



Analisis Perbandingan Daya Output Turbin Angin Tipe Vertikal (Generator 300 W) dan Panel Surya (Monokristalin 200 Wp)

Lucky Gunawan¹, Dian Budhi Santoso²

¹Mahasiswa Universitas Singaperbangsa Karawang

²Dosen Universitas Singaperbangsa Karawang

Abstract

Received: 12 Juli 2022

Revised: 15 Juli 2022

Accepted: 18 Juli 2022

Electricity is one of the main needs needed by humans today. Almost all tools used by humans require electrical energy. In Indonesia, the public has not yet fully received sufficient electricity, according to the Central Statistics Agency in December 2020, the electrification ratio was 99.20%. That means that there are still around 0.80% of areas in Indonesia that do not have electricity. The purpose of this study is to analyze the comparison of the power generated by a 200 Wp solar panel with a vertical 300 watt wind turbine. The results of the study can be used in determining an independent alternative power plant for residential homes. From the measurement results, the total value of the largest solar panel electricity production reached 747,992 wh. While the average wind turbine only gets 0.26 Watt. Solar panels can be used as an option in determining alternative independent power plants for residential homes because they can produce electrical energy stably

Keywords: PLTH, Turbin Angin, Panel Surya

(*) Corresponding Author: lucky.gunawan18078@student.unsika.ac.id

How to Cite: Gunawan, L., & Santoso, D. (2022). Analisis Perbandingan Daya Output Turbin Angin Tipe Vertikal (Generator 300 W) dan Panel Surya (Monokristalin 200 Wp). *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(13), 227-236. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6962321>

PENDAHULUAN

Listrik merupakan salah satu kebutuhan utama yang diperlukan oleh manusia saat ini. Hampir seluruh alat bantu yang digunakan manusia membutuhkan energi listrik. Pembangkit listrik ada yang menggunakan sumber energi konvensional dan ada yang menggunakan energi terbarukan. Sumber energi tak terbarukan bersumber dari energi fosil yang jika terus digunakan pasti akan habis, untuk menjaga ketersediaan energi listrik secara kontinyu salah satu caranya adalah menggunakan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan (Setia et al., 2021).

Di Indonesia, masyarakat belum sepenuhnya mendapatkan listrik yang cukup, menurut Badan Pusat Statistik pada Desember 2020 rasio elektrifikasi 99,20%. Itu berarti masih ada sekitar 0,80% daerah di Indonesia yang belum teraliri listrik. Rasio elektrifikasi merupakan perbandingan banyaknya pelanggan rumah tangga yang mempunyai sumber penerangan dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) maupun Non PLN dengan jumlah rumah tangga yang ada. Untuk mendukung peningkatan rasio elektrifikasi maka rumah tangga yang belum teraliri listrik dapat menggunakan sistem listrik mandiri dalam memenuhi kebutuhan energi listrik (Setia et al., 2021).

Pemerintah menargetkan Indonesia bisa mencapai 23% porsi EBT di tahun 2025, dengan harapan Indonesia bisa mencapai *net zero emission*. Keseriusan

pemerintah Indonesia dalam menjadikan energi matahari sebagai tonggak dalam menuju penggunaan EBT terwujud melalui pemanfaatan energi matahari untuk perumahan, kantor, hingga kawasan industri. PLTS dapat menghemat penggunaan energi listrik 10% sampai 30%. (Setia et al., 2021).

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis perbandingan daya yang dihasilkan panel surya 200 Wp dengan turbin angin 300 watt tipe vertikal. Hasil penelitian dapat dijadikan tinjauan dalam menentukan pemilihan pembangkit listrik alternatif mandiri bagi rumah tinggal.

a. Panel Surya

Panel Surya merupakan komponen elektrik yang bisa mengubah energi cahaya gelombang pendek ke bentuk energi listrik. Proses tersebut dinamakan efek photovoltaic, yaitu pelepasan muatan positif dan negatif didalam material padat melalui cahaya. Prinsip kerjanya menghasilkan arus dan tegangan yang dipengaruhi oleh besarnya iradiasi cahaya matahari. Pada Panel surya terdapat sambungan diantara kedua lapisan bahan semikonduktor jenis "P"(Positif) dan Jenis "N"(Negatif). Pada saat cahaya matahari mengenai permukaan sel surya, foton dari cahaya matahari diserap oleh atom semikonduktor sehingga membebaskan elektron dari ikatan atomnya dan terjadinya arus listrik (Ayu Arsita et al., 2021).



