

SKRIPSI

**EVALUASI KINERJA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA SURYA (PLTS) DALAM MENYUPLAI BEBAN
AC TIPE SPLIT PADA PROTOTIPE BANGUNAN HEMAT
ENERGI**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I MADE WINDHU AGUNG ADI MAHAPUTRA
NIM. 2115234010

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Kebutuhan listrik yang terus meningkat, ditambah keterbatasan cadangan bahan bakar fosil, mendorong pengembangan sumber energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan, salah satunya adalah energi surya. Indonesia sebagai negara tropis memiliki potensi radiasi matahari yang tinggi, sehingga pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi solusi yang efisien untuk mendukung ketersediaan energi bersih. Di sisi lain, AC split merupakan salah satu beban listrik terbesar, terutama pada bangunan di wilayah beriklim panas. Untuk itu, sistem PLTS perlu dirancang agar mampu menyuplai beban AC secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sistem PLTS dengan beban AC split 1 PK yang ditempatkan pada prototipe bangunan hemat energi, yang mencakup perhitungan daya, kapasitas panel, penyimpanan energi, serta evaluasi kinerja sistem terhadap efisiensi energi dan keberlanjutan.

Studi dilakukan selama enam bulan, mulai Oktober 2024 hingga Maret 2025, dengan menggunakan sistem monitoring berbasis web SOLARMAN untuk mencatat data produksi dan konsumsi energi harian, serta status pengisian baterai (*State of Charge/SoC*). Hasil pengamatan menunjukkan total energi yang dihasilkan sebesar 815,6 kWh, dengan konsumsi energi mencapai 711,8 kWh, menghasilkan surplus sebesar 103,8 kWh. Rata-rata efisiensi sistem tercatat sebesar 87,07%, dengan efisiensi tertinggi 91,55% pada Februari 2025. Kinerja baterai lithium LiFePO₄ juga menunjukkan hasil baik, dengan durasi pengisian rata-rata 8 jam 55 menit hingga 9 jam 15 menit, dan pemakaian 9 jam 23 menit hingga 9 jam 57 menit. Baterai mampu menyuplai beban AC hingga malam hari dengan SoC dijaga di atas batas minimum 20%.

Kata kunci: AC split, Bangunan Hemat Energi, Efisiensi Sistem, Energi Surya, Monitoring SOLARMAN, Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), State of Charge (SoC).

Performance Evaluation of a Solar Power Generation System (PLTS) in Supplying Split-Type AC Loads on an Energy-Efficient Building Prototype

ABSTRACT

The increasing demand for electricity, coupled with the depletion of fossil fuel reserves, has driven the development of more environmentally friendly renewable energy sources, one of which is solar energy. As a tropical country, Indonesia has high solar radiation potential, making the utilization of Solar Power Generation Systems (PLTS) an efficient solution to support clean energy availability. Split-type air conditioners (AC) are among the highest electricity-consuming loads, especially in buildings located in hot climate regions. Therefore, PLTS systems must be designed to optimally supply AC loads. This study aims to analyze a PLTS system connected to a 1 PK split-type AC unit installed in an energy-efficient building prototype. The analysis includes power requirement calculation, solar panel capacity, energy storage sizing, and system performance evaluation in terms of efficiency and sustainability.

The study was conducted over a six-month period, from October 2024 to March 2025, using the SOLARMAN web-based monitoring system to record daily energy production and consumption data, as well as battery charge status (State of Charge/SoC). The results showed that the system generated a total of 815.6 kWh, with energy consumption reaching 711.8 kWh, producing an energy surplus of 103.8 kWh. The average efficiency of the system was 87.07%, with the highest efficiency recorded at 91.55% in February 2025. The LiFePO₄ lithium battery also performed well, with average charging durations ranging from 8 hours 55 minutes to 9 hours 15 minutes, and energy discharge periods between 9 hours 23 minutes and 9 hours 57 minutes. The battery was capable of supplying the AC load into the night, with SoC maintained above the 20% minimum threshold.

Keywords: *Energy-Efficient Building, Solar Energy, SOLARMAN Monitoring Solar Power Plant (PLTS), Split AC, State of Charge (SoC), System Efficiency.*

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	ii
Lembar Pengesahan	iii
Lembar Persetujuan.....	iv
Surat Pernyataan Bebas Plagiat.....	v
Ucapan Terima Kasih.....	vi
Abstrak	vii
<i>Abstract</i>	viii
Kata Pengantar	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Lampiran	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.4.1 Tujuan umum.....	3
1.4.2 Tujuan khusus	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.5.1. Bermanfaat untuk penulis	3
1.5.2. Bermanfaat untuk akademik	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2. 1 Energi Matahari	4
2. 2 Energi Listrik.....	4
2. 3 Panel Surya	5
2. 4 Prinsip Kerja Panel Surya.....	5
2. 5 Jenis – Jenis Panel Surya	6

2.5.1	Monokristalin.....	6
2.5.2	Polikristalin.....	7
2.5.3	<i>Thin film solar cell (TFSC)</i>	8
2. 6	Sistem Panel Surya	9
2.6.1.	Sistem <i>off-grid</i>	9
2.6.2.	Sistem <i>on-grid</i>	10
2.6.3.	Sistem <i>hybrid</i>	10
2. 7	Komponen pada Sistem Panel Surya.....	10
2.6.1.	Modul surya	10
2.6.2.	<i>Solar charge controller</i>	11
2.6.3.	Inverter.....	12
2.6.4.	Baterai.....	13
2. 8	Teori Perhitungan Panel Surya	14
2. 9	Sistem Refrigerasi.....	14
2. 10	Siklus Kompresi Uap.....	15
2. 11	<i>Air Conditioner Split</i>	18
2.11.1	<i>Air conditioner split</i> konvensional (<i>non-inverter</i>)	18
2.11.2	<i>Air conditioner split</i> inverter.....	18
2. 12	Komponen – Komponen pada <i>Air Conditioner Split</i>	19
2.12.1	Kompresor	19
2.12.2	Kondensor.....	19
2.12.3	Pipa kapiler	20
2.12.4	<i>Evaporator</i>	21
2. 13	Refrigeran	22
BAB III METODE PENELITIAN		24
3. 1	Jenis Penelitian	24
3.3.1	Desain prototipe bangunan hemat energi.....	24
3.3.2	Desain penempatan komponen PLTS.....	26
3.3.3	Wiring diagram sistem <i>off-grid</i>	28
3.3.4	Instalasi PLTS sistem <i>off-grid</i>	29
3. 2	Alur Penelitian.....	30

3. 3	Lokasi dan Waktu Penelitian	32
3. 4	Penentuan Sumber Data.....	32
3. 5	Sumber Daya Penelitian	33
3. 6	Instrumen Penelitian	33
3. 7	Prosedur Penelitian	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		43
4.1	Hasil Penelitian.....	43
4.1.1	Data pengujian sistem PLTS.....	43
4.1.2	Data hasil pengujian pada baterai	50
4.2	Pembahasan	53
4.2.1	Data rata – rata jumlah produksi dan konsumsi.....	53
4.2.2	Data jumlah rata – rata efisiensi enam bulan.....	54
4.2.3	Data jumlah rata – rata surplus energi selama enam bulan.....	55
4.2.4	Faktor – faktor penyebab fluktuasi	55
4.2.5	Data rata – rata pengisian dan penggunaan baterai.....	58
BAB V PENUTUP		59
5.1	Kesimpulan.....	59
5.2	Saran	59
DAFTAR PUSTAKA		61
LAMPIRAN.....		64

