



Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Pada Pembangkit Listrik Hybrid Di Kawasan Pesisir Danau Tondano

Matthew Virgil¹, Glaudio R Lumanauw², Fery Anus Bungkaes³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Manado, Manado, Indonesia

e-mail: ¹ijilrorong080402@gmail.com, ²claudiolumanauw0110@gmail.com,

³ferybungkaes@gmail.com

Abstrak

Pembangkit Listrik Hybrid (PLTS & PLTB) di kawasan pesisir Danau Tondano bertujuan untuk menyediakan solusi energi terbarukan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, mengingat potensi energi matahari (solar) dan angin (wind) yang ada di wilayah tersebut. Penelitian ini mengkaji perancangan dan pembangunan sistem pembangkit listrik yang menggabungkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), yang diharapkan dapat mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya alam lokal. Khususnya PLTB sebagai salah satu sumber energi terbarukan. Dalam perancangan ini, dilakukan analisis terhadap potensi sumber daya alam, kebutuhan energi di kawasan tersebut, serta sistem integrasi antara kedua sumber energi. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan sistem hybrid khususnya PLTB dapat meningkatkan efisiensi pembangkitan energi dan memberikan kestabilan pasokan listrik di kawasan pesisir Danau Tondano. Selain itu, penerapan teknologi ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi lain. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan sistem energi terbarukan yang dapat diimplementasikan di kawasan pesisir dan daerah-daerah lainnya dengan potensi serupa.

Kata kunci – Pembangkit Listrik Hybrid, PLTB, Energi terbarukan.

Abstract

The Hybrid Power Plant (PLTS & PLTB) in the coastal area of Lake Tondano aims to provide an environmentally friendly and sustainable renewable energy solution, given the potential for solar and wind energy in the region. This study examines the design and construction of a power generation system that combines Solar Power Plants (SPP) and Wind Power Plants (WPP), which is expected to optimize the utilization of local natural resources. Specifically, WPP as one of the renewable energy sources. In this design, an analysis was conducted on the potential of natural resources, energy needs in the area, and the integration system between the two energy sources. The results of this study indicate that the use of a hybrid system, particularly PLTB, can improve energy generation efficiency and provide stable electricity supply in the coastal area of Lake Tondano. In addition, the application of this technology is expected to reduce dependence on other energy sources. This research provides an important contribution to the development of renewable energy systems that can be implemented in coastal areas and other regions with similar potential.

Keywords – Hybrid Power Plant, PLTB, Renewable energy.

1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) atau Pembangkit Listrik Tenaga Angin adalah jenis pembangkit listrik yang mengubah tenaga angin menjadi energi listrik. Prosesnya dilakukan dengan memanfaatkan hembusan angin untuk memutar kincir angin yang terhubung dengan generator. Pembangkit listrik tenaga angin menghasilkan listrik dari tenaga angin dengan menggabungkan beberapa turbin angin sekaligus. Bagian yang diputar oleh tenaga angin adalah sudu-sudu turbin[1].

Dengan memanfaatkan angin yang lebih stabil di sekitar perairan, PLTB mampu menghasilkan listrik secara efisien tanpa menghasilkan emisi karbon, sehingga membantu mengurangi dampak perubahan iklim. Selain itu, lokasinya yang berada di pinggir danau memungkinkan pemanfaatan ruang yang lebih