Gambar 1. Panel Surya

Tabel 1. Spesifikasi Panel Surya

Nama	Spesifikasi
<i>Peak Power (P_{max})</i>	100 W
<i>Production Tolerance</i>	0 - +3 %
<i>Maximum Power Current (I_{mp})</i>	5,5 A
<i>Maximum Power Voltage (V_{mp})</i>	18,2 V
<i>Short Circuit Current (I_{sc})</i>	5,88 A

<i>Open Circuit Voltage (Voc)</i>	21,51
-----------------------------------	-------

b. Turbin Angin

Turbin Angin atau biasa disebut juga Wind Turbine merupakan kincir yang digerakan oleh angin untuk memutar turbin agar dapat menghasilkan energi listrik. Apabila angin yang berhembus kencang maka baling-baling akan berputar. Ketika baling-baling berputar maka energi kinetik yang dihasilkan akan dikonversi menjadi energi listrik oleh generator. Semakin kencang angin yang mengenai baling-baling maka putaran generator akan semakin kencang dan energi listrik yang dihasilkan juga akan semakin besar (Sistiawan & Gunoto, 2019).



Gambar 2. Turbin Angin Tipe Vertikal

Tabel 2. Spesifikasi Turbin Angin

Nama	Spesifikasi
<i>Type</i>	Vertikal
<i>Blade Number</i>	5
<i>Wheel diameter</i>	0,9m
<i>IP grade</i>	IP65
<i>Rate Power</i>	300 W
<i>Rate Voltage</i>	12 V
<i>Rate Wind Speed</i>	13 m/s
<i>Net Weight</i>	9 kg

c. Charge Controller

Saat panel surya dan turbin angin menghasilkan energi listrik, maka *Charge Controller* akan mengisi daya baterai serta menjaga agar tegangan baterai stabil, dan apabila tegangan pada baterai sudah mencapai batas maksimal dari penyetingan maka charge controller akan memutus tegangan yang menuju ke baterai, hal tersebut dilakukan agar baterai tidak mengalami overcharge (Priatam, 2021). Beberapa fungsi dari *Charge Controller* adalah :

1. Mengendalikan Tegangan Masukan

Tanpa adanya fungsi pengontrol tegangan antara masukan turbin angin dan panel surya dengan baterai, baterai akan kelebihan tegangan dan daya yang

ditampung, jika dibiarkan terus-menerus akan mengakibatkan sel pada baterai rusak.

2. Mengawasi Tegangan Baterai

Charge Controller dapat mendeteksi apabila tegangan baterai terlalu rendah. Bila tegangan baterai turun dibawah kapasitas normal, maka *Charge Controller* akan memmutus beban agar baterai tidak habis.

3. Mencegah Arus Terbalik

Jika panel surya dan turbin angin tidak menghasilkan daya, arus yang berada di dalam baterai akan mengalir terbalik menuju panel surya dan turbin, sehingga dapat merusak komponen (Irwansyah et al., 2020; Priatam, 2021).



Gambar 3. *Charge Controller* tipe PWM

Charge Controller menggunakan teknologi *Pulse Width Modulation* (PWM) agar dapat mengatur pengisian baterai. PWM merupakan suatu teknik modulasi yang dapat mengubah *Pulse Width* dengan nilai amplitudo dan frekuensi yang tetap. Prinsip kerja *charge controller* PWM adalah dengan cara menurunkan jumlah daya yang dikirim ke baterai secara perlahan pada saat akan penuh agar baterai tidak mengalami kejenuhan (Evalina et al., 2021).

d. Baterai

Baterai digunakan sebagai media penyimpanan energi listrik sebelum nanti disalurkan ke inverter. Biasanya baterai memiliki arus DC. Baterai termasuk kedalam elemen elektrokimia yang dapat mempengaruhi pada zat pereaksinya. Lempeng oksida digunakan sebagai kutub positif, sedangkan lempeng *timbale* digunakan untuk kutub negatif. Ketika baterai bekerja, maka akan timbul reaksi kimia berupa endapan pada *anode* dan *katode* sehingga menyebabkan berkurangnya muatan listrik pada baterai. Agar baterai dapat digunakan kembali, maka perlu dilakukan pengecasan ulang dengan arus listrik yang dikeluarkan baterai tersebut (Sistiawan & Gunoto, 2019).



Gambar 4. Baterai VRLA

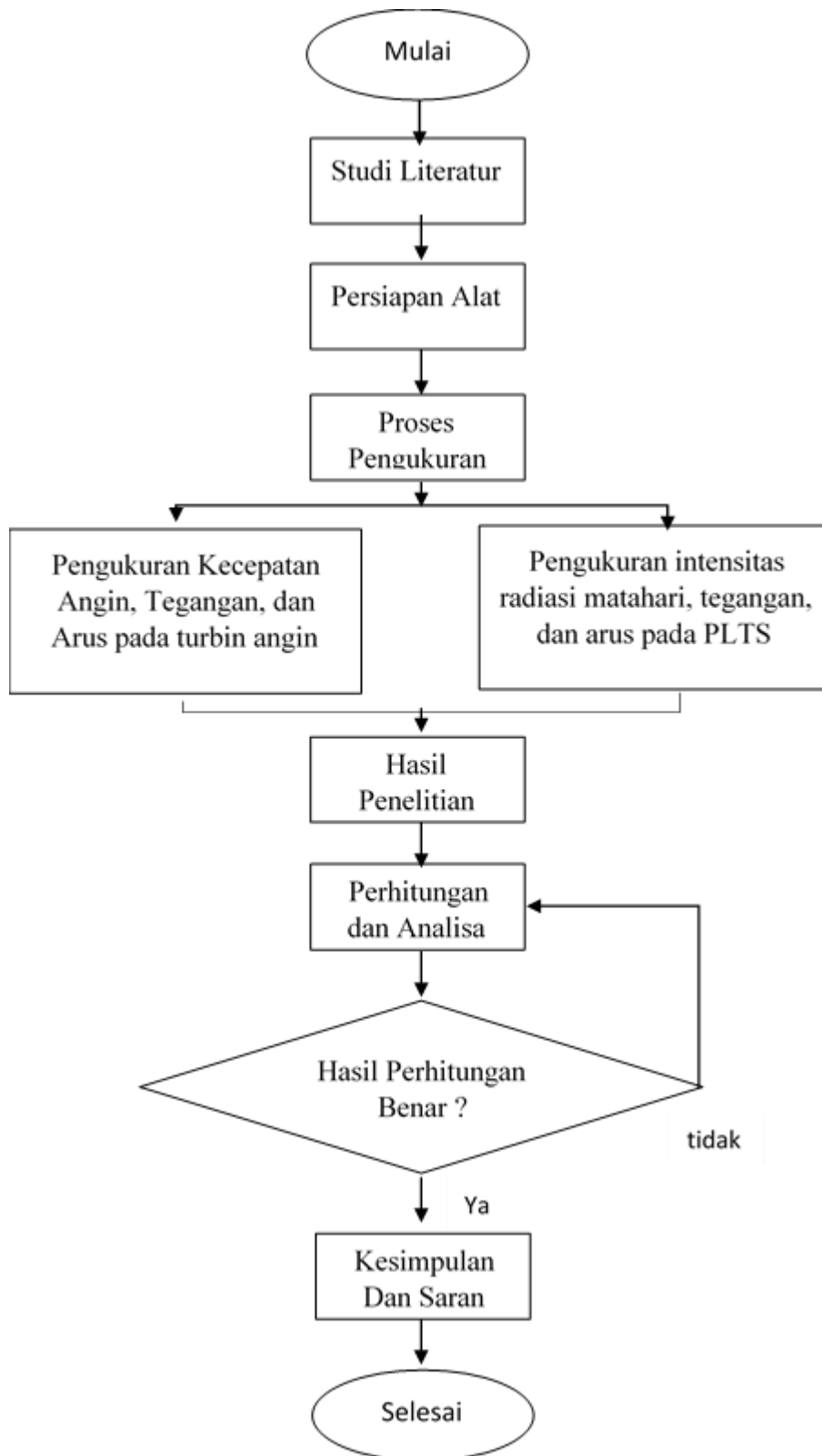
Baterai yang digunakan pada penelitian ini memiliki kapasitas 100 Ah dengan tegangan 12 V, atau setara dengan 1200 *watt hour* (Wh), dengan kata lain jika baterai terisi penuh maka dapat mensuplai peralatan listrik yang memiliki daya 1200 Watt selama 1 jam. Namun kapasitas baterai tidak bisa digunakan 100% , biasanya hanya digunakan 50 sampai 80% saja dari kapasitas total baterai. Jika pada baterai 100 Ah maka hanya dapat digunakan sekira 50Ah sampai 80Ah saja, hal tersebut dilakukan untuk memperpanjang usia pakai baterai.

