

ANALISA BESAR EFISIENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU

Muhammad Adithya Nugraha^{1*}, Dian Budhi Santoso²

¹Universitas Singaperbangsa Karawang, ^{2,3} Universitas Singaperbangsa Karawang
E-mail: adithya.nugraha18136@student.unsika.ac.id

ABSTRACT

One of the ideal equipment systems is to have high efficiency. The selection of tools that have high efficiency is certainly necessary for the design of a good system by taking into account the factors of reliability, quality, and cost. In this study, a monitoring system with an application and a data logger system was used to monitor the results of sensor readings at the wind power plant (PLTB) and then store the readings in a data logger. By using the black box methodology to test the monitoring system, the result is that the monitoring system works as expected, namely displaying the readings from the sensors at the generator. Using the monitoring system, the measurement process is carried out to find the efficiency value of the PLTB. the comparison of electricity use in public street light facilities when connected to PLTB and when only using batteries and inverters can improve the total remaining voltage on the battery by 89.74%. For the value of the efficiency of the power generated by the generator with the energy used at a 30W lamp load of 2.61%. The data is the result of calculations from the sensor readings that are stored in the data logger.

Keywords : PLTB, Efficiency, Wind Turbine, Monitoring System

PENDAHULUAN

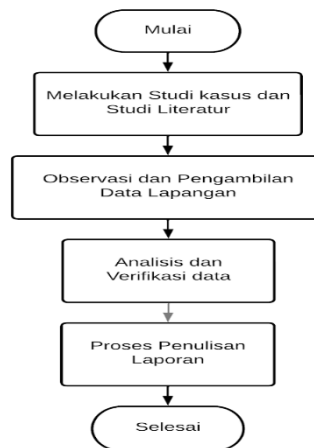
Kebutuhan energy listrik yang sangat tinggi di era modern ini, oleh karena itu suplai dari pembangkit dan proses distribusi dari pembangkit harus dapat di andalkan. Pada proses pembangkitan energi terjadi dalam berbagai macam rangkaian proses sampai energy tersebut dapat di gunakan oleh manusia. Dari serangkaian proses tersebut terdapat komponen-komponen listrik yang bekerja untuk mengatur power yang di input dari pembangkit. Pada saat komponen-komponen listrik bekerja, ada sebagian dari energi yang masuk ke komponen tersebut yang tidak dapat di proses keseluruhan nya yang membuat proses pembangkitan enegi ini mengalami penurunan tingkat efisiensi nya.

Sistem peralatan yg ideal salah satunya adalah memiliki efisiensi yang tinggi. Pemilihan alat-alat yg memiliki efisiensi tinggi tentunya diperlukan untuk desain suatu sistem yang baik dengan memperhitungkan faktor keandalan, mutu dan biaya . Efisiensi komponen pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) merupakan hal yang perlu diketahui untuk mendesain sistem yang efektif [1]. Komponen listrik yang di gunakan pada pembangkit tenaga bayu ini seperti Generator, charger controller, inverter, dan baterai yang berfungsi dalam proses pembangkitan daya listrik.

METODE PENELITIAN

Rancangan Kegiatan

Dalam penelitian ini penulis menggunakan sebuah metode penelitian yaitu penelitian kuantitatif. Jenis penelitian ini di pilih dengan maksud untuk menginvestigasi secara sistematis penelitian dari pembangkit listrik tenaga angin yang telah di buat. Untuk lebih mengetahui urutan proses penelitian laporan ini dapat di tunjukan pada *flowchart* di bawah ini:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Metode Pengumpulan data

Dalam pengambilan data kuantitatif dari penelitian ini, penulis melakukan pengambilan dua jenis data:

1. Data Primer

Data primer disini merupakan data-data yang di ambil secara langsung seperti data penukuran kecepatan angin, data arus, data tegangan input, data tegangan output, dan data beban daya,

2. Data Sekunder

Data sekunder disini merupakan jenis data-data pendukung yang di ambil berdasarkan rekaman atau penelitian terdahulu seperti data kecepatan angin tahunan karawang, data cuaca karawang, jurnal penelitian pembangkit listrik EBT, dan data spesifikasi komponen.