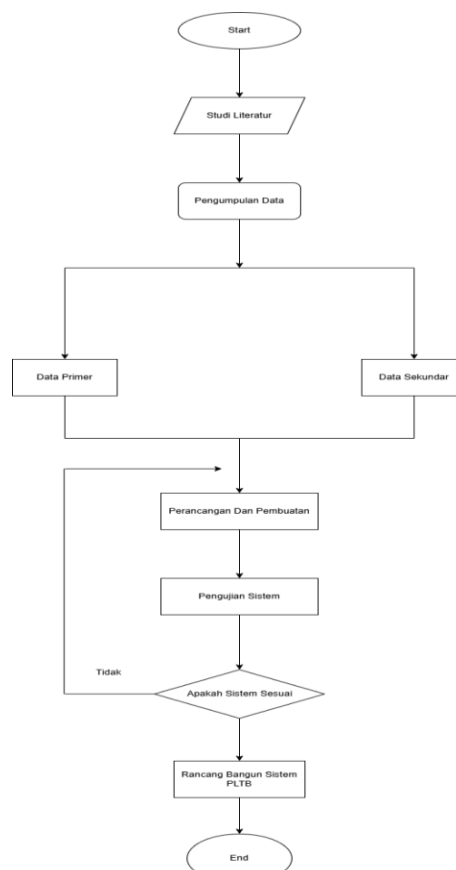
optimal tanpa mengganggu lahan produktif di daratan. Kehadiran PLTB juga mendukung ketahanan energi bagi masyarakat sekitar, terutama di daerah terpencil yang sulit dijangkau oleh jaringan listrik konvensional. Dengan perencanaan yang baik, PLTB di pinggir danau dapat berkontribusi pada pengembangan daerah, tanpa mengganggu keseimbangan ekosistem danau serta kehidupan masyarakat di sekitarnya.[2]

Tujuan dari rancang bangun sistem PLTB untuk mengetahui rencana pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB). Memberikan manfaat besar sebagai sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Dengan memanfaatkan angin yang lebih stabil di sekitar danau Tondano, PLTB mampu menghasilkan listrik secara efisien tanpa menghasilkan emisi karbon, sehingga membantu mengurangi dampak perubahan iklim. [3]

Dengan adanya sistem PLTB diharapkan dapat menjadi solusi energi terbarukan yang efisien dan ramah lingkungan. Dengan memanfaatkan angin yang stabil di sekitar danau Todano, PLTB dapat menghasilkan listrik. Serta mendukung untuk mengurangi pemakaian listrik dari PLN.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang penulis gunakan adalah Rancang bangun dan diselaraskan dengan Metode EDDIE. Metode EDDIE memiliki 5 tahap seperti tahap utama dalam proses pengembangan, yaitu Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. ADDIE berfungsi sebagai peta jalan komprehensif bagi perancang instruksional dan pengembang, dengan menyusun penciptaan pengalaman Belajar dengan ini model EDDIE memastikan bahwa sangat bermanfaat. Dalam pengembangan produk atau sistem yang sesuai dengan penelitian.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

2.1. Perancangan Sistem PLTB

Dalam menghasilkan suatu sistem PLTB, maka di tahap awal yang perlu dilakukan adalah melakukan proses perancangan terhadap sistem PLTB yang dihasilkan. Dalam proses perancangan sistem

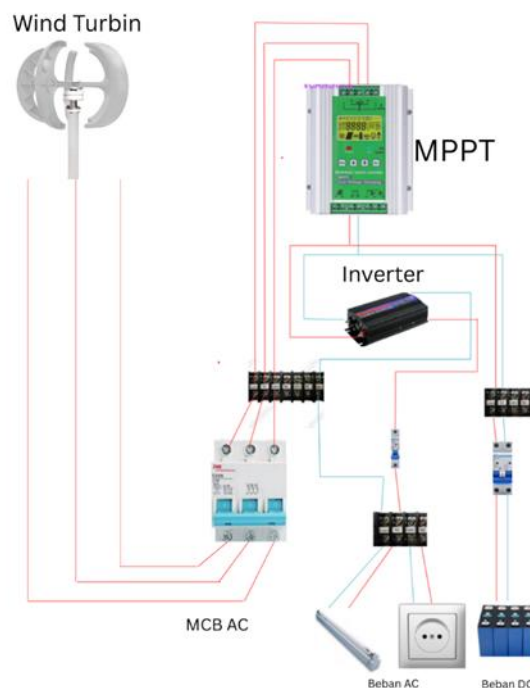


PLTB, ditentukan berdasarkan kebutuhannya, dimana kebutuhannya bergantung pada kondisi daya listrik yang akan dihasilkan dari sytem PLTB. Sebelum itu tentukan Daya beban yang akan digunakan agar mempermudah penyusunan. Berikut rincian beban-beban pada sistem PLTS yang terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Macam-macam Beban dari PLTB

