Grid Berbasis Internet Of Things (IoT) Menggunakan Aplikasi Telegram. *Jurnal Teknik ...*, 447–453.