TIRE 1 (2026) 2

Technology, Innovation and Research in Engineering

homepage: https://journal.grahawidya.org/index.php/tire



Analisis Kinerja Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada Beban Rumah Tangga

Performance Analysis of Solar Power Generation System on Household Loads

Muchammad Amar Shahreza[1*], Rohid Syah Putra[1]

[1]Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Dan Informatika, Universitas PGRI Semarang, Kota Semarang, Negara Indonesia

**Corresponding author*
E-mail: amarshahreza10@gmail.com

INFO ARTIKEL

Kata kunci:
Energi terbarukan;
PLTS;
Panel surya;
Sudut kemiringan
Keywords:
Solar panels,
Tilt angle;
Renewable energy;
Solar power plant

ABSTRAK

Energi surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai solusi atas krisis energi dan dampak lingkungan akibat ketergantungan pada energi fosil, namun kinerja panel surya sangat dipengaruhi oleh sudut kemiringan terhadap arah datang sinar matahari. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi sudut kemiringan panel surya terhadap daya keluaran dan efisiensi panel surya 100 Wp pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Urgensi penelitian ini terletak pada upaya memperoleh sudut kemiringan yang lebih optimal guna meningkatkan efisiensi pemanfaatan energi surya dan mendukung kemandirian energi, khususnya pada skala rumah tangga. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan variasi sudut kemiringan panel sebesar 30° dan 45°, disertai pengukuran irradiasi matahari, daya input, daya output, serta perhitungan efisiensi panel surya menggunakan pendekatan matematis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada sudut kemiringan 30° panel menerima iradiasi sebesar 1280 W/m² dengan efisiensi sebesar 0,48%, sedangkan pada sudut kemiringan 45° iradiasi menurun menjadi 1180 W/m² namun efisiensi meningkat menjadi 0,545%, yang menandakan bahwa sudut 45° lebih efektif dalam mengonversi energi matahari menjadi energi listrik pada kondisi pengujian. Hasil penelitian ini dapat diterapkan sebagai acuan dalam penentuan sudut kemiringan panel surya pada sistem PLTS rumah tangga agar diperoleh kinerja dan efisiensi yang lebih optimal sesuai dengan kondisi lingkungan dan lintasan matahari.

Received: 11 Juli 2026
Revised: 24 Oktober 2026
Online published: 31 Oktober 2026

ABSTRACT

Solar energy is a renewable energy source with significant potential to address the energy crisis and environmental impacts associated with reliance on fossil fuels; however, solar panel performance is heavily influenced by the tilt angle relative to the direction of incoming sunlight. This study aims to analyze the effect of varying tilt angles on the output power and efficiency of a 100 Wp solar panel within a Solar Power Plant (PLTS) system. The study is significant for its goal of identifying an optimal tilt angle to enhance solar energy utilization efficiency and support energy independence, particularly at the household level. An experimental method was employed, testing tilt angles of 30° and 45° while measuring solar irradiation, input power, and output power, and calculating panel efficiency using a mathematical approach. The results indicate that at a 30° tilt angle, the panel received 1280 W/m² of irradiation with an efficiency of 0.48%, whereas at a 45° tilt angle, irradiation dropped to 1180 W/m² but efficiency rose to 0.545%; this suggests that the 45° angle is more effective for converting solar energy into electrical energy under the tested conditions. These findings can serve as a reference for determining solar panel tilt angles in household solar power systems to achieve optimal performance and efficiency tailored to local environmental conditions and the sun's path.

1. Pendahuluan

Energi merupakan kebutuhan pokok yang berperan penting dalam menunjang berbagai aktivitas manusia, baik pada sektor rumah tangga, industri, maupun transportasi. Berdasarkan sumbernya, energi dibedakan menjadi energi terbarukan dan energi tidak terbarukan. Energi terbarukan merupakan energi yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbarui secara alami dan dimanfaatkan secara berkelanjutan, seperti energi surya, angin, air, biomassa, dan panas bumi [1]. Sedangkan energi tak terbarukan

doi
ISSN xxxxxxxx (online), xxxx (print)/© 2026.
Tire is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

merupakan energi yang terbentuk dari fosil bumi berjuta-juta lamanya. Berbeda dengan energi terbarukan, Energi tak terbarukan jumlahnya sangatlah terbatas dan akan habis apabila digunakan terus-menerus, salah satunya ialah energi surya [2].