No.	Peralatan Listrik	Jam Pengoprasian (Jam)	Daya Listrik (Watt)
1	Lampu LED TL 15 watt x 2 buah	12	360
2	Charge HP 20 watt x 2 buah	2	80
Total daya =			440Wh

Dari rincian beban yang telah ada maka menjadi acuan dalam penentuan komponen-komponen pada Sistem PLTS yang akan digunakan. Berikut pada Gambar 2.2 dapat dilihat Blok diagram dari Sistem PLTB.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem PLTB

Berikut perakitan komponen-komponen yang pada gambar 2 sistem PLTB:

- Menyambungkan output Wind turbin ke masukan MCB 3 pole AC, yang berfungsi untuk melindungi jika terjadi beban berlebih
- Kemudian Output dari MCB 3 Pole AC ke masukan MPPT, yang berfungsi sebagai mendeteksi tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan oleh wind turbin
- Setelah itu Output dari MPPT sambungkan ke masukan terminal 1, kemudian keluaran terminal 1 kita sambungkan ke dummyload yang berfungsi untuk ketika baterai sudah penuh. Dummyload akan menyerap energi berlebih untuk melindungi baterai
- Input dari inverter masukan ke MPPT keluaran dari MPPT kita masukan ke MCB AC setelah itu keluaran MCB 2 pole kita Hubungkan ke Batrai
- Keluaran Inverter kita masukan ke MCB AC 1 pole dan setelah itu keluaran MCB AC kita sambungkan ke beban lampu dan stop kontak.

2.1.1. Menentukan PLTB yang akan digunakan



Setelah total daya yang akan disuplai oleh sistem PLTB ditentukan tahapan selanjutnya adalah menentukan turbin yang akan digunakan untuk kebutuhan listrik sebesar 440 watt. Adapun proses menentukan Turbin berdasarkan kebutuhan daya listrik adalah sebagai berikut

Langkah awal adalah menentukan kebutuhan watt peak dari wind turbin, dimana ketika angin bertiup keras yang optimal di daerah tondano 8 jam dalam sehari (dimulai dari pukul 08:00 sampai dengan pukul 16:00). Berdasarkan data yang ada, maka dapat ditentukan turbin yang digunakan adalah Wind Turbin 300Watt 12 Volt sesuai yang ada di pasaran.

$$\begin{aligned}\text{Watt peak Turbin} &= \text{Total daya listrik} / \text{proses terjadinya angin} \\ &= 440 / 8 \text{ jam} \\ &= 55 \text{ W}\end{aligned}\tag{1}$$

kebutuhan listrik harian sebesar 55 watt, adalah jadi turbin yang digunakan ada sebesar 300 watt dan efisiensi dari wind turbin adalah 30% maka 30% dari 300 watt menjadi 90 watt. Jadi selama wind berputar akan menghasilkan 90 watt

2.1.2. Menentukan Jumlah Baterai

Setelah jumlah turbin ditentukan, Selanjutnya menentukan jumlah kebutuhan Baterai yang akan digunakan untuk manampung energi listrik yang dihasilkan oleh turbin angin. Dimana untuk penentuan kapasitas Batreinya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas Baterai} &= \text{Total harian daya listrik} / \text{Tegangan dc} \\ &= 440 \text{ watt} / 12 \text{ volt} \\ &= 36 \text{ Ah}\end{aligned}\tag{2}$$

2.1.3. Menentukan Kapasitas Inverter

Pada sistem PLTB, inverter berfungsi sebagai alat yang dapat mengubah sinyal dari kelistrikan DC ke AC yang sesuai dengan sistem kelistrikan yang digunakan di rumah-rumah. Untuk menentukan besarnya kapasitas dari inverter, maka hal yang dilakukan adalah memilih inverter dengan kapasitas diatas dari kebutuhan total daya listrik harian, dimana kebutuhan total daya listrik harian yang telah ditentukan sebesar 440 watt. Untuk itu inverter yang digunakan adalah sebesar 1000 watt.

