

Perancangan dan Implementasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid* Untuk Penerangan Jalan Umum

Ade Ananda Kurniawan

D4 Teknik Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: ade.20023@mhs.unesa.ac.id

Widi Aribowo, Aditya Chandra Hermawan, Mahendra Widyardono

D4 Teknik Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya
Email: widiaribowo@unesa.ac.id, adityahermawan@unesa.ac.id, mahendrawidyardono@unesa.ac.id

Abstrak

Penggunaan energi terbarukan sebagai sumber daya alternatif semakin gencar dalam upaya mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pembangkit listrik tenaga *hybrid* dengan menggabungkan energi surya dan energi angin untuk penerangan jalan umum. Pada penelitian ini, dilakukan perancangan sistem yang terdiri dari pemilihan komponen utama seperti panel surya, turbin angin, baterai aki, dan kontroler pengisian daya. Simulasi serta analisis dilakukan untuk menentukan lokasi terbaik yang mampu menghasilkan daya yang stabil untuk mencukupi kebutuhan penerangan jalan umum. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa sistem pembangkit listrik tenaga *hybrid* mampu menghasilkan daya yang cukup untuk penerangan jalan umum dengan efisiensi optimal. Penggunaan kombinasi energi surya dan angin terbukti dapat meningkatkan stabilitas dan keandalan sistem. Sistem kontrol yang diterapkan juga berhasil menjaga kestabilan tegangan dan arus listrik yang disuplai ke lampu untuk penerangan jalan umum. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi energi terbarukan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, khususnya pada infrastruktur penerangan jalan umum. Implementasi sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi yang efektif dan berkelanjutan untuk mengatasi masalah energi dan lingkungan di masa depan.

Kata Kunci : Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid*, Energi Terbarukan, Penerangan Jalan Umum, Energi Angin, Energi Surya

Abstract

The use of renewable energy as an alternative resource is increasingly intensifying in an effort to reduce dependence on fossil fuels and reduce negative impacts on the environment. This research aims to design and implement a hybrid power generation system by combining solar energy and wind energy for public street lighting. In this study, a system design was carried out consisting of the selection of main components such as solar panels, wind turbines, battery batteries, and charge controllers. Simulations and analyses were carried out to determine the best location that is able to produce stable power to meet the needs of public street lighting. The results of the study show that hybrid power generation systems are able to generate enough power for public street lighting with optimal efficiency. The use of a combination of solar and wind energy is proven to improve the stability and reliability of the system. Applied control system

Keywords: Hybrid Power Plant, Renewable Energy, Public Street Lighting, Wind Energy, Solar Energy

PENDAHULUAN

Penerangan jalan adalah komponen penting dari infrastruktur perkotaan yang dapat membantu aktivitas masyarakat. Seiring dengan pertumbuhan populasi dan perkembangan kota, kebutuhan akan penerangan jalan yang efisien dan berkelanjutan telah meningkat dalam beberapa tahun terakhir. Saat ini, metode penerangan jalan konvensional bergantung pada bahan bakar fosil, yang

berbahaya bagi lingkungan dan dapat tidak berkelanjutan dalam jangka (Syaiful dkk., 2023).

Dalam hal penerangan jalan, dua hal penting yang harus diperhatikan adalah keberlanjutan dan keandalan

pasokan energi (Ansah, 2023). Akibatnya, solusi inovatif dan berkelanjutan diperlukan untuk memenuhi kebutuhan penerangan jalan modern. Sistem pembangkit listrik *hybrid* yang menggabungkan sumber energi terbarukan seperti angin dan surya merupakan solusi yang menjanjikan. Pembangkit listrik *hybrid* memberikan kesempatan untuk memaksimalkan pemanfaatan sumber daya terbarukan yang berubah-ubah. Sistem ini dapat memberikan pasokan listrik yang andal sepanjang waktu dengan menggabungkan panel surya untuk menangkap energi matahari dan turbin angin untuk mengonversi energi kinetik angin. Selain itu, penyimpanan energi melalui baterai aki dapat menawarkan ketahanan terhadap perubahan dalam produksi energi dan memastikan bahwa