Pemanfaatan energi terbarukan menjadi salah satu solusi dalam memenuhi kebutuhan energi secara berkelanjutan sekaligus mengurangi dampak lingkungan akibat penggunaan energi fosil. Indonesia memiliki potensi energi terbarukan yang besar, namun pemanfaatannya masih memerlukan dukungan kebijakan, inovasi teknologi, serta peningkatan investasi agar target bauran energi nasional dapat tercapai [3]. Krisis energi terjadi akibat keterbatasan dan ketergantungan pada energi fosil, ketergantungan dunia terhadap energi fosil tidak hanya berdampak pada lingkungan, tetapi juga menciptakan ketidakstabilan dalam sektor energi global. Krisis energi kerap terjadi akibat fluktuasi harga minyak dunia yang dipengaruhi oleh konflik geopolitik, gangguan pasokan, dan kebijakan negara-negara produsen minyak [4]. Energi terbarukan seperti matahari, angin, air, biomassa, dan panas bumi bersifat berkelanjutan dan tidak akan habis, sehingga mampu menjamin ketersediaan energi jangka panjang. Dalam mengatasi krisis energi tersebut diperlukan kemandirian energi yang menekankan pada kemampuan mengelola, memproduksi, dan memanfaatkan sumber energi yang dimiliki secara optimal untuk menjamin ketersediaan dan keberlanjutan energi. Ketergantungan dalam penggunaan energi fosil hal ini dapat mengakibatkan dampak langsung terhadap lingkungan dan masyarakat, seperti gangguan pernafasan, pemanasan global, kerusakan ekosistem dan masih banyak lagi. Semakin banyak orang yang menyadari masalah perubahan iklim di seluruh dunia, maka sangat penting untuk beralih ke energi terbarukan. Energi surya, angin, dan bioenergi dianggap lebih ramah lingkungan dan memiliki potensi besar untuk dikembangkan di Indonesia, yang memiliki banyak sumber daya alam [5].

Secara langsung selama beberapa waktu dengan membandingkan sudut kemiringan panel surya 0˚, 10˚, 30˚ dan 45˚. Hasil dari pengujian ini didapatkan bahwa sudut kemiringan akan memengaruhi besar iradiasi yang diterima panel dan besar daya keluaran yang dihasilkan. Sudut kemiringan yang efektif pada lokasi pengujian ini adalah 10 derajat dibanding sudut lainnya. Sudut 10 derajat dapat menerima iradiasi matahari terbesar sebesar 1291 watt/m², dengan daya keluaran yang dapat dihasilkan sebesar 50.81 watt pada kondisi cuaca cerah [6]. Dengan menggunakan variasi sudut kemiringan pada penel surya dengan membuat sudut 15 derajat, 30 derajat dan 45 derajat untuk mencari efisiensi panas radiasi matahari yang bertujuan untuk memanaskan air [7]. Penelitian ini menganalisis pengaruh kapasitas panel surya dan sudut kemiringan terhadap kinerja sistem PLTS off-grid 12 Volt. Pengujian menggunakan panel surya monocrystalline dengan variasi kapasitas 100–400 Wp serta beberapa sudut kemiringan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap performa sistem. Parameter yang dianalisis meliputi daya keluaran, efisiensi panel surya, efisiensi MPPT, efisiensi sistem, dan kapasitas pengisian baterai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kapasitas panel surya serta penentuan sudut kemiringan yang optimal mampu meningkatkan efisiensi konversi energi dan kinerja sistem PLTS secara keseluruhan [8].

