

Rancangan Sistem PLTS Sebagai Kendali Motor Listrik Kapasitas 0.5 HP

Sepdian^{a,*}, Darmuji^a

^aProgram Studi Teknik Elektronika, Politeknik Jambi, Jln Lingkar Barat 2 Kota Jambi, Indonesia

E-mail: sepdian@politeknikjambi.ac.id, darmuji@politeknikjambi.ac.id

* Corresponding Author: sepdian@politeknikjambi.ac.id.

Abstract : This study designs a Solar Power Plant (PLTS) system using an Automatic Transfer Switch (ATS) to automatically switch the power supply. When a power outage occurs from the national electricity grid (PLN), the electricity flow automatically switches from PLN to the PLTS. The PLTS serves as an alternative energy source to operate a 0.5 HP electric motor during PLN outages. Based on testing using a 200 Wp photovoltaic panel and a 100 AH battery, the 0.5 HP electric motor can operate for approximately 90 minutes

Keywords --- **Photovoltaic (PV), Electric Motor, PLTS.**

Abstrak : Penelitian ini membuat rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan menggunakan Automatic Transformation Swicht (ATS) sebagai pemindah otomatis aliran listrik ketika terjadi pemadaman PLN aliran listrik akan berpindah otomatis dari PLN ke PLTS. PLTS digunakan sebagai energi alternatif untuk menjalankan motor listrik kapasitas 0.5 HP ketika terjadi pemadaman PLN. Setelah dilakukan pengujian dengan menggunakan Photovoltaik dengan kapasitas 200 Wp Baterai 100 AH, motor listrik 0.5 HP bias di operasikan selama kurang lebih 90 Menit.

Kata Kunci --- **Photovoltaik (PV), Motor Listrik, PLTS.**

I. PENDAHULUAN

Seringnya terjadi permasalahan akibat pemadaman PLN yang menghambat pembelajaran khususnya pembelajaran mesin-mesin listrik yang ada di lab listrik [1]. Maka dari itu solusi yang dapat diambil adalah menggunakan PLTS yang dapat digunakan sebagai energi alternatif dan efisien [2], [3]. PLTS ini harus didesain sesuai dengan konsep pembelajaran yang ada serta layak untuk dijadikan sebagai media pembelajaran baik dari segi teknis, dan fungsinya [4]. PLTS sebagai suplai kendali motor listrik kapasitas 0,5 HP bisa digunakan untuk berbagai jenis simulasi kerja yang dapat menunjang kegiatan praktikum mahasiswa-mahasiswi maupun uji kompetensi seperti mengontrol kecepatan putaran pada motor 1 fasa [5].

Penelitian ini berkaitan dengan perhitungan teknis dan ekonomi dari sistem PV yang dirancang untuk praktikum matakuliah mesin-mesin listrik II [6], [7]. Analisa teknis berkaitan dengan kapasitas dari pembangkit dan kebutuhan energi listrik motor listrik. Berdasarkan perhitungan, motor

listrik 0,5 HP (sekitar 373 watt) yang dioperasikan pada beban penuh selama 90 menit memerlukan energi listrik sekitar 559,5 Wh [8]. Setelah dilakukan pengujian dengan menggunakan panel surya berkapasitas 200 Wp dan baterai 100 Ah, motor listrik 0,5 HP dapat dioperasikan selama kurang lebih 90 menit. Hal ini menunjukkan bahwa rancangan PLTS yang dibuat mampu memenuhi kebutuhan energi motor listrik dan layak digunakan sebagai solusi alternatif dalam kegiatan pembelajaran saat terjadi pemadaman listrik [9]. Sedangkan analisa finansial berkaitan dengan pembiayaan sistem PV [10].

nya terjadi permasalahan akibat pemadaman PLN yang menghambat pembelajaran khususnya pembelajaran mesin-mesin listrik yang ada di lab listrik. maka dari itu solusi yang dapat diambil adalah menggunakan PLTS yang dapat digunakan sebagai energi alternatif dan efisien. PLTS ini harus didesain sesuai dengan konsep pembelajaran yang ada serta layak untuk dijadikan sebagai media pembelajaran baik dari segi teknis, dan fungsinya. PLTS sebagai suply kendali motor listrik kapasitas 0,5 HP bisa digunakan untuk berbagai