listrik tersedia pada malam hari atau saat kondisi cuaca tidak memadai.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari kemungkinan dan efektivitas penggunaan pembangkit listrik *hybrid* untuk penerangan jalan. Diharapkan bahwa penelitian ini akan memberikan kontribusi positif untuk pembangunan infrastruktur perkotaan yang berkelanjutan dengan mempertimbangkan aspek teknis, ekonomi, dan lingkungan. Pengurangan biaya operasional, pengurangan emisi gas rumah kaca, dan pembentukan sistem penerangan jalan yang lebih mandiri dan dapat diandalkan adalah beberapa konsekuensi praktis dari penelitian ini.

Dengan latar belakang ini, penelitian ini akan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang potensi pembangkit listrik *hybrid* untuk penerangan jalan. Ini juga dapat membantu mengembangkan solusi energi yang lebih berkelanjutan untuk lingkungan perkotaan yang terus berkembang.

Beberapa penelitian terkait penerangan jalan telah dilakukan dengan menggunakan berbagai metode. Beberapa metode yang umum digunakan dalam penelitian ini melibatkan penggunaan pembangkit listrik tenaga angin dan sel surya salah satunya adalah Pembangkit Listrik *Hybrid* Tenaga Surya dan Angin Sebagai Sumber Alternatif Menghadapi Krisis Energi Fosil di Sumatera, penelitian ini berfokus pada mulai kelangkaan nya energi fosil untuk bahan bakar di Sumatera (Tharo dkk., 2019)

Pengertian *hybrid* atau hibrida adalah penggunaan dua atau lebih sumber energi (sistem pembangkit) dengan sumber energi yang berbeda. Tujuan utama dari sistem hibrida pada dasarnya adalah berusaha menggabungkan dua atau lebih sumber energi sehingga dapat saling menutupi kelemahan masing-masing dan dapat dicapai keandalan dan efisiensi ekonomis pada beban tertentu (Saodah & Hariyanto, 2019).

Sel surya atau panel surya merupakan sebuah perangkat yang mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik dengan proses efek fotovoltaiic, oleh karenanya dinamakan juga sel fotovoltaiic (Photovoltaiic cell – disingkat PV) (Dilla dkk., 2022). Panel surya menangkap intensitas maksimum matahari saat berada pada sudut derajat tegak lurus dengan sinar matahari yang masuk. Tujuannya untuk menentukan arah orientasi yang optimal (Wibowo, 2022). Pada Tugas Akhir ini menggunakan panel surya 50WP jenis *polycrystalline*, sel surya yang dihasilkan dan efisiensinya sekitar 13% - 16%.

Turbin angin merupakan suatu alat yang mengubah energi angin menjadi energi kinetik berupa putaran rotor dan poros generator sehingga menghasilkan energi listrik. Energi kinetik yang dipancarkan angin ditransfer sebagai gaya kinetik dan torsi ke poros generator untuk menghasilkan energi listrik (Muttaqin & Suprpto, 2021). Turbin angin savonius adalah turbin vertikal berkecepatan angin rendah dengan kemampuan *self-starting*, desain

simetris, dan stabil dalam berbagai kondisi cuaca tanpa memerlukan pelacak arah. (Jamal, 2019).

Baterai adalah sebuah alat yang digunakan untuk menyimpan tenaga listrik yang dihasilkan dari pembangkit tenaga surya sehingga bisa di gunakan kapan saja selama dibutuhkan. Baterai memiliki dua tujuan penting, yaitu untuk memberikan daya listrik kepada sistem ketika daya tidak disediakan oleh pembangkit serta untuk menyimpan kelebihan daya yang dihasilkan oleh pembangkit (Nuryanto, 2021). Pada tugas akhir ini menggunakan 2 buah baterai 12V 15A dirangkai secara paralel.