Salah satu energi yang dapat digunakan secara terus menerus dan tidak akan pernah habis yaitu energi surya. Salah satu teknologi yang digunakan untuk memanfaatkan energi surya ialah panel surya yang digunakan sebagai pembangkit energi Listrik alternatif dengan memanfaatkan energi sinar matahari. Manfaat dari penggunaan panel surya pada kehidupan sehari hari ialah dapat mendukung ketahanan dan kemandirian energi serta mengurangi penggunaan energi fosil. Panel surya sebagai aplikasi teknologi sumber energi terbarukan memiliki kendala daya keluaran yang tidak cukup besar dan sangat tergantung dengan kondisi alam. Penelitian ini Berusaha untuk mempelajari pengaruh variasi sudut kemeringan panel surya terhadap nilai daya dan efisiensi. Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan eksperimen dan perhitungan matematis untuk mengetahui nilai tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan dan diterapkan secara pratis dilapangan.

Penelitian mengenai optimasi sudut kemiringan panel surya telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu dengan berbagai skema dan kapasitas:

- Ahmad dkk. (2023): Menguji pengaruh sudut kemiringan panel surya 0°, 10°, 30°, dan 45° menggunakan eksperimen langsung di lapangan. Metode yang digunakan adalah pengukuran iradiasi dan daya keluaran seketika. Hasil penelitian menunjukkan sudut 10° merupakan sudut paling efektif di lokasi pengujian dengan penerimaan iradiasi puncak 1291 W/m² dan daya keluar 50,81 W.
- Marpaung & Purba (2024): Menganalisis variasi sudut kemiringan 15°, 30°, dan 45° pada kolektor pemanas air surya. Penelitian ini berfokus pada efisiensi pemanasan fluida (termal), di mana sudut 30° memberikan efisiensi termal penyerapan radiasi matahari harian yang paling stabil.
- Yorlanda dkk. (2025): Mengkaji sistem PLTS off-grid 12V menggunakan panel Monokristalin variasi kapasitas 100 Wp hingga 400 Wp. Metode penelitian mengombinasikan pengukuran variabel daya, efisiensi MPPT, dan efisiensi baterai. Hasilnya mengindikasikan bahwa kapasitas panel dan optimasi sudut meningkatkan kinerja sistem hingga 14.2%.
- Setiawan dkk. (2025) & Karjadi (2025): Melakukan analisis kebutuhan energi PLTS rumah tangga 900 Watt dan optimasi efisiensi sistem. Ditemukan bahwa ketidaksesuaian orientasi dan sudut panel dapat mengurangi pasokan energi harian hingga 15%.

Meskipun studi terdahulu telah membahas variasi sudut kemiringan, sebagian besar penelitian belum menghubungkan secara eksplisit antara reduksi data eksperimen matematis (termasuk variabel *Fill Factor*/FF dan daya input riil) dengan fenomena fisik sebab-akibat seperti efek degradasi termal (*thermal degradation*) dan sudut optik datang (*angle of incidence*) pada sel surya tipe Polikristalin 100 Wp yang terintegrasi langsung dengan beban rumah tangga riil (SCC, baterai, inverter, beban AC/DC).

Kebaruan dari penelitian ini terletak pada integrasi analisis reduksi data eksperimen matematis menyeluruh (P_{in}, P_{out}, Fill Factor, efisiensi) dengan penjelasan mendalam mengenai mekanisme fenomena fisiokimia dan termal (sebab-akibat) pada panel Polikristalin 100 Wp di wilayah lintang 7° LS (Semarang, Jawa Tengah), serta perumusan rekomendasi implikasi praktis bagi instalasi mandiri masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis pengaruh variasi sudut kemiringan 30° dan 45° terhadap daya input, daya output, dan efisiensi konversi energi panel surya 100 Wp.
2. Mengkaji fenomena fisik sebab-akibat yang memengaruhi penurunan atau peningkatan efisiensi panel surya pada masing-masing sudut kemiringan.

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan acuan teknis dan akademis bagi perancang, teknisi, dan pengguna PLTS skala rumah tangga dalam menentukan posisi instalasi panel surya yang paling ekonomis dan efisien.

2. Metode Penelitian

2.1 Bahan

Bahan utama yang diuji dalam penelitian ini adalah panel surya tipe **Polikristalin (Polycrystalline Silicon Solar Cell)** 100 Wp merek Poly My Solar. Pemilihan sel polikristalin didasarkan pada penggunaannya yang luas pada skala rumah tangga karena biaya yang lebih ekonomis. Spesifikasi teknis panel surya pada kondisi pengujian standar (Standard Test Conditions / STC: Irradiance 1000 W/m², Temp 25°C) disajikan pada Tabel 1.

Spesifikasi Teknis Panel Surya Polikristalin 100 Wp:

1. Daya Maksimum (P_{max}): 100 Wp
2. Tegangan pada P_{max} (V_{mp}): 18,6 V
3. Arus pada P_{max} (I_{mp}): 5,37 A
4. Tegangan Rangkaian Terbuka (V_{oc}): 22,8 V
5. Arus Hubung Singkat (I_{sc}): 5,71 A
6. Tegangan Sistem Maksimum: 700 V
7. Rentang Suhu Operasional: -45°C hingga +80°C
8. Luas Efektif Panel (A): 0,67 m²

Selain panel surya, sistem PLTS eksperimental dilengkapi dengan komponen pendukung yaitu Solar Charge Controller (SCC) PWM 12V/20A, Baterai VRLA 12V 50Ah, Inverter Pure Sine Wave 500W, serta beban rumah tangga berupa lampu LED AC dan kipas angin DC 12V.

2.2 Skema Penelitian dan Model Fisik

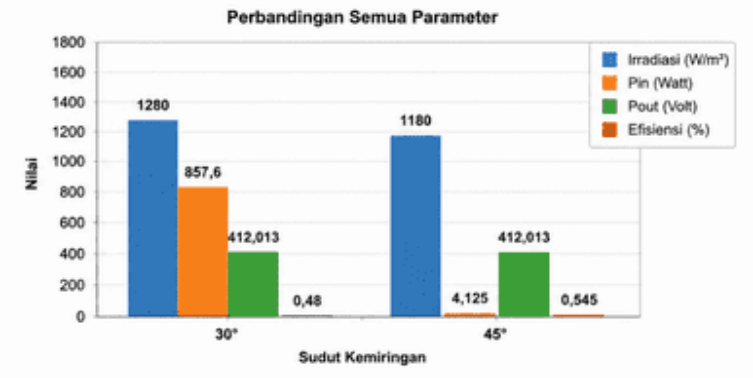
Sistem eksperimen dirangkai secara off-grid. Sinar matahari mengenai panel surya Polikristalin yang dipasang pada rangka dudukan bersudut variabel (30° dan 45°). Energi listrik DC yang dihasilkan disalurkan melalui SCC untuk pengisian baterai dan disuport langsung ke beban DC, sementara sebagian disalurkan ke inverter untuk menyuplai beban AC rumah tangga. Dalam eksperimen, kondisi cuaca dan waktu pengukuran menjadi factor penting, lalu panel surya 100 Wp berfungsi untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik arus searah (DC) melalui efek fotovoltaik. Besar tegangan dan arus keluaran panel bergantung pada intensitas cahaya, sudut kemiringan, dan luas panel, kemudian panel control dengan spesifikasi tegangan system 12 V berfungsi sebagai pengatur aliran listrik dari panel surya menuju baterai. Komponen ini mencegah terjadinya pengisian baterai berlebihan (*overcharge*) dan pengosongan baterai berlebihan (*deep discharge*) selain itu, panel control menstabilkan tegangan agar system bekerja dengan aman. Baterai berfungsi sebagai penyimpan energi listrik DC yang dihasilkan panel surya, energi yang tersimpan dapat digunakan saat intensitas Cahaya matahari rendah atau saat malam hari.