METODE

Metode yang dilakukan pada penelitian ini dengan cara studi literatur, yaitu mencari referensi-referensi yang dibutuhkan yang berkaitan dengan pembangkit tenaga angin dan tenaga surya. Referensi berasal dari jurnal, skripsi, maupun internet.

Tahap selanjutnya mempersiapkan peralatan yang akan digunakan untuk penelitian. Peralatan yang digunakan yaitu multimeter untuk mengukur arus dan tegangan yang dihasilkan dari masing-masing pembangkit. Anemometer untuk mengukur kecepatan angin, *solar Power Meter* untuk mengukur iradiasi matahari. dan peralatan lainnya yang terdapat didalam *toolkit*.

Setelah peralatan untuk pengujian disiapkan, maka selanjutnya adalah melakukan pengujian dengan cara mengukur daya output dan parameter lainnya menggunakan alat ukur yang sudah disiapkan sebelumnya. Durasi pengukuran perharinya dilakukan dari pukul 08:00 sampai pukul 16:00 dengan pengambilan data setiap 1 jam. Pengukuran dilakukan pada terminal keluaran dari masing-masing pembangkit. Pengujian dilakukan pada 3 jenis kondisi cuaca yang berbeda yaitu cerah, berawan, dan hujan untuk membandingkan karakteristik dari daya yang dihasilkan.



Gambar 5. diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah peralatan dan bahan-bahan sudah siap, panel surya dan turbin angin dirangkai sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Arus listrik dari panel surya dan turbin angin masih berbentuk arus *direct current* (DC) atau arus listrik searah, arus DC ini yang nantinya digunakan untuk mengisi daya baterai. Berikut merupakan Hasil Pengukuran yang diperoleh.

Pengujian Panel Surya

Tabel 3. data pengujian panel surya

Pengujian sistem Tenaga Surya									
jam	(BERAWAN)			(CERAH)			(HUJAN)		
	IR (W/m ²)	V	I	IR (W/m ²)	V	I	IR (W/m ²)	V	I
8:00	349,6	12,6	1,2	481,36	12,3	2,4	350,1	13,9	1,22
9:00	455,7	13,2	1,46	822,8	13,7	4,7	680,62	16,95	3,93
10:00	478,6	13,6	2,3	881,42	14,1	5,3	868,7	16,9	5,28
11:00	1008,4	14,7	6,2	937,1	14,9	5,8	465,72	14,74	1,98
12:00	1135,2	17,2	8,4	1236	17,7	8,59	670,2	13,74	3,89
13:00	1320,7	17,4	9,2	1294,31	16,4	8,86	974,3	16,36	6,04
14:00	1128,3	14,7	7,1	1115,88	15,71	6,5	889,7	17,21	5,36
15:00	718,5	13,5	4,33	678,62	14,9	3,9	615,9	15,94	3,65
16:00	470,72	13,3	2,07	523,9	13,6	2,6	83,1	14,39	0,96

Pada tabel 3 diatas untuk V merupakan tegangan dan I adalah arus output panel surya. Nilai iradiasi matahari terbesar diperoleh pada saat kondisi cuaca berawan pada pukul 13:00 dengan nilai iradiasi 1320,7 W/m², menghasilkan tegangan 17,4 V dan arus 9,2 A. Berdasarkan data yang telah diperoleh, dapat dihitung dengan mengalikan arus dan tegangan. Berikut daya yang dihasilkan panel surya