Generator adalah alat yang biasanya digunakan untuk menghasilkan energi listrik dari energi mekanik. Generator terdiri dari dua bagian: stator dan rotor. Magnet dan kumparan tembaga (atau coil) adalah komponen utama generator. Ketika magnet berada di rotor, kumparan tembaga berada di stator (Nahkoda & Saleh, 2015). Generator DC dalam penelitian ini berfungsi mengubah energi mekanik dari turbin angin Savonius menjadi energi listrik. Arus DC yang dihasilkan disimpan dalam baterai dan digunakan untuk penerangan lampu jalan.

SCC PWM (*Solar Charge Controller Pulse Width Modulation*) adalah perangkat yang mengatur aliran listrik dari panel surya atau turbin angin ke baterai dalam sistem *off-grid*. Perangkat ini mencegah *overcharge* dan *over discharge*, melindungi baterai dari kerusakan akibat pengisian berlebih atau penurunan tegangan yang terlalu rendah (Hadi dkk., 2023). Pada umumnya solar charge controller yang sering ditemukan di pasaran adalah tipe Modulasi Lebar Pulsa (Pulse Width Modulation (PWM)) dan Tipe Maximum Power Point Tracker (MPPT) (Perdana, 2020).

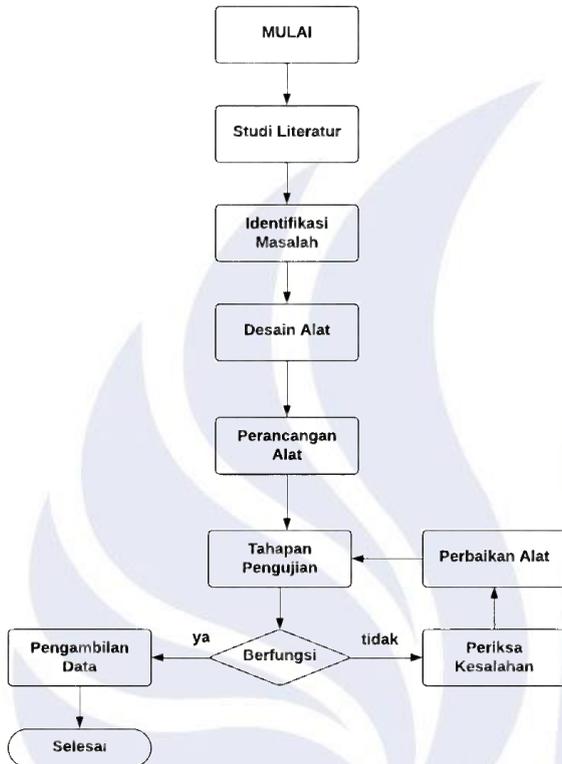
Lampu pada pembangkit listrik tenaga *hybrid* berperan penting dalam penerangan jalan umum, memastikan keamanan dan kenyamanan pengguna jalan serta mengurangi risiko kecelakaan. Pencahayaan yang baik juga mendukung aktivitas sosial dan ekonomi malam hari, serta meningkatkan keamanan publik dengan mengurangi potensi tindak kriminal (Hadi dkk., 2023).

Dioda MIC 6A10 adalah dioda penyearah yang mampu menangani tegangan hingga 1000V dan arus 6A. Dioda berfungsi sebagai blok tegangan yang dihasilkan oleh solar cell agar tidak diserap oleh generator DC saat turbin angin tidak berputar. Panel surya dan generator DC akan menghasilkan tegangan DC yang selanjutnya akan disimpan menuju Aki (Permadi & Agung, 2020).