Pada eksperimen, tegangan baterai diamati untuk mengetahui proses pengisian. Sebagian energi Listrik DC dari baterai dapat langsung digunakan untuk alat Listrik DC, seperti lampu DC atau kipas DC, tanpa melalui inverter. Hal ini mengurangi rugi rugi konversi energi. Kemudian inverter berfungsi mengubah Listrik DC menjadi AC, sehingga energi dari panel surya dapat digunakan oleh peralatan rumah tangga yang membutuhkan arus bolak balik (AC). Alat listrik AC merupakan beban akhir sistem, seperti lampu

AC atau peralatan elektronik lainnya. Kinerja sistem dapat dievaluasi dengan melihat kestabilan tegangan dan daya yang diterima beban.

3. Hasil dan Pembahasan

Kaji eksperimen dilakukan pada system panel surya dilakukan dengan tujuan untuk mencari nilai atau parameter kinerja panel surya dengan variasi sudut kemiringan berupa nilai efisiensi. Nilai efisiensi panel surya merupakan hubungan antara daya *input* dan *output* dibagi efisien 100%. Hasil tersebut dirangkum pada table 1 pada variasi sudut 30º dan 45º. Pada sudut 30°, intensitas iradiasi yang diterima panel sebesar 1280 W/m² dengan daya masukan (Pin) 857,6 W. Kondisi ini menghasilkan tegangan keluaran (Pout) sebesar 412,013 V dengan efisiensi konversi energi sekitar 0,48%. Angka efisiensi tersebut menunjukkan bahwa hanya sebagian kecil energi radiasi matahari yang berhasil diubah menjadi energi listrik yang bermanfaat. Pada sudut kemiringan 45°, iradiasi yang diterima sedikit menurun menjadi 1180 W/m². Namun, pada kondisi ini daya masukan tercatat sebesar 4,125 W dengan tegangan keluaran tetap 412,013 V. Menariknya, efisiensi panel meningkat menjadi sekitar 0,545%. Kenaikan efisiensi ini memperlihatkan bahwa secara geometris, posisi panel pada sudut 45° lebih sesuai dengan arah datangnya sinar matahari saat pengujian dilakukan, sehingga penyerapan energi radiasi menjadi lebih efektif meskipun nilai iradiasi tidak setinggi pada sudut 30°. Perbandingan kedua kondisi tersebut menunjukkan bahwa sudut kemiringan sangat berpengaruh terhadap performa panel surya. Pada sudut 30°, panel menerima iradiasi lebih besar tetapi tidak mampu mengonversi energi tersebut secara optimal, terlihat dari efisiensinya yang lebih rendah. Sebaliknya, pada sudut 45°, meskipun iradiasinya lebih kecil, penyesuaian sudut yang lebih tepat terhadap posisi matahari membuat energi yang terkonversi menjadi listrik lebih besar secara proporsional. Secara teknis, hasil ini mengindikasikan bahwa penentuan sudut kemiringan tidak bisa hanya mempertimbangkan besarnya iradiasi semata, tetapi juga harus memperhatikan orientasi panel terhadap lintasan matahari dan kondisi lokasi. Sudut 45° pada pengujian ini dapat dianggap lebih mendekati sudut optimum karena menghasilkan efisiensi yang lebih tinggi. Dengan demikian, untuk meningkatkan kinerja sistem panel surya secara keseluruhan, perlu dilakukan penyesuaian sudut kemiringan secara cermat, bahkan jika diperlukan menggunakan sistem kemiringan yang dapat diatur sesuai perubahan posisi matahari sepanjang hari maupun sepanjang tahun.



Gambar 1. Perbandingan semua parameter

Tabel 1. Data yang didapat

Alat	Sudut Kemiringan	Irradiasi (W/m)	P in (Watt)	*P out* (Volt)	*Effisiensi* (%)
Panel A	30º	1280	857,6	412,013	0,48
Panel B	45º	1180	4,125	412,013	

Dalam penelitian ini ada beberapa data yang perlu ditentukan dan dihitung guna untuk mencari nilai daya input, output, dan efisiensi solar cell pada panel surya 100 Wp, penelitian ini menggunakan analisis numerik dengan menghitung data data yang telah didapatkan. Daya input (daya masukan) Jumlah energi listrik atau daya yang disuplai ke suatu perangkat dari sumber eksternal, seperti dari jaringan listrik PLN atau baterai, sebelum perangkat tersebut melakukan pekerjaannya untuk menghasilkan daya keluaran (output). Cara menghitung daya input pada panel surya 100 Wp, didapat dengan cara menghitung luas panel dikali dengan irradiasi atau dalam matematis maka ditulis sebagai berikut

$$Pin = Ir \times A \quad (1)$$

Daya output (daya keluaran) merupakan jumlah energi listrik yang dihasilkan atau disalurkan oleh suatu perangkat, diukur dalam Watt (W), yang merupakan hasil kali tegangan (Volt) dan arus (Ampere), sering kali dikalikan faktor daya, dan menunjukkan

kemampuan puncak atau berkelanjutan perangkat tersebut untuk memberikan daya kerja yang bermanfaat. Menghitung daya output pada panel surya, yang perlu dilakukan pertama Adalah menghitung *fill factor* pada panel surya. *Fill factor* merupakan parameter yang menyatakan seberapa jauh isc * Voc dari daya maksimal Vm * lm yang dihasilkan sel surya.

$$FF = \frac{Vmp \times Imp}{Voc \times Isc} \quad (2)$$

Setelah didapatkan data nilai FF, maka dapat dilanjutkan dengan menghitug daya keluaran (Pout)

$$Pout = V \times I \times FF \quad (3)$$

Efisiensi panel surya adalah presentase energi matahari yang diubah menjadi Listrik, efisiensi ini dipengaruhi oleh jenis sel, desain, suhu, serta penempatan panel. Semakin tinggi efisiensi, semakin banyak Listrik yang dihasilkan per meter persegi. Menghitung efisiensi solar cell pada panel surya, didapat dengan cara membagikan hasil daya input dengan daya output kemudian dibagi 100 %

$$\eta = \frac{Pout}{Pin} \times 100\% \quad (4)$$

4. Kesimpulan

Berdasarkan data hasil pengujian pada sudut kemiringan 30° dan 45°, dapat disimpulkan bahwa perubahan sudut kemiringan berpengaruh nyata terhadap kinerja dan efisiensi panel surya. Pada sudut 30°, panel menerima irradiasi lebih tinggi yaitu 1280 W/m² dengan daya masukan (*input)* 857,6 W dan menghasilkan tegangan keluaran (*output)* 412,013 V, tetapi efisiensi konversi energinya hanya sekitar 0,48%, sehingga hanya sebagian kecil energi radiasi yang berhasil diubah menjadi energi listrik yang berguna. Sementara itu, pada sudut 45° iradiasi menurun menjadi 1180 W/m² dengan daya masukan 4,125 W dan tegangan keluaran tetap 412,013 V, namun efisiensi meningkat menjadi sekitar 0,545%, yang menunjukkan bahwa secara geometris posisi panel pada sudut ini lebih sesuai dengan arah datangnya sinar matahari sehingga penyerapan dan pemanfaatan energi radiasi menjadi lebih efektif meskipun intensitas radiasi sedikit lebih rendah. Dengan demikian, sudut kemiringan 45° pada kondisi pengujian ini dapat dianggap lebih mendekati sudut optimum karena menghasilkan efisiensi yang lebih tinggi dibanding sudut 30°, dan penentuan sudut kemiringan panel surya tidak boleh hanya didasarkan pada besarnya irradiasi, tetapi juga harus mempertimbangkan orientasi panel terhadap lintasan matahari dan karakteristik lokasi agar kinerja sistem panel surya dapat dimaksimalkan

Ucapan Terima Kasih

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan artikel ini dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pengampu mata kuliah Teknik Tenaga Listrik yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta ilmu yang bermanfaat selama proses penyusunan artikel ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada kedua orang tua, keluarga, serta rekan-rekan yang telah memberikan doa, dukungan, dan motivasi. Semoga artikel ini dapat memberikan manfaat serta menjadi referensi bagi pembaca dalam menambah wawasan di bidang teknik tenaga listrik, khususnya mengenai sistem pembangkit listrik tenaga surya.