Untuk pengambilan data secara langsung digunakan *data logger* yang di miliki pembangkit dan data pembacaan secara manual menggunakan aplikasi monitoring serta instrument pengukuran listrik *Ampere Voltage Ohm Meter* (AVO Meter) sebagai alat yang digunakan untuk melakukan verifikasi data yang terbaca dari sistem monitoring dan *data logger*.

Alat dan Bahan

Dalam melakukan penelitian ini pengambilan data dilakukan dengan menggunakan dua jenis perangkat yaitu:

Hardware

Hardware merupakan perangkat keras dalam sebuah sistem. Dalam hal ini hardware yang dimaksud adalah alat-alat yang di gunakan dalam melakukan pengambilan data

1. Ampere Voltage Ohm Meter (AVO Meter)

Merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk mengukur arus, tegangan, dan tahanan listrik dari titik ukur dalam sebuah rangkaian listrik. dalam penelitian ini AVO Meter digunakan untuk memverifikasi data pengukuran secara manual.

2. *Handheld Anemometer*

Merupakan salah satu jenis anemometer yang digunakan dalam penelitian ini sebagai alat verifikasi data kecepatan angin secara manual.

3. Baterai

Merupakan sebuah alat yang digunakan untuk menyimpan daya listrik dan merupakan sumber tenaga listrik pada beban yang di gunakan dalam penelitian ini

4. *Inverter*

Merupakan sebuah alat yang berfungsi merubah tegangan DC yang di hasilkan oleh baterai menjadi tegangan AC agar dapat di gunakan oleh beban.

5. *Microcontroller*

Merupakan sebuah alat yang di gunakan dalam penelitian ini untuk memproses data pengukuran pada pembangkit kemudian mengirimkan data tersebut ke sebuah software agar dapat terbaca secara digital oleh peneliti

Software

Adalah sebuah perangkat lunak dalam sebuah sistem. Dalam hal ini, software merupakan perangkat lunak yang digunakan sebagai *interface* dalam pengambilan data dan monitoring.

1. Aplikasi

Aplikasi yang digunakan dalam penelitian ini merupakan sebuah aplikasi yang dibuat khusus untuk memonitoring parameter-parameter yang di hasilkan oleh PLTB seperti nilai arus, tegangan, daya dari pembangkit dan baterai serta nilai kecepatan angin yang terukur oleh anemometer pada pembangkit.



Gambar 2. *Icon aplikasi monitoring*

2. Google sheets

Google sheets merupakan sebuah software buatan google yang digunakan untuk membual tabel dan melakukan pengolahan data. Berbeda dengan Microsoft Excel, pengoprasian google sheet berdasarkan *cloud computing* yang artinya data dapat di simpan dan diproses dalam sebuah cloud server sehingga tidak terpaiku dalam sebuah komputer agar dapat