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan tipe refrigeran	22
Tabel 3. 1 Waktu penelitian	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip kerja panel surya	6
Gambar 2.2 Panel surya monokristalin	7
Gambar 2.3 Panel surya polykristalin	8
Gambar 2.4 <i>Thin film solar cell</i> (TFSC)	9
Gambar 2.5 Modul surya.....	11
Gambar 2.6 <i>Solar charge controller</i>	12
Gambar 2.7 Inverter panel surya	13
Gambar 2.8 Baterai panel surya	14
Gambar 2.9 Siklus Kompres Uap.....	15
Gambar 2.10 Diagram Ph Siklus Kompres Uap	16
Gambar 2.11 Kompresor AC <i>split</i>	19
Gambar 2.12 Kondensor AC <i>split</i>	20
Gambar 2.13 Pipa Kapiler.....	21
Gambar 2.14 Evaporator AC <i>Split</i>	21
Gambar 2.15 Refrigerant AC <i>split</i>	22
Gambar 3. 1 Prototipe bangunan hemat energi	24
Gambar 3. 2 Desain penempatan kontrol.....	26
Gambar 3. 3 Desain penempatan panel surya dan beban.....	26
Gambar 3. 4 Wiring diagram sistem PLTS <i>off-grid</i>	28
Gambar 3. 5 Instalasi PLTS sistem off-grid.....	29
Gambar 3. 6 Alur penelitian.....	31
Gambar 3. 7 Aplikasi atau web SOLARMAN smart.....	33
Gambar 3. 8 Modul surya <i>monocrystalline</i> (modul utama)	34
Gambar 3. 9 Modul surya <i>monocrystalline</i> (modul tambahan)	35
Gambar 3. 10 Modul surya <i>policrystalline</i> (modul tambahan)	36
Gambar 3. 11 Modul surya Monocrystalline fleksibel (modul tambahan)	37
Gambar 3. 12 <i>Hybrid smart inverter</i>	38
Gambar 3. 13 <i>Hybrid battery</i>	39

Gambar 3. 14 Panel distribusi	40
Gambar 3. 15 <i>Air conditioner</i> split	41
Gambar 4. 1 Grafik data bulan Oktober 2024.....	43
Gambar 4. 2 Grafik data bulan November 2024.....	44
Gambar 4. 3 Grafik data bulan Desember 2024.....	45
Gambar 4. 4 Grafik data bulan Januari 2025	47
Gambar 4. 5 Grafik data bulan Februari 2025	48
Gambar 4. 6 Grafik data bulan Maret 2025	49
Gambar 4. 7 Grafik pengujian baterai hari pertama.....	51
Gambar 4. 8 Grafik pengujian baterai hari kedua	51
Gambar 4. 9 Grafik pengujian baterai hari ketiga.....	52
Gambar 4. 10 Grafik SoC pada web SOLARMAN	53
Gambar 4. 11 Grafik rata – rata jumlah produksi dan konsumsi selama 6 bulan .	53
Gambar 4. 12 Grafik jumlah rata – rata efisiensi selama enam bulan	54
Gambar 4. 13 Grafik jumlah rata – rata surplus energi selama enam bulan.....	55
Gambar 4. 14 Contoh grafik produksi panel surya dan konsumsi beban dipengaruhi oleh cuaca.....	56
Gambar 4. 15 Contoh grafik harian pengaruh penggunaan daya berat.....	56
Gambar 4. 16 Contoh grafik data tidak terekam sepenuhnya	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Data Bulan Oktober 2024	64
Lampiran 2 : Data Bulan November 2024	65
Lampiran 3 : Data Bulan Desember 2024.....	66
Lampiran 4 : Data Bulan Januari 2025	67
Lampiran 5 : Data Bulan Februari 2025	68
Lampiran 6 : Data Bulan Maret 2025	69
Lampiran 7 : Tabel Efisiensi dan Surplus Energi Selama Enam Bulan.....	70
Lampiran 8 : Lembar Pembimbing 1	71
Lampiran 9 : Lembar Pembimbing 2	72

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam era modern ini, kebutuhan akan energi listrik terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan perkembangan teknologi. Namun, ketergantungan terhadap sumber energi konvensional seperti bahan bakar fosil semakin menjadi perhatian karena dampaknya terhadap lingkungan dan keterbatasan sumber daya. Salah satu jenis energi yang paling banyak digunakan saat ini adalah energi listrik. Diperkirakan, cadangan bahan bakar minyak sebagai sumber utama energi listrik akan habis sekitar 11 tahun ke depan (Aprillia *et al* 2019). Oleh karena itu, pengembangan energi terbarukan (alternatif) menjadi solusi yang sangat penting untuk menciptakan sumber energi yang ramah lingkungan, aman dari polusi dan persediaannya tak terbatas seperti energi surya (matahari) guna mencapai keberlanjutan energi di masa depan.