Referensi

[1] A. A. Solikah, "Systematic indonesia literature review kajian potensi dan pemanfaatan sumber daya energi baru dan terbarukan," 2024, doi: 10.14710/jebt.2024.21742.

[2] M. R. Harahap and I. A. Nugraha, "Efek kemiringansudut serta temperatur lingkunganterhadap kinerja panel surya," *Bul. Utama Tek.*, vol. 19, no. 3, pp. 180–185, 2024, doi: 10.30743/but.v19i3.9873.

[3] E. Nugraheny, N. Purba, and C. G. Irianto, "*Regulatory analysis of renewable energy use strategies in indonesia: A Review*," vol. 9, no. 1, pp. 109–120, 2025.

[4] J. Nasional *et al.*, "Pengaruh ketergantungan energi fosil terhadap ketahanan energi nasional di indonesia," vol. 5, pp. 936–942, 2025.

[5] B. Maqdis, F. Suhada, and A. Pranata, “Analisis dampak penggunaan energi fosil terhadap kualitas udara dan peluang implementasi energi terbarukan,” *Juritek J. Ilm. Tek. Mesin, Elektro dan Komput.*, vol. Vol. 5, no, no. x, pp. 252–258, 2025, doi: https://doi.org/10.51903/juritek.v5i2.4791.

[6] D. Ahmad, R. Ridho, and M. A. Putra, “Analisis pengaruh sudut kemiringan panel surya terhadap penerimaan iradiasi matahari dan daya keluaran yang dihasilkan,” vol. 04, no. 01, pp. 25–31, 2023.

[7] M. D. Marpaung and J. Sufriadi Purba, “Analisis pengaruh variasi sudut kemiringan panel surya untuk pemanas air dengan sumber energi surya,” *J. Media Inform.*, vol. 5, no. 3, pp. 71–82, 2024, [Online]. Available: https://ejournal.sisfokomtek.org/index.php/jumin/article/view/3650

[8] R. L. Yorlanda, M. D. Alfarizi, A. Apriana, and A. Manggala, “Pengaruh kapasitas panel surya dan sudut kemiringan terhadap kinerja sistem plts off grid 12 volt,” vol. 5, no. Oktober, pp. 729–743, 2025.

[9] R. A. Setiawan, L. E. Cendekia, and A. Saputri, “Analisis perhitungan kebutuhan sistem pada perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) rumah tangga 900 Watt,” vol. 3, 2025.

[10] M. Karjadi, “Optimalisasi efisiensi panel surya dalam sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) skala rumah tangga,” vol. 7, no. 4, pp. 3002–3010, 2025.

[11] A. A. Nainggolan, A. Ralvi, A. Fitria, E. Tanjung, D. Destomihi, and I. Maulana, “Pemanfaatan panel surya atap rumah tangga dalam mengurangi ketergantungan energi listrik konvensional kota surabaya,” vol. 14, pp. 817–825, 2025.

[12] R. Kurnia, D. Putri, and T. H. Nufus, “Analisis kinerja pada sistem pembangkit listrik tenaga surya terhadap efek partial shading di pt bluebird group,” pp. 1025–1034, 2024.

[13] G. Sihombing, K. Lubis, J. A. Setiawan, and I. Putra, “Analisis kinerja pembangkit listrik tenaga surya sebagai sumber energi alternatif pada rumah pembibitan pertanian,” vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2026.

[14] D. F. Saputro, H. Asyari, M. Surakarta, J. A. Yani, and T. Pos, “Analisis Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk bangunan residensial menggunakan software Pvsyst | Universitas Muhammadiyah Surakarta”.