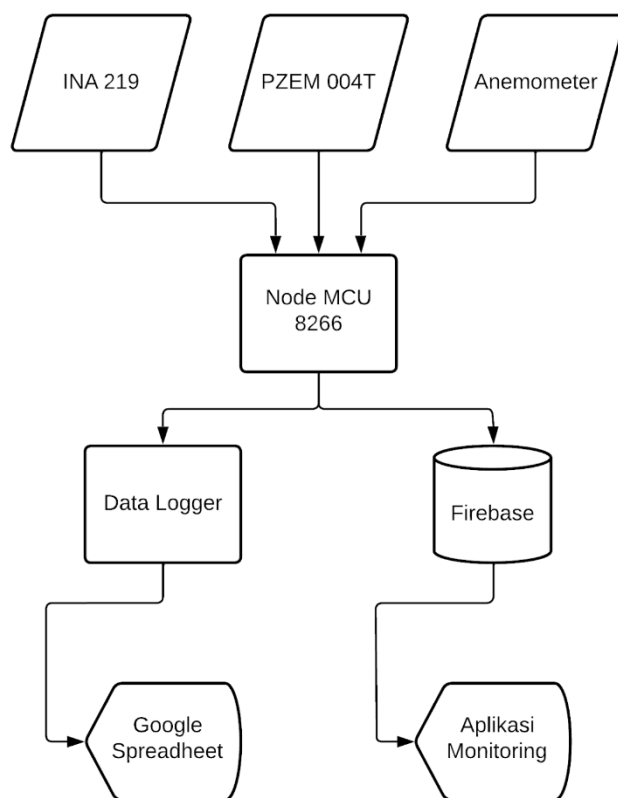
mengakses data tersebut. Dalam penelitian ini google sheet digunakan sebagai software pengolahan data dari *data logger* PLTB.



Gambar 3. *Icon* aplikasi google sheets

Perancangan sistem monitoring

Pembuatan sistem monitoring pada pembangkit membutuhkan beberapa komponen utama yang di gunakan untuk menerima memproses, dan mengirim data. Komponen yang digunakan merupakan gabungan dari *Hardware* dan *Software* di antaranya Node MCU 8266, Firebase, sensor, dan aplikasi. Untuk lebih memperjelas alur kerja dari sistem monitoring ini dapat di lihat pada diagram blok berikut ini:



Gambar 4. Diagram blok sistem monitoring

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Kecepatan Angin

Pengukuran kecepatan angin dilakukan menggunakan anemometer jenis cup yang di letakan di bawah turbin angin yang dimaksud agar meminimalir perbedaan antara kecepatan angin yang melewati turbin dan yang mengenai anemometer.



Gambar 5. Penempatan anemometer

Proses pengambilan data kecepatan angin di lakukan dengan mengambil sampel selama 7 hari pada tanggal 28 April 2022 dan 18 Mei 2022 sampai dengan 23 Mei 2022. pengambilan data dilakukan menggunakan sistem *data logger* dan ditunjukan pada tabel di bawah ini.

Tanggal	Jam	kecepatan Angin (m/s)	Arus (A)	Tegangan (V)	Cuaca	Daya (W)
28.04.2022	10	1,95	0,098	1,7	cerah	0,1666
	11	2,22	0,116	1,5	cerah	0,174
	12	1,82	0,143	1,3	cerah	0,1859
	13	1,77	0,152	2,1	cerah	0,3192
	14	3,85	0,211	3,3	cerah	0,6963
	15	2,27	0,124	1,8	cerah	0,2232
	16	1,08	0,058	0,1	cerah	0,0058
	17	0	0	0	cerah	0
	18	0	0	0	cerah	0
	19	1,2	0,066	0,2	cerah	0,0132