METODE

Metode Penelitian yang digunakan adalah eksperimental. Metode eksperimental adalah metode penelitian yang melibatkan perlakuan atau manipulasi variabel untuk mengetahui hubungan antara variabel tersebut. Dalam penelitian Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid* untuk penerangan jalan umum, metode eksperimental melibatkan pengukuran dan analisis data

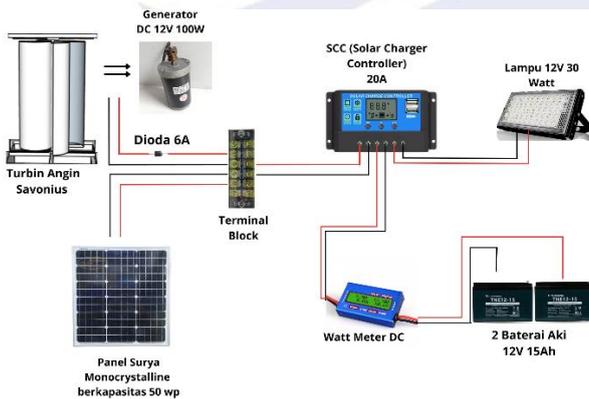
seperti laju angin, suhu, iradiasi matahari, dan penerangan jalan umum. Data ini kemudian digunakan untuk merancang dan menguji sistem pembangkit Listrik. Tahapan metode dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Flowchart

Perancangan Alat

Perancangan alat dilakukan dengan melakukan perancangan skema pada Pembangkit listrik alat. Skema rangkaian dapat dilihat pada gambar 2 perancangan alat.



Gambar 2. Perancangan Alat

Pembangkit listrik tenaga hybrid menggabungkan panel surya dan turbin angin Savonius untuk menghasilkan listrik. Panel surya mengubah sinar matahari menjadi listrik, sementara turbin angin mengonversi tenaga angin

menjadi energi mekanik. Dioda 6A melindungi sistem dari arus balik, dan Solar Charge Controller (SCC) PWM mencegah *overcharging* aki. Energi dari aki, yang menyimpan energi untuk digunakan saat malam atau cuaca buruk, diterapkan untuk penerangan jalan umum. Sistem ini memastikan penerangan yang konsisten dan andal. Gambar 3 merupakan hasil perancangan alat.



Gambar 3. Hasil Perancangan Alat

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Solar Panel dan Generator

Tabel 1. Pengujian Panel Surya Hari Ke-1

Waktu (WIB)	Tanpa Beban Lampu DC 12 Volt 30 Watt			Suhu (°C)
	(V)	(A)	(W)	
08:00	12,3	0,78	9,6	28
09:00	12,9	0,82	10,6	29
10:00	13,67	0,88	12	31
11:00	14,6	1,14	16,7	32
12:00	15,27	1,17	17,9	33
13:00	15,62	1,22	19	34
14:00	14,79	1,2	18	34
15:00	13,76	0,96	13,2	33
16:00	12,5	0,88	11	33
17:00	12,2	0,72	8,8	32

Berdasarkan pada tabel 1 menunjukkan bahwa daya tertinggi yang dihasilkan panel surya adalah 19 W pada pukul 13:00 sedangkan tegangan terendah yang dihasilkan panel surya adalah 8,8 pada pukul 17:00.

Tabel 2. Pengujian Panel Surya Hari Ke-2

Waktu (WIB)	Tanpa Beban Lampu DC 12 Volt 30 Watt			Suhu (°C)
	(V)	(A)	(W)	
08:00	12,65	0,7	8,9	28
09:00	12,53	0,8	10	29
10:00	13,7	0,85	11,7	30
11:00	13,92	1,1	15,3	32
12:00	14,23	1,2	17	33
13:00	14,42	1,31	19	34
14:00	13,56	0,94	12,8	33
15:00	13,52	0,87	11,8	31
16:00	12,5	0,81	10,2	31
17:00	12,17	0,7	8,5	30

Berdasarkan pada tabel 2 menunjukkan bahwa daya tertinggi yang dihasilkan panel surya adalah 19W pada pukul 13:00 sedangkan tegangan terendah yang dihasilkan panel surya adalah 8,5W pada pukul 17:00.