2.1.4. Menentukan SCC(MPPT)

Pada sistem PLTB, Maksimum Power Treacking (MPPT), berfungsi sebagai adalah untuk memaksimalkan daya yang dihasilkan oleh turbin angin, terutama pada kondisi kecepatan angin yang bervariasi, dengan mengintegrasikan beberapa teknik MPPT untuk meningkatkan efisiensi. Dalam menentukan kapasitas MPPT, maka hal yang diperlukan adalah spesifikasi dari wind turbin yang digunakan, seperti contoh wind turbin yang digunakan berkapsaitas 300 watt dengan spesifikasi yang ada di bawah ini :

- Daya maksimum : 300W
- Tegangan Maksimal : 12V
- Kecepatan Angin : 2m/s
- Kecepatan Angin Maksimum : 11 m/s
- Arus hubung Singkat (Isc) : 25 A

Berdasarkan data spesifikasi dari win turbin yang di atas, maka ditentukan kapasitas dari Maksimum Power Treacking (MPPT) berdasarkan arus hubung singkat (Isc), dimana perhitungan yang ada di bawah ini:

$$\begin{aligned}\text{MPPT} &= \text{Arus hubung singkat} \times \text{Daya maksimum} / \text{Tegangan maksimal} \\ &= 25 \text{ A} \times 300\text{Watt} / 12\text{v} \\ &= 625\text{Watt}\end{aligned}\tag{3}$$



Bedasarkan perhitungan penentuan kapasitar MPPT,di dapat MPPT adalah 625watt, jadi yang digunakan adalah MPPT berkapsitas 1000 watt sesuai yang ada di pasaran.

2.1.5. Menentukan kapasitas MCB

Untuk memproteksi arus hubung singkat, baik arus hubung singkat yang akan terjadi di turbin angin maupun yang terjadi di sisi batrei, maka dibutuhkan pengaman berupa MCB AC. MCB ini dipasang baik di sisi output dari turbin angin sebelum masuk ke MPPT maupun dari sisi batrei ke MPPT . Besarnya Kapasitas MCB untuk turbin angin dapat ditentukan dengan melihat karakteristik dari turbin angin pada arus hubung singkat (Isc) sebesar 25 amper sehingga besarnya MCB adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{MCB AC} &= I_n (\text{Arus Hubung Singkat}) \times 115\% \\ &= 25 \times 1.15 \\ &= 28 \text{ Ampere} \end{aligned} \tag{4}$$

Dari hasil perhitungan, maka untuk MCB AC yang digunakan untuk adalah sebesar 30 Amper sesuai yang ada di pasaran.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian PLTB

Setelah keseluruhan sistem PLTB dengan konsep hybrid selesai dibuat, tahapan selanjutnya adalah tahapan pengujian terhadap sistem PLTB tersebut, adapun proses pengujian PLTB ini, dilakukan berdasarkan fungsi kerja sistem. Proses pengujian fungsi sistem ini bertujuan untuk menguji kerja dari tiap-tiap komponen penunjang sistem PLTB, guna menghasilkan energi listrik, untuk kebutuhan pembebanan pada sistem kelistrikan

Pengambilan data dari PLTB ini dengan 9 kondisi waktu yang berbeda mulai pada pukul 08:00 Wita sampai 16:00 Wita.