Tabel 4. Daya output yang dihasilkan panel surya

Sistem Tenaga Surya			
jam	26 Juni 2022 (BERAWAN)	27 Juni 2022 (CERAH)	3 Juli 2022 (HUJAN)
	Daya (Watt)	Daya (Watt)	Daya (Watt)
8:00	15,12	29,52	16,958
9:00	19,272	64,39	66,6135
10:00	31,28	74,73	89,232
11:00	91,14	86,42	29,1852
12:00	144,48	152,043	53,4486
13:00	160,08	145,304	98,8144
14:00	104,37	102,115	92,2456
15:00	58,455	58,11	58,181
16:00	27,531	35,36	13,8144

Total Wh	651,728	747,992	518,4927
-----------------	----------------	----------------	-----------------

Total daya yang dihasilkan paling besar adalah pada kondisi cuaca cerah yaitu sebesar 747,992 Wh. Total daya yang paling rendah pada kondisi cuaca hujan dengan 518,492 Wh. Data pada tabel 3 menunjukkan bahwa semakin besar nilai intensitas iradiasi matahari maka nilai arus dan tegangan yang dihasilkan juga akan besar, hal tersebut juga dibuktikan pada tabel 4 dengan kondisi cuaca cerah maka total daya yang dihasilkan panel surya besar.

Pengujian Turbin Angin

Pengujian turbin angin dilakukan untuk mengetahui performa Turbin Angin dalam proses pengkonversian energi angin menjadi energi listrik. Pada pengujian Turbin Angin juga bertujuan untuk memperoleh nilai arus, tegangan, dan daya yang diproduksi. Turbin Angin diletakkan diatas tiang dengan tinggi 5 meter, kemudian pengujian dilakukan pada lantai 2 dengan ketinggian bangunan 3 meter, maka total ketinggian turbin angina adalah 8 meter dari permukaan tanah. Berikut merupakan hasil pengujian Turbin Angin yang diuji dengan kondisi cuaca cerah, berawan, dan hujan.

Tabel 5. data pengujian turbin angin

Pengujian sistem Tenaga Angin									
jam	26 Juni 2022 (BERAWAN)			27 Juni 2022 (CERAH)			3 Juli 2022 (HUJAN)		
	Kecepatan angin (m/s)	V	I (mA)	Kecepatan angin (m/s)	V	I (mA)	Kecepatan angin (m/s)	V	I (mA)
8:00	2,11	1,34	13,5	1,3	0,78	15,5	2,39	2,8	44,2
9:00	2,34	2,56	40,1	2,64	2,62	44,2	2,2	2,2	48
10:00	2,7	2,85	44,75	2,18	1,4	40,7	2,78	3,7	47,3
11:00	3,24	3,15	55,3	3,29	3,4	75,21	4,27	3,6	63,2
12:00	4,26	3,92	57,4	3,23	2,36	73,1	4,35	4,2	67,1
13:00	6,2	5,6	130,3	4,18	3,52	53,3	5,18	5,5	83,9
14:00	3,77	3,36	52,8	5,24	5,1	83,8	4,3	4,24	64,6
15:00	5,28	5,18	80,23	3,31	4,21	63,7	5,9	5,56	97,3
16:00	2,54	2,73	42,2	3,92	5,2	60,63	2,4	2,5	43

Berdasarkan data pada tabel 5 kecepatan angin mempengaruhi nilai arus dan tegangan output turbin. Kecepatan angin tertinggi diperoleh pada jam 13:00 dengan kondisi cuaca berawan yaitu 6,2 m/s. Satuan arus output pada turbin angin adalah mili ampere (mA). Kecepatan angin terendah diperoleh pada jam 08:00 dengan kondisi cuaca cerah sebesar 1,3 m/s, pada kecepatan tersebut menghasilkan tegangan 0,78 V dan arus 15,5 mA.

