

Sistem *Photovoltaic* (PV) Di Gedung ITS PKU Muhammadiyah Surakarta

Wahyu Priyono

ITS PKU Muhammadiyah Surakarta

Eko Nugroho

ITS PKU Muhammadiyah Surakarta

Setyo Adi Nugroho

ITS PKU Muhammadiyah Surakarta

Jl Tulang Bawang, kadipiro, Kota Surakarta 57136 INDONESIA

Abstract. *To support green energy and reduce the effects of greenhouse gases, it is necessary to conceptualize and explore the use of renewable energy. In this research, the use of new renewable energy, especially photovoltaics (PV), will be applied to educational buildings, especially at ITS PKU Muhammadiyah Surakarta. This system is intended to reduce the use of conventional electrical energy. This system will be installed on the roofs of campus buildings with installation plans to meet the power requirement of 4.8 kW. This photovoltaic (PV) system will be modeled to determine the number of PV panels needed. Based on the simulation results, the number of panels required is 36 panels (2 series, 18 parallel) to produce 4.85kWh of power. Modeling and analysis of this system was carried out using RETScreen and MATLAB SIMULINK software.*

Keywords: *photovoltaic (PV) system, renewable energy, PV simulink*

Abstrak. Untuk mendukung green energy dan mengurangi efek gas rumah kaca, perlu untuk mengkonseptualisasikan dan mengeksplorasi pemanfaatan energi terbarukan. Dalam penelitian ini pemanfaatan energi baru terbarukan khususnya *photovoltaic* (PV) akan diaplikasikan untuk gedung pendidikan khususnya di ITS PKU Muhammadiyah Surakarta. Sistem ini ditujukan untuk mengurangi penggunaan energi listrik konvensional. Sistem ini akan dipasang pada atap gedung-gedung kampus dengan rencana pemasangan untuk memenuhi kebutuhan daya 4.8 kW. Sistem *photovoltaic* (PV) ini akan dimodelkan untuk mengetahui kebutuhan jumlah panel PV yang dibutuhkan. Berdasarkan hasil simulasi jumlah panel yang dibutuhkan berjumlah 36 panel (2 seri, 18 Paralel) untuk menghasilkan daya sebesar 4.85kWh. Pemodelan dan analisis sistem ini telah dilakukan dengan menggunakan *software* RETScreen dan MATLAB SIMULINK.

Kata Kunci: sistem fotovoltaiik (PV), energi terbarukan, simulink PV

PENDAHULUAN

ITS PKU Muhammadiyah Surakarta merupakan kampus yang berada dikota Surakarta. Kampus ini mempunyai beberapa gedung yang dapat dimanfaatkan untuk perancangan sistem pembangkit listrik tenaga surya(*photovoltaic*). Perancangan sistem pembangkit listrik tenaga surya ini dapat dipasang pada atap gedung-gedung kampus.

Instalasi pembangkit listrik tenaga surya akan memakai lahan atap untuk memenuhi kebutuhan daya 4.8 kWh, dimana luas lahan ini didapatkan dari pemasangan panel *photovoltaic* (PV) di beberapa gedung kampus. Nantinya sistem-sistem *photovoltaic*(PV) tersebut akan dikonfigurasi menjadi satu untuk mensuplai kebutuhan daya listrik di kampus

ITS PKU Muhammadiyah Surakarta. Sistem ini tidak dilengkapi oleh baterai sebagai komponen *storage*. Hal ini dikarenakan pemanfaatan energi listrik tenaga surya dilakukan pada siang hari. Dimana proses belajar mengajar dan aktifitas kampus banyak dilakukan pada siang hari. Pemasangan sistem panel surya ini bertujuan untuk mengurangi penggunaan energi listrik secara konvensional dan juga untuk membantu mengurangi efek gas rumah kaca yang ditimbulkan oleh pembangkit listrik konvensional.

Meskipun konsep ini dapat menghemat penggunaan listrik secara konvensional, tetap saja penggunaan listrik konvensional akan tetap digunakan. Hal ini dikarenakan keterbatasan penggunaan sistem pembangkit listrik tenaga surya yang diaplikasikan di atas gedung kampus dan juga kebutuhan elektrifikasi pada kampus yang secara kontinyu terus dibutuhkan. Solusi penggunaan sistem pembangkit listrik tenaga surya dapat menjadi energi alternatif untuk mengurangi polusi, pemanfaatan lahan secara efektif, upaya penghematan energi, dan juga mendukung pemerintah dalam upaya peningkatan energi baru terbarukan.

Sumber Energi

A. Sumber Energi Matahari

Cahaya matahari dapat diubah menjadi energi listrik dengan menggunakan sel-sel surya (*photovoltaics*) yang disusun membentuk sebuah panel, sehingga disebut juga panel surya atau solar panel. Secara umum cara penggunaan energi matahari ini dibagi dua yaitu aktif dan pasif. Penggunaan secara aktif yaitu menggunakan teknologi panel surya untuk mengumpulkan energi listrik. Sementara cara penggunaan secara pasif adalah dengan cara mengatur arah bangunan, menggunakan material yang menyerap panas dan desain bangunan yang secara alami memperlancar sirkulasi udara didalam bangunan.

B. Pembangkit energi terbarukan

Sistem pembangkit energi terbarukan merupakan teknologi pengembangan energi listrik yang memanfaatkan sumber energi yang berasal dari alam dan dapat diperbarui terus menerus tanpa batas. Manfaatnya dapat digunakan di berbagai aktivitas manusia. Oleh karena sifatnya yang minim polutan sehingga jenis sumber tenaga ini lebih aman bagi manusia maupun lingkungan sekitar.

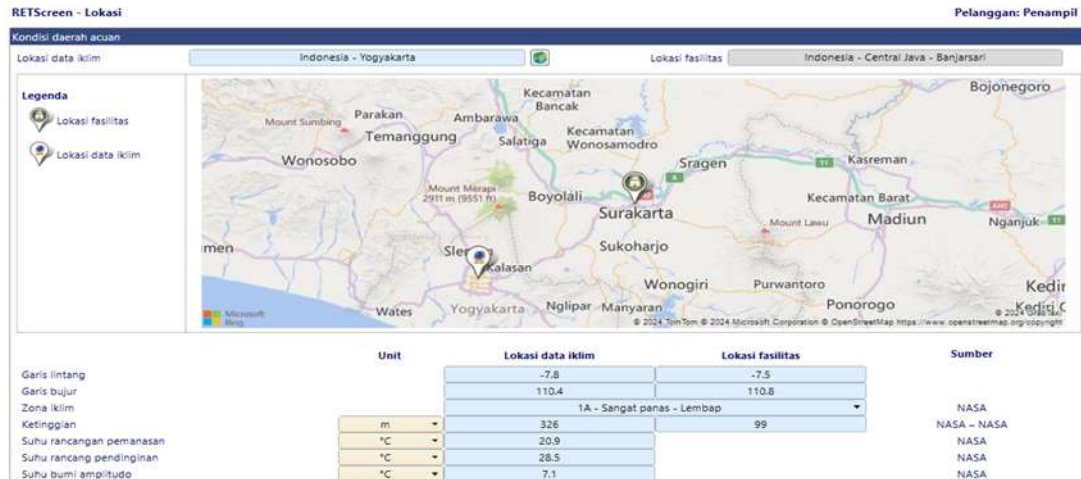
METODE

A. Pemetaan sistem

Pemilihan lokasi di wilayah kampus ITS PKU Muhammadiyah Surakarta, pada pengambilan sampel data dilakukan di kota surakarta. Dimana lokasi data iklim yang terdekat yaitu di wilayah yogyakarta. Data yang diambil yaitu data tingkat radiasi sinar matahari.

Konsumsi daya di kampus ITS PKU Muhammadiyah Surakarta saat ini umumnya masih cukup besar. Setiap gedung kampus ITS PKU Muhammadiyah Surakarta mempunyai kebutuhan daya yang berbeda-beda. Pada penelitian ini data konsumsi daya listrik pada kampus ITS PKU Muhammadiyah Surakarta, adalah 4,8 kWh.

Pemetaan lokasi pembangkit listrik tenaga surya ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 1. Pemetaan lokasi di ITS PKU Muhammadiyah Surakarta

Pin berwarna abu abu merupakan lokasi kampus ITS PKU Muhammadiyah Surakarta yang berada di kota Surakarta, sedangkan pin berwarna putih biru merupakan lokasi data iklim yang terdekat yaitu di wilayah Yogyakarta.

B. Data irradiasi sinar matahari

Data irradiasi sinar matahari diambil menggunakan software RETScreen di wilayah kampus ITS PKU Muhammadiyah Surakarta. Dimana data tersebut merupakan data rata-rata bulanan sepanjang tahun. Data tersebut dimuat dalam satuan kWh/m²/d.

Bulan	Suhu udara	Kelembaban relatif	Curah hujan	Radiasi matahari harian - horizontal	Tekanan atmosfer	Laju angin	Suhu bumi	Derajat pemanasan - hari	Suhu pendinginan-hari
	°C	%	mm	kWh/m ² /d	kPa	m/s	°C	°C-d	°C-d
Januari	25.1	86.3%	351.85	4.28	99.2	3.0	26.3	0	488
Februari	25.2	85.8%	335.41	4.47	99.2	3.1	26.2	0	424
Maret	25.4	85.7%	360.95	4.59	99.2	2.3	26.8	0	477
April	25.4	85.6%	281.34	4.72	99.2	2.6	26.6	0	482
Mai	25.1	85.4%	116.82	4.73	99.2	3.6	26.0	0	467
Juni	24.3	84.0%	81.09	4.55	99.3	4.1	25.4	0	436
Juli	24.2	80.2%	50.79	4.80	99.3	4.6	25.2	0	440
Agustus	24.6	76.1%	28.63	5.25	99.4	4.7	26.0	0	451
September	25.1	75.4%	42.49	5.54	99.4	4.1	26.9	0	432
Oktober	25.4	78.6%	177.54	5.39	99.3	3.1	27.4	0	478
November	25.3	84.5%	312.49	4.71	99.2	2.8	26.9	0	458
Desember	25.1	86.2%	341.63	4.57	99.2	2.3	26.4	0	467
Tahunan	25.0	82.8%	2,441.64	4.80	99.2	3.3	26.3	0	5,480
Sumber	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA

Gambar 2. Data irradiasi sinar matahari

C. Sistem panel surya

Ada banyak model matematis untuk menggambarkan perilaku dari PV. Pada penelitian ini akan menggunakan 5 parameter dalam pemodelan PV, yaitu *Photovoltaic Generated current* (I_{PH}), *Reserve saturation current* (I_{RS}), *Reserve current* (I_S), *Diode current* (I_D), *Shunt current* (I_{SH}).

Photovoltaic Generated current (I_{PH}) dapat dihitung dari persamaan berikut,

$$I_{ph} = I_{sc} + (k_i \cdot (T_{op} - T_{ref})) \frac{H}{1000}$$

Reserve saturation current (I_{RS}) dapat dihitung dari persamaan berikut,

$$I_{rs} = \frac{I_{sc}}{e^{\left(\frac{q \cdot V_{oc}}{N_s \cdot A \cdot K \cdot T_{ref}}\right)^{-1}}}$$

Reserve current (I_S) dapat dihitung dari persamaan berikut,

$$I_s = I_{rs} \left[\frac{T_{op}}{T_{ref}} \right]^3 e^{\left(\frac{q \cdot E_g}{A \cdot K} \left(\frac{1}{T_{op}} - \frac{1}{T_{ref}} \right)\right)}$$

Diode current (I_D) dapat dihitung dari persamaan berikut,

$$I_d = I_s \left[e^{\frac{q \left(\frac{V}{N_s} + \frac{I_{rs}}{N_p} \right)}{A \cdot K \cdot T}} \right]$$

Shunt current (I_{SH}) dapat dihitung dari persamaan berikut,

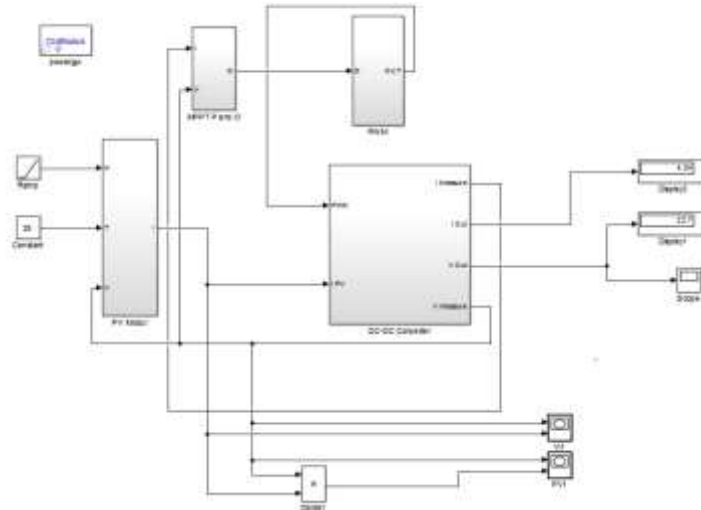
$$I_{sh} = N_p \frac{\left(\frac{V}{N_s} + \frac{I_{rs}}{N_p} \right)}{R_{sh}}$$

Agar daya yang dihasilkan mencapai titik maksimumnya maka dalam pemodelan PV ini akan menggunakan MPPT (*Maximum Power Point Tracking*). *Perturb & Observe* akan digunakan sebagai algoritma MPPT pada PV[4][7][9][11][12][13].

Algoritma ini ditunjukkan pada persamaan berikut

$$\frac{dP}{dV} > 0$$

$$\frac{dP}{dV} < 0$$

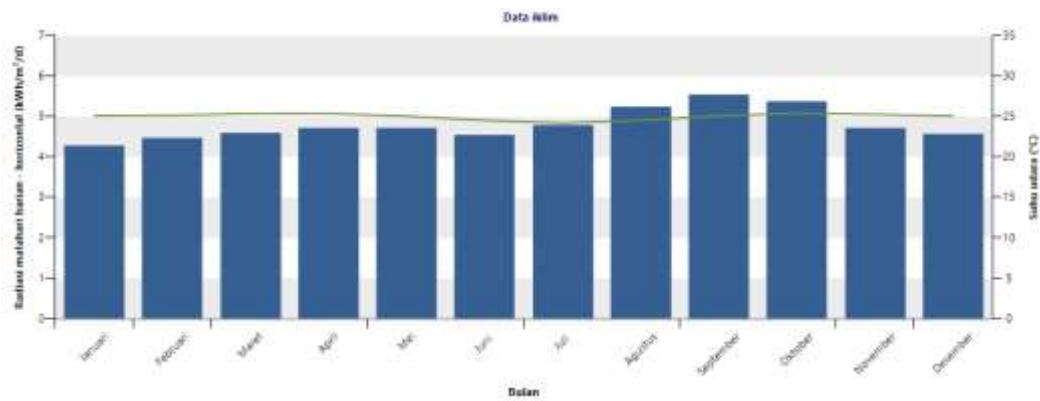


Gambar 3. Simulink PV model

PENDAHULUAN

A. Observasi

Dari hasil observasi menggunakan *software* RETScreen, pengukuran radiasi matahari di wilayah kota Surakarta per tahunnya adalah $4.8 \text{ kWh/m}^2/\text{d}$.

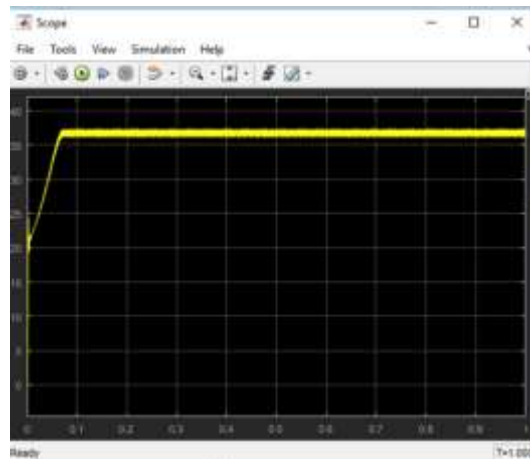


Gambar 4. Grafik irradiansi sinar matahari dalam 1 tahun

B. Hasil Pemodelan simulasi PV

Tabel 1. Parameter PV

Cell	Polycrystalline silicon solar cell
q	1.60E-19
A	1.3
k	1.38E-23
Voc	21.3
Isc	5.1
Ki	0.0017
Tref	25+273
Eg	1.1
Rs	0.0111
Rsh	1000



Gambar 5. Kurva Vout PV

Kebutuhan tegangan sistem konverter pada inverter adalah 48 V, tegangan keluaran 1 buah PV adalah 36.7 Volt dan arusnya adalah 7,34A. Jadi pada simulasi ini 2 buah array PV dipasang secara paralel sehingga menghasilkan tegangan sebesar 73 V.