Tabel 3. Pengujian Generator Hari Ke-1

Waktu (WIB)	Kecepatan Angin (M/S)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
08:00	2,2 - 4,2	8,6	0,6	5
09:00	2,3 - 4,1	7,2	0,5	3,6
10:00	2,6 - 3,9	8,2	0,5	4,1
11:00	2,1 - 3,6	6,1	0,4	2,4
12:00	2 - 3,9	7,5	0,5	3,7
13:00	1,6 - 3,2	5,7	0,4	2,3
14:00	2,3 - 3,8	6,2	0,5	3,1
15:00	2,3 - 3,4	6,5	0,5	3,2
16:00	2,8 - 4,1	7,4	0,6	4,4
17:00	2,1 - 3,8	7	0,6	4,2

Berdasarkan pada tabel 3 pada pukul 11:00 menunjukkan kecepatan angin terendah sebesar 2.1 - 3.6 m/s menghasilkan nilai tegangan 6.1 V dan 0.4 A. Lalu pada pukul 16:00 menunjukkan kecepatan angin tertinggi yaitu 2.8 - 4.1 m/s dan menghasilkan nilai tegangan 7.4 V dan 0.6 A.

Tabel 4. Pengujian Generator Hari Ke-2

Waktu (WIB)	Kecepatan Angin (M/S)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
08:00	2,6 - 3,9	7,6	0,6	4,6
09:00	2 - 3,6	7	0,5	3,5
10:00	2,2 - 3,2	6,8	0,4	4
11:00	2,3 - 3,6	6,5	0,5	3,7
12:00	2,4 - 3,9	7,2	0,6	4,3
13:00	2,4 - 2,8	5,2	0,5	2,6
14:00	2,5 - 3,2	6,3	0,6	3,8
15:00	2 - 3,4	6,6	0,5	3,3
16:00	2,1 - 4,1	7,2	0,6	4,3
17:00	2,7 - 4,7	8,4	0,7	6

Berdasarkan pada tabel 4 pada pukul 13:00 menunjukkan kecepatan angin terendah sebesar 2,4 - 2,8 m/s menghasilkan nilai tegangan 5,2 V dan 0,5 A. Lalu pada pukul 17:00 menunjukkan kecepatan angin tertinggi yaitu 2,7 - 4,7 m/s dan menghasilkan nilai tegangan 8,4 V dan 0,7 A.

Tabel 5. Pengujian Panel Surya dan Generator Hari Ke-1

Waktu (WIB)	Kecepatan Angin (M/S)	Tanpa Beban Lampu DC 12 Volt 30 Watt			Suhu (°C)
		(V)	(A)	(W)	
08:00	2 - 4,2	13,1	1,4	18,3	29
09:00	2,2 - 4	14,2	1,6	22,7	30
10:00	2,5 - 3,9	15,8	1,8	28,4	31
11:00	2 - 3,6	15,6	2,1	32,7	33
12:00	2 - 4,2	17,4	2,2	38,2	34
13:00	2,5 - 4,2	18,4	2,4	44,1	35
14:00	2,3 - 3,8	18	1,8	32,4	34
15:00	2,3 - 3,4	16,7	1,5	25,1	33
16:00	2,8 - 4,1	15,3	1,7	26	32
17:00	2,1 - 3,8	15,1	1,4	21,1	31

Berdasarkan pada tabel 5 daya tertinggi yang dihasilkan adalah 44.1 W yaitu pada pukul 13:00 dengan suhu 35°C dan kecepatan angin 2,5 - 4,2 m/s dengan bantuan dari angin lokal dan angin kereta yang melintas.