18.05.2022	11	4,14	0,227	3,9	cerah	0,8853
	12	4,14	0,227	4,9	cerah	1,1123
	13	3,85	0,211	3,6	cerah	0,7596
	14	4,25	0,233	4,8	cerah	1,1184
	15	4,83	0,265	4,74	cerah	1,2561
	16	4,99	0,274	4,71	cerah	1,29054
	17	2,03	0,126	2,98	cerah	0,37548
	18	0	0	0	cerah	0
	19	1,64	0,094	1,2	cerah	0,1128
	20	0	0	0	cerah	0
	21	3,09	0,169	2,77	cerah	0,46813
	22	1,0	0,055	0,42	cerah	0,0231
	23	1,77	0,097	0,87	cerah	0,08439
	24	0	0	0	cerah	0
19.05.2022	1	0	0	0	cerah	0
	2	0	0	0	cerah	0
	3	0	0	0	cerah	0
	4	0	0	0	cerah	0
	5	0	0	0	cerah	0
	7	1,27	0,069	0,09	cerah	0,00621
	8	2,74	0,151	1,7	cerah	0,2567
	9	2,19	0,121	1,43	cerah	0,17303
	10	2,61	0,143	2,19	cerah	0,31317
	11	3,35	0,184	3,15	cerah	0,5796
	12	3,35	0,184	3,15	cerah	0,5796
	13	5,2	0,284	4,42	mendung	1,25528
	14	6,07	0,333	5,5	Hujan	1,8315
	15	1,56	0,083	0,6	hujan reda	0,0498
	16	3,09	0,198	2,27	hujan kecil	0,44946
	17	0	0	0	setalah hujan	0
	18	2,77	0,152	2,4	cerah	0,3648
	19	0	0	0	cerah	0
	20	0	0	0	cerah	0
	21	0	0	0	cerah	0
	22	0	0	0	cerah	0
	23	0	0	0	cerah	0
	24	0	0	0	cerah	0
20.05.2022	1	0	0	0	cerah	0
	2	0	0	0	cerah	0
	3	0	0	0	cerah	0
	4	0	0	0	cerah	0

	5	0	0	0	cerah	0
	6	0,85	0,046	0	cerah	0
	7	0,61	0,033	0	cerah	0
	8	1,21	0,066	0,51	cerah	0,03366
	10	3,09	0,169	2,5	cerah	0,4225
	11	4,7	0,258	4,8	cerah	1,2384
	12	3,8	0,209	3,7	cerah	0,7733
	13	4,06	0,223	4,4	cerah	0,9812
	14	4,41	0,242	4,06	cerah	0,98252
	15	5,75	0,264	4,2	cerah	1,1088
	16	5,2	0,286	4,05	cerah	1,1583
	17	3,08	0,169	2,74	cerah	0,46306
	18	2,88	0,158	2,37	cerah	0,37446
	19	0	0	0	cerah	0
	20	0	0	0	cerah	0
	21	0	0	0	cerah	0
	22	0	0	0	cerah	0
	23	0	0	0	cerah	0
	24	0	0	0	cerah	0
	1	2,01	0,111	2,03	cerah	0,22533
	2	1,45	0,079	0,27	cerah	0,02133
	3	0,69	0,037	0,22	cerah	0,00814
	4	0	0	0	cerah	0
	5	0	0	0	cerah	0
	6	0	0	0	cerah	0
	7	0	0	0	cerah	0
	8	0,21	0,011	0,42	cerah	0,00462
	9	2,06	0,113	0,76	cerah	0,08588
21.05.2022	10	1,82	0,101	1,49	mendung	0,15049
	11	2,78	0,152	2,55	hujan kecil	0,3876
	12	3,46	0,191	1,66	hujan kecil	0,31706
	13	3,11	0,171	2,9	hujan	0,4959
	14	2,67	0,146	2,92	cerah	0,42632
	15	2,93	0,161	2,79	cerah	0,44919
	16	2,17	0,119	1,72	cerah	0,20468
	17	2,30	0,126	1,93	cerah	0,24318
	1	0	0	0	cerah	0
	2	0	0	0	cerah	0
	3	0	0	0	cerah	0
22.05.2022	4	0	0	0	cerah	0
	5	0	0	0	cerah	0
	6	1,64	0,091	1,67	cerah	0,15197