Daya keluaran untuk 1 panel PV adalah :

$$P_{pv} = V_{pv} \cdot I_{pv} = 36,7 \times 7,34 = 269.378 \text{ kWh}$$

Daya total untuk memenuhi gedung kampus adalah 4.8 kWh. Maka jumlah PV yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan pembangkitan tenaga surya digedung ITS PKU Muhammadiyah Surakarta adalah

$$N_{tot} = 2 \cdot \frac{P_{bts}}{P_{pv}} = 2 \cdot \frac{4.8 \text{ kWh}}{269.378 \text{ Wh}} = 35.64 \approx 36 \text{ PV}$$

Dengan arus yang dibutuhkan untuk mencatu kebutuhan gedung kampus adalah:

$$\frac{4800 \text{ W/h}}{48 \text{ v}} = 100 \text{ A/h}$$

KESIMPULAN

Dalam perancangan sistem pembangkit tenaga surya di gedung kampus ITS PKU Muhammadiyah Surakarta, energi yang dibutuhkan untuk mensuplai daya pada gedung 4.8 kW adalah 115,2 kW/d. Tingkat radiasi hasil pengamatan adalah 4,8 kWh/m²/d. Dengan menggunakan pemodelan PV dengan *Simulink*, masing-masing panel menghasilkan energi sebesar 269.378 kW. Maka jumlah PV yang dibutuhkan sebanyak 36 panel (2 seri, 18 Paralel) untuk menghasilkan daya sebesar 4.85kWh.

REFERENSI

- A. Garrod, S. N. Hussain, A. Ghosh, S. Nahata, C. Wynne, and S. Paver, "Results in Engineering An assessment of floating photovoltaic systems and energy storage methods : A comprehensive review," *Results Eng.*, vol. 21, no. January, p. 101940, 2024.
- A. Qamili and S. Kapia, "Evaluation and integration of photovoltaic (PV) systems in Albanian energy landscape," *Sol. Compass*, vol. 10, no. February, p. 100070, 2024.
- BMKG, "Fungsi BMKG," 2018. [Online]. Available: <https://www.bmkg.go.id/profil/?p=tugas-fungsi>.
- C. Toledo, A. Ramos-escudero, L. Serrano-luján, and A. Urbina, "Photovoltaic technology as a tool for ecosystem recovery : A case study for the Mar Menor coastal lagoon," vol. 356, no. August 2023, 2024.
- G. Di Giovanni, M. Rotilio, L. Giusti, and M. Ehtsham, "Energy & Buildings Exploiting building information modeling and machine learning for optimizing rooftop photovoltaic systems," *Energy Build.*, vol. 313, no. December 2023, p. 114250, 2024.
- G. El, N. Sami, A. Mahmoud, and C. Jung, "Analyzing the effectiveness of building integrated Photovoltaics (BIPV) to reduce the energy consumption in Dubai," vol. 15, no. January, 2024.
- I. Khele, "Developments in the Built Environment A review of the effect of semi-transparent building-integrated photovoltaics on the visual comfort indoors," vol. 17, no. January, 2024.
- J. Ruelas, F. Muñoz, J. Palomares, and J. Castro, "A dataset for photovoltaic energy potential of the Yaqui Valley , Sonora , México," vol. 52, 2024.
- L. Riondet, M. Rio, V. Perrot-bernardet, and P. Zwolinski, "ScienceDirect Towards ecodesign for upscaling : an illustrative case study on photovoltaic technology in France," *Procedia CIRP*, vol. 122, pp. 407–412, 2024.
- M. M. S. P. Rana, "Demarcation of suitable site for solar photovoltaic power plant installation in Bangladesh using geospatial techniques," *Next Energy*, vol. 3, no. July 2023, p. 100109, 2024.
- R. Galvin, "How photovoltaics make energy refurbishment more affordable in apartment buildings," *J. Clim. Financ.*, vol. 7, no. April, p. 100039, 2024.
- S. A. Shibly, M. N. Akand, K. M. A. Salam, and H. A. Rahman, "A model of a renewable electricity system for telecom base stations in rural Bangladesh," pp. 1–5, 2014.
- X. Li, Y. Zhao, W. Zhang, F. Wang, W. Yin, and K. Liu, "Photovoltaic potential prediction and techno-economic analysis of China railway stations," *Energy Reports*, vol. 10, no. October, pp. 3696–3710, 2023.