jenis simulasi kerja yang dapat menunjang kegiatan praktikum mahasiswa-mahasiswi maupun uji kompetensi seperti mengontrol kecepatan putaran pada motor 1 phasa. Penelitian yang dilakukan penelitian ini berkaitan dengan perhitungan teknis dan ekonomi dari sistem PV yang dirancang untuk praktikum matakuliah mesin – mesin listrik II. Analisa teknis berkaitan dengan kapasitas dari pembangkit dan kebutuhan energi listrik motor listrik Penelitian ini berfokus pada perhitungan teknis dan ekonomi dari sistem PV (Photovoltaik) yang dirancang untuk mendukung kegiatan praktikum pada **mata kuliah Mesin-Mesin Listrik II**. Analisis teknis dilakukan terkait dengan kapasitas pembangkit dan kebutuhan energi listrik untuk mengoperasikan motor listrik.

Berdasarkan perhitungan, motor listrik 0,5 HP (sekitar 373 watt) yang dioperasikan pada beban penuh selama 90 menit memerlukan energi listrik sekitar:

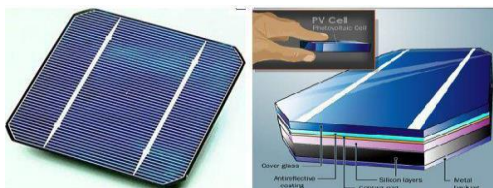
- **Kebutuhan energi:**
 $373 \text{ Watt} \times 1,5 \text{ jam} = 559,5 \text{ Wj}$

Setelah dilakukan pengujian dengan menggunakan panel surya berkapasitas 200 Wp dan baterai 100 Ah, motor listrik 0,5 HP dapat dioperasikan selama kurang lebih 90 menit. Hal ini menunjukkan bahwa rancangan PLTS yang dibuat mampu memenuhi kebutuhan energi motor listrik dan layak digunakan sebagai solusi alternatif dalam kegiatan pembelajaran saat terjadi pemadaman listrik.

sedangkan analisa finansial berkaitan dengan pembiayaan sistem PV bias dihitung menggunakan software RETScen [11].

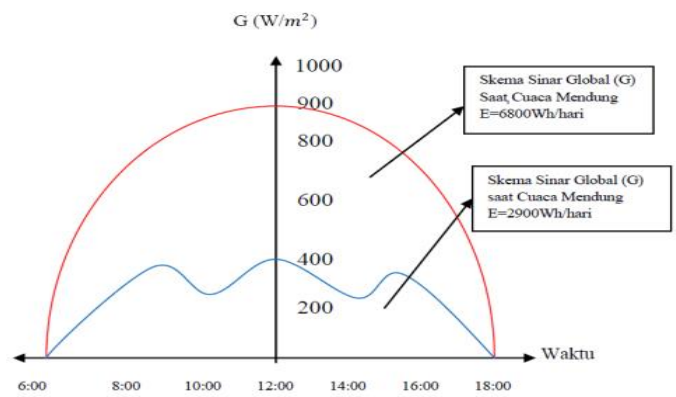
II. TINJAUAN PUSTAKA

a. Pembangkit Listrik Tenaga Surya



Gambar 1. Sel Surya (Size 10 X10mm)

Potensi tenaga surya Indonesia secara umum ada pada tingkat satisfy (cukup). Hal ini tentunya dapat menjadi salah satu patokan kita dalam menyusun perencanaan energy di masa depan. Selain itu potensi ini setidaknya dapat menjadi penyejuk di tengah panasnya isu krisis listrik yang selama ini menghantui Indonesia. Suplai energy surya dari matahari yang di terima oleh permukaan bumi sangat luar biasa besarnya yaitu mencapai 3×10^{24} joule pertahun, energy ini setara dengan 2×10^{17} Watt. Jumlah energy sebesar itu setara dengan menutup 0,1 persen saja permukaan bumi dengan divais solar sel yang memiliki efesiensi 10% sudah mampu untuk menutupi kekurangan kebutuhan energy diseluruh dunia saat ini. [1]



Gambar 2. Skema sinar global

1) Photovoltaic (PV device): atau solar cell, yaitu mengubah cahaya matahari langsung menjadi listrik. Cara ini umumnya digunakan di daerah terpencil yang belum ada jaringan listrik konvensional. Penggunaan photovoltaic banyak digunakan untuk kakulator, jam tangan, rambu-rambu jalan, lampu penerangan taman, dan sebagainya.

2) *Solar panel plant*: sistem ini tidak secara langsung menghasilkan listrik yaitu panas yang dihasilkan alat pengumpul panas matahari digunakan untuk memanaskan suatu cairan sehingga menghasilkan tenaga uap untuk tenaga generator.

b. Pemetaan komponen

1. Identifikasi Beban

Motor listrik 0,5 HP memiliki daya sekitar 373 Watt. Jika motor dioperasikan selama 90 menit (1,5 jam), maka total energi yang dibutuhkan adalah:
 $373 \text{ Watt} \times 1,5 \text{ jam} = 559,5 \text{ Wh}$

Energi inilah yang harus disuplai oleh sistem PLTS, baik melalui panel surya maupun melalui penyimpanan baterai.

2. Panel Surya (Photovoltaic)

Panel surya berfungsi untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik DC. Untuk memenuhi kebutuhan energi sebesar 559,5 Wh dengan memperhitungkan efisiensi sistem sekitar 75%, dibutuhkan panel surya dengan kapasitas minimal 200 Wp. Panel ini idealnya terdiri dari dua unit panel berkapasitas 100 Wp agar lebih fleksibel dalam pemasangan dan penempatan.

3. Baterai

Baterai berfungsi sebagai penyimpan energi dari panel surya, sehingga motor dapat tetap beroperasi meskipun tidak ada cahaya matahari. Kapasitas baterai yang digunakan adalah 12 Volt dengan 100 Ah, yang setara dengan 1200 Wh. Kapasitas ini cukup untuk menjalankan motor listrik selama 90 menit dengan cadangan energi yang aman.

Alat ini berfungsi untuk mengatur *proses pengisian baterai* agar tidak overcharge dan menjaga stabilitas tegangan serta arus dari panel ke baterai. Jenis yang direkomendasikan adalah MPPT (Maximum Power Point Tracking) karena lebih efisien dibandingkan PWM, terutama jika kondisi pencahayaan tidak stabil.

5. Inverter

Karena motor listrik menggunakan listrik AC (220V), maka diperlukan inverter untuk mengubah arus searah (DC) dari baterai menjadi arus bolak-balik (AC). Kapasitas inverter yang disarankan adalah minimal 500 Watt dengan jenis *pure sine wave*, karena motor listrik membutuhkan kualitas gelombang listrik yang stabil untuk bekerja dengan optimal.

III. METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini berdasarkan tahapan yang telah direncanakan sesuai dengan alur penelitian dimana tahapan tahapannya Sebagai berikut :

a. Survey lapangan

untuk kelayakan pengujian dan pengukuran kapasitas rata rata cahaya matahari yang dapat diserap per hari.

b. Mengumpulkan Data

Tahap Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengumpulkan data-data konsumsi listrik bulanan atau tagihan listrik yang telah dibayarkan oleh politeknik jambi dalam jangka waktu satu tahun terakhir. Data tersebut sebagai informasi dari total konsumsi daya listrik dan daya minimum yang harus tersedia di politeknik jambi dalam tiap bulannya, sekaligus sebagai bahan perbandingan untuk analisis finansial dari sistem pembangkit yang ditawarkan dengan mengumpulkan data tagihan PLN pada gedung politeknik Jambi tiap bulannya yang mencakup jumlah KWh yang terpakai [11] :

c. Menganalisa Data

tahap analisa data dilakukan penghitungan data data yang didapat dengan menggunakan persamaan berikut :

Daya terpakai Per hari = $\frac{\text{Jumlah beban (Watt)}}{\text{Waktu pemakaian (Jam)}}$

Data Energi listrik tiap bulan = $\text{daya terpakai perhari} \times 30 \text{ hari}$

Total daya (Wj) = $\text{Jumlah beban} \times \text{Kapasitas beban} \times \text{Waktu pemakaian}$

d. Analisis Sistem Perancangan PV

tahap analisis system ini dilakukan analisis penggunaan bahan dari PV yang akan dihitung waktu Return Of Investment (ROI) dari pemasangan PV tersebut menggunakan software RETScreen [11]

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Data Komsumsi Daya Motor Listrik

Parameter	Nilai
Daya motor listrik	0,5 HP (373 Watt)
Waktu operasi beban penuh	90 menit (1,5 jam)
Total energi yang dibutuhkan	$373 \text{ W} \times 1,5 \text{ jam} = 559,5 \text{ Wh}$