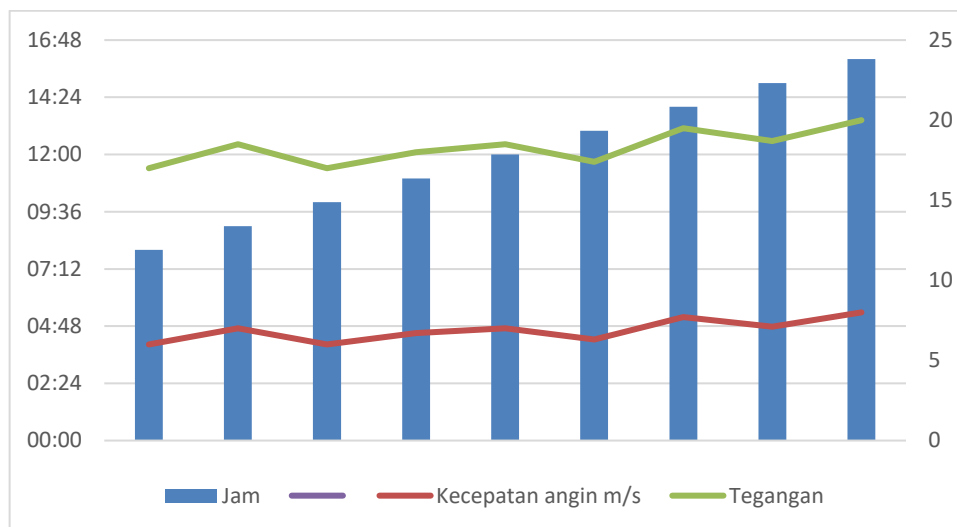
Tabel 2. Tabel Pengukuran hari pertama

Waktu	Kecepatan Angin (m/s)	Parameter PLTB			Parameter Baterai		
		Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus Masuk (W)	SOC (%)
08:00	6	11	2,45	27,21	11,7	1,7	21
09:00	7	11,5	3,75	43,21	11,7	2,8	24
10:00	6	11	2,7	27,21	11,8	1,9	26
11:00	6,7	11,3	3,35	37,89	11,9	2,5	29
12:00	7	11,5	3,75	43,21	11,9	2,8	32
13:00	6,3	11,1	2,8	31,1	12,0	2,0	34
14:00	7,7	11,8	4,8	57,52	12,1	3,7	37
15:00	7,1	11,6	3,8	45,1	12,1	2,9	40
16:00	8	12	5,3	64,51	12,2	4,2	45

Dari tabel di atas dapat di jelaskan pada jam 08:00 pagi terlihat kecepatan angin 6m/s kemudian tegangan didapatkan 11V dan arus 2,45A kemudian pada saat jam 09:00 pagi angin mulai naik 7m/s terlihat bahwa tegangan menjadi 11,5 V dan arus 3,75 A untuk jam 10 angin,tegangan dan arus sama dengan jam 08:00 pagi. Berikutnya pada saat jam 16:00 Sore angin mulai cepat mencapai 8m/s untuk tegangan dan arus di dapatkan adalah tegangan 12 Volt kemudian Arus 5,3 Ampere.

3.1.1 Kurva Tegangan

Pada Gambar 3 terdapat Kurva yang menunjukkan pengaruh Angin terhadap Tegangan.

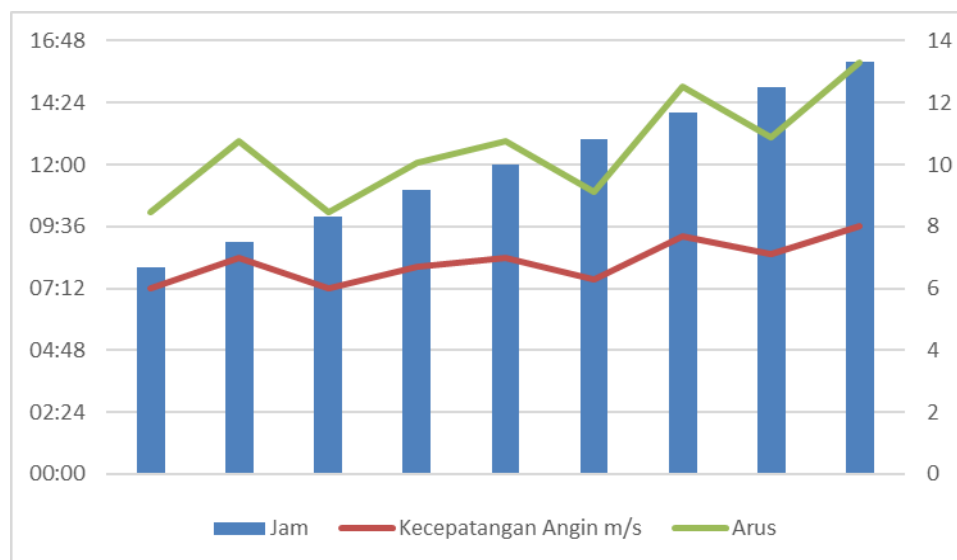


Gambar 3. Kurfa Angin Terhadap Tegangan

Terlihat pada kurfa di atas semakin tinggi kecepatan angin (m/s) maka tegangan yang masuk juga semakin tinggi terlihat bahwa kecepatan angin (m/s) naik turun pada jam 08:00, 09:00, 10:00, 11:00, 12:00, 13:00, 14:00, 15:00 dan 16:00 menandakan bahwa tegangan juga naik turun seperti grafik.