Tabel 6. Pengujian Panel Surya dan Generator DC Hari Ke-2

Waktu (WIB)	Kecepatan Angin (M/S)	Tanpa Beban Lampu DC 12 Volt 30 Watt			Suhu (°C)
		(V)	(A)	(W)	
08:00	2,2 - 4,1	12,7	1,2	15,2	29
09:00	2,1 - 4	14,5	1,3	18,9	30
10:00	2 - 3,8	15,7	1,5	23,6	31
11:00	2,4 - 3,9	16,4	1,4	22,9	33
12:00	2,5 - 4,3	17,4	1,4	24,3	34
13:00	1,8 - 3,8	18,7	1,6	29,9	34
14:00	2,1 - 4,2	17,3	1,3	22,5	34
15:00	2,2 - 4,4	15,7	1,5	23,5	33
16:00	2,4 - 4,2	14,7	1,4	20,6	32
17:00	2,2 - 4,3	13,6	1,2	16,3	31

Berdasarkan pada tabel 6 daya tertinggi yang dihasilkan adalah 29,9 W pada pukul 13:00 dengan suhu 34°C dan kecepatan angin 1,8 - 3,8 m/s dengan bantuan dari angin kereta yang melintas pada pengujian panel surya dan generator DC hari kedua. Angka yang dihasilkan

cenderung lebih rendah dibanding hari pertama dikarenakan cuaca yang lebih berawan dan kecepatan angin yang tidak konstan setiap harinya.

Tabel 7. Pengujian Panel Surya dan Generator Hari Ke-3

Waktu (WIB)	Kecepatan Angin (M/S)	Tanpa Beban Lampu DC 12 Volt 30 Watt			Suhu (°C)
		(V)	(A)	(W)	
08:00	2,5 – 3,8	13,2	1,2	16	28
09:00	2,1 – 4,1	14,8	1,3	19,2	30
10:00	2,2 - 3,7	16,8	1,4	23,5	31
11:00	2,4 - 3,9	16,4	1,3	21,3	33
12:00	2,1 – 4,3	18,2	1,5	27,3	34
13:00	2,6 – 3,9	18,8	1,7	31,9	34
14:00	2,1 – 4,2	17,5	1,4	24,5	34
15:00	2 - 4,1	16,4	1,5	24,6	33
16:00	2,4 - 4,2	15,7	1,6	25,1	32
17:00	2 – 4,3	15,8	1,7	26,9	32

Berdasarkan pada tabel 7 daya tertinggi yang dihasilkan adalah 31,9 W yaitu pada pukul 13:00 dengan suhu 34°C dan kecepatan angin 2.6 – 3.9 m/s dengan bantuan dari angin kereta yang melintas.

2. Pengujian Beban Lampu

Pengukuran dari output berupa baterai aki yang berukuran 12V 30Ah. Baterai mendapat suplai dari 2 sumber pembangkit, yaitu generator DC dan panel surya. Pada pengukuran ini menghasilkan arus beban dan tegangan 12V yang terhubung dengan beban lampu DC. Untuk mengetahui lama pemakaian beban sumber battery 12V 30Ah dengan penghitungan untuk mengetahui lama pemakaian menggunakan persamaan : $I_p = I_s : I_b$

Dapat dihasilkan tegangan sebesar 12V, arus sebesar 2A untuk daya beban sebesar 30 Watt. Untuk lama pemakaian menurut perhitungan dengan beban lampu 30 Watt dapat menyala selama 12 jam. Lampu akan otomatis menyala di malam hari dan akan mati di siang hari dikarenakan pada beban lampu sudah terpasang *solar charge controller* yang sudah di *setting* untuk menyala selama 12 jam. Untuk lama pemakaian menurut perhitungan dengan beban lampu 30 Watt dapat menyala selama 15 Jam. Namun, pada saat pengujian di lapangan lampu tersebut dapat di *setting* menyala 12 jam.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan pelaksanaan dari hasil penelitian dengan judul “Perancangan dan Implementasi Sistem Pembangkit Listrik Hybrid Untuk Penerangan Jalan Umum” dapat