Energi surya adalah energi yang berasal dari panas dan sinar matahari. Energi ini termasuk sumber daya alam yang tidak terbatas jumlahnya. Potensi energi matahari yang dimiliki Indonesia sebagai negara tropis sangat besar dengan radiasi rata-rata (insolasi) harian sebesar 4,5 – 4,8 KWh/m² per harinya (Riafinola, *et al.* 2022). Salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar adalah pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Teknologi ini mampu mengubah energi matahari menjadi listrik yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan, termasuk kebutuhan pendinginan ruangan (*Air Conditioner*). Sementara itu, konsumsi terbesar ada pada energi listrik yang saat ini sudah mencapai sekitar 42,5% dan perangkat elektronik yang paling besar dalam mengkonsumsi energi listrik adalah pengkondisian udara atau AC (*Air Conditioner*) (Yudhy, 2018). Dalam upaya meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi konsumsi listrik dari jaringan utama, sistem PLTS dapat dirancang untuk memenuhi kebutuhan beban tertentu, seperti AC (*Air Conditioner*), guna mendukung konsep bangunan hemat energi.

Penggunaan AC (*Air Conditioner*) dalam bangunan merupakan salah satu faktor utama konsumsi listrik, terutama di daerah tropis seperti di Indonesia dengan suhu dan kelembaban yang relatif tinggi. AC *split* menjadi pilihan utama dalam bangunan yang memiliki ukuran kecil hingga menengah untuk pengkondisian udara karena memiliki efisiensi yang lebih baik dibandingkan jenis AC lainnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian lebih lanjut pada sistem PLTS agar dapat memenuhi kebutuhan daya AC *split* secara optimal. Dengan adanya sistem PLTS yang sudah dirancang dengan baik, diharapkan dapat mengurangi biaya listrik, mengoptimalkan pemanfaatan energi surya, serta mengurangi emisi karbon yang dihasilkan dari pembangkit listrik berbasis fosil (Maimuzar *et al.* 2023).

Melalui penelitian ini, maka akan dilakukan evaluasi kinerja sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dalam menyuplai beban AC split pada prototipe bangunan hemat energi. Penelitian ini akan mencakup seberapa besar produksi dan konsumsi energi listrik dengan beban, perhitungan efisiensi perbulan, fluktuasi yang terjadi, serta pengujian pada baterai. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem energi terbarukan (alternatif) yang lebih efisien dan berkelanjutan di masa depan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas maka ada beberapa hal yang menjadi permasalahan yang harus dibahas sebagai berikut:

1. Bagaimana performa sistem *off-grid* pada PLTS dalam menyuplai energi untuk beban *Air Conditioner* (AC) split selama enam bulan operasional pada prototipe bangunan hemat energi?
2. Seberapa besar efisiensi sistem *off-grid* pada PLTS dalam memenuhi kebutuhan energi AC berdasarkan data bulanan?

1.3 Batasan Masalah

Melakukan pengujian pada sistem PLTS yang sudah ada, serta menganalisa produksi dan konsumsi daya listrik yang digunakan AC *split* 1 PK selama enam bulan.