3.1.2 Kurfa Arus

Pada Gambar 4. Terdapat Kurfa yang menunjukkan pengaruh Angin terhadap Arus



Gambar 4. Kurfa Angin Terhadap Arus

Jadi yang terlihat seperti kurfa yang di atas di nyatakan bahwa semakin tinggi kecepatan angin naik, maka produksi tegangan listrik ke beban menjadi naik maka yang akan terjadi arus akan turun.

3.2. Pengukuran Hari Kedua

Terlihat pada tabel 3 Pengukuran hari kedua di ambil dalam kondis 9 waktu dimulai dari jam 08:00 Wita sampai dengan 16:00 Wita



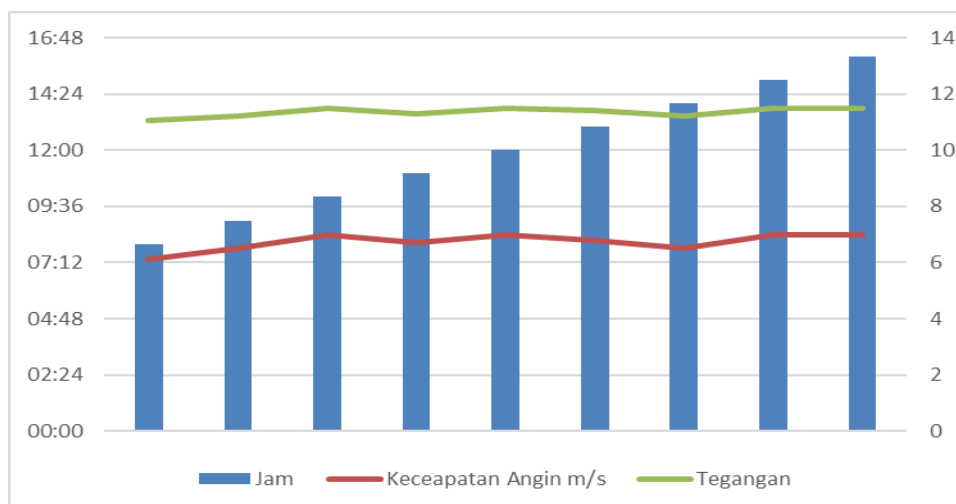
Tabel 3. Pengukuran Hari kedua

Waktu	Kecepatan Angin (m/s)	Parameter PLTB			Parameter Baterai		
		Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus Masuk (W)	SOC (%)
08:00	6,1	11,05	2,58	28,59	11,7	1,9	21
09:00	6,5	11,	3,08	34,6	11,7	2,2	24
10:00	7	11,5	3,75	43,21	11,8	2,8	27
11:00	6,7	11,3	3,3	37,89	11,9	2,4	29
12:00	7	11,5	3,75	43,21	11,9	2,8	32
13:00	6,8	11,4	3,53	39,61	12	2,6	35
14:00	6,5	11,2	3,08	34,6	12	2,3	37
15:00	7	11,5	3,75	43,21	12,1	2,8	40
16:00	7	11,5	3,75	43,21	12,2	2,8	43

Dari Tabel Pengujian ke 2 dapat di jelaskan untuk jam 08:00 kecepatan angin mencapai 6,1 m/s dan tegangan yang dihasilkan 11,05 dan arus sebesar 2,58. Kemudian pada jam 09:00 angin naik menjadi 6,5 M/s lalu tegangan yang keluar 11,2 dan arus 3,08. Pada saat jam 10:00 angin menjadi 7m/s dan tegangan yang di dapatkan 11,5 kemudian arus 3,75 untuk jam 11 kecepatan angin turun menjadi 6,7 m/s lalu tegangan yang dihasilkan 11,3 dan arus 3,3. Pada jam 12 angin kembali naik menjadi 7m/s seperti pada saat jam 10:00. Pada saat jam 13:00 angin turun menjadi 6,8m/s kemudian tegangan yang di hasilkan 11,4 dan arus 3,08 . Berikutnya untuk 14:00 sampai 16:00 Angin sama seperti pada jam 09:00 dan jam 10:00 begitu pun juga tegangan dan arus.