Kecepatan angin yang berhebus nilainya tidak stabil, pada kecepatan tertentu angina hanya berhembus sebentar, sehingga daya yang dihasilkan tidak menentu. Untuk mengetahui daya output turbin angin yaitu dengan cara mengalikan arus dan tegangan output turbin, berikut merupakan hasil daya yang diperoleh dari turbin angin.

Tabel 6. Daya output yang dihasilkan turbin angin

Sistem Tenaga Angin			
jam	26 Juni 2022 (BERAWAN)	27 Juni 2022 (CERAH)	3 Juli 2022 (HUJAN)
	Daya (Watt)	Daya (Watt)	Daya (Watt)
8:00	0,02	0,01	0,12
9:00	0,10	0,12	0,11
10:00	0,13	0,06	0,18
11:00	0,17	0,26	0,23
12:00	0,23	0,17	0,28
13:00	0,73	0,19	0,46
14:00	0,18	0,43	0,27
15:00	0,42	0,27	0,54
16:00	0,12	0,32	0,11
Rata-rata	0,23	0,20	0,26

Rata-rata daya yang dihasilkan paling besar adalah pada kondisi cuaca hujan yaitu sebesar 0,26 Watt. Rata-rata daya yang paling rendah pada kondisi cuaca berawan sebesar 0,20 Watt.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian perbandingan daya output panel surya 200 WP dengan turbin angin tipe vertikal 300 Watt, daya output panel surya 200 WP dapat menghasilkan total energi 747,992 Wh perharinya. Turbin angin dapat menghasilkan rata-rata 0,20 Watt saja, hal ini karena turbin angin bergantung pada kecepatan angina yang tidak menentu, sehingga daya yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan panel surya.

Panel surya dapat dijadikan pilihan dalam menentukan pembangkit listrik mandiri alternatif bagi rumah tinggal karena dapat memproduksi energi listrik secara stabil. Selain itu penempatan panel surya tidak perlu ditempatkan pada tempat yang tinggi, hal yang perlu diperhatikan dalam peletakan panel surya adalah harus menerima cahaya matahari yang cukup dan tidak ada objek yang menghalangi cahaya matahari menuju panel surya. Sedangkan turbin angin penempatannya harus tinggi agar bisa mendapatkan kecepatan angin yang optimal.

REFERENCES

Ayu Arsita, S., Eko Saputro, G., & Susanto, S. (2021). Perkembangan Kebijakan Energi Nasional dan Energi Baru Terbarukan Indonesia. *Jurnal Syntax Transformation*, 2(12), 1779–1788. <https://doi.org/10.46799/jst.v2i12.473>

- Evalina, N., Irsan Pasaribu, F., Abdul Azis, A. H., Dimas Ivana, R., & Kapt Muchtar Basri No, J. (2021). Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 200 Wp Dengan Sistem Solar Charger Pada Beban Kipas Angin. (*Semnastek Uisu*, 62. <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/semnastek/article/view/4143>
- Irwansyah, D., Yandi, W., Sunanda, W., Yonggi Puriza, M., Teknik Elektro, J., Teknik, F., Bangka Belitung Balun Ijuk, U., Bangka, K., Bangka Belitung, K., Kunci, K., & Energi, K. (2020). *ID: 17 Konversi Energi Listrik Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Sebagai Perencanaan Pembangkit Hybrid Conversion of Electrical Energy in Solar Power Plants and Bayu Power Plants as a Hybrid Generation Planning. November 2020*, 113–127.
- Priatam, P. P. T. D. (2021). Analisa Radiasi Sinar Matahari Terhadap Panel Surya 50 WP. *RELE: Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 48–54. <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RELE/article/view/7825>
- Setia, G. A., Winanti, N., Haz, F., & ... (2021). Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Solar Cell dan Wind Turbine) untuk Beban Perumahan. *EPSILON: Journal of ...*, 33–39. <http://www.epsilon.unjani.ac.id/index.php/epsilon/article/view/58%0Ahttp://www.epsilon.unjani.ac.id/index.php/epsilon/article/download/58/34>
- Sistiawan, Y. A. T., & Gunoto, P. (2019). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Hybride (Tenaga Surya Dan Tenaga Angin) Dengan Kapasitas 20 W. *Sigma Teknika*, 2(1), 49. <https://doi.org/10.33373/sigma.v2i1.1806>