diambil beberapa kesimpulan sebagai Berikut: (1) Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem pembangkit listrik hybrid angin dan surya untuk penerangan jalan umum, mengintegrasikan energi terbarukan guna pasokan listrik yang stabil dan efisien, serta mengurangi ketergantungan pada energi konvensional; (2) Penelitian ini mengevaluasi kinerja sistem pembangkit listrik hybrid angin dan surya untuk penerangan jalan, menunjukkan efisiensi energi yang baik dan pasokan listrik yang stabil. Sistem ini terbukti efektif dan berkelanjutan meski dalam kondisi cuaca bervariasi; (3) Tugas akhir ini menawarkan solusi untuk mengatasi perbedaan karakteristik energi angin dan surya, dengan fokus pada stabilitas pasokan melalui integrasi kedua sumber. Sistem ini menggunakan baterai untuk menyimpan energi, menjaga pasokan listrik saat produksi menurun, serta memastikan kompatibilitas dan efisiensi optimal antara turbin angin dan panel surya.

Saran

Karena pada penelitian ada beberapa faktor kendala pada alat yang penulis buat maka beberapa saran penulis sebagai berikut : (1) Pemilihan bahan dari turbin angin bisa lebih ditingkatkan agar putaran pada generator bisa lebih maksimal dan desain alat bisa lebih dioptimalkan dari penelitian penulis; (2) Mengintegrasikan teknologi *IoT (Internet of Things)* untuk memantau dan pengendalian sistem secara *real-time*, untuk memudahkan dalam deteksi dini jika terjadi masalah dan untuk pemeliharaan; (3) Desain pada ketinggian alat bisa lebih ditingkatkan untuk memanfaatkan sumber energi matahari dan aliran udara sehingga potensi energi bisa lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansah, R. (2023). *Dampak Kendaraan Listrik Terhadap Lingkungan dan Sumber Daya Alam: Isu Mutakhir Dalam Transportasi Berkelanjutan*. Jurnal Of Health And Medical Research.
- Dilla, B., Widi, B., Wilyanti, S., Jaenul, A., Antono, Z., & Pangestu, A. (2022). *Implementasi Solar Charge Controller Untuk Pengisian Baterai Dengan*. Edukasi Elektro.
- Hadi, T. S., Elektro, J. T., Industri, F. T., & Indonesia, U. I. (2023). *Rancang Bangun Sistem Monitoring Panel Surya Solarworld 150Wp Polycrystalline Berbasis Internet of Things*.
- Jamal, J. (2019). *Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Kinerja Turbin Savonius*. INTEK: Jurnal Penelitian,
- Muttaqin, I., & Suprpto, M. (2021). *Pembuatan Turbin Angin Savonius Bertingkat Berbahan Aluminium*. Journal of Industrial Engineering and Operation Management.
- Nahkoda, Y. I., & Saleh, C. (2015). *Tenaga Listrik Sumbu Vertikal Savonius Portabel. Rancang Bangun Kincir Angin*. Ejournal Institut Teknologi Nasional Malang.
- Nuryanto, E. (2021). *Perancangan Sistem Kontrol Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLN dan PLTS) Kapasitas 800 WP*. Orbith.

- Perdana, A. (2020). *Analisis efisiensi solar charge controller tipe mwm dan mppt dengan metode simulasi*. Unnes Repository.
- Permadi, A., & Agung, A. (2020). *Rancang Bangun Hybrid Energy Solar Cell dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Berbasis Microcontroller*. Jurnal Teknik Elektro Unesa.
- Saodah, S., & Hariyanto, N. (2019). *Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Hybrid Dengan Kapasitas 3 KVA. Core*.
- Syaiful Alim, M., (2023) *Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebagai Alternatif Ketahanan Energi Nasional Masa Depan Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebagai Alternatif Ketahanan Energi Nasional Masa Depan*. Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara.
- Tharo, Z., Hamdani, & Andriana, M. (2019). *Pembangkit Listrik Hybrid Tenaga Surya Dan Angin Sebagai Sumber Alternatif Menghadapi Krisis Energi Fosil Di Sumatera*. Semnastek Uisu.
- Wibowo, A. (2022). *Instalasi Panel Listrik Surya*. In Penerbit Yayasan Prima Agus Teknik.