3.2.1. Kurfa Tegangan

Pada Gambar 5. terdapat Kurfa yang menunjukkan pengaruh Angin terhadap Tegangan.

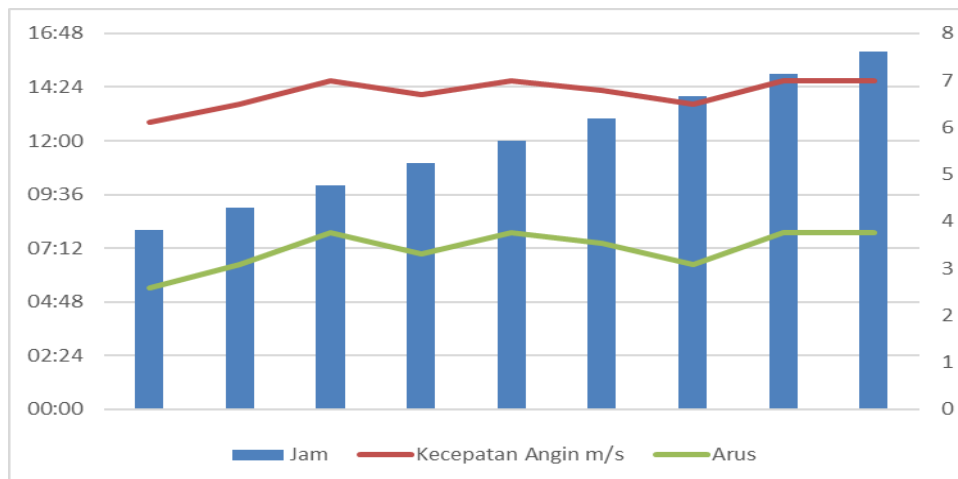


Gambar 5. Kurfa Angin Terhadap Tegangan

Untuk kurfa yang di atas dapat di jelaskan untuk kecepatan angin dari jam 08:00 sampai pada jam 16:00 kecepatan angin naik dan turun tidak begitu jauh yang berjumlah paling tinggi 7m/s dan kecepatan angin paling rendah 6,1m/s. Kemudian begitu pun juga dengan tegangan yang patlinggi sebesar 11,5 V dan tegangan terendah 11,2 V.

3.2.2. Kurfa Arus

Pada Gambar 6 terdapat Kurfa yang menunjukkan pengaruh Angin terhadap Arus.



Gambar 6. Gambar Kurva Angin Terhadap Arus

Jadi yang terlihat seperti kurva yang di atas di nyatakan bahwa semakin tinggi kecepatan angin naik, maka produksi dari tegangan listrik ke beban maka yang akan terjadi arus akan turun.

4. KESIMPULAN

1. Pengujian Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) pada alat pembangkit hybrid memiliki kesimpulan sebagai berikut.
2. Sistem PLTB Hybrid mampu menyediakan daya listrik yang stabil dan berkelanjutan dengan memanfaatkan kombinasi energi angin dan sumber energi yang lain. Integrasi ini mengurangi ketergantungan pada angin, menjaga kontinuitas suplai, serta menjadi solusi ramah lingkungan untuk daerah dengan kondisi angin baik.
3. Hasil pengujian sistem Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) di pesisir Danau Tondano pada hari pertama potensi angin pada pengujian rata-rata 9 jam untuk tegangan yang di dapatkan 12 volt dan arus 5,3A untuk daya yang di hasilkan pada hari pertama sebesar 376,96 watt untuk arus yang masuk ke baterai 24,5 Ah di mana jika di konversi menjadi wh sebesar 294 wh sehingga total muatan pada baterai yang ada pada hari pertama pengukuran pengisian PLTB berjumlah SOC 45% dengan total energi yang tersimpan 540 Wh.
4. Kemudian untuk Hari yang ke dua pengujian 9 jam dengan kecepatan angin 7 m/s kemudian rpm 149 didapat tegangan yang di dapatkan rata-rata 11,5 dan arus 3,75 daya yang didapat sebesar 348,13 watt dan yang masuk di baterai sebesar 23 Ah jika di konversi menjadi Wh menjadi 276 Wh sehingga total muatan baterai yang ada pada hari kedua pengukuran dengan PLTB berjumlah SOC 43% dengan total energi yang tersimpan 516 Wh.

