

**DESAIN OPTIMAL SISTEM ENERGI TERBARUKAN HIBRIDA YANG
BERDIRI SENDIRI UNTUK MEWUJUDKAN DESA MANDIRI ENERGI**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi syarat dalam mendapatkan gelar sarjana pada
Program Studi Teknik Elektro



Oleh :

Moch Ihsan Pauji

E.5051.1902255

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2023**

**DESAIN OPTIMAL SISTEM ENERGI TERBARUKAN HIBRIDA YANG
BERDIRI SENDIRI UNTUK MEWUJUDKAN DESA MANDIRI ENERGI**

Oleh
Moch Ihsan Pauji

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

© Moch Ihsan Pauji
Universitas Pendidikan Indonesia
Juni 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

MOCH IHSAN PAUJI

E.5051.1902255

**DESAIN OPTIMAL SISTEM ENERGI TERBARUKAN HIBRIDA YANG
BERDIRI SENDIRI UNTUK MEWUJUDKAN DESA MANDIRI ENERGI**

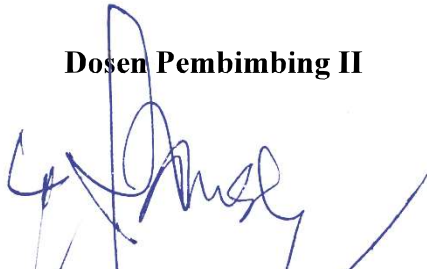
Disetujui dan disahkan oleh pembimbing :

Dosen Pembimbing I



Prof. Dr. Ade Gafar Abdulah, M.Si.
NIP. 19721113 199903 1 001

Dosen Pembimbing II



Dr. Ir. H. Dadang Lukman Hakim, M.T.
NIP. 19610604 198603 1 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Iwan Kustiawan, S.Pd., M.T., Ph. D.
NIP. 19770908 200312 1 002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Desain Optimal Sistem Energi Terbarukan Hibrida Yang Berdiri Sendiri Untuk Mewujudkan Desa Mandiri Energi” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko atau sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Juni 2023

Yang membuat pernyataan,

Moch Ihsan Pauji

NIM. 1902255

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas ridho dan karunianya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Desain Optimal Sistem Energi Terbarukan Hibrida Yang Berdiri Sendiri Untuk Mewujudkan Desa Mandiri Energi”. Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini ialah untuk memenuhi persyaratan dalam meraih gelar Sarjana Teknik di Universitas Pendidikan Indonesia, Fakultas Pendidikan Teknik dan Kejuruan, Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Program Studi S1 Teknik Elektro.

Tidak dapat dipungkiri bahwa butuh disiplin dan usaha yang keras dalam penyusunan karya tulis ini. Akan tetapi, karya ini tidak akan pernah selesai tanpa adanya orang-orang hebat di samping penulis yang tanpa henti mendukung dan membantu penulis dalam proses penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu ucapan terima kasih, penulis sampaikan kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga besar penulis yang tidak henti mendoakan dan juga memberikan segala bentuk dukungan kepada penulis.
2. Bapak Prof.Dr. Ade Gafar Abdullah, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
3. Bapak Dr. Ir. H. Dadang Lukman Hakim, M.T.selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
4. Bapak Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T. selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia.
5. Bapak Iwan Kustiawan. S.Pd., M.T., Ph.D. selaku ketua Program studi Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia.
6. Segenap dosen dan staff Departemen Pendidikan Teknik Elektro yang telah mendidik dan memberikan ilmu kepada penulis.
7. Tim Gaffar Cluster 9.2, Jeje, Novalda, Yusril, Rafli, Dea, Indra, dan Josep yang telah memberikan dukungan dan dorongan untuk senantiasa semangat dalam menyelesaikan pengerjaan skripsi.

8. Keluarga besar pesantren Al Mako, dan keluarga besar Syekhthe (Zulvan, Shafwan, Fikri, Heru, Joseph, Gilang, Rizky, Rafli, Indra, dan Yusril) selaku orang-orang yang sudah penulis anggap sebagai rumah kedua penulis yang selalu memberi dukungan dan bantuan yang sangat bermanfaat.
9. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Allah Subhanahu wa Ta'ala membalas semua kebaikan yang telah membantu penulis dalam proses penyusunan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak lepas dari kesalahan, oleh karena itu dengan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi menyempurnakan skripsi ini. Semoga karya tulis ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak khususnya pada bidang ilmu pengetahuan.

Bandung, Juni 2023

Peneliti

ABSTRAK

Penelitian ini membahas desain optimal dari sistem energi terbarukan hibrida (HRES) menggunakan perangkat lunak Hybrid Optimization Model for Electric Renewable (HOMER) untuk memenuhi kebutuhan listrik rumah tinggal di Kecamatan Rajjua, Kabupaten Sabu Rajjua, Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT). Penelitian ini berfokus pada mode *stand alone* HRES, yang berarti sistemnya tidak terkoneksi dengan jaringan listrik konvensional, sejalan dengan upaya mewujudkan program pemerintah yaitu desa mandiri energi. Tujuan utama penelitian ini adalah merancang desain terbaik HRES yang mengoptimalkan potensi energi dan mengurangi emisi dengan biaya yang rendah. Data sumber daya terbarukan di lokasi penelitian, seperti radiasi matahari dan energi angin, dianalisis menggunakan perangkat lunak HOMER. Komponen HRES yang digunakan mencakup panel surya (PV), turbin angin, dan baterai. Dengan bantuan HOMER sebagai alat optimasi, Hasil optimasi menunjukkan bahwa ukuran optimal komponen utama sistem HRES adalah 1,29 kW untuk PV, 1 kW untuk tenaga angin, 8 kW untuk baterai, dan 0,733 kW untuk konverter. Net Present Cost (NPC) sistem ini sebesar Rp 69.652.774, sedangkan Cost of Electricity (COE) adalah Rp 2.474/kWh, sedikit lebih tinggi dari tarif listrik di Indonesia. Hasil model menunjukkan bahwa pengoperasian sistem HRES ini sangat tergantung pada baterai dan energi surya, mengingat tingginya potensi energi matahari yang ada dan juga hasil penelitian ini bisa membantu dalam mewujudkan desa mandiri energi.

Kata kunci : sistem energi terbarukan hibrida, *stand alone* ,desain optimal, HOMER

ABSTRACT

This research discusses the optimal design of a hybrid renewable energy system (HRES) using the Hybrid Optimization Model for Electric Renewable (HOMER) software to meet the electricity needs of residential houses in Raijua District, Sabu Raijua Regency, Nusa Tenggara Timur (NTT) Province. This research focuses on the stand alone mode of HRES, which means that the system is not connected to the conventional power grid, in line with efforts to realize the government program, namely energy independent villages. The main objective of this research is to design the best HRES design that optimizes energy potential and reduces emissions at a low cost. Renewable resource data at the study site, such as solar radiation and wind energy, were analyzed using HOMER software. The HRES components used include solar panels (PV), wind turbines, and batteries. With the help of HOMER as an optimization tool, the optimization results show that the optimal size of the main components of the HRES system is 1.29 kW for PV, 1 kW for wind power, 8 kW for batteries, and 0.733 kW for converters. The Net Present Cost (NPC) of the system is Rp 69,652,774, while the Cost of Electricity (COE) is Rp 2,474/kWh, slightly higher than the electricity tariff in Indonesia. The model results show that the operation of this HRES system is highly dependent on batteries and solar energy, given the high potential of solar energy available and also the results of this study can contribute to realizing an independent village.

Keywords: HRES, stand-alone, optimal design, HOMER

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Struktur Organisasi Skripsi	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Kajian Teori.....	6
2.2 Novelty atau Kebaruan Penelitian.....	10
BAB III METODE PENELITIAN.....	13
3.1 Prosedur penelitian	13
3.2 Metode Pengumpulan Data	13
3.3 Metode Optimasi	14
3.4 Metode Pengolahan Data.....	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Potensi Energi di Lokasi Penelitian.....	17
4.2 Perancangan HRES Menggunakan HOMER	19
4.3 Hasil Optimasi menggunakan HOMER	26
4.4 Pembahasan Penelitian	31
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI	39

Moch Ihsan Pauji, 2023

**DESAIN OPTIMAL SISTEM ENERGI TERBARUKAN HIBRIDA YANG BERDIRI SENDIRI UNTUK
MEWUJUDKAN DESA MANDIRI ENERGI**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

5.1	Simpulan.....	39
5.2	Implikasi.....	39
5.3	Rekomendasi	40
	DAFTAR PUSTAKA	41
	LAMPIRAN.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Network visualization.....	11
Gambar 2.2 Overlay visualization.....	11
Gambar 2.3 Density Visualization.....	12
Gambar 3.1 Step diagram penggunaan HOMER	15
Gambar 3.2 Diagram alir pengolahan data.....	15
Gambar 4.1 Kecamatan Sabu Raijua.....	18
Gambar 4.2 Kecepatan angin per jam di Sabu Raijua.....	18
Gambar 4.3 Radiasi matahari per jam di Raijua.....	19
Gambar 4.4 Temperatur per jam di Raijua	19
Gambar 4.5 Skema desain pemodelan pada HOMER .(a) PV dan baterai. (b) Turbin angin dan baterai. (c) PV, turbin angin dan baterai.....	20
Gambar 4.6 Rumah tinggal tipe 45 sebagai contoh umum rumah tinggal	22
Gambar 4.7 Konsumsi daya listrik rumah tipe 45 per jam.....	23
Gambar 4.8 Input data konsumsi listrik pada HOMER	24
Gambar 4.9 Input data Faktor economic pada HOMER	25
Gambar 4.10 Input data faktor constraints pada HOMER	25
Gambar 4.11 Input data faktor emissions pada HOMER.....	26
Gambar 4.12 Rata-rata produksi listrik skema 1 per bulan dalam satu tahun	26
Gambar 4.13 State Of Charge dari Skema 1	27
Gambar 4.14 Rata-rata produksi listrik skema 2 tiap bulan dalam satu tahun. ...	27
Gambar 4.15 State Of Charge dari Skema 2	27
Gambar 4.16 Rata-rata produksi listrik skema 3 tiap bulan dalam 1 tahun.....	28
Gambar 4.17 State Of Charge dari Skema 3	28
Gambar 4.18 Hasil produksi listrik setiap skema per tahun.....	29
Gambar 4.19 Biaya setiap skema	30
Gambar 4.20 Nilai COE dari setiap skema.....	30
Gambar 4.21 output PV dalam satu tahun.....	33
Gambar 4.22 Perbandingan perhitungan lapangan dan simulasi untuk output PV	34
Gambar 4.23 Output Turbin angin dalam satu tahun	35

Moch Ihsan Pauji, 2023

*DESAIN OPTIMAL SISTEM ENERGI TERBARUKAN HIBRIDA YANG BERDIRI SENDIRI UNTUK
MEWUJUDKAN DESA MANDIRI ENERGI*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Gambar 4.24 Perbandingan perhitungan lapangan dan simulasi untuk output turbin angin	36
Gambar 4.25 SOC baterai dari desain yang optimal	36

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Komponen yang digunakan dalam simulasi.....	21
Tabel 4.2 Kebutuhan Daya Rumah Tipe 45	23
Tabel 4.3 Ringkasan hasil optimasi untuk tiap skema yang diusulkan	31
Tabel 4.4 Kapasitas optimal yang dihasilkan	32
Tabel 4.5 Perbandingan sistem yang diusulkan dengan referensi lainya	37

DAFTAR PUSTAKA

- Abba, S. I., Najashi, B. G., Rotimi, A., Musa, B., Yimen, N., Kawu, S. J., Lawan, S. M., & Dagbasi, M. (2021). Emerging Harris Hawks Optimization based load demand forecasting and optimal sizing of stand-alone hybrid renewable energy systems– A case study of Kano and Abuja, Nigeria. *Results in Engineering*, 12(February), 100260. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2021.100260>
- Adistia, N. A., Nurdiansyah, R. A., Fariko, J., Vincent, V., & Simatupang, J. W. (2020). Potensi Energi Panas Bumi, Angin, Dan Biomassa Menjadi Energi Listrik Di Indonesia. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 22(2), 105. <https://doi.org/10.24912/tesla.v22i2.9107>
- Aisah, I. U., & Herdiansyah, H. (2020). Strategi Pemberdayaan Masyarakat dalam Pelaksanaan Program Desa Mandiri Energi. *Share : Social Work Journal*, 9(2), 130. <https://doi.org/10.24198/share.v9i2.21015>
- Akbar, A. W., Hiron, N., & Nadrotan, N. (2019). Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Dengan Sumber Energi Terbarukan (Homer) Di Daerah Pesisir Pantai Pangandaran. *Journal of Energy and Electrical Engineering*, 1(1), 12–18. <https://doi.org/10.37058/jee.v1i1.1191>
- Akram, F., Asghar, F., Majeed, M. A., Amjad, W., Manzoor, M. O., & Munir, A. (2020). Techno-economic optimization analysis of stand-alone renewable energy system for remote areas. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 38(October 2018), 100673. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2020.100673>
- Al-Ammar, E. A., Habib, H. U. R., Kotb, K. M., Wang, S., Ko, W., Elmorshedy, M. F., & Waqar, A. (2020). Residential Community Load Management Based on Optimal Design of Standalone HRES with Model Predictive Control. *IEEE Access*, 8, 12542–12572. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2965250>
- Alshammari, N., & Asumadu, J. (2020). Optimum unit sizing of hybrid renewable energy system utilizing harmony search, Jaya and particle swarm optimization algorithms. *Sustainable Cities and Society*, 60(March), 102255.
- Moch Ihsan Pauji, 2023
DESAIN OPTIMAL SISTEM ENERGI TERBARUKAN HIBRIDA YANG BERDIRI SENDIRI UNTUK MEWUJUDKAN DESA MANDIRI ENERGI
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

<https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102255>

BPS. (2021). *Sabu Raijua Dalam Angka 2021*. 242 hal.

Bukar, A. L., Tan, C. W., & Lau, K. Y. (2019). Optimal sizing of an autonomous photovoltaic/wind/battery/diesel generator microgrid using grasshopper optimization algorithm. *Solar Energy*, 188(March), 685–696. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.06.050>

Burk, C. (2018). *Techno-economic modeling for new technology development*.

Ceylan, C., & Devrim, Y. (2021). Design and simulation of the PV/PEM fuel cell based hybrid energy system using MATLAB/Simulink for greenhouse application. *International Journal of Hydrogen Energy*, 46(42), 22092–22106. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.04.034>

Chowdhury, T., Chowdhury, H., Hasan, S., Rahman, M. S., Bhuiya, M. M. K., & Chowdhury, P. (2021). Design of a stand-alone energy hybrid system for a makeshift health care center: A case study. *Journal of Building Engineering*, 40(February), 102346. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102346>

Das, B. K., Hasan, M., & Das, P. (2021). Impact of storage technologies, temporal resolution, and PV tracking on stand-alone hybrid renewable energy for an Australian remote area application. *Renewable Energy*, 173, 362–380. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.03.131>

Das, B. K., Hoque, N., Mandal, S., Pal, T. K., & Raihan, M. A. (2017). A techno-economic feasibility of a stand-alone hybrid power generation for remote area application in Bangladesh. *Energy*, 134, 775–788. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.06.024>

Das, B. K., Tushar, M. S. H. K., & Hassan, R. (2021). Techno-economic optimisation of stand-alone hybrid renewable energy systems for concurrently meeting electric and heating demand. *Sustainable Cities and Society*, 68(January), 102763. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102763>

Das, M., Singh, M. A. K., & Biswas, A. (2019). Techno-economic optimization of an off-grid hybrid renewable energy system using metaheuristic optimization approaches – Case of a radio transmitter station in India. *Energy Conversion and Management*, 185(January), 339–352. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.01.107>

Moch Ihsan Pauji, 2023

DESAIN OPTIMAL SISTEM ENERGI TERBARUKAN HIBRIDA YANG BERDIRI SENDIRI UNTUK MEWUJUDKAN DESA MANDIRI ENERGI

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Elkadeem, M. R., Younes, A., Sharshir, S. W., Campana, P. E., & Wang, S. (2021). Sustainable siting and design optimization of hybrid renewable energy system: A geospatial multi-criteria analysis. *Applied Energy*, 295(February), 117071. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117071>
- Farzaneh, H. (2019). Design of a hybrid renewable energy system based on supercritical water gasification of biomass for off-grid power supply in Fukushima. *Energies*, 12(14). <https://doi.org/10.3390/en12142709>
- Fodhil, F., Hamidat, A., & Nadjemi, O. (2019). Potential, optimization and sensitivity analysis of photovoltaic-diesel-battery hybrid energy system for rural electrification in Algeria. *Energy*, 169, 613–624. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.12.049>
- Gharibi, M., & Askarzadeh, A. (2019). Size optimization of an off-grid hybrid system composed of photovoltaic and diesel generator subject to load variation factor. *Journal of Energy Storage*, 25(June), 100814. <https://doi.org/10.1016/j.est.2019.100814>
- HOMER ENERGY. (2020). *Optimize the value of your hybrid power system—from utility-scale and distributed generation to standalone microgrids*. <https://www.homerenergy.com/products/pro/docs/3.13/index.html>
- Jahangir, M. H., Mousavi, S. A., & Asayesh Zarchi, R. (2021). Implementing single- and multi-year sensitivity analyses to propose several feasible solutions for meeting the electricity demand in large-scale tourism sectors applying renewable systems. In *Environment, Development and Sustainability* (Vol. 23, Nomor 10). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01254-x>
- Ji, L., Liang, X., Xie, Y., Huang, G., & Wang, B. (2021). Optimal design and sensitivity analysis of the stand-alone hybrid energy system with PV and biomass-CHP for remote villages. *Energy*, 225, 120323. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120323>
- Kementrian ESDM. (2009). *Program Desa Mandiri Energi (DME) Departemen ESDM*. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/program-desa-mandiri-energi-dme-departemen-esdm>
- Konneh, D., Howlader, H., Shigenobu, R., Senjyu, T., Chakraborty, S., & Krishna,

- N. (2019). A Multi-Criteria Decision Maker for Grid-Connected Hybrid Renewable Energy Systems Selection Using Multi-Objective Particle Swarm Optimization. *Sustainability*, *11*(4), 1188. <https://doi.org/10.3390/su11041188>
- Krishan, O., & Suhag, S. (2019). Techno-economic analysis of a hybrid renewable energy system for an energy poor rural community. *Journal of Energy Storage*, *23*(March), 305–319. <https://doi.org/10.1016/j.est.2019.04.002>
- Kumar, S., Kaur, T., Upadhyay, S., Sharma, V., & Vatsal, D. (2020). Optimal Sizing of Stand Alone Hybrid Renewable Energy System with Load Shifting. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects*, *00*(00), 1–20. <https://doi.org/10.1080/15567036.2020.1831107>
- Lamnadi, M., Trihi, M., Boulezhar, A., & Bossoufi, B. (2019). Optimal design of stand-alone hybrid power system using wind and solar energy sources. *International Journal of Energy Technology and Policy*, *15*(2–3), 280–300. <https://doi.org/10.1504/ijetp.2019.098954>
- Li, J., Liu, P., & Li, Z. (2020). Optimal design and techno-economic analysis of a solar-wind-biomass off-grid hybrid power system for remote rural electrification: A case study of west China. *Energy*, *208*, 118387. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118387>
- Lian, J., Zhang, Y., Ma, C., Yang, Y., & Chaima, E. (2019). A review on recent sizing methodologies of hybrid renewable energy systems. *Energy Conversion and Management*, *199*(September), 112027. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.112027>
- Ma, W., Xue, X., & Liu, G. (2018). Techno-economic evaluation for hybrid renewable energy system: Application and merits. *Energy*, *159*, 385–409. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.06.101>
- Mahmud, R., Moni, S. M., High, K., & Carbajales-Dale, M. (2021). Integration of techno-economic analysis and life cycle assessment for sustainable process design – A review. *Journal of Cleaner Production*, *317*(December 2020), 128247. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128247>
- Manullang, V. R. T., Nugroho, A., & Sinuraya, E. W. (2020). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Software Homer Di Departemen Teknik Industri Universitas Diponegoro. *Transient: Jurnal*

- Ilmiah Teknik Elektro*, 9(2), 148–156.
<https://doi.org/10.14710/transient.v9i2.148-156>
- Meita, N., & Mufidah, I. (2006). *Pengantar GIS (Geographical Information System)*. 1–6.
- Mellouk, L., Ghazi, M., Aaroud, A., Boulmalf, M., Benhaddou, D., & Zine-Dine, K. (2019). Design and energy management optimization for hybrid renewable energy system- case study: Laayoune region. *Renewable Energy*, 139(2019), 621–634. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.02.066>
- Mokhtara, C., Negrou, B., Bouferrouk, A., Yao, Y., Settou, N., & Ramadan, M. (2020). Integrated supply–demand energy management for optimal design of off-grid hybrid renewable energy systems for residential electrification in arid climates. *Energy Conversion and Management*, 221(July), 113192. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2020.113192>
- Mokhtara, C., Negrou, B., Settou, N., Settou, B., & Samy, M. M. (2021). Design optimization of off-grid Hybrid Renewable Energy Systems considering the effects of building energy performance and climate change: Case study of Algeria. *Energy*, 219, 119605. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119605>
- NASA. (2021). *Prediction Of Worldwide Energy Resources*. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- NREL. (2020). *Basic Approach and Methodology for Photovoltaic Module-Level Techno-Economic Analysis*. <https://www.nrel.gov/news/video/pv-module-level-tea-tutorial-text.html>
- Pookpunt, S. (2019). Optimal design for hybrid renewable energy system using particle swarm optimization. *International Journal of Renewable Energy Research*, 9(4), 1616–1625. <https://doi.org/10.20508/ijrer.v9i4.9896.g7764>
- Portal Resmi Pemerintah Jawa Tengah. (2022). *Bangun 2.353 Desa Mandiri Energi, Jateng Jadi Percontohan Nasional*. <https://jatengprov.go.id/publik/bangun-2-353-desa-mandiri-energi-jateng-jadi-percontohan-nasional/>
- Praditya Tampubolon, A., & Christian Adiatma, J. (2019). Laporan Status Energi Bersih Indonesia. *Iesr*, 1–23. www.iesr.or.id
- PT. PLN (PERSERO). (2023). *Pemerintah Putuskan Tarif Listrik Tetap, PLN Siap*

Dorong Ekonomi dengan Listrik Andal. <https://web.pln.co.id/media/siaran-pers/2023/01/pemerintah-putuskan-tarif-listrik-tetap-pln-siap-dorong-ekonomi-dengan-listrik-andal>

- Rahman, R. (2021). Analisis Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Offgrid Untuk Rumah Tinggal Di Kota Banjarbaru. *Jurnal EEICT (Electric, Electronic, Instrumentation, Control, Telecommunication)*, 4(1). <https://doi.org/10.31602/eeict.v4i1.4540>
- Rehman, S., Habib, H. U. R., Wang, S., Buker, M. S., Alhems, L. M., & Al Garni, H. Z. (2020). Optimal Design and Model Predictive Control of Standalone HRES: A Real Case Study for Residential Demand Side Management. *IEEE Access*, 8, 29767–29814. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2972302>
- Rezk, H., Alghassab, M., & Ziedan, H. A. (2020). *An Optimal Sizing of Stand-Alone Hybrid PV-Fuel.*
- Roth, A., Boix, M., Gerbaud, V., Montastruc, L., & Etur, P. (2019). A flexible metamodel architecture for optimal design of Hybrid Renewable Energy Systems (HRES) – Case study of a stand-alone HRES for a factory in tropical island. *Journal of Cleaner Production*, 223, 214–225. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.095>
- Royana, I. (2020). Perancangan Teknologi Energi Surya untuk Mengatasi Kekeringan di Daerah Perbatasan: Studi Kasus di Desa Sulamu, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana*, 11(2), 123–137. <https://jdpb.bnpb.go.id/index.php/jurnal/article/view/169>
- Wijaya, A. E., Bani, R., Sukarni, S., & Weighting, S. A. (2019). *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi STMIK Subang, Oktober 2019 ISSN: 2252-4517. April*, 100–110.
- Yang, H., Wei, Z., & Chengzhi, L. (2009). Optimal design and techno-economic analysis of a hybrid solar-wind power generation system. *Applied Energy*, 86(2), 163–169. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2008.03.008>
- Yoshida, Y., & Farzaneh, H. (2020). Optimal design of a stand-alone residential hybrid microgrid system for enhancing renewable energy deployment in Japan. *Energies*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/en13071737>
- Zhang, W., Maleki, A., Rosen, M. A., & Liu, J. (2019). Sizing a stand-alone solar-

wind-hydrogen energy system using weather forecasting and a hybrid search optimization algorithm. *Energy Conversion and Management*, 180(August 2018), 609–621. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.08.102>