

**EVALUASI KINERJA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
SURYA *HYBRID* PADA GEDUNG *CENTRE OF EXCELLENCE*
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Teknik Program Studi Teknik Elektro



Disusun oleh:

Agung Febriana Hernawan

E.5051.1900151

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2023

**EVALUASI KINERJA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
SURYA *HYBRID* PADA GEDUNG *CENTRE OF EXCELLENCE*
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

Oleh :

Agung Febriana Hernawan

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik Elektro pada Program Studi S1 Teknik Elektro

© Agung Febriana Hernawan
Universitas Pendidikan Indonesia
Juli 2023

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian
Dengan dicetak ulang, di *fotocopy*, atau cara lain tanpa izin dari penulis

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

AGUNG FEBRIANA HERNAWAN

E.5051.1900151

**EVALUASI KINERJA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
SURYA *HYBRID* PADA GEDUNG *CENTRE OF EXCELENT*
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Dosen Pembimbing I



Dr. Elih Mulyana, M.Si.
NIP. 19640417 199202 1 001

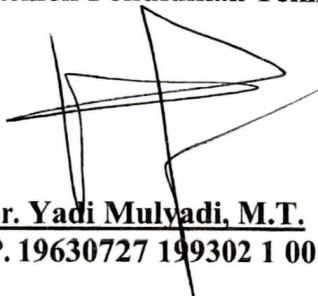
Dosen Pembimbing II



Dr. Bambang Trisno, MSIE.
NIP. 19610309 198610 1 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro



Dr. Yadi Mulyadi, M.T.
NIP. 19630727 199302 1 001

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Hybrid* yang terdiri atas PLTS 5,35 KwP dan PLTB 2 KW merupakan salah satu pembangkit listrik yang dibangun di lingkungan kampus Universitas Pendidikan Indonesia, digunakan sebagai salah satu energi alternatif untuk memenuhi kebutuhan listrik berupa lampu sebanyak 54 buah dengan total daya sebesar 624 Watt di Gedung *Centre of Excellence* (CoE). Sejak dilakukan pembangunan PLTS *Hybrid*, belum banyak diketahui potensi produksi daya listrik yang dihasilkan, performa masing-masing pembangkit serta seberapa besar pengaruh produksi daya listrik terhadap konsumsi beban listrik harian. Sehingga diperlukan adanya evaluasi untuk mengetahui seberapa efektif kinerja sistem serta kendala-kendala yang terjadi pada PLTS *Hybrid*. Untuk mengetahui kinerja dari PLTS *Hybrid*, maka dilakukan observasi dengan cara pengukuran secara langsung dilapangan serta dilakukan analisa data perhitungan produksi daya, efisiensi dan pengaruh produksi daya yang dihasilkan terhadap penggunaan beban listrik. Hasilnya performa PLTS 18,52% dengan rata-rata harian intensitas radiasi matahari sebesar 518,22 W/m², dan menghasilkan produksi daya listrik sebesar 659,91 watt, mampu untuk memenuhi kebutuhan konsumsi beban listrik harian selama 11 jam pemakaian. Adapun performa PLTB 25,9, % dengan rata-rata harian kecepatan angin sebesar 2,2 m/s dan menghasilkan rata-rata produksi daya listrik harian selama 11 jam sebesar 12,89 watt belum mampu untuk memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pemakaian beban listrik yang digunakan.

Kata kunci : PLTS *Hybrid*, Performa, Produksi daya

ABSTARCT

Hybrid Solar Power Plant consisting of 5.35 KwP PLTS and 2 KW PLTB is one of the power plants built on the campus of Universitas Pendidikan Indonesia, which is used as an alternative energy to meet the electricity needs of 624 Watts in the Center of Excellent (CoE) Building. Since the construction of PLTS Hybrid, not much has been known about the potential production of electric power generated, the performance of each plant and how much influence the production of electric power has on daily electricity load consumption. So an evaluation is needed to find out how effective the system performance is and the constraints that occur in Hybrid Solar Power Plant. To find out the performance of a hybrid solar power plant, observations are made by means of direct measurements in the field, and calculations of power production, efficiency, and the effect of the resulting power production on the use of electrical loads are carried out. The result is that the performance of PLTS is 18,52% with a daily average power production of 659.91 watts capable of meeting the needs of daily electricity load consumption for 11 hours of use, while the performance of 3,77% PLTB with a daily average power production of 0.0871 watts has not been able to have a significant effect on the use of the electric load used.

Keywords: Hybrid Solar Power Plant, Performance, Power Production

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTARCT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Struktur Organisasi Skripsi	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1. Rekonfigurasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya	6
2.1.1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya <i>On Grid</i>	6
2.1.2. Pembangkit Listrik Tenaga Surya <i>Off Grid</i>	7
2.1.3. Pembangkit Listrik Tenaga Surya <i>Hybrid</i>	7
2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Surya	8
2.2.1. Energi Surya.....	9
2.2.2. Sel surya	10
2.2.3. Jenis Panel Surya	12
2.2.4. Instalasi Modul Panel Surya	13
2.2.5. Hubungan Satuan <i>Wattpeak</i> dan <i>Watt</i>	16
2.2.6. Performansi	17
2.3. Pembangkit Listrik Tenaga Bayu	18
2.3.1. Energi Angin	19
2.3.2. Turbin angin	20
2.3.3. Ekor Turbin	21

2.3.4. Wind Turbin Controller (WTC).....	21
2.3.5. Performansi PLTB	22
2.4. Inverter <i>Hybrid</i>	22
2.4.1. Performansi Inverter.....	23
2.5. Baterai	24
2.5.1. Performansi Baterai.....	25
BAB III METODE PENELITIAN	26
3.1. Desain Penelitian	26
3.2. Lokasi dan Objek Peneliti	Error! Bookmark not defined.
3.3. Metode Pengumpulan Data	27
3.4. Data Lapangan.....	28
3.4.1. Beban Listrik PLTS <i>Hybrid</i>	28
3.4.2. Single Line Diagram PLTS Hybrid.....	28
3.4.3. Spesifikasi PLTS	29
3.4.4. Spesifikasi PLTB	30
3.4.5. Spesifikasi Inverter.....	30
3.4.6. Spesifikasi Baterai.....	31
3.5. Alat Ukur	31
3.5.1. Solar Power Meter.....	31
3.5.2. Tang Ampere.....	32
3.5.3. Anemometer	32
3.6. Prosedur Penelitian	33
3.6.1. Pengukuran Intensitas Radiasi Matahari	33
3.6.2. Pengukuran Kecepatan Angin.....	35
3.6.3. Pengukuran Produksi Daya PLTS.....	35
3.6.4. Pengukuran Produksi Daya PLTB	36
3.6.5. Pengukuran Arus masuk dan Arus keluar baterai	37
3.7. Analisis Data	38
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	40
4.1. Temuan Penelitian	40
4.1.1. Produksi Daya PLTS <i>Hybrid</i>	40
4.1.2. Performansi PLTS <i>Hybrid</i>	49

4.1.3. Pengaruh produksi daya PLTS <i>Hybrid</i> terhadap beban listrik.....	51
4.2. Pembahasan Penelitian	52
4.2.1. Analisis Produksi daya PLTS <i>Hybrid</i>	53
4.2.2. Analisis Performansi PLTS <i>Hybrid</i>	55
4.2.3. Analisis Pengaruh produksi daya PLTS <i>Hybrid</i> terhadap beban	57
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI	57
5.1. Simpulan.....	59
5.2. Implikasi	59
5.3. Rekomendasi	60
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN.....	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rekonfigurasi PLTS <i>On Grid</i>	6
Gambar 2.2 Rekonfigurasi PLTS <i>Off Grid</i>	7
Gambar 2.3 Rekonfigurasi PLTS <i>Hybrid</i>	8
Gambar 2.4 PLTS atap Gedung CoE UPI.....	9
Gambar 2.5 Pancaran Radiasi Matahari.....	9
Gambar 2.6 Penyebaran Radiasi Matahari Indonesia	10
Gambar 2.7 Tipe <i>Polycrystalline</i>	12
Gambar 2.8 Tipe <i>Monocrystalline</i>	13
Gambar 2.9 Tipe Konsentrat	13
Gambar 2.10 Rangkaian seri panel surya.....	14
Gambar 2.11 Rangkaian seri ketika terkena <i>shading</i>	15
Gambar 2.12 Rangkaian paralel panel surya.....	15
Gambar 2.13 Rangkaian Paralel ketika terkena <i>shading</i>	16
Gambar 2.14 PLTB dilingkungan Gedung CoE UPI.....	19
Gambar 2.15 Jenis turbin yang digunakan pada PLTB.....	21
Gambar 2.16 Tampak Atas ekor turbin.....	21
Gambar 2.17 Tampak samping ekor turbin.....	21
Gambar 2.18 Inverter <i>Hybrid</i>	23
Gambar 2.19 Baterai	24
Gambar 3.1 Prosedur Penelitian.....	26
Gambar 3.2 Lokasi Penelitian	27
Gambar 3.3 <i>Single Line Diagram</i> PLTS <i>Hybrid</i>	29
Gambar 3.4 Solar Power Meter.....	32
Gambar 3.5 Tang ampere	32
Gambar 3.6 Anemometer	33
Gambar 3.7 Prosedur Pengukuran Intensitas Radiasi Matahari.....	34
Gambar 3.8 Prosedur Pengukuran Kecepatan Angin.....	35
Gambar 3.9 Prosedur Pengukuran Produksi Daya PLTS.....	36

Gambar 3.10	Prosedur Pengukuran Produksi Daya PLTB	37
Gambar 3.11	Prosedur Pengukuran Arus Baterai	38
Gambar 3.12	Diagram Analisis Pengolahan Data.....	39
Gambar 4.1	Grafik data intensitas radiasi matahari tanggal 5 mei 2023	41
Gambar 4.2	Grafik data produksi daya PV tanggal 5 mei 2023	41
Gambar 4.3	Grafik data rata rata intensitas radiasi matahari selama 7 hari.....	43
Gambar 4.4	Grafik data rata rata produksi daya PLTS selama 7 hari.....	43
Gambar 4.5	Grafik Kecepatan Angin 5 Mei 2023	45
Gambar 4.6	Grafik produksi daya PLTB 5 Mei 2023.....	45
Gambar 4.7	Grafik rata-rata kecepatan angin selama 7 hari.....	46
Gambar 4.8	Grafik rata-rata produksi daya PLTB selama 7 hari	46
Gambar 4.9	Grafik arus masuk dan arus keluar	48
Gambar 4.10	Grafik kapasitas Baterai	48
Gambar 4.11	Grafik hasil pengukuran tegangan inverter	49
Gambar 4.12	Perbandingan daya PV terhadap konsumsi beban.....	51
Gambar 4.13	Perbandingan produksi daya PLTB terhadap konsumsi beban	52

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Modul Panel Surya	29
Tabel 3.2 Spesifikasi PLTB	30
Tabel 3.3 Spesifikasi Inverter	30
Tabel 3.4 Spesifikasi SCC	30
Tabel 3.5 Spesifikasi Baterai	31
Tabel 4.1 Intensitas radiasi matahari dan produksi daya PLTS 7 Mei 2023	40
Tabel 4.2 Rata-rata daya dan intensitas radiasi matahari selama 7 hari.....	42
Tabel 4.3 Daya dan kecepatan angin tanggal 5 mei 2023.....	44
Tabel 4.4 Rata-rata daya dan kecepatan angin selama 7 hari	45
Tabel 4.5 Arus masuk dan Arus keluar pada baterai	47
Tabel 4.6 <i>Output</i> Inverter.....	49

DAFTAR PUSTAKA

- Afolabi, T., & Farzaneh, H. (2023). Optimal Design and Operation of an Off-Grid Hybrid Renewable Energy System in Nigeria's Rural Residential Area, Using Fuzzy Logic and Optimization Techniques. *Sustainability (Switzerland)*, *15*(4). <https://doi.org/10.3390/su15043862>
- Aghaei, M., Fairbrother, A., Gok, A., Ahmad, S., Kazim, S., Lobato, K., Oreski, G., Reinders, A., Schmitz, J., Theelen, M., Yilmaz, P., & Kettle, J. (2022). Review of degradation and failure phenomena in photovoltaic modules. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *159*(February), 112160. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112160>
- Almora, O., Baran, D., Bazan, G. C., Cabrera, C. I., Erten-Ela, S., Forberich, K., Guo, F., Hauch, J., Ho-Baillie, A. W. Y., Jacobsson, T. J., Janssen, R. A. J., Kirchartz, T., Kopidakis, N., Loi, M. A., Lunt, R. R., Mathew, X., McGehee, M. D., Min, J., Mitzi, D. B., ... Brabec, C. J. (2023). Device Performance of Emerging Photovoltaic Materials (Version 3). *Advanced Energy Materials*, *13*(1). <https://doi.org/10.1002/aenm.202203313>
- Anggara, I. W. G. A., Kumara, I. N. S., & Giriantari, I. A. D. (2014). Studi Terhadap Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1,9 Kw Di Universitas Udayana Bukit Jimbaran. *E-Journal SPEKTRUM Vol. 1, No. 1, 1*(1), 118–122.
- Anwar, D. N., Ramdani, S. D., Fawaid, M., Abdillah, H., & Nurtanto, M. (2021). Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Tipe Hawt 3 Propeler Sebagai Media Pembelajaran: Konseptual Konversi Energi. *Steam Engineering*, *2*(2), 65–72.
- Apridialianti Melkias, A., & Yulianto, B. (2015). Analisis Evaluasi Kinerja “Solar Cell-Hybrid Off Grid” 18 kWp Gedung Lab.Surya-Teknik Konversi Energi POLBAN. *Industrial Research and National Seminar*.
- Atmadi, S., & Fitroh, A. J. (2007). Rancangan Sistem Orientasi Ekor Turbin Angin 50 kW. *Penelitian Pusat Teknologi Terapan, LAPAN*, *5*, 113–117.
- Ayu, F., Sugiono, F., Diah Larasati, P., Eriko, D., & Karuniawan, A. (2022). Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya Terhadap Potensi Pemanfaatan

- Plts Rooftop Di Bengkel Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang. *Jre*, 01(01), 1–8. <https://www.helioscope.com/>
- Bachtiar, A., & Hayyatul, W. (2018). Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 7(1), 34–45. <https://doi.org/10.21063/jte.2018.3133706>
- Barzola-Monteses, J., & Espinoza-Andaluz, M. (2019). Performance analysis of hybrid solar/H₂/battery renewable energy system for residential electrification. *Energy Procedia*, 158, 9–14. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.01.024>
- Bayuaji Kencana, Budi Prasetyo, Hanny Berchmans, Imas Agustina, Puteri Myrasandri, Raymond Bona, Richard Randy Panjaitan, & Winne. (2018). Panduan Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat. *Indonesia Clean Energy Development II, November*, 68.
- Cai, Y., Li, Q., Lu, G., Ryu, H. S., Li, Y., Jin, H., Chen, Z., Tang, Z., Lu, G., Hao, X., Woo, H. Y., Zhang, C., & Sun, Y. (2022). Vertically optimized phase separation with improved exciton diffusion enables efficient organic solar cells with thick active layers. *Nature Communications*, 13(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-29803-6>
- Cespedes, A. J. J., Pangestu, B. H. B., Hanazawa, A., & Cho, M. (2022). Performance Evaluation of Machine Learning Methods for Anomaly Detection in CubeSat Solar Panels. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(17). <https://doi.org/10.3390/app12178634>
- Colelli, F. Pietro, Witkop, D., De Cian, E., & Tavoni, M. (2021). Power systems' performance under high renewables' penetration rates: A natural experiment due to the COVID-19 demand shock. *Environmental Research Letters*, 16(6). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abfba2>
- Ding, Z., Hou, H., Yu, G., Hu, E., Duan, L., & Zhao, J. (2019). Performance analysis of a wind-solar hybrid power generation system. *Energy Conversion and Management*, 181(September 2018), 223–234. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.11.080>

- Fran, A., Assistance, T., Fund, S., Pv, P. L. N., Workshop, P., Appendix, S., Fgd, R. I., Appendix, C. P., Fgd, R. I., & Gaps, F. (2018). *Republic of Indonesia : Sustainable and Inclusive. January.*
- Jamil, I., Lucheng, H., Habib, S., Aurangzeb, M., Ahmed, E. M., & Jamil, R. (2023). Performance evaluation of solar power plants for excess energy based on energy production. *Energy Reports*, 9, 1501–1534. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.12.081>
- Kennedy, K. M., Ruggles, T. H., Rinaldi, K., Dowling, J. A., Duan, L., Caldeira, K., & Lewis, N. S. (2022). The role of concentrated solar power with thermal energy storage in least-cost highly reliable electricity systems fully powered by variable renewable energy. *Advances in Applied Energy*, 6(March), 100091. <https://doi.org/10.1016/j.adapen.2022.100091>
- Lau, K. Y., Yousof, M. F. M., Arshad, S. N. M., Anwari, M., & Yatim, A. H. M. (2010). Performance analysis of hybrid photovoltaic/diesel energy system under Malaysian conditions. *Energy*, 35(8), 3245–3255. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.04.008>
- Layadi, T. M., Champenois, G., Mostefai, M., Colak, I., & Kayisli, K. (2023). Design of sustainable multi-source power systems using lithium batteries. *Journal of Energy Storage*, 60(April).
- López-Romero, M. Á., & Santos Peñas, M. (2023). A Positive Position Feedback controller for vibration control of wind turbines. *Energy Reports*, 9, 1342–1353. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.12.047>
- Malbaza, P., Maikano, B., Saidou, M., & Makinta, B. (2023). *Performance Ratio and Loss Analysis for a Grid-Connected Solar Photovoltaic System : Case of the 7MW*. 13(1), 38–45. <https://doi.org/10.9734/JENRR/2023/v13i1256>
- Manjrekar, M., & Lipo, T. (1998). Hybrid multilevel inverter topology for drive applications. *Conference Proceedings - IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition - APEC*, 2, 523–529. <https://doi.org/10.1109/apec.1998.653825>
- MUTTAQIN, R. (2017). Analisa Performansi Dan Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Departemen Teknik Fisika Fti-Its. *Tf 141581*, 1–120.

- Nowak, M. J., Brelik, A., Oleńczuk-Paszal, A., Śpiewak-Szyjka, M., & Przedańska, J. (2023). Spatial Conflicts concerning Wind Power Plants—A Case Study of Spatial Plans in Poland. *Energies*, *16*(2), 1–20. <https://doi.org/10.3390/en16020941>
- Pescetelli, S., Agresti, A., Viskadourous, G., Razza, S., Rogdakis, K., Kalogerakis, I., Spiliarotis, E., Leonardi, E., Mariani, P., Sorbello, L., Pierro, M., Cornaro, C., Bellani, S., Najafi, L., Martín-García, B., Del Rio Castillo, A. E., Oropesa-Nuñez, R., Prato, M., Maranghi, S., ... Di Carlo, A. (2022). Integration of two-dimensional materials-based perovskite solar panels into a stand-alone solar farm. *Nature Energy*, *7*(7), 597–607. <https://doi.org/10.1038/s41560-022-01035-4>
- Pindado, S., Cubas, J., & Sorribes-Palmer, F. (2014). The cup anemometer, A fundamental meteorological instrument for the wind energy industry. Research at the IDR/UPM institute. In *Sensors (Switzerland)* (Vol. 14, Issue 11). <https://doi.org/10.3390/s141121418>
- Rachmi, A., Prakoso, B., Hanny Berchmans, Devi Sara, I., & Winne. (2020). Panduan Perencanaan dan Pemanfaatan PLTS atap di Indonesia. *PLTS Atap*, 94.
- Rahman, A., Dargusch, P., & Wadley, D. (2021). The political economy of oil supply in Indonesia and the implications for renewable energy development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *144*(March), 111027. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111027>
- Rusiana Iskandar, H., Beby Elysees, C., Ridwanulloh, R., Charisma, A., Yuliana, H., Elektro, J. T., Teknik, F., Jenderal, U., Yani, A., Terusan, J., & Sudirman, J. (2021). Analisis Performa Baterai Jenis Valve Regulated Lead Acid Pada PLTS Off-Grid 1 KWP. *Jurnal Teknologi*, *13*(2), 1–12. <https://dx.doi.org/10.24853/jurtek.13.2.129-140>
- Shang, Y., Zheng, W., Yan, X., Nguyen, D. H., & Jian, L. (2023). Predicting the state of health of VRLA batteries in UPS using data-driven method. *Energy Reports*, *9*, 184–190. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.04.264>

- Soeripno MS, & Ibrochim, M. (2009). Analisa Potensi Energi Angin Dan Estimasi Energi Output Turbin Angin Di Lebak Banten. *Jurnal Teknologi Dirgantara*, 1(Juni), 51–59.
- Subrahmanyam, J. B. V., Alluvada, P., Bandana, ., Bhanupriya, K., & Shashidhar, C. (2012). Renewable Energy Systems: Development and Perspectives of a Hybrid Solar-Wind System. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 2(1), 177–181. <https://doi.org/10.48084/etasr.104>
- Sudhakar, P., Kamble, N. K., K, G., Turukmane, A. V., Perli, S. B., & P, J. (2023). Faulty diagnostics model for wind power plant application using AI. *Measurement: Sensors*, 25(November 2022),
- Suparwoko, & Qamar, F. A. (2022). Techno-economic analysis of rooftop solar power plant implementation and policy on mosques: an Indonesian case study. *Scientific Reports*, 12(1), 1–18. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-08968-6>
- Svoboda, V., Doering, H., & Garche, J. (2005). The influence of fast charging on the performance of VRLA batteries. *Journal of Power Sources*, 144(1), 244–254. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2004.12.026>
- Taha, Y. K. I. (2023). Pembangkit Listrik Kota Gaza dengan Menggunakan HOMER PRO Software
- Timothy. (2018). Renewable energy sources: A variable choice. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 8–20.
- Ummah, H. F., Setiati, R., Dadi, Y. B. V., Ariq, M. N., & Malinda, M. T. (2021). Solar energy as natural resource utilization in urban areas: Solar energy efficiency literature review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 780(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/780/1/012007>
- Utomo, N., Johan, H., & Wardana, R. W. (2023). Analisis Potensi Daya Listrik dari Cahaya Matahari Menggunakan Panel Surya Jenis Polycristaline di Kawasan Pesisir dan Dataran Tinggi Provinsi Bengkulu. 5(3), 181–186.
- Yadav, S. K., & Bajpai, U. (2018). Performance evaluation of a rooftop solar photovoltaic power plant in Northern India. *Energy for Sustainable Development*, 43, 130–138. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2018.01.006>

- Amrullayev, B. B. (2022). *Analysis of the Operation Process of Accumulator Battery Charging and Accumulator Battery Charge Control Unit from Solar Panel*. Scientific Journal Impact Factor.
- Fitra Madani, L. R. (2018). Pemanfaatan Energi Surya sebagai Suplai Cadangan pada Ruangan Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Makasar.
- Hau, E. (2006). *Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Application, Economics*.
- M. Achmad Ali Fikri, S. A. (2022). Analisis Intensitas Radiasi Terhadap Lama Penyinaran Matahari dengan Parameter Cuaca Serta Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Kota Medan.
- Moulebe, L. P. (2022). Simulation And Design Of An Energy Accumulator Around The Hydrogen Energy Vector. *Acta Innovations*.
- Pulfrey, D. L. (1978). *Photovoltaic power generation*. New York: New York : Van Nostrand Reihold Co.
- Ramadhan, M. R. (2021). Evaluasi Perancangan Instalasi Listrik Pada Gedung Centre of Excellent (CoE) Universitas Pendidikan Indonesia . *Repository.upi.edu*.
- Tony Koerniawan, A. W. (2018). Kajian Sistem Kinerja PLTS Off-Grid 1 kWp di STT-PLN. *Jurnal Energi & Kelistrikan*.
- Yuwono, B. (2005). Optimasi Panel Sel Surya dengan Menggunakan Sistem Pelacak Berbasis Mikrokontroler AT89C51.
- Shahzad, U. (2012). The Need For Renewable Energy Sources Umair. *Information Technology & Electrical Engineering*, 0-2.