

# Solar Panel Implementation for Household Electricity in Indonesia: Environmental and Economic Implications: Penerapan Panel Surya untuk Listrik Rumah Tangga di Indonesia: Implikasinya terhadap Lingkungan dan Ekonomi

*Nico Cahya Pradana Pradana*

*Muhammad Alvan Rizki*

*Atik Wahyuni*

*Budwi Harsono*

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

This study explores the potential of solar energy as a sustainable alternative to coal-based electricity generation in Indonesia, aiming to address environmental concerns. It assesses the feasibility of household-level solar panel adoption for reducing electricity costs and enhancing energy self-sufficiency. Using photovoltaic technology, the research examines solar energy conversion and battery storage, focusing on optimal daylight utilization. Findings reveal substantial cost-saving prospects for households and stress the environmental benefits of decreasing reliance on conventional electricity sources. The study highlights the significance of public awareness and government support for solar panel adoption, emphasizing its role in economic stability and resource allocation to productive sectors. It advocates for empowering and educating the public about solar panel usage, which not only lowers electricity expenses but also promotes economic stability by reallocating funds to other industries, thus contributing to Indonesia's economic well-being and sustainable energy future.

## Highlights :

- This study evaluates solar energy's potential as a sustainable alternative to coal-based electricity in Indonesia, addressing environmental concerns.
- It emphasizes the feasibility of household-level solar panel adoption for cost reduction and energy self-sufficiency, focusing on photovoltaic technology and optimal daylight utilization.
- The research underscores the importance of public awareness and government support for solar panel adoption, highlighting its role in economic stability and resource allocation to productive sectors, ultimately contributing to a sustainable energy future.

**Keywords:** Solar Energy, Sustainability, Household Adoption, Photovoltaic Technology, Environmental Benefits

---

## Penerapan Panel Surya untuk Kebutuhan Listrik Rumah Tangga

Nico Cahya Pradana<sup>1)</sup>, Muhammad Alvan Rizki<sup>2)</sup>, Atik Wahyuni<sup>3)</sup>, Budwi Harsono\*,<sup>4)</sup>

1,2,3,4)

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Jl. Raya Gelam No.250, Gelam, Kec. Candi, Sidoarjo

[nico.cahya.pradana08@gmail.com](mailto:nico.cahya.pradana08@gmail.com)<sup>1</sup>, [alvanrizki@umsida.ac.id](mailto:alvanrizki@umsida.ac.id)<sup>2</sup>, [atikwahyuni@umsida.ac.id](mailto:atikwahyuni@umsida.ac.id)<sup>3</sup>,  
[Budwiharsono@umsida.ac.id](mailto:Budwiharsono@umsida.ac.id)<sup>4</sup>

**Abstract** . In Indonesia alone, the most widely used source of electrical energy is steam power plants. In fact, the main fuel for steam power plants is coal, the combustion of which produces chemicals that are harmful to the environment. In contrast to coal, which has been widely used, solar energy is still very little used as a source of electricity in Indonesia. The intensity of sunlight in Indonesia, which includes tropical countries, is high enough to be used as a promising source of electrical energy. The purpose of this writing is that using solar panels in households can significantly save electricity costs because each house can produce its own electricity. If each house is able to cover most of its electricity needs, the state can divert electricity originally intended for households to other commodities that require large amounts of electricity. The method used is photovoltaic technology (photovoltaic/PV) as a technology that converts solar radiation into electrical energy. The results of this writing are in the form of exposure to the electrical energy produced which is stored in batteries which can be used for electronic devices and regulated according to the required needs.

**Key word** : Household electricity , Solar panels

**Abstrak.** Di Indonesia sendiri, sumber energi listrik yang paling banyak digunakan adalah pembangkit listrik tenaga uap. Padahal, bahan bakar utama dari, pembangkit listrik tenaga uap adalah batu bara yang pembakarannya menghasilkan bahan kimia yang berbahaya bagi lingkungan. Berbeda dengan batubara, yang sudah banyak dimanfaatkan, energi matahari masih sangat sedikit dimanfaatkan sebagai sumber listrik di Indonesia. Intensitas sinar matahari di Indonesia yang meliputi negara tropis tergolong cukup tinggi untuk dijadikan sumber energi listrik yang menjanjikan. Tujuan penulisan ini adalah penggunaan panel surya pada rumah tangga dapat menghemat biaya listrik secara signifikan karena setiap rumah dapat menghasilkan listriknya sendiri. Jika setiap rumah mampu menutupi sebagian besar kebutuhan listriknya, negara dapat mengalihkan listrik yang semula ditujukan untuk rumah tangga ke komoditas lain yang membutuhkan listrik dalam jumlah besar. Metode yang digunakan adalah Teknologi fotovoltaik (photovoltaic/PV) sebagai teknologi yang mengubah radiasi matahari menjadi energi listrik. Hasil penulisan ini berupa pemaparan energi listrik yang dihasilkan disimpan dalam baterai yang dapat dipergunakan untuk perangkat elektronik dan diatur sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan.

**Kata Kunci** : Listrik rumah tangga, Panel Surya

Keberadaan listrik tentunya tidak terlepas dari kehidupan sehari-hari manusia di era modern ini. Seiring berjalannya waktu, kebutuhan akan listrik juga akan semakin meningkat. Ini menyiratkan bahwa orang akan mencari sumber energi listrik yang dapat memenuhi kebutuhan listrik dunia saat ini. Di Indonesia, kebutuhan listrik sektor rumah tangga adalah kedua setelah sektor industry. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) rooftop adalah sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan sinar matahari selaku renewable Energy, sumber energi terbarukan dan atap gedung (rooftop) sebagai tempat panel surya[1]. Kebutuhan energi yang tambah tahun semakin meningkat merupakan salah satu permasalahan dan tantangan dimasa ini[2].

Indonesia sebagai wilayah tropis memiliki sumber energi sinar matahari yang sangat potensial[3]. Potensi energi surya yang tinggi dengan radiasi harian rata-rata sebesar 4 kWh/m<sup>2</sup>/hari[4]. Pemanfaatan potensi sumber energi berupa sinar matahari di Indonesia masih terbilang cukup minim[5]. Kemajuan teknologi saat ini berpengaruh terhadap tingginya kebutuhan energi listrik. Salah satu energi alternative yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik adalah energi matahari[6]. Di Indonesia sendiