

LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU *PEER REVIEW*
KARYA ILMIAH : JURNAL ILMIAH

Judul Jurnal Ilmiah (Artikel) : Analisis Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-grid Menggunakan Software PVSyst untuk Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) Coffeeshop Remote Area

Jumlah Penulis : 5 orang (**Jaka Windarta**, Susatyo Handoko, Khilmi NafadinantoIrfani, Sunan Muqtasida Masfuha, Candra Halim Itsnareno)

Status Pengusul : penulis ke-1 (Korespondensi)

Identitas Jurnal Ilmiah :

- a. Nama Jurnal : Jurnal TEKNIK
- b. Nomor ISSN : p-ISSN: 0852-1697; e-ISSN: 2460-9919
- c. Vol, No., Bln Thn :
- d. Penerbit : Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
- e. DOI artikel (jika ada) : <https://doi.org/10.14710/teknik.v42i3.40242>
- f. Alamat web jurnal : <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/teknik/article/view/40242>
- Alamat Artikel : <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/teknik/article/view/40242/20610>
- g. Terindex : Sinta 2, DOAJ

Kategori Publikasi Jurnal Ilmiah :

☐
☒
☐

 Jurnal Ilmiah Internasional
(beri ✓ pada kategori yang tepat)

☒
☐

 Jurnal Ilmiah Nasional Terakreditasi

☐

 Jurnal Ilmiah Nasional Tidak Terakreditasi

Hasil Penilaian *Peer Review* :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Reviewer		Nilai Rata-rata
	Reviewer I	Reviewer II	
a. Kelengkapan unsur isi jurnal (10%)	2,00	2,50	2,25
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)	7,00	6,50	6,75
c. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)	6,50	6,50	6,50
d. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/jurnal (30%)	6,50	6,50	6,50
Total = (100%)	22,00	22,00	22,00
Nilai Pengusul = (60% x 22,00) = 13,20			

Semarang, 21 Januari 2022

Reviewer 2



Mochammad Facta, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197106161999031003
Unit : Teknik Elektro FT UNDIP

Reviewer 1



Dr. Wahyudi, S.T., M.T.
NIP. 196906121994031001
Unit : Teknik Elektro FT UNDIP

LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : JURNAL ILMIAH

Judul Jurnal Ilmiah (Artikel) : Analisis Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-grid Menggunakan Software PVSyst untuk Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) Coffeeshop Remote Area

Jumlah Penulis : 5 orang (**Jaka Windarta**, Susatyo Handoko, Khilmi NafadinantoIrfani, Sunan Muqtasida Masfuha, Candra Halim Itsnareno)

Status Pengusul : penulis ke-1 (Korespondensi)

Identitas Jurnal Ilmiah :

- a. Nama Jurnal : Jurnal TEKNIK
- b. Nomor ISSN : p-ISSN: 0852-1697; e-ISSN: 2460-9919
- c. Vol, No., Bln Thn : Vo. 42, No. 1, Dec, 2021
- d. Penerbit : Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
- e. DOI artikel (jika ada) : <https://doi.org/10.14710/teknik.v42i3.40242>
- f. Alamat web jurnal : <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/teknik/article/view/40242>
- Alamat Artikel : <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/teknik/article/view/40242/20610>
- g. Terindex : Sinta 2, DOAJ

Kategori Publikasi Jurnal Ilmiah : ☐ Jurnal Ilmiah Internasional
 (beri ✓ pada kategori yang tepat) ☒ Jurnal Ilmiah Nasional Terakreditasi
☐ Jurnal Ilmiah Nasional Tidak Terakreditasi

Hasil Penilaian *Peer Review* :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Jurnal Ilmiah			Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Internasional ☐	Nasional Terakreditasi 25	Nasional Tidak Terakreditasi 	
a. Kelengkapan unsur isi jurnal (10%)		2,50		2,00
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)		7,50		7,00
c. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)		7,50		6,50
d. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/jurnal (30%)		7,50		6,50
Total = (100%)		25,00		22,00
Nilai Pengusul = (60% x 22,00) = 13,20				

Catatan Penilaian artikel oleh Reviewer :

1. Kesesuaian dan kelengkapan unsur isi jurnal:

Unsur isi jurnal lengkap, terdapat pendahuluan, hasil eksperimen, model matematik, hasil simulasi, diskusi, kesimpulan dan daftar pustaka.

2. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan:

Isi artikel berkaitan dengan menganalisis dari sistem plts menggunakan software PVSyst dan software RetScreen untuk menganalisis secara ekonomis. Berdasarkan analisis teknis-ekonomis yang telah dilakukan sebelumnya, investasi yang paling layak adalah variasi pertama dan ketiga karena sama-sama memiliki nilai NPV paling besar yaitu Rp19.201.195. Menggunakan 13 jurnal yg relevan dari paper jurnal yang kredibel.

3. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi:

Artikel ini memiliki nilai kebaruan yang baik dan mempunyai kemutakhiran informasi baik dengan menggunakan 9 jurnal yg kredibel dengan umur kurang dari 5 tahun dan 3 jurnal dengan umur kurang dari 16 tahun.

4. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan:

Jurnal TEKNIK, p-ISSN: 0852-1697; e-ISSN: 2460-9919, Vo. 42, No. 1, Dec, 2021, <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/teknik/article/view/40242/20610>, yang dikeluarkan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, terindex Sinta 2, DOAJ.

Semarang, 21 Januari 2022

Reviewer 1

Dr. Wahyudi, S.T., M.T.

NIP. 196906121994031001

Unit : Teknik Elektro FT UNDIP

LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : JURNAL ILMIAH

Judul Jurnal Ilmiah (Artikel) : Analisis Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-grid Menggunakan Software PVSyst untuk Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) Coffeeshop Remote Area

Jumlah Penulis : 5 orang (**Jaka Windarta**, Susatyo Handoko, Khilmi NafadinantoIrfani, Sunan Muqtasida Masfuha, Candra Halim Itsnareno)

Status Pengusul : penulis ke-1 (Korespondensi)

Identitas Jurnal Ilmiah :

- a. Nama Jurnal : Jurnal TEKNIK
- b. Nomor ISSN : p-ISSN: 0852-1697; e-ISSN: 2460-9919
- c. Vol, No., Bln Thn : Vo. 42, No. 1, Dec, 2021
- d. Penerbit : Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
- e. DOI artikel (jika ada) : <https://doi.org/10.14710/teknik.v42i3.40242>
- f. Alamat web jurnal : <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/teknik/article/view/40242>
- Alamat Artikel : <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/teknik/article/view/40242/20610>
- g. Terindex : Sinta 2, DOAJ

Kategori Publikasi Jurnal Ilmiah : ☐ Jurnal Ilmiah Internasional
 (beri ✓ pada kategori yang tepat) ☒ Jurnal Ilmiah Nasional Terakreditasi
☐ Jurnal Ilmiah Nasional Tidak Terakreditasi

Hasil Penilaian *Peer Review* :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Jurnal Ilmiah			Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Internasional ☐	Nasional Terakreditasi 25	Nasional Tidak Terakreditasi 	
a. Kelengkapan unsur isi jurnal (10%)		2,50		2,50
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)		7,50		6,50
c. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)		7,50		6,50
d. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/jurnal (30%)		7,50		6,50
Total = (100%)		25,00		22,00
Nilai Pengusul = (60% x 22,00) = 13,20				

Catatan Penilaian artikel oleh Reviewer :

1. Kesesuaian dan kelengkapan unsur isi jurnal:

Kelengkapan dan kesesuaian unsur sudah lengkap sesuai template yang ada di Jurnal Teknik, yaitu terdiri dari judul, abstrak, pendahuluan, metode, pembahasan, kesimpulan, dan referensi.

2. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan:

Isi artikel berkaitan dengan merancang dan menganalisis PLTS Off-grid skala kecil dengan studi kasus UMKM Coffeeshop ditinjau dari analisis teknis dan ekonomi. Hasil penelitian menyimpulkan simulasi didapatkan jumlah energi tersuplai paling banyak pada variasi 3 sebesar 674,51 kWh/tahun. Metode, Langkah dan data yang ditampilkan cukup jelas dan detail dengan table dan gambar guna memperjelas pembahasan. Ada 13 jurna

3. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi:

Artikel ini memiliki nilai kebaruan yang baik dan mempunyai kemutakhiran informasi baik dengan menggunakan 9 jurnal yg kredibel dengan umur kurang dari 5 tahun.

4. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan:

Jurnal TEKNIK, p-ISSN: 0852-1697; e-ISSN: 2460-9919, Vo. 42, No. 1, Dec, 2021, <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/teknik/article/view/40242/20610>, yang dikeluarkan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, terindex Sinta 2, DOAJ.

Semarang, 21 Januari 2022

Reviewer 2



Mochammad Facta, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 197106161999031003

Unit : Teknik Elektro FT UNDIP

SERTIFIKAT

Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan,
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi



Kutipan dari Keputusan Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan,
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia
Nomor: 34/E/KPT/2018
Tentang Hasil Akreditasi Jurnal Ilmiah Periode 3 Tahun 2018

Teknik

E-ISSN: 24609919

Penerbit: Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Ditetapkan sebagai Jurnal Ilmiah

TERAKREDITASI PERINGKAT 2

Akreditasi berlaku selama 5 (lima) tahun, yaitu
Volume 38 Nomor 1 Tahun 2017 sampai Volume 42 Nomor 1 Tahun 2021

Jakarta, 10 Desember 2018

Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan


Dr. Muhammad Dimiyati
NIP. 195912171984021001



Optimasi Operasi Danau Rawa Pening dengan Program Dinamik untuk Pemanfaatan Sumber Daya Air yang Optimal

Peningkatan Efisiensi Kinerja *Switched Reluctance Motor* dengan Metode Pergeseran Sudut Fasa

Analisis Kematangan Batuan Induk Hidrokarbon di Formasi Naintupo, Sub-Cekungan Tarakan, Provinsi Kalimantan Utara

Analisis Penurunan dan Lendutan Sistem Pondasi Tiang sebagai Perkuatan pada Tanah Gambut

Deteksi Kavitasasi Pompa Sentrifugal Menggunakan Metode *Decision Trees* Berbasis Sinyal Getaran

Analisis Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-grid Menggunakan Software PVSyst untuk Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) Coffeeshop Remote Area

Optimalisasi Sistem Monitoring Temperatur Logam Cair pada Proses Pengecoran menggunakan Pyrometer Berbasis *Internet of Things (IoT)*

Analysis of Fine Glass Waste Addition as a Filler Material for Sand Substitution on the Properties of Mortar Products

Sintesis Karbon Aktif Limbah Lumpur Aktif Industri Gula sebagai Adsorben Limbah Logam Berat Cu(II)

Analisis Ruang Preferensi pada Rumah Tinggal untuk Orang Tua Berusia Lanjut

Review: Aplikasi Material Komposit Berbasis Kitosan sebagai Bahan Kemasan Makanan

TIM EDITOR

Ketua Penyunting (Editor in Chief):

Dr. Eng. Wahyul Amien Syafei, S.T., M.T. (*Teknik Elektro, Universitas Diponegoro*)

Dewan Penyunting (Editorial Board):

Prof. Dr. Istadi, S.T., M.T. (*Teknik Kimia, Universitas Diponegoro*)
Prof. Dr. Ir. A. P. Bayuseno, M.Sc. (*Teknik Mesin, Universitas Diponegoro*)
Prof. Dr. Ir. Sri Prabandiyani, M.Sc. (*Teknik Sipil, Universitas Diponegoro*)
Prof. Dr. Ir. Atik Suprapti, M.T. (*Teknik Arsitektur, Universitas Diponegoro*)
Dr. Ir. Maria Wahyuni, M.T. (*Teknik Sipil, Universitas Katholik Soegijapranata*)

Penyunting Bagian (Section Editor):

Dr. Yasser Wahyuddin, S.T., M.T., M.Sc.
Dr. Iwan Setiawan, S.T., M.T.

Mitra Bebestari (Peer-Reviewers):

Prof. Dr. Istadi, S.T., M.T. (*Teknik Kimia, Universitas Diponegoro*)
Prof. Dr. Ir. Edi Purwanto, M.T. (*Teknik Arsitektur, Universitas Diponegoro*)
Dr. Iskahar, S.T., M.T. (*Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Purwokerto*)
Didik Djoko Susilo, S.T., M.T. (*Teknik Mesin, Universitas Sebelas Maret*)
Dr. Retno Tri Nalarsih, S.T., M.T. (*Universitas Veteran Bangun Nusantara*)
Dr.-Ing. Ir. Silviana, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng. (*Teknik Kimia, Universitas Diponegoro*)
Rusnaldy, S.T., M.T., Ph.D. (*Teknik Mesin, Universitas Diponegoro*)
Dr. Eng. Wahyul Amien Syafei, S.T., M.T. (*Teknik Elektro, Universitas Diponegoro*)
Dr. Iwan Setiawan, S.T., M.T. (*Teknik Elektro, Universitas Diponegoro*)
Mochammad Facta, S.T., M.T., Ph.D. (*Teknik Elektro, Universitas Diponegoro*)
Ir. Sumardi, S.T., M.T., IPM. (*Teknik Elektro, Universitas Diponegoro*)
Dr. Yasser Wahyuddin, S.T., M.T., M.Sc. (*Teknik Geodesi, Universitas Diponegoro*)
Dr.rer.nat. Thomas Triadi Putranto, ST, M.Eng. (*Teknik Geologi, Universitas Diponegoro*)

Staf Editorial & Technical Support:

Lis Setyowati, S.Sos., M.A.
Muhamad Taqiyyuddin, S.T.
Yuni Nurjanah, S.Hum., M.A.

Penerbit:

Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Sekretariat: Dekanat Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. H. Soedarto, Kampus Undip
Tembalang, Semarang, Tel. (024) 7460053

Website: <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/teknik>;

E-mail: jteknik@live.undip.ac.id

DAFTAR ISI

Fokus, Ruang Lingkup, dan Indeksasi TEKNIK	i
Tim Editor	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Optimasi Operasi Danau Rawa Pening dengan Program Dinamik untuk Pemanfaatan Sumber Daya Air yang Optimal <i>Dyah A. Wulandari, Sriyana Sriyana, Salamun Salamun, Dwi Kurniani, Albert N. Tristanto, Zelly Rinaldi, Reza Kandriani, Anisa R. Rahardiyanti</i> <i>Departemen Teknik Sipil, Universitas Diponegoro</i>	241-252
Peningkatan Efisiensi Kinerja <i>Switched Reluctance Motor</i> dengan Metode Pergeseran Sudut Fasa <i>Agata Dita Wardani, Slamet Riyadi, Leonardus Heru Pratomo, Florentinus Budi Setiawan</i> <i>Program Studi Teknik Elektro, Universitas Katolik Soegijapranata</i>	253-259
Analisis Kematangan Batuan Induk Hidrokarbon di Formasi Naintupo, Sub-Cekungan Tarakan, Provinsi Kalimantan Utara <i>FX Anjar Tri Laksono, Fendy Kusdiantoro, János Kovács, Widhiatmoko Herry Purnomo</i> <i>Departemen Teknik Geologi, Universitas Jenderal Soedirman; Medco E&P Indonesia; Department of Geology and Meteorology, University of Pecs; Departemen Teknik Elektro, Universitas Jenderal Soedirman</i>	260-272
Analisis Penurunan dan Lendutan Sistem Pondasi Tiang Sebagai Perkuatan pada Tanah Gambut <i>Dermi Rani Santika Damanik, Novdin Manoktong Sianturi, Deardo Samuel Saragih, Virgo Erlando Purba</i> <i>Jurusan Teknik Sipil, Universitas Simalungun</i>	273-281
Deteksi Kavitas Pempa Sentrifugal Menggunakan Metode <i>Decision Trees</i> Berbasis Sinyal Getaran <i>Berli Paripurna Kamiel, Muhammad Nadziful Malik, Krisdiyanto</i> <i>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta</i>	282-289
Analisis Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-grid Menggunakan Software PV Syst untuk Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) Coffeeshop Remote Area <i>Jaka Windarta, Susatyo Handoko, Khilmi Nafadinanto Irfani, Sunan Muqtasida Masfuha, Candra Halim Itsnareno</i> <i>Magister Energi, Universitas Diponegoro; Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro</i>	290-298
Optimalisasi Sistem Monitoring Temperatur Logam Cair pada Proses Pengecoran menggunakan Pyrometer Berbasis <i>Internet of Things (IoT)</i> <i>Muhammad Fathurrohman, Anugrah Erick Eryantono, Robby Debriand Rumbara</i> <i>Balai Besar Logam dan Mesin, Kementerian Perindustrian</i>	299-308

<i>Analysis of Fine Glass Waste Addition as a Filler Material for Sand Substitution on the Properties of Mortar Products</i> Suharto, Muhammad Amin, Muhammad Al Muttaqii, Roniyus Marjunus, Nuzullia Fitri, Suhartono Balai Penelitian Teknologi Mineral, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN); Pusat Riset Kimia, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN); Jurusan Fisika, Universitas Lampung; Jurusan Teknik Kimia, Universitas Jenderal Achmad Yani	309-315
Sintesis Karbon Aktif Limbah Lumpur Aktif Industri Gula sebagai Adsorben Limbah Logam Berat Cu(II) Adhi Setiawan, Muhammad Iqbal Ali Bawafi, Tarikh Azis Ramadani, Indri Santiasih Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS); Program Studi Magister Terapan Teknik Keselamatan dan Resiko, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS)	316-324
Analisis Ruang Preferensi pada Rumah Tinggal untuk Orang Tua Berusia Lanjut Wijayanti, Ria Ripardi Wahyu Lestari Departemen Arsitektur, Universitas Diponegoro	325-334
Review: Aplikasi Material Komposit Berbasis Kitosan sebagai Bahan Kemasan Makanan Kusmiyati, Aprilina Purbasari, Shalahudin Nur Ayyubi, Wahyu Zuli Pratiwi Departemen Teknik Industri, Universitas Dian Nuswantoro; Departemen Teknik Kimia, Universitas Diponegoro	335-352
Petunjuk Penulisan 2022 (<i>Author Guidelines 2022</i>)	App.1-5

Analisis Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-grid Menggunakan Software PVSyst untuk Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) Coffeeshop Remote Area

Jaka Windarta^{1,2*}, Susatyo Handoko², Khilmi Nafadinanto Irfani², Sunan Muqtasida Masfuha², Candra Halim Itsnareno²

¹ Magister Energi Sekolah Pascasarjana, Universitas Diponegoro,

² Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

Distribusi listrik dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) belum tentu mencapai daerah-daerah terpencil, sehingga daerah tersebut memerlukan sumber listrik alternatif seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Penelitian kali ini memiliki tujuan untuk merancang dan menganalisis PLTS Off-grid skala kecil dengan studi kasus UMKM Coffeeshop ditinjau dari analisis teknis dan ekonomi. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan melakukan perbandingan dengan menggunakan desain 2 merk panel surya kapasitas 720Wp dan 2 merk baterai kapasitas 160Ah menggunakan software PVSyst 7.0. Dari hasil simulasi didapatkan jumlah energi tersuplai paling banyak pada variasi 3 sebesar 674,51 kWh/tahun. Selain itu dilakukan analisis ekonomi dengan tujuan untuk membandingkan sisi ekonomis PLTS dengan alternatif sumber listrik lain seperti genset dan penggunaan baterai dengan charging dari PLN. Berdasarkan simulasi software RetScreen, nilai Net Present Value (NPV) pada semua variasi diperoleh nilai negatif (< 0), akan tetapi penggunaan PLTS off-grid adalah yang paling menguntungkan jika dibandingkan dengan penggunaan genset atau sumber listrik baterai dengan pengisian daya dari PLN.

Kata kunci: PLTS; off-grid; remote area; PVSyst; RetScreen

Abstract

[Title: Technical and economical analysis of off-grid solar power plant using pvsyst software for micro small and medium enterprise (msme) coffeeshop remote area] The distribution of electricity from PLN certainly reaches remote areas, so these areas require alternative sources of electricity such as solar power plants. This study aims to design and analyze the potential of small-scale off-grid PV mini-grid in terms of engineering and economics. The research method used is a simulation on PVSyst 7.0 software with four variations of the main components, namely solar panels and batteries. The research results were obtained based on four variations made, namely a 720Wp panel, a 24V 150Ah battery, and an 800W inverter. This design will produce electrical energy of approximately 2 kWh/kWp/day. The purpose of the economic analysis is to compare the economic side of PLTS with other alternative sources of electricity such as generators and the use of batteries with charging from PLN. Based on the RetScreen simulation software, the NPV values for all variations were negative (< 0). Thus all systems are considered economically unfeasible and do not provide benefits. However, the PLTS Off-Grid option is the most profitable compared to generators or battery power sources with PLN charging.

Keywords: solar power plant; off-grid system; remote area; PVSyst; RetScreen

*) Penulis Korespondensi.

E-mail: jakawindarta@lecturer.undip.ac.id

1. Pendahuluan

Pertumbuhan permintaan listrik diproyeksikan akan mengalami peningkatan hingga 9 kali lipat dari semula 254,6 TWh saat 2018 menjadi 1.918 TWh pada 2050. Selama periode 2018-2050 permintaan energi

Analisis Penurunan dan Lendutan Sistem Pondasi Tiang Sebagai Perkuatan pada Tanah Gambut

Dermina Roni Santika Damanik*, Novdin Manoktong Sianturi, Deardo Samuel Saragih, Virgo Erlando Purba

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Simalungun,
Jl. Sisingamangaraja Barat, Bah Kabul, Siantar Sitalasari, Kota Pematang Siantar, Indonesia 21142

Abstrak

Salah satu metode perbaikan tanah gambut adalah metode preloading menggunakan timbunan. Daya dukung tanah gambut yang rendah dapat diantisipasi dengan perkuatan. Model timbunan dibuat dari potongan besi yang diberikan secara bertahap, sedangkan perkuatan dibuat dari grid bambu dengan kombinasi tiang. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan penurunan dan lendutan sistem perkuatan pada tanah gambut menggunakan simulasi numeris dan perbandingannya dengan hasil pengamatan. Metode penelitian dilakukan melalui model uji di laboratorium menggunakan bak uji berukuran 120 cm x 90 cm x 90 cm. Variasi uji model dibedakan berdasarkan panjang tiang masing-masing 10 cm, 25 cm, dan 35 cm. Beban-beban yang diterapkan terdiri dari 1,51 kPa, 3,02 kPa, 4,53 kPa, 6,05 kPa, dan 7,56 kPa. Melalui uji model didapatkan data-data penurunan di tengah timbunan dan lendutan pada arah melintang timbunan. Selanjutnya, simulasi numeris dengan Plaxis 2D dilakukan pada model yang sama dengan pengamatan untuk menganalisis penurunan dan lendutan akibat timbunan. Pola penurunan dan lendutan hasil simulasi numeris menggunakan plaxis 2D memberikan hasil yang mendekati sama atau sedikit lebih baik dibandingkan dengan data pengamatan, terutama pada tiang-tiang yang lebih panjang.

Kata kunci: tanah gambut; pondasi tiang; penurunan dan lendutan; model uji; plaxis 2D

Abstract

[Title: Analysis of Settlement and Deflection of Pile Foundation System as Reinforcement on Peat]
One method of peat soil improvement is the preloading method using embankment. The low bearing capacity of peat soil can be anticipated by reinforcement. The embankment model is made from pieces of iron that are given in stages, while the reinforcement is made from a bamboo grid with a combination of piles. This study aims to determine the settlement and deflection of the reinforcement system on peat soil using a numerical simulation and its comparison with the observed results. The research method was carried out through a test model in the laboratory using a test box measuring 120 cm x 90 cm x 90 cm. Variations in the model test were distinguished based on the length of the piles, respectively 10 cm, 25 cm, and 35 cm. The applied loads consist of 1.51 kPa, 3.02 kPa, 4.53 kPa, 6.05 kPa, and 7.56 kPa. The settlement data in the center of the embankment and deflection in the embankment's cross-section were obtained through the model test. Furthermore, numerical simulations using Plaxis 2D were carried out on the same model as the observations to analyze settlement and deflection due to embankment. The pattern of settlement and deflection of the numerical simulation results using Plaxis 2D is almost the same or slightly better than the observational data, especially on longer piles.

Keywords: peat soil; pile foundation; settlement and deflection; test model; plaxis 2D

1. Pendahuluan

Tanah mempunyai peranan yang sangat penting dalam pembangunan konstruksi sipil, karena tanah

berfungsi sebagai penahan beban di atasnya. Tanah dengan daya dukung rendah dapat diperbaiki dengan metode *preloading* berupa timbunan. Tanah gambut merupakan salah satu jenis tanah yang memiliki daya dukung rendah, kadar air yang tinggi, angka pori yang besar, dan *specific gravity* yang rendah (Yulianto dan Mochtar, 2010; Waruwu dkk., 2016).

*) Penulis Korespondensi.

E-mail: derminaroni.damanik@gmail.com

Optimalisasi Sistem *Monitoring* Temperatur Logam Cair pada Proses Pengecoran menggunakan *Pyrometer* Berbasis Internet of Things (IoT)

Muhammad Fathurrohman*, Anugrah Erick Eryantono, Robby Debriand Rumbara

Balai Besar Logam dan Mesin, *Kementerian Perindustrian*,
Jl. Sangkuriang No. 12, Bandung, Indonesia 40135

Abstrak

Perkembangan teknologi berbasis internet yang pesat menyebabkan terjadinya perubahan pada sektor industri yang dikenal dengan Revolusi Industri 4.0. Industri manufaktur pengecoran merupakan salah satu sektor industri yang harus beradaptasi dengan perkembangan industri 4.0 agar dapat bersaing dalam meningkatkan kualitas produk coran. Beberapa parameter yang mempengaruhi kualitas produk coran adalah temperatur saat penuangan (pouring) dan laju penuangan. Penentuan temperatur penuangan harus memperhitungkan faktor kehilangan panas yang disebabkan oleh waktu pemindahan logam cair dan kondisi lingkungan sekitar. Penentuan temperatur tuang yang kurang tepat dapat menyebabkan terbentuknya porositas (rongga) pada produk hasil pengecoran. Karena pentingnya penentuan temperatur tersebut, maka pada penelitian ini dibangun sistem monitoring berbasis internet of things (IoT) untuk memantau temperatur logam cair saat proses pengecoran secara real-time. Sistem yang dibangun terdiri atas tiga bagian, yaitu: sensor temperatur, gateway dan server. Perangkat pyrometer digunakan untuk mengukur temperatur logam cair dan mengirimkannya ke gateway. Perangkat gateway kemudian mengirimkan data tersebut ke server. Pengguna dapat mengamati temperatur logam cair secara real-time melalui website. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan sistem monitoring berbasis IoT ini, dapat diperoleh database pengukuran temperatur logam cair yang optimal. Tingkat keakuratan pengukuran data temperatur tersebut mencapai 99,5%.

Kata kunci: Internet of Things; monitoring; logam cair; pyrometer; gateway

Abstract

[Title: Optimization of Metal Pouring Monitoring System using Pyrometer based on IoT] The rapid development of internet-based technology has led to system changes in the industrial sector, known as the Industrial Revolution 4.0. The casting manufacturing industry is one of the industrial sectors that must accompany technology development. Some parameters that affect the casting product are pouring temperature and pouring rate. Determination of pouring temperature should consider the heat loss factor caused by the molten metal's transfer time and the surrounding environmental conditions. Improper pouring temperature determination can cause unwanted porosity in casting products. In this study, we implemented a real-time monitoring system based on the Internet of Things (IoT) in a casting workshop to monitor the molten metal temperature during the casting process. The temperature of molten metal is measured by the pyrometer device and transmitted to the gateway device. Then, the gateway device sends the data to the server to be stored and processed. Users can observe the temperature in real-time through the website. The results show that this IoT-based monitoring system can obtain an optimal temperature database. The accuracy of the measurement of temperature data reaches 99.5%.

Keywords: Internet of Things; monitoring; molten metal; pyrometer; gateway

*) Penulis Korespondensi.
E-mail: rohmanfathur26@gmail.com

1. Pendahuluan

Proses pengecoran logam merupakan proses pendinginan logam dari cairan logam yang dimasukkan pada suatu cetakan tertentu hingga menjadi produk logam padatan yang sesuai dengan bentuk cetakannya. Kualitas

Analisis Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-grid Menggunakan Software PV Syst untuk Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) Coffeeshop Remote Area

by Jaka Windarta

Submission date: 11-Jan-2022 01:44PM (UTC+0700)

Submission ID: 1739981474

File name: 40242-134182-3-PB.pdf (368.7K)

Word count: 5745

Character count: 28268

Analisis Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-grid Menggunakan Software PVSyst untuk Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) Coffeeshop Remote Area

Jaka Windarta^{1,2*}, Susatyo Handoko², Khilmi Nafadinanto Irfani², Sunan Muqtasida Masfuha², Candra Halim Itsnareno²

¹ Magister Energi Sekolah Pascasarjana, Universitas Diponegoro,

² Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

Distribusi listrik dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) belum tentu mencapai daerah-daerah terpencil, sehingga daerah tersebut memerlukan sumber listrik alternatif seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Penelitian kali ini memiliki tujuan untuk merancang dan menganalisis PLTS Off-grid skala kecil dengan studi kasus UMKM Coffeeshop ditinjau dari analisis teknis dan ekonomi. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan melakukan perbandingan dengan menggunakan desain 2 merk panel surya kapasitas 720Wp dan 2 merk baterai kapasitas 160Ah menggunakan software PVSyst 7.0. Dari hasil simulasi didapatkan jumlah energi tersuplai paling banyak pada variasi 3 sebesar 674,51 kWh/tahun. Selain itu dilakukan analisis ekonomi dengan tujuan untuk membandingkan sisi ekonomis PLTS dengan alternatif sumber listrik lain seperti genset dan penggunaan baterai dengan charging dari PLN. Berdasarkan simulasi software RetScreen, nilai Net Present Value (NPV) pada semua variasi diperoleh nilai negatif (< 0), akan tetapi penggunaan PLTS off-grid adalah yang paling menguntungkan jika dibandingkan dengan penggunaan genset atau sumber listrik baterai dengan pengisian daya dari PLN.

Kata kunci: PLTS; off-grid; remote area; PVSyst; RetScreen

Abstract

[Title: Technical and economical analysis of off-grid solar power plant using pvsyst software for micro small and medium enterprise (msme) coffeeshop remote area] The distribution of electricity from PLN certainly reaches remote areas, so these areas require alternative sources of electricity such as solar power plants. This study aims to design and analyze the potential of small-scale off-grid PV mini-grid in terms of engineering and economics. The research method used is a simulation on PVSyst 7.0 software with four variations of the main components, namely solar panels and batteries. The research results were obtained based on four variations made, namely a 720Wp panel, a 24V 150Ah battery, and an 800W inverter. This design will produce electrical energy of approximately 2 kWh/kWp/day. The purpose of the economic analysis is to compare the economic side of PLTS with other alternative sources of electricity such as generators and the use of batteries with charging from PLN. Based on the RetScreen simulation software, the NPV values for all variations were negative (< 0). Thus all systems are considered economically unfeasible and do not provide benefits. However, the PLTS Off-Grid option is the most profitable compared to generators or battery power sources with PLN charging.

Keywords: solar power plant; off-grid system; remote area; PVSyst; RetScreen

*¹ Penulis Korespondensi.

E-mail: jakawindarta@lecturer.undip.ac.id

1. Pendahuluan

Pertumbuhan permintaan listrik diproyeksikan akan mengalami peningkatan hingga 9 kali lipat dari semula 254,6 TWh saat 2018 menjadi 1.918 TWh pada 2050. Selama periode 2018-2050 permintaan energi

listrik mencatatkan laju peningkatan sebesar 6,5% per tahun, dan memiliki pola yang relatif sama. Porsi permintaan listrik terbesar ada pada sektor rumah tangga, lalu pada industri dan diikuti komersil, transportasi, dan sektor lainnya. Potensi energi baru terbarukan Indonesia yang cukup besar ditargetkan dapat memenuhi rencana bauran energi primer tersebut (Dewan Energi Nasional, 2019). Dengan tingkat radiasi rata-rata/hari di Indonesia yang mencapai 4,80 KWp/m2/hari, dimana ini merupakan kategori yang relatif tinggi menjadikan energi surya pilihan potensial terbaik yang dapat dimanfaatkan hingga skala rumah tangga (kecil). PLTS merupakan pembangkit listrik yang fungsional dan fleksibel sehingga dapat mudah diaplikasikan pada tempat-tempat dengan paparan sinar matahari yang cukup. PLTS dapat dengan mudah diaplikasikan pada atap konstruksi rumah, caravan, bus, atau bahkan mobil tanpa mengganggu kegiatan produksi dan lingkungan sekitar.

Atas dasar tersebut penggunaan PLTS merupakan langkah strategis yang dapat dilakukan untuk alternatif penggunaan listrik pada UMKM yang berada pada remote area tanpa jangkauan listrik. Dengan memanfaatkan ruang yang ada, penggunaan panel surya PLTS menjadi salah satu pilihan pemanfaatan energi terbarukan yang ramah lingkungan pada skala kecil (UMKM). Penggunaan energi terbarukan ini akan berkontribusi menurunkan efek pemanasan global walaupun belum terlalu signifikan.

2. Bahan dan Metode

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Surya atau PLTS merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan sumber energi sinar matahari. PLTS menggunakan sel surya pada panel untuk mengubah energi radiasi yang diperoleh dari sinar matahari atau foton dan mengubahnya menjadi energi listrik. Lapisan silikon murni dan bahan semikonduktor merupakan penyusun utama dari panel surya. PLTS termasuk pembangkit ramah lingkungan, tidak menghasilkan polusi maupun limbah berbahaya bagi lingkungan. Radiasi matahari, suhu sel surya, orientasi panel surya, dan shadow leverages merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi daya keluaran sel surya (Ramadhani, 2018).

2.2 Analisis Teknis

Analisis teknis dilakukan berdasarkan kapasitas PLTS yang dirancang, pemanfaatan dan penentuan spesifikasi komponen, orientasi panel, serta daya yang dihasilkan. Daya dihasilkan PLTS dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain radiasi sinar matahari di UMKM Coffeeshop, kemiringan panel surya dan arahnya, sinar matahari, suhu, dan kinerja teknis masing-masing komponen yang digunakan (Shrivastava dkk., 2021). Untuk menentukan kelayakan teknis PLTS

menggunakan rasio performa yang ditunjukkan dalam nilai prosentase. Nilai ini membandingkan total daya yang dapat dihasilkan sistem serta nilai rugi-rugi energi dengan nilai pada saat sistem PLTS beroperasi saat kondisi *standart test condition* (STC) (Ma dkk., 2017). Rugi-rugi pada sistem pembangkit listrik tenaga surya tergantung oleh efisiensi spesifikasi panel, suhu, dan efisiensi spesifikasi inverter (Pujawan, 2009).

2.3 Analisis Ekonomi Teknik

Analisis ekonomi teknik bertujuan untuk menilai kelayakan investasi suatu proyek dengan mengkaji alternatif-alternatif paling menguntungkan. Nilai investasi teknik memiliki umur ekonomis dalam satuan tahun. Sejalan dengan hal itu, nilai mata uang berfluktuasi dari waktu ke waktu sehingga memiliki nilai yang tidak sama. Oleh karenanya dibutuhkan proses ekuivalensi nilai mata uang (Bagaskoro dkk., 2019)

Untuk analisis ekonomi teknik digunakan persamaan 1-3 untuk membantu dalam perhitungan.

$$PWB = \sum_{t=0}^n Cb_t(FBP)_t \quad (1)$$

$$PWC = \sum_{t=0}^n Cc_t(FBP)_t \quad (2)$$

$$NPV = PWB - PWC \quad (3)$$

17

Dimana Cb adalah *Cash flow benefit*, Cc adalah *Cash flow cost*, FBP adalah Faktor Bunga Present, t adalah periode waktu, dan n adalah umur investasi. Dengan PWB merupakan *Present Worth Benefit*, kemudian PWC adalah nilai *Present Worth Cost*, dan NPV adalah nilai *Net Present Value*.

2.4 Metode penelitian

Penelitian ini menggunakan alat bantu *software* PVSyst untuk menganalisis secara teknis dan *software* RetScreen untuk menganalisis secara ekonomis. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.

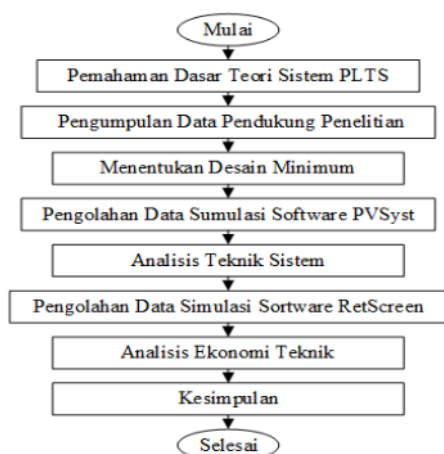
Pada Gambar 1 dijelaskan metodologi penelitian, dimulai dari (1) pendalaman teori tentang PLTS, (2) pengambilan data pada UMKM Coffeeshop, (3) merancang spesifikasi minimum sistem PLTS, (4) melakukan simulasi menggunakan perangkat lunak PVSyst, (5) menganalisis secara teknis sistem yang telah dirancang, (6) melakukan analisis ekonomi menggunakan perangkat lunak retscreen, (7) pemilihan sistem terbaik dari segi analisis teknis dan ekonomis untuk diaplikasikan, (8) simpulan dari hasil penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Profil beban harian pada UMKM Coffeeshop

Lokasi yang dijadikan penelitian adalah Angka Coffee, Tembalang secara astronomis terletak pada koordinat -7.068564888359462, 110.44029635468642. Lokasi UMKM Coffeeshop terlihat pada Gambar 2.

Berdasarkan hasil survey lokasi secara langsung didapatkan data penggunaan beban pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 data profil beban harian dapat



Gambar 1. Diagram alir penelitian

direpresentasikan dalam bentuk grafik dengan parameter per jam seperti pada Gambar 3.

3.2 Iradiasi pada UMKM Coffeeshop

Data iradiasi pada lokasi UMKM Coffeeshop ditunjukkan pada Tabel 2 (The Joint Research Centre, 2021).

3.2 Jenis Sistem

Sistem PLTS yang akan digunakan pada UMKM Coffeeshop adalah sistem *off-grid* dengan mempertimbangkan pengguna UMKM yang memiliki mobilitas tinggi menggunakan caravan.

3.3 Rancangan sistem

Baterai (Louie, 2018) yang akan digunakan menggunakan sistem 24V dengan DoD 50%. Daya baterai dihitung menggunakan persamaan 4, sedangkan kebutuhan baterai dihitung menggunakan persamaan 5.

Daya baterai:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Beban harian (Wh)}}{\text{Ef. Inverter (\%)} \times \text{Tag. Baterai (V)}} \\
 &= 1892 / 0.95 \times 24 \\
 &= 82 \text{ Ah}
 \end{aligned} \quad (4)$$

Tabel 1. Data profil beban harian pada UMKM Coffeeshop

No.	Alat Elektronik	Jumlah	Daya (Watt)	Total Daya (Watt)	Total (Wh)
1	Pemanas air	1	300	300	2
2	Grinder Kopi	1	140	140	2
3	Router	1	15	15	15
4	Lampu A	8	6	48	8
5	Lampu B	1	13	13	6
6	Lampu C	1	3	3	10
7	Kipas angin	3	30	90	4
8	Speaker	1	20	20	3
Total				629	



Gambar 2. UMKM Coffeeshop "Angka Coffe"

Kebutuhan baterai:

$$\begin{aligned}
 &= \text{Hari otonom} \times \text{Beban bat.} \times \frac{1}{\text{DoD}} \\
 &= 1 \times 83 \times 1/0,5 \\
 &= 164 \text{ Ah}
 \end{aligned} \quad (5)$$

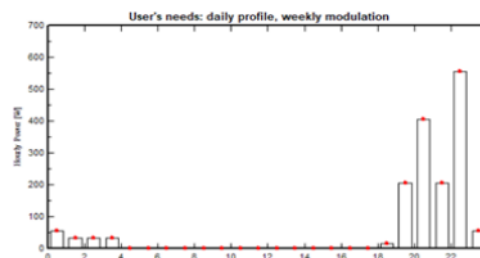
Adapun untuk panel surya (Louie, 2018), pada UMKM Coffeeshop dirancang untuk efektivitas penyinaran paling rendah 3,08 jam. Daya panel dihitung menggunakan Persamaan 6.

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Beban harian (Wh)}}{\text{Jam penyinaran (h)} \times \text{Ef. Inverter}} \\
 &= 1892 / 3,08 \times 0,95 \\
 &= 646 \text{ Wp}
 \end{aligned} \quad (6)$$

Kapasitas minimum yang dibutuhkan pada perancangan adalah baterai 24V 160Ah, panel surya 646 Wp. Pada simulasi akan digunakan baterai 12V 160Ah x 2 buah dan 12V 80Ah x 4 buah, kemudian panel surya sebesar 120 Wp x 6 buah, dan 360 Wp x 2 buah.

3.4 Perbandingan Komponen Utama PLTS

Pada perancangan PLTS ini ada 4 komponen utama yang akan dipertimbangkan dalam merancang sistem PLTS *off-grid*, diantaranya adalah panel surya, baterai, inverter, dan solar charge controller. Komponen yang akan dikombinasikan adalah panel surya dengan baterai dengan konfigurasi sesuai pada Tabel 3.



Gambar 3. Grafik penggunaan beban harian pada UMKM Coffeeshop

Tabel 2. Iradiasi pada UMKM Coffeeshop

Bulan	Iradiasi Efektif (kWh/m ² /hari)	Suhu (°C)	Kec. Angin (m/s)
Januari	3,12	25.2	2.59
Februari	3,97	25.2	1.42
Maret	3,85	24.9	2.06
April	5,18	25.7	1.76
Mei	4,90	25.2	2.65
Juni	6,09	23.9	2.82
Juli	6,34	23.5	3.04
Agustus	6,14	23.9	3.11
September	5,96	25.3	2.99
Oktober	5,35	26.7	2.75
November	3,76	27.0	2.37
Desember	3,08	26.3	1.42

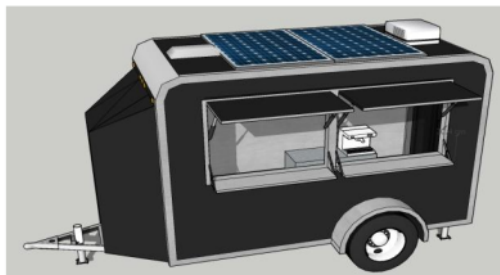
3.5 Simulasi

Dalam melakukan simulasi perancangan PLTS Studi Kasus Angka Coffee menggunakan perangkat lunak PVSyst (Shrivastava dkk., 2021), dibutuhkan data-data teknis yang akan berpengaruh pada hasil simulasi dengan menggunakan perangkat lunak. Beberapa faktor yang akan mempengaruhi output/hasil simulasi PLTS diantaranya adalah potensi matahari, nilai iradiasi, temperatur lokasi, kecepatan angin, posisi dan orientasi panel surya, spesifikasi komponen, serta data beban harian pada objek pemasangan. Pada simulasi juga akan ditampilkan besaran daya listrik yang diproduksi, besar daya listrik yang dialirkan ke beban pada lokasi, serta rugi-rugi sistem. Perancangan akan dilakukan menggunakan tipe penyanga tetap di atas atap caravan seperti pada Gambar 4.

3.6 Hasil Simulasi

Setelah menginput seluruh data yang dibutuhkan pada simulasi perancangan PLTS ini, simulasi pada PVSyst dapat dijalankan. Hasil simulasi PLTS pada UMKM Coffeeshop Angka didapatkan hasil pada Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan variasi 1 menghasilkan jumlah produksi energi tahunan (E_{avail}) sebesar 1022 kWh, tingkat pemenuhan energi ($solfrac$) 99,9%, energi yang dapat digunakan pengguna (E_{User}) sebesar 674,12



Gambar 4. Visualisasi objek penelitian

Tabel 3. Alternatif konfigurasi komponen PLTS

Variasi	Panel Surya	Baterai
1	6 modul seri-paralel Sunasia 120Wp	2 baterai seri Inpowers 12V 160Ah
2	6 modul seri-paralel Sunasia 120Wp	4 baterai seri-paralel Kijo 12V 80 Ah
3	2 modul paralel Canadian 360 Wp	2 baterai seri Inpowers 12V 160Ah
4	2 modul paralel Canadian 360 Wp	4 baterai seri-paralel Kijo 12V 80 Ah

kWh, dan *performance ratio* (PR) 0,502. variasi 2 menghasilkan jumlah produksi energi tahunan (E_{avail}) sebesar 1022 kWh, tingkat pemenuhan energi ($solfrac$) 99,7%, energi yang dapat digunakan pengguna (E_{User}) sebesar 672,9 kWh, dan *performance ratio*(PR) 0,501. variasi 3 menghasilkan jumlah produksi energi tahunan (E_{avail}) sebesar 1084 kWh, tingkat pemenuhan energi ($solfrac$) 100%, energi yang dapat digunakan pengguna (E_{User}) sebesar 674,51 kWh, dan *performance ratio*(PR) 0,502. variasi 4 menghasilkan jumlah produksi energi tahunan (E_{avail}) sebesar 1084 kWh, tingkat pemenuhan energi ($solfrac$) 99,9%, energi yang dapat digunakan pengguna (E_{User}) sebesar 674,24 kWh, dan *performance ratio*(PR) 0,502.

3.7 Analisis Teknis

Berdasarkan data yang didapat pada Tabel 4, jumlah energi listrik yang diproduksi panel surya pada Variasi 1 dan 2 adalah 1022 kWh/Tahun, sedangkan pada simulasi dengan Variasi 3 dan 4 jumlah energi listrik yang dihasilkan adalah 1084 kWh/Tahun. Nilai energi STC memiliki perbedaan yang diakibatkan dari perbedaan luas permukaan serta perbedaan efisiensi dari masing-masing panel surya, pada sistem PLTS variasi 1 dan 2 digunakan panel surya merk Sunasia (120Wp x 6) yang memiliki efisiensi sebesar 17% dan luas area 3,6 m². Kemudian pada sistem PLTS variasi 3 dan 4 menggunakan panel surya merk Canadian Solar (360Wp x 2) yang memiliki efisiensi sebesar 18,5% dan luas 4 m². Sehingga dapat disimpulkan semakin besar luasan permukaan panel dan semakin besar efisiensi memiliki efek yang semakin baik (King dkk., 2002). Efisiensi juga dipengaruhi oleh tipe panel surya yang digunakan. Jenis panel surya *monocrystalline* menggunakan bahan silikon yang lebih besar konsentrasinya dibanding dengan tipe *polycrystalline*. Hal ini berpengaruh pada efisiensi panel yang lebih besar pada jenis *monocrystalline*. Kemudian untuk spesifikasi sama pada nominal daya (Wp), jenis *monocrystalline* memiliki luasan permukaan panel yang lebih sedikit jika dibanding jenis *polycrystalline* (Harrouni, 2008).

Jumlah energi yang dapat tersuplai ke pengguna pada variasi 1 sebesar 674,12 kWh, variasi 2 sebesar 672,9 kWh, variasi 3 sebesar 674,51 kWh dan pada

variasi 4 sebesar 674,24 kWh. Terdapat sedikit perbedaan energi yang dapat disuplai sistem ke pengguna. Ini disebabkan karena baterai yang digunakan memiliki spesifikasi yang sama, sehingga perbedaan energi listrik yang dapat disuplai memiliki nilai yang relatif sama. Jumlah energi tersuplai terbesar ada pada Variasi 3 yaitu sebesar 674,51 kWh.

Tingkat pemenuhan energi pada variasi 1 sebesar 99,9%, pada variasi 2 sebesar 99,7%, pada variasi 3 sebesar 100%, pada variasi 4 sebesar 99,9%. Tingkat pemenuhan energi paling besar terdapat pada variasi 3 yaitu sebesar 100%. Nilai ini berpengaruh (berbanding terbalik) terhadap jumlah kekurangan energi listrik (E_{miss}). Semakin besar tingkat pemenuhan energi semakin kecil nilai kekurangan energi, maka dari itu tingkat pemenuhan energi 100% berarti sistem PLTS dapat menyuplai seluruh kebutuhan beban pengguna tanpa kekurangan energi yang signifikan.

PR ratio pada setiap variasi memiliki nilai yang tidak jauh berbeda. Pada variasi 1 sebesar 0,501. Pada variasi 2 sebesar 0,501. Pada variasi 3 sebesar 0,502. Kemudian pada variasi 4 sebesar 0,502. Rasio performa sistem PLTS memiliki nilai yang dapat dikategorikan cukup (Rajashekar & Naganagouda, 2018). Nilai performa rasio untuk sistem *off-grid* berskisar antara 0,4 hingga 0,6.

Pada seluruh variasi sistem PLTS, terdapat energi tidak terpakai (E_{unused}) yang cukup signifikan, hal ini disebabkan karena panel surya yang digunakan mengacu pada tingkat penyinaran terendah (3,08 kWh/m²/day) pada bulan Desember. Selain itu, hal ini juga disebabkan karena kapasitas baterai yang telah terisi penuh.

3.8 Analisis Ekonomi

Sistem yang akan dirancang pada UMKM *Coffeeshop*, akan ditinjau kelayakan ekonomi dan dipilih sesuai dengan hasil perhitungan nilai *Net Present Value* (NPV). Biaya total investasi, biaya penghematan energi listrik, biaya operasional, *discount rate*, dan nilai inflasi akan mempengaruhi hasil simulasi. Sebelum menentukan total biaya investasi, peneliti melakukan survei baik pada toko *offline* di area Kota Semarang, maupun pada toko *online* di berbagai *e-commerce* di Indonesia. Hal yang berpengaruh lainnya adalah nilai *discount rate* dan nilai inflasi yang peneliti dapatkan melalui laman resmi Bank Indonesia (Bank Indonesia, 2021).

UMKM *Coffeeshop* ini adalah remote area, alternatif sumber listrik yang memungkinkan sebagai suplai adalah PLTS, Genset, dan Penggunaan baterai dengan charging dari listrik PLN. Penelitian ini akan membandingkan tiga alternatif ini dari sisi ekonomisnya.

A. PLTS

Biaya investasi untuk masing-masing komponen pada perancangan sistem PLTS dapat dilihat pada Tabel 5. Berdasarkan Tabel 5 biaya investasi untuk variasi 1 sebesar Rp 17.550.000, variasi 2 sebesar Rp 18.550.000, variasi 3 sebesar Rp 17.550.000, sedangkan variasi 4 sebesar Rp 18.550.000.

Selama operasional PLTS, dibutuhkan biaya operasional dan pemeliharaan untuk sistem PLTS. Nilai ini didefinisikan sebesar 1-2% dari total biaya investasi awal sistem PLTS, kemudian ditambah biaya penggantian baterai selama masa proyek (Windarta, dkk., 2019), sehingga biaya operasional per tahun yang dibutuhkan sistem PLTS variasi 1, variasi 2, variasi 3, dan variasi 4 ditunjukkan pada Tabel 6.

Penghematan energi listrik merupakan perhitungan penghematan secara linier dari awal hingga akhir proyek PLTS dijalankan. Penghematan energi listrik diperoleh dari jumlah energi yang disuplai ke beban untuk memenuhi kebutuhan energi listrik sehari-hari UMKM *Coffeeshop*. Penghematan energi listrik yang dihasilkan sistem PLTS variasi 1, variasi 2, variasi 3, dan variasi 4 setiap tahun dapat dilihat pada Tabel 7.

Berdasarkan hasil simulasi pada *software* RetScreen didapatkan nilai NPV pada setiap rancangan variasi sistem PLTS sesuai dengan Tabel 8. Nilai NPV juga dapat dihitung menggunakan Persamaan 1-3.

Pada Tabel 9 ditunjukkan nilai NPV setiap Rancangan variasi sistem PLTS memiliki nilai negatif atau kurang dari 0. Sehingga didapatkan kesimpulan bahwa investasi PLTS untuk masing-masing variasi tidak layak secara ekonomis jika hanya mengacu pada nilai negatif NPV

B. Genset

Genset yang digunakan sesuai data beban di UMKM *Coffeeshop* adalah genset dengan daya 1KVA. Tabel 10 menunjukkan biaya investasi penggunaan genset. Berdasarkan dari hasil perhitungan dengan Persamaan 4.

$$S = K \times P \times T \quad (7)$$

dimana S adalah bahan bakar yang diperlukan per hari (liter), K merupakan faktor ketetapan penggunaan bahan bakar per kilowatt per jam (sebesar 0,21), P adalah daya genset (KVA), dan T adalah waktu (jam).

Didapatkan penggunaan bahan bakar dalam sehari sebanyak 2,1 liter (Badaruddin, 2015). Harga bensin saat ini adalah Rp7.650. Konsumsi bahan bakar dalam sehari sebesar Rp16.000 dan dalam setahun mencapai Rp5.622.750. Sehingga biaya untuk operasional penggunaan genset per tahun dapat ditunjukkan dalam Tabel 11.

Tabel 4 Hasil simulasi PLTS

Variasi	Bulan	Balances and result								
		GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E_Avail kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac ratio	PR ratio
Variasi 1	Januari	124,1	120,5	68,6	11,87	0,000	52,70	52,70	1,000	0,590
	Februari	137,4	131,2	75,8	19,62	0,000	52,64	52,64	1,000	0,532
	Maret	134,1	130,5	73,8	11,72	0,000	58,28	58,28	1,000	0,603
	April	155,4	151,5	86,0	25,82	0,000	56,10	56,40	1,000	0,502
	Mei	141,1	137,2	77,8	15,53	0,000	58,28	58,28	1,000	0,574
	Juni	157,8	153,1	86,4	25,97	0,000	56,40	56,40	0,995	0,496
	Juli	173,1	168,2	94,2	31,53	0,000	58,28	58,28	1,000	0,468
	Agustus	180,7	176,2	98,7	35,11	0,000	58,28	58,28	1,000	0,448
	September	190,5	186,3	102,7	41,91	0,000	56,40	56,40	1,000	0,411
	Oktober	199,9	195,7	109,0	46,36	0,000	58,28	58,28	1,000	0,405
	November	145,0	141,4	79,5	19,12	0,000	56,40	56,40	1,000	0,541
	Desember	126,7	123,1	70,0	14,86	0,619	52,08	52,70	1,988	0,571
	Tahun	1865,8	1817,8	1022,5	300,40	0,916	674,12	675,0	0,999	0,502
Variasi 2	Januari	124,1	120,5	68,6	11,26	0,000	52,67	52,67	1,000	0,590
	Februari	137,4	134,2	75,9	19,78	0,000	52,61	52,61	1,000	0,532
	Maret	134,1	130,5	73,8	11,05	0,000	58,25	58,25	1,000	0,603
	April	155,4	151,5	86,1	26,78	0,850	55,52	56,37	0,985	0,496
	Mei	141,1	137,2	77,8	15,53	0,000	58,25	58,25	1,000	0,573
	Juni	157,8	153,1	86,4	26,18	0,000	56,37	56,37	1,000	0,496
	Juli	173,1	168,2	94,2	32,08	0,000	58,25	58,25	1,000	0,467
	Agustus	180,7	176,2	96,7	35,57	0,000	58,25	58,25	1,000	0,448
	September	190,5	186,3	102,7	42,26	0,000	56,37	58,37	1,000	0,411
	Oktober	199,9	195,7	109,0	46,91	0,000	58,25	58,25	1,000	0,405
	November	145,0	141,4	79,5	18,96	0,000	56,37	56,37	1,000	0,540
	Desember	128,7	123,1	70,0	14,42	0,000	51,82	52,67	1,984	0,568
	Tahun	1865,8	1817,8	1022,6	301,79	1,696	672,95	674,64	0,997	0,501
Variasi 3	Januari	124,1	121,4	73,0	16,12	0,000	52,67	52,67	1,000	0,590
	Februari	137,4	135,0	80,1	23,99	0,000	52,61	52,61	1,000	0,532
	Maret	134,1	131,4	78,5	16,05	0,000	58,25	58,25	1,000	0,603
	April	155,4	152,6	91,1	30,76	0,137	56,23	56,37	0,998	0,503
	Mei	141,1	138,3	82,8	20,46	0,000	58,25	58,25	1,000	0,573
	Juni	157,8	154,4	92,0	31,54	0,000	56,37	56,37	1,000	0,496
	Juli	173,1	169,6	100,2	37,58	0,000	58,25	58,25	1,000	0,467
	Agustus	180,7	177,5	104,6	42,10	0,000	58,25	58,25	1,000	0,448
	September	190,5	187,4	108,7	47,78	0,000	56,37	56,37	1,000	0,411
	Oktober	199,9	196,8	114,9	52,17	0,000	58,25	58,25	1,000	0,405
	November	145,0	142,2	84,2	23,82	0,000	56,37	56,37	1,000	0,540
	Desember	126,7	124,0	74,3	18,12	0,000	52,67	52,67	1,000	0,578
	Tahun	1865,8	1830,6	1064,4	360,50	0,137	674,51	674,64	1,000	0,502
Variasi 4	Januari	124,1	121,4	73,0	15,69	0,000	52,70	52,70	52,70	0,590
	Februari	137,4	135,0	80,2	24,12	0,000	52,64	52,64	52,64	0,532
	Maret	134,1	131,4	78,5	15,88	0,000	58,28	58,28	58,28	0,603
	April	155,4	152,6	91,1	31,84	0,789	55,60	56,40	56,40	0,497
	Mei	141,1	138,3	82,8	20,39	0,000	58,28	58,28	58,28	0,574
	Juni	157,8	154,4	92,0	31,87	0,000	56,40	56,40	56,40	0,496
	Juli	173,1	169,6	100,2	38,16	0,000	58,28	58,28	58,28	0,468
	Agustus	180,7	177,5	104,7	42,45	0,000	58,28	58,28	58,28	0,448
	September	190,5	187,4	108,7	48,32	0,000	56,40	56,40	56,40	0,411
	Oktober	199,9	196,8	114,9	52,42	0,000	58,28	58,28	58,28	0,405
	November	145,0	142,2	84,2	23,86	0,000	56,40	56,40	56,40	0,541
	Desember	126,7	124,0	74,3	17,45	0,000	52,70	52,70	52,70	0,578
	Tahun	1865,8	1830,6	1084,5	362,44	0,798	674,24	675,04	0,999	0,502

Keterangan: GlobHor = Global horizontal irradiation, GlobEff = Effective Global, corr, for IAM and Shadings, EUnused = Unused energy (battery full), E_Avail = Available Solar Energy, E_Miss = Missing energy, E_User = Energy supplied to the user, E_Load = Energy need to the user (Load), SolFrac = Solar fraction (EUsed/Eload), PR = Performance Ratio

Tabel 5. Perbandingan hasil simulasi PLTS

Variasi	Energi Listrik Array STC (<i>E_avail</i>) kWh	Energi Tersuplai (<i>E_Load</i>) kWh	Pemenuhan Energi (<i>Solfrac</i>) %	PR Ratio
1	1022	674,12	99,9	0,501
2	1022	672,90	99,7	0,501
3	1084	674,51	100	0,502
4	1084	674,24	99,9	0,502

Tabel 6. Biaya investasi awal sistem PLTS

Variasi	Nama Komponen	Jumlah	Harga	Total Harga
Variasi 1	Panel Sunasia 120Wp	6 Modul	Rp 600.000	Rp 3.600.000
	Solar Charge Controller Epever	1 Buah	Rp 1.500.000	Rp 1.500.000
	Baterai Inpowers 12V 160Ah	2 Buah	Rp 3.500.000	Rp 7.000.000
	Inverter 800W	1 Buah	Rp 2.000.000	Rp 2.000.000
	Penyangga Panel	1 set	Rp 1.000.000	Rp 1.000.000
	Pembumian Panel	1 set	Rp 250.000	Rp 250.000
	Kabel	1 set	Rp 500.000	Rp 500.000
	Proteksi	1 set	Rp 200.000	Rp 200.000
	Jasa dan lain-lain	1 set	Rp 1.500.000	Rp 1.500.000
	Total			Rp 17.550.000
Variasi 2	Panel Sunasir 120Wp	6 Modul	Rp 600.000	Rp 3.600.000
	Solar Charge Controller Epever	1 Buah	Rp 1.500.000	Rp 1.500.000
	Baterai Kijo 12V 80 Ah	4 Buah	Rp 2.000.000	Rp 8.000.000
	Inverter 800W	1 Buah	Rp 2.000.000	Rp 2.000.000
	Penyangga Panel	1 set	Rp 1.000.000	Rp 1.000.000
	Pembumian Panel	1 set	Rp 250.000	Rp 250.000
	Kabel	1 set	Rp 500.000	Rp 500.000
	Proteksi	1 set	Rp 200.000	Rp 200.000
	Jasa dan lain-lain	1 set	Rp 1.500.000	Rp 1.500.000
	Total			Rp 18.550.000
Variasi 3	Panel Canadian Solar 360Wp	2 Modul	Rp 2.100.000	Rp 4.200.000
	Solar Charge Controller Epever	1 Buah	Rp 1.500.000	Rp 1.500.000
	Baterai Inpowers 12V 160Ah	2 Buah	Rp 3.500.000	Rp 7.000.000
	Inverter 800W	1 Buah	Rp 2.000.000	Rp 2.000.000
	Penyangga Panel	1 set	Rp 1.000.000	Rp 1.000.000
	Pembumian Panel	1 set	Rp 250.000	Rp 250.000
	Kabel	1 set	Rp 500.000	Rp 500.000
	Proteksi	1 set	Rp 200.000	Rp 200.000
	Jasa dan lain-lain	1 set	Rp 1.500.000	Rp 1.500.000
	Total			Rp 18.150.000
Variasi 4	Panel Canadian Solar 360Wp	2 Modul	Rp 2.100.000	Rp 4.200.000
	Solar Charge Controller Epever	1 Buah	Rp 1.500.000	Rp 1.500.000
	Baterai Kijo 12V 80Ah	4 Buah	Rp 2.000.000	Rp 8.000.000
	Inverter 800W	1 Buah	Rp 2.000.000	Rp 2.000.000
	Penyangga Panel	1 set	Rp 1.000.000	Rp 1.000.000
	Pembumian Panel	1 set	Rp 250.000	Rp 250.000
	Kabel	1 set	Rp 500.000	Rp 500.000
	Proteksi	1 set	Rp 200.000	Rp 200.000
	Jasa dan lain-lain	1 set	Rp 1.500.000	Rp 1.500.000
	Total			Rp 19.150.000

Penghematan energi listrik pada sistem genset diasumsikan sama dengan penghematan PLTS dengan alasan penggunaan beban yang sama. Dengan daya yang dihasilkan diasumsikan 674 kWh/tahun, didapatkan nilai NPV dalam masa proyek 24 tahun sebesar -

Rp173.514.432. Karena nilai NPV bernilai negatif maka investasi pada sistem genset tidak layak untuk dilaksanakan.

Tabel 7. Biaya operasional sistem PLTS per tahun

Nama Variasi	O&M Komponen	Penggantian Baterai	Total
1	Rp 160.500	Rp 875.000	Rp 1.035.500
2	Rp 170.500	Rp 1.000.000	Rp 1.170.500
3	Rp 166.500	Rp 875.000	Rp 1.041.500
4	Rp 176.500	Rp 1.000.000	Rp 1.176.500

Tabel 8. Penghematan sistem PLTS

Nama Variasi	kWh / Tahun	Harga	Total Harga
1	674,12	Rp 1.467	Rp 988.934
2	672,90	Rp 1.467	Rp 987.144
3	674,51	Rp 1.467	Rp 989.506
4	674,24	Rp 1.467	Rp 989.110

Tabel 9. Nilai NPV PLTS variasi 1, 2, 3 dan 4

Nama Variasi	PWC	PWB	NPV
1	Rp 54.268.068	Rp 35.066.874	-Rp 19.201.195
2	Rp 60.055.069	Rp 35.003.411	-Rp 25.051.658
3	Rp 55.080.824	Rp 35.087.161	-Rp 19.993.663
4	Rp 60.867.824	Rp 35.073.116	-Rp 25.794.709

Tabel 10. Modal awal penggunaan genset

Nama Komponen	Jumlah	Harga	Total Harga
Generator Set	1 set	Rp 5.720.000	Rp 5.720.000
Silent 1 KVA			
Kabel	1 set	Rp 500.000	Rp 500.000
Proteksi	1 set	Rp 200.000	Rp 200.000
Jasa dan lain-lain	1 set	Rp 500.000	Rp 500.000
Total			Rp 6.920.000

Tabel 11. O&M Penggunaan genset per tahun

Nama Komponen	Total Harga
O&M Komponen	Rp 64.200
Bahan bakar	Rp 5.622.750
Total	Rp 5.686.950

Tabel 12. Modal awal sistem charging

Nama Komponen	Jumlah	Harga	Total Harga
Charger Baterai Suoer	1 Buah	Rp 250.000	Rp 250.000
Baterai Inpowers 12V 160Ah	2 Buah	Rp 3.500.000	Rp 7.000.000
Inverter 800W	1 Buah	Rp 2.000.000	Rp 2.000.000
Kabel	1 set	Rp 500.000	Rp 500.000
Proteksi	1 set	Rp 200.000	Rp 200.000
Jasa dan lain-lain	1 set	Rp 500.000	Rp 500.000
Total			Rp 10.450.000

Tabel 13. O&M Sistem charging baterai per tahun

Nama Komponen	Total Harga
O&M Komponen	Rp 64.200
Bahan bakar	Rp 5.622.750
Total	Rp 5.686.950

Tabel 14. Perbandingan nilai NPV dan PWC

Nama Variasi	NPV
PLTS Variasi 1	-Rp 19.201.195
PLTS Variasi 2	-Rp 25.051.658
PLTS Variasi 3	-Rp 19.993.663
PLTS Variasi 4	-Rp 25.794.709
Generator	-Rp 173.514.432
Sistem Charging	-Rp 46.164.256

C. Sistem Charging Baterai dari PLN

Biaya investasi penggunaan baterai dengan charging dari PLN ditunjukkan pada Tabel 12. Daya yang digunakan untuk charging baterai yaitu sebesar daya beban ditambah rugi-rugi sistem yaitu sekitar 2 KWH per hari. Sehingga biaya untuk operasional penggunaan sistem ini dalam satu tahun dapat ditunjukkan dalam Tabel 13.

Penghematan energi listrik pada sistem genset diasumsikan sama dengan penghematan PLTS dengan

alasan penggunaan beban yang sama. Dengan daya yang dihasilkan diasumsikan 674 kWh/tahun, didapatkan nilai NPV dalam masa proyek 24 tahun sebesar -Rp 46.164.256. Karena nilai NPV bernilai negatif maka investasi pada sistem charging tidak layak untuk dilaksanakan.

D. Perbandingan

Dari hasil analisis yang didapat untuk semua alternatif yang ada, dapat dibuat perbandingan seperti pada Tabel 14. Berdasarkan Tabel 16, dapat dilihat nilai

NPV pada setiap alternatif bernilai negatif. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semua investasi untuk variasi tidak layak secara ekonomi. Namun PLTS variasi 1 dan 3 merupakan variasi yang paling murah bila dibandingkan dengan alternatif sumber listrik lain.

4. Kesimpulan

Sistem pembangkit listrik tenaga surya yang dirancang dalam penelitian ini adalah sistem *off-grid*. Perencanaan PLTS dibagi menjadi empat variasi yang masing-masing memiliki konfigurasi tersendiri. Kombinasi yang divariasikan adalah panel surya dengan baterai. Alternatif komponen yang akan digunakan masing-masing adalah 2 merk Panel Surya dan 2 merk baterai. Listrik yang dihasilkan dari PLTS berkisar antara 672-675 kWh per tahun dan masing-masing variasi perencanaan ini dianggap tidak layak karena memiliki nilai NPV kurang 0, namun nilai investasi PLTS ini masih jauh lebih hemat dan murah bila dibandingkan menggunakan sumber listrik genset maupun sistem charging baterai dari PLN. Berdasarkan analisis teknis-ekonomis yang telah dilakukan sebelumnya, investasi yang paling layak adalah variasi pertama dan ketiga karena sama-sama memiliki nilai NPV paling besar yaitu -Rp19.201.195.

Daftar Pustaka

- Badaruddin, B., & Hardiansyah, F. (2015). Perhitungan Optimasi Bahan Bakar Solar pada Pemakaian Generator Set Di BTS. *Jurnal Teknologi Elektro*, 6(2), 142512.
- Bagaskoro, B., Windarta, J., & Denis, D. (2019). Perancangan Dan Analisis Ekonomi Teknik Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Offgrid Menggunakan Perangkat Lunak Homer Di Kawasan Wisata Pantai Pulau Cemara. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 8(2), 152-157.
- Bank Indonesia. (2021). *Monetary Data Bank Indonesia*. Diakses dari <https://www.bi.go.id/en/moneter/Contents/Default.aspx>, tanggal 02 Juni 2021
- Dewan Energi Nasional. (2019). *Outlook Energi Indonesia 2019*. Dewan Energi Nasional, 75. <https://www.den.go.id/index.php/publikasi/index/EnergyOutlook>
- Harrouni, S. (2008). Modeling Solar Radiation at the Earth's Surface: Recent Advances. In *Modeling Solar Radiation at the Earth's Surface: Recent Advances* (pp. 29–54). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-77455-6_2
- King, D. L., Boyson, W. E., & Kratochvil, J. A. (2002). Analysis of factors influencing the annual energy production of photovoltaic systems. *Conference Record of the IEEE Photovoltaic Specialists Conference*, 1356–1361. <https://doi.org/10.1109/pvsc.2002.1190861>
- Louie, H. (2018). Energy Poverty: Off-Grid Electrical Systems in Developing Countries. In *Off-Grid Electrical Systems in Developing Countries*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91890-7_2
- Ma, T., Yang, H., & Lu, L. (2017). Long term performance analysis of a standalone photovoltaic system under real conditions. *Applied Energy*, 201, 320–331. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.08.126>
- Pujawan, I. N. (2009). *Ekonomi Teknik*. Edisi Kedua. Jakarta: PT. Guna Widya.
- Ramadhani, B. (2018). *Instalasi pembangkit listrik tenaga surya Dos & Don'ts*. Jakarta: Energising Development (EnDev) Indonesia.
- Rekhashree, D. J., & Naganagouda, H. (2018). Study on Design and Performance Analysis of Solar PV Rooftop Standalone and On Grid System Using PVSYST. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 5(07).
- Shrivastava, A., Sharma, R., Saxena, M. K., Shanmugasundaram, V., & Rinawa, M. L. (2021). Solar energy capacity assessment and performance evaluation of a standalone PV system using PVSYST. *Materials Today: Proceedings*
- The Joint Research Centre (2021). *TMY generator*. Diakses dari <https://ec.europa.eu/jrc/en/PVGIS/tools/tmy>

Analisis Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-grid Menggunakan Software PVSyst untuk Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) Coffeeshop Remote Area

ORIGINALITY REPORT

5%

SIMILARITY INDEX

4%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

publikasiilmiah.ums.ac.id

Internet Source

<1 %

2

www.sunergysas.it

Internet Source

<1 %

3

Submitted to Universidad de Málaga - Tii

Student Paper

<1 %

4

vbook.pub

Internet Source

<1 %

5

vdocuments.site

Internet Source

<1 %

6

www.thunderindustries.com

Internet Source

<1 %

7

manajemenkeuangan.net

Internet Source

<1 %

8

portalgaruda.ilkom.unsri.ac.id

Internet Source

<1 %

Hotze Lont. "Juggling Money", Brill, 2005

9

Publication

<1 %

10

es.scribd.com

Internet Source

<1 %

11

Dewi Nita Pratiwi, Saifudin Saifudin.
"PENERAPAN METODE ANALISIS ABC DALAM
PENGENDALIAN PERSEDIAN BAHAN BAKU
PADA PT.DYRIANA (Cabang Gatot Subroto)",
Solusi, 2021

Publication

<1 %

12

eprints.dinus.ac.id

Internet Source

<1 %

13

ojs.atmajaya.ac.id

Internet Source

<1 %

14

panelsuryakita.blogspot.co.id

Internet Source

<1 %

15

afildaapriliani.blogspot.com

Internet Source

<1 %

16

doc-pak.undip.ac.id

Internet Source

<1 %

17

docplayer.info

Internet Source

<1 %

18

ejournal.unmus.ac.id

Internet Source

<1 %

ipxa.gvshop.it

19

Internet Source

<1 %

20

ml.scribd.com

Internet Source

<1 %

21

www.pvsyst.com

Internet Source

<1 %

22

lib.ui.ac.id

Internet Source

<1 %

23

ejournal2.undip.ac.id

Internet Source

<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On

Analisis Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-grid Menggunakan Software PVSyst untuk Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) Coffeeshop Remote Area

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9