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan umum

Sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

1.4.2 Tujuan khusus

1. Dapat mengetahui performa PLTS dalam memproduksi energi listrik dan seberapa besar konsumsi pada beban penggunaan dengan pemakaian aktif selama enam bulan.
2. Dapat mengetahui dan memberikan gambaran tentang efisiensi sistem PLTS dalam memenuhi kebutuhan pada beban AC split pada bangunan hemat energi.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari perancangan dan analisis yang berjudul “Evaluasi Kinerja Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Dalam Menyuplai Beban Ac Tipe Split Pada Prototipe Bangunan Hemat Energi” diterapkan dapat bermanfaat bagi penulis, dan sebagai sarana pembelajaran khusus praktikum di Politeknik Negeri Bali.

1.5.1. Bermanfaat untuk penulis

1. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menyelesaikan skripsi yang dimana nantinya ini bisa memberikan wawasan dan menambah ilmu pengetahuan mahasiswa dalam bidang mengaplikasikan fotovoltaiik dan sistem PLTS menggunakan beban sehingga dapat diterapkan untuk efisiensi energi suatu gedung atau rumah tangga.
2. Dapat mengaplikasikan ilmu-ilmu yang telah diperoleh selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

1.5.2. Bermanfaat untuk akademik

1. Melakukan pengembangan terhadap sistem PLTS untuk upaya penghematan energi melalui optimalisasi penggunaan teknologi fotovoltaiik.
2. Diharapkan ini dapat meningkatkan wawasan dan sebagai sumber informasi tentang sistem PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) agar nantinya dapat dikembangkan kembali.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian sistem PLTS yang terhubung dengan beban yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Selama enam bulan pengoperasian (Oktober 2024 – Maret 2025), sistem PLTS *off-grid* pada prototipe bangunan hemat energi mampu beroperasi stabil dalam menyuplai beban AC split 1 PK. Total produksi energi tercatat 816,7 kWh dengan konsumsi beban 689,1 kWh, menghasilkan surplus 132,0 kWh. Sistem tetap dapat memenuhi kebutuhan AC meskipun terjadi fluktuasi produksi akibat perubahan cuaca, dengan bantuan baterai LiFePO₄ yang mampu menyuplai beban hingga malam hari.
2. Rata-rata efisiensi sistem selama periode enam bulan pengamatan adalah 83,64%, dengan nilai tertinggi 90,36% pada Januari 2025 dan terendah 80,33% pada Maret 2023. Perbedaan efisiensi ini dipengaruhi oleh variasi intensitas radiasi matahari dan pola penggunaan AC split. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar energi yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk beban, meskipun terdapat energi surplus yang belum dimanfaatkan secara optimal sebesar 132,0 kWh karena keterbatasan kapasitas baterai.

5.2 Saran

Adapun saran yang penulis ingin sampaikan berkenaan dengan proses pengujian dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Penambahan kapasitas penyimpanan daya (baterai) pada sistem PLTS sangat diperlukan agar energi listrik yang dihasilkan saat panel surya memproduksi energi pada siang hari sedang tinggi tidak terbuang percuma dikarenakan baterai sudah penuh. Dengan baterai tambahan, energi bisa disimpan lebih banyak dan digunakan saat malam atau saat cuaca mendung dan hujan.

2. Melakukan *monitoring* dan perawatan berkala terhadap performa sistem PLTS, terutama komponen seperti *inverter* dan baterai, untuk menjaga kestabilan efisiensi. Diharapkan perawatan berkala bisa mencegah kerusakan lebih dini dan memastikan sistem tetap bekerja optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Frete, R. 2020. Strategi Peningkatan Penjualan Energi Listrik (Studi Kasus: PT PLN (Persero) Area Ambon). *Jurnal Arika*, 66-74.
- Hasrul, R. (2021). *Analisis Efisiensi Panel Surya Sebagai Energi Alternatif*. 5(2), 79–87.
- Idris, M. 2019. Rancang Panel Surya Untuk Instalasi Penerangan Rumah Sederhana Daya 900 Watt. *Jurnal Elektronika, Listrik dan Teknologi Informasi Terapan*, 17 - 22.
- Jaenul, A., Manfaluthy, M., Pramodja, Y., & Anjara, F. 2022. Pembuatan Sumber Listrik Cadangan Menggunakan Panel Surya Berbasis Internte of Things (IoT) dengan Beban Lampu dan Peralatan Listrik. *Formosa Journal of Science and Technology (FJST) Vol. 1, No. 3, 2022: 143-156*, 143-156.
- Kurniawan, Y., Khoerun, B., & Rohma , S. 2021. Analisis Perbandingan Performansi AC Split Konvensional dengan AC Split Tenaga Surya. *Jurnal Teknik Mesin*, 6-10.
- Maimuzar, Sumiati, R., Haris, Leni, D., & Dwiharzandis, A. 2023. Perancangan Aplikasi Berbasis Web Sebagai Alat Pendukung Keputusan Dalam Memilih Ac Hemat Energi. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 239-248.
- Manan, S. 2009. Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif Yang Effisien, Handal Dan Ramah Lingkungan Di Indonesia. *Gema teknologi: Vol. 15 No 4*.
- Prasetyo, A. J., Wihangga, H., Ulum, M., Rahmawati, D., Haryanto, Alfita, R., & Nahari , R. V. 2022. Analisa Kinerja Pada Sistem Alat Peraga AC Inverter Tipe Wall Split Kapasitas 0,5 PK. *Seminar Nasional Fortei Regional 7* , 106-113.
- Purwoto, B. H., Jatmiko, F, M. A., & Huda, I. F. 2018. Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Teknik Elektro*, 10-14.

- Riafinola, H., Suciningtyas, I. K., Sholihuddin, I., & Puspita, W. R. (2022). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Penggunaan Listrik Rumah Tangga. *Journal Of Applied Electrical Engineering (E-Issn: 2548-9682)*, Vol. 6, No. 2, 79-84.
- Riyadi, K., & Hidayatullah, A. M. 2022. Pemanfaatan Sinar Matahari Sebagai Sumber Listrik Mesin Pendingin. *Jurnal Multidisiplin Madani (MUDIMA)*, 3843-3850.
- Rudiyanto, B., Rachmanita, R. E., & Budiprasojo, A. 2023. *Dasar - Dasar Pemasangan Panel Surya*. Jember: sipora.polije.ac.id.
- Suamir, I. N. 2016. Refrigrasi dan Tata Udara. Badung - Bali: Politeknik Negeri Bali.
- Sugiyono, & MM, S. I. 2021. Analisa Performansi Sistem Pendingin Ruangan dan Efisiensi Energi Listrik pada Sistem Water Chiller dengan Penerapan. *Jurnal Teknologi Industri*, 82-89.
- S.Sukadri, D. D. (2021). Buku Panduan Perencanaan, Pembangunan, Operasional Dan Pemeliharaan Plts Atap.
- Suwarti, Wahyono, & Prasetyo, B. (2018). Analisis Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan & Sudut Pengarah Terhadap Kinerja Panel Surya. Eksergi Jurnal Teknik Energi (Vol. 14).
- Umami, N. 2020. Analisa Perubahan Tekanan Pengisian Refrigerant R-32 Terhadap Kinerja AC Split 1,5 Pk Pada Ruangan Dengan Volume 600 M3. *J. Chem. Inf. Model*, 1-100.
- Utomo, K. Y., Zayadi, A., Sugiharto, A., Wismanto S, Cahyono HP, & Madaskala, A. R. 2021. Analisis Sebelum Dan Sesudah Dilakukan Proses Pembersihan Terhadap Performa AC Tipe Split Wall Kapasitas 1 1/2 Pk. *Jurnal Teknologi Kedingantaraan*, 1-9.
- Wijaya, M. Y., Fajar T.K, B., & Roz, K. 2021. Studi Eksperimental AC Split Inverter R32 Dan R410A Dengan Refrigeran R1270. *Jurnal Teknik Mesin S-1*, Vol. 9, No. 1, 149-158.

Yudhy, K. 2018. Prototipe Sistem Hibrid-Pemanfaatan Panas AC Split dan Radiasi Panas Matahari Untuk Pemanas Air. Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat, hal. 190, ISBN: 978-602-61545-0-7.