Komponen	Spesifikasi
Panel Surya	2 unit \times 100 Wp (total 200 Wp)
Baterai	12 V, 100 Ah (1200 Wh kapasitas)
Solar Charge Controller MPPT tipe	
Inverter	500 Watt, pure sine wave

Pengujian dilakukan dengan menjalankan motor listrik 0,5 HP menggunakan sumber energi dari sistem PLTS yang terdiri dari panel surya 200 Wp dan baterai 100 Ah.

b. Analisa Energi dan Efisiensi

Energi yang disuplai panel surya ke baterai per hari diperkirakan sebesar: $E_{\text{panel}} = 200 \text{ Wp} \times 5 \text{ jam} = 1000 \text{ Wh}$ (dengan asumsi 5 jam penyinaran efektif per hari)

Kapasitas baterai cukup untuk mendukung motor listrik berjalan selama 90 menit dengan cadangan energi yang aman.

Sistem pengisian baterai menggunakan MPPT charge controller berhasil menjaga tegangan dan arus optimal sehingga baterai tidak overcharge dan efisiensi penyimpanan meningkat.

c. Analisis Finansial

Perkiraan biaya pemasangan sistem PLTS:

Panel surya 200 Wp: Rp 4.000.000,-

- o Baterai 12 V 100 Ah: Rp 2.500.000,-
- o Charge controller MPPT dan inverter: Rp 3.000.000,-
- o Total investasi: Rp 9.500.000,-

Dengan penghematan biaya listrik dan peningkatan kestabilan praktikum, waktu pengembalian investasi (Return on Investment/ROI) diperkirakan sekitar 3-4 tahun.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pemetaan komponen dan perhitungan teknis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dapat menjadi solusi alternatif yang efektif dan efisien untuk

mengoperasikan motor listrik berkapasitas 0,5 HP, khususnya dalam kondisi pemadaman listrik dari PLN.

Dengan kebutuhan energi sekitar 559,5 Wh untuk operasional selama 90 menit, sistem PLTS yang terdiri dari panel surya berkapasitas 200 Wp, baterai 12V 100 Ah, charge controller tipe MPPT, inverter 500–1000 Watt pure sine wave, dan Automatic Transfer Switch (ATS) mampu menyuplai daya secara mandiri dan otomatis. Selain itu, sistem ini dapat menunjang proses pembelajaran praktikum di laboratorium kelistrikan, seperti simulasi kerja motor listrik, pengaturan kecepatan, serta pengenalan sistem energi terbarukan dengan perhitungan biaya sekitar RP. 9.500.000, waktu pengembalian investasi (Return on Investment/ROI) diperkirakan sekitar 3-4 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Sutanto, *Dasar-Dasar Mesin Listrik*, Jakarta: Erlangga, 2022.
- [2] Badan Energi Nasional Indonesia, "Potensi Energi Surya di Indonesia," *Laporan Tahunan*, Jakarta, 2021.
- [3] S. Kurniawan, *Manual Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya*, Yogyakarta: Andi, 2020.
- [4] Politeknik Jambi, "Laporan Penelitian Internal: Studi Pemanfaatan PLTS di Politeknik Jambi," Jambi, 2023.
- [5] J. M. Carrasco et al., "Power-electronic systems for the grid integration of renewable energy sources: A survey," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 53, no. 4, pp. 1002–1016, Jun. 2006.
- [6] M. H. Rashid, *Power Electronics: Circuits, Devices, and Applications*, 4th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson, 2014.
- [7] D. S. J. M. Souza et al., "Energy management system for standalone photovoltaic system with battery storage," in *Proc. IEEE Int. Conf. Renewable Energy Res. Appl.*, Birmingham, UK, 2018, pp. 671–676.
- [8] R. M. O. Cruz et al., "Analysis of photovoltaic system performance with MPPT charge controller," *IEEE Trans. Sustain. Energy*, vol. 10, no. 2, pp. 896–904, Apr. 2019.
- [9] S. S. Jeong et al., "Design and implementation of pure sine wave inverter for motor drive," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 34, no. 7, pp. 6710–6718, Jul. 2019.
- [10] M. A. Hossain et al., "Financial analysis and feasibility study of solar photovoltaic system for remote areas," *Int. J. Renew. Energy Res.*, vol. 8, no. 1, pp. 165–172, Mar. 2018.
- [11] Sepdian, "Simulasi Tekno-Ekonomi Pengembangan PV pada Gedung" Surya Teknik ISSN : 2354-6751, Vol 5, No 01, 2017