	7	2,54	0,139	2,2	cerah	0,3058
	8	1,9	0,104	1,77	cerah	0,18408
	9	3,65	0,21	3,51	cerah	0,7371
	10	4,18	0,229	4,4	cerah	1,0076
	11	3,95	0,217	3,43	mendung	0,74431
	12	4,6	0,253	4,77	mendung	1,20681
	13	3,73	0,205	3,75	hujan	0,76875
	14	3,73	0,205	3,75	hujan	0,76875
	15	5,02	0,276	4,39	hujan	1,21164
	16	3,08	0,169	2,78	cerah	0,46982
	17	3,01	0,165	2,1	cerah	0,3465
	18	0	0	0	cerah	0
	19	0	0	0	cerah	0
	20	0	0	0	cerah	0
	21	0	0	0	cerah	0
	22	0	0	0	cerah	0
	23	0	0	0	cerah	0
	24	0	0	0	cerah	0
23.05.2022	1	0	0	0	cerah	0
	2	0	0	0	cerah	0
	3	0	0	0	cerah	0
	4	0	0	0	cerah	0
	5	0	0	0	cerah	0
	6	0	0	0	cerah	0
	7	1,93	0,106	1,77	cerah	0,18762
	8	2,22	0,122	3,1	cerah	0,3782
	9	3,06	0,168	3,94	cerah	0,66192
	10	3,61	0,198	4,86	cerah	0,96228
	11	5,22	0,287	5,6	cerah	1,6072
	12	4,46	0,245	4,07	cerah	0,99715
	13	4,85	0,266	6	cerah	1,596
	14	4,62	0,254	4,74	cerah	1,20396
	15	6,09	0,334	5	cerah	1,67
	16	4,51	0,248	4,4	cerah	1,0912
	17	4,52	0,248	4,4	cerah	1,0912
	18	0	0	0	cerah	0
	19	0	0	0	cerah	0
	20	0	0	0	cerah	0
	21	0	0	0	cerah	0
	22	0	0	0	cerah	0
	23	0	0	0	cerah	0
	24	0	0	0	cerah	0

Dari tabel tersebut dapat di lihat bahwa kecepatan angin yang melewati pembangkit sangat fluktuatif atau tidak menentu. Ini menyebabkan besar nilai arus dan tegangan yang di dihasilkan oleh pembangkit bervariasi.

Pengujian efisiensi pembangkit

Kemudian pembangkit di hubungkan dengan beban listrik berupa lampu 30W dan baterai dengan kapasitas 50Ah sebagai media penyimpanan daya yang dihasilkan pembangkit. Lalu di lakukan pengujian beban dan pengisian daya selama 12 jam dengan hasil sebagai berikut

Waktu	Tanggal	Tegangan - Pembangkit (V)	Arus - Pembangkit (mAmp)	Daya - Pembangkit (W)	Kecepatan Angin (m/s)	Tegangan Baterai	Arus Baterai	Daya Baterai
0:00	13-07-22	0.4	0.9	0	0	0.02	-1	0
0:30	14-07-22	0.39	0.7	0	0.18	0.02	-1.2	0
1:00	14-07-22	0.38	0.8	0	1.08	12.5	-43.4	-0.54
1:30	14-07-22	0.54	1	0	0.88	12.5	-28	-0.35
2:00	14-07-22	0.44	1	0	0	12.5	-36.1	-0.45
2:30	14-07-22	0.38	0.7	0	0	12.49	-29.3	-0.37
3:00	14-07-22	0.39	0.9	0	0	12.5	-30.9	-0.39
3:30	14-07-22	0.38	0.8	0	0.38	12.5	-42.9	-0.54
4:00	14-07-22	0.44	0.6	0	0	12.49	-28.9	-0.36
4:30	14-07-22	0.46	0.7	0	0.85	12.49	-33.1	-0.41
5:00	14-07-22	0.41	0.9	0	0	0.02	-1.3	0
5:30	14-07-22	0.4	1.1	0	0	0.02	-1.3	0
6:00	14-07-22	0.41	0.8	0	0	0.01	-1.2	0
6:30	14-07-22	0.41	0.7	0	0	0.01	-1.1	0
7:00	14-07-22	0.4	0.8	0	0	0.02	-1.3	0
7:30	14-07-22	0.4	0.5	0	0.11	0.02	-1	0
8:00	14-07-22	0.42	0.7	0	0.47	0.02	-1.3	0
8:30	14-07-22	0.43	0.5	0	0	0.02	-1.3	0
9:00	14-07-22	2.42	1.1	0	1.19	12.58	-47	-0.59
9:30	14-07-22	0.73	1	0	1.21	12.57	-44.1	-0.55