5. SARAN

Tambahkan besi plat pada baling – baling turbin agar supaya angin yang ditangkap oleh baling – baling lebih besar dan buat struktur penyangga lebih tinggi agar menangkap angin lebih baik agar bisa meningkatkan efisiensi dari wind turbin. Implementasi sistem PLTB hybrid sebagusnya mempertimbangkan potensi Yang hemat biaya agar lebih efisien dan berkelanjutan

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak – pihak dan dosen – dosen yang sudah membimbing dan memberikan masukan serta membantu penulis dalam penyelesaian penelitian ini.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. R. Naitio, A. Sanusi, and Nurhayati, “Analisis Potensi Angin Sebagai Sumber Penggerak Turbin Angin Savonius Di Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS),” *LONTAR J. Tek. Mesin Undana*, vol. 08, no. 01, pp. 71–75, 2021, [Online]. Available: <http://ejournal.undana.ac.id/index.php/LJTMU>
- [2] H. Sampul, “UJI KERJA PEMBANGKIT LISTRIK HIBRYD TENAGA SURYA DAN BAYU TIPE VAWT CROSS-FLOW UNTUK PENERANGAN,” 2022.
- [3] M. Adam, P. Harahap, and M. R. Nasution, “Analisa Pengaruh Perubahan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) Terhadap Daya Yang Dihasilkan Generator Dc,” *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 30–36, 2019, doi: 10.30596/rele.v2i1.3648.
- [4] N. R. H. Anwar, “Perancangan Turbin Angin Jenis Helical untuk Sistem Pembangkit Listrik,” *J. Tek. Mesin Sinergi*, vol. 19, no. 1, pp. 9–17, 2021, doi: 10.31963/sinergi.v19i1.2683.
- [5] A. Nurdianto and S. I. Harduyo, “Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Turbin Angin Savonius,” *J. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 1, pp. 711–717, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/download/29892/27395>
- [6] M. Otong and R. M. Bajuri, “Maximum Power Point Tracking (MPPT) Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Buck-Boost Converter,” *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 5, no. 2, p. 103, 2017, doi: 10.36055/setrum.v5i2.1563.
- [7] D. Hidayanti and G. Dewangga, “Rancang Bangun Pembangkit Hybrid Tenaga Angin dan Surya dengan Penggerak Otomatis pada Panel Surya,” *Eksergi*, vol. 15, no. 3, p. 93, 2020, doi: 10.32497/eksergi.v15i3.1784.
- [8] I. G. N. W. Wijaya, I. K. Parti, and L. F. Wiranata, “Monitoring PLTS dan PLTB kincir vertikal dengan sistem hybrid berbasis Internet Of Things (IoT),” *J. Appl. Mech. Eng. Green Technol.*, vol. 2, no. 3, pp. 140–145, 2021, doi: 10.31940/jametech.v2i3.140-145.
- [9] A. Z. Wafik, “Analisis Persepsi Masyarakat Terhadap Rencana Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (Pltb) Di Kecamatan Jerowaru,” *J. Ilmu Ekon.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–4, 2023, doi: 10.59827/jie.v2i1.53.
- [10] M. F. Rusydi et al., “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTB dan PLTS) Menggunakan Aplikasi HOMER (Studi Kasus di Gunung Ahuawali),” *J. Fokus Elektroda Energi List. Telekomun. Komputer, Elektron. dan Kendali*, vol. 9, no. 2, pp. 106–111, 2023, doi: 10.33772/jfe.v9i2.195.