10:00	14-07-22	0.56	1	0	2.27	12.57	-39	-0.49
10:30	14-07-22	1.34	0.7	0	1.98	12.56	-41.9	-0.53
11:00	14-07-22	1.82	1.1	0	1.3	12.56	-35.1	-0.44
11:30	14-07-22	0.53	1	0	1.88	12.56	-35.4	-0.44
12:00	14-07-22	1.67	1	0	1.51	12.56	-43.2	-0.54
12:30	14-07-22	1.42	0.6	0	2.27	12.55	-43.7	-0.55
13:00	14-07-22	2.38	1.2	0	1.65	12.55	-43.4	-0.54
13:30	14-07-22	2.67	2.1	0.01	2.92	12.55	-42.2	-0.53
14:00	14-07-22	1.2	0.7	0	2.35	12.55	-44.2	-0.55
14:30	14-07-22	1.94	0.9	0	2.45	12.55	-34.9	-0.44
15:00	14-07-22	2.67	1.9	0.01	2.2	12.54	-43.5	-0.55
15:30	14-07-22	2.21	0.7	0	3.45	12.54	-39.7	-0.5
16:00	14-07-22	1.73	1	0	2.95	12.54	-34.4	-0.43
16:30	14-07-22	1.54	0.7	0	2.99	12.53	-27.3	-0.34
17:00	14-07-22	2.37	0.9	0	1.73	12.53	-26.2	-0.33
17:30	14-07-22	1.66	0.7	0	1.74	12.53	-34.7	-0.43
18:00	14-07-22	0.39	0.6	0	2.37	12.52	-26.7	-0.33
18:30	14-07-22	0.52	1	0	1.21	12.52	-38.9	-0.49
19:00	14-07-22	0.42	0.9	0	1.26	12.52	-40.3	-0.5
19:30	14-07-22	0.42	0.7	0	0.85	12.52	-38.2	-0.48
20:00	14-07-22	0.38	0.7	0	0	12.52	-40.6	-0.51
20:30	14-07-22	0.4	0.6	0	1.18	12.51	-42.4	-0.53
21:00	14-07-22	0.41	0.7	0	0.94	12.51	-46.8	-0.59
21:30	14-07-22	0.38	0.7	0	0	12.5	-31.8	-0.4
22:00	14-07-22	0.62	0.9	0	0.39	12.51	-43.3	-0.54
22:30	14-07-22	0.38	0.8	0	0	12.5	-37.1	-0.46
23:00	14-07-	0.84	0.7	0	0.63	12.5	-34.1	-0.43

	22							
23:30	14-07-22	0.38	1	0	0	12.5	-42.7	-0.53
0:00	15-07-22	0.38	0.9	0	0.28	12.5	-31.3	-0.39

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, kemudian dapat di cari nilai persentase efisiensi dengan mengambil nilai rata-rata dari tegangan dan arus yang telah di data dengan menggunakan rumus:

$$\bar{I} = \frac{\sum I}{n}$$

Dimana:

\bar{I} = mean arus pembangkit

$\sum I$ = jumlah seluruh arus pembangkit

n = jumlah data arus pembangkit

$$\bar{I} = \frac{42.6 \text{ A}}{49} = 0.869 \text{ A}$$

$$\bar{V} = \frac{\sum V}{n}$$

Dimana:

\bar{V} = mean tegangan pembangkit

$\sum V$ = jumlah seluruh tegangan pembangkit

n = jumlah data arus pembangkit

$$\bar{V} = \frac{44.26 \text{ V}}{49} = 0.903 \text{ V}$$

Setelah didapat nilai rata-rata arus dan tegangan yang dihasilkan pembangkit, dapat di cari persentase efisiensi pembangkit dengan menggunakan rumus:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

Dimana:

η = nilai efisiensi pembangkit

P_{out} = besar daya yang di hasilkan pembangkit

P_{in} = besar daya yang di butuhkan beban

$$\begin{aligned} P_{out} &= \bar{V} \times \bar{I} \\ &= 0.903 \times 0.869 \\ &= 0.784 \text{ W} \end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{0.784 \text{ W}}{30 \text{ W}} \times 100\% \\ \eta &= 0.0261 \times 100\% \\ \eta &= 2.61\% \end{aligned}$$

KESIMPULAN

Kemampuan pembangkitan dari pembangkit listrik tenaga bayu yang sudah dibuat tidak efisien. Dari total tegangan, arus, dan daya yang digunakan untuk mengoperasikan beban lampu 30W selama 12 jam tegangan, arus dan daya yang dihasilkan oleh pembangkit masih kurang untuk melakukan pengisian daya dan pengoperasian komponen-komponen elektronika yang digunakan pada alat yang sudah dibuat. Hal tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang peneliti dapat ambil:

1. Kecepatan angin yang berada pada lokasi penelitian sangat minim sehingga tidak cukup untuk menggerakkan turbin angin untuk memutar generator secara konstan.
2. Pembangkit yang digunakan memiliki defect(cacat) atau kerusakan yang tidak disadari pada saat melakukan penelitian sehingga kapasitas pembangkitan listrik tidak sesuai dengan yang diharapkan

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, M., Harahap, P., & Nasution, M. R. (2019). Analisa Pengaruh Perubahan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) Terhadap Daya Yang Dihasilkan Generator Dc. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi)*, 30-36.
- Edriati, S., Husnita, L., Amir, E., Samudra, A. A., & Kamil, N. (2021). Penggunaan Mit App Inventor untuk Merancang Aplikasi Pembelajaran Berbasis Android. *E-DIMAS: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 12(4), 652-657.
- Fadillah, R. Z., & dkk. (2021). Perbandingan Penggunaan Panel Surya dan Turbin Angin dalam Implementasi Energi Baru Terbarukan (EBT) di Lingkungan Universitas Pertamina. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 22(1), 029-037.
- Hidayatullah, N. A., & Ningrum, H. N. (2016). Optimalisasi Daya Pembangkit Listrik Tenaga Angin Turbin Sumbu Horizontal dengan Menggunakan Metode Maximum Power Point Tracker. *Journal of Electrical Electronic Control and Automotive Engineering (JEECAE)*, 1(1), 7-12.
- Kurniasari, B. (2017). ANALISA EFISIENSI TURBIN GENERATOR BERDASARKAN KUALITAS DAYA PADA PLTU PABRIK GULA MADUKISMO. *Jurnal Elektrikal*, 4(2), 20-27.
- Lestari, I. (2019, Agustus 20). *Anemometer: Pengertian – Jenis – Cara Kerja Anemometer*. Retrieved from ilmugeografi.com: <https://ilmugeografi.com/geografi-teknik/anemometer>
- Maulana, V. A. (2020). RANCANG BANGUN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK HYBRID SOLAR CELL DAN TURBIN ANGIN VERTIKAL MODEL DARRIEUS TIPE H DI PESISIR PANTAI TAMBAN KABUPATEN MALANG. *Jurnal Teknik Mesin (JTM) Unesa*, 08(01), 111-118.
- Nuryogi, M., & Subiyanto. (2019). Performa Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Terhubung Grid Pada Pembebanan Dinamis. *Edu ElektriKa*, 8(2), 64-70.

Suprianto, & Siregar, M. F. (2020). ANALISIS EFISIENSI PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA. *JESCE (Journal of Electrical and System Control Engineering)*, 4(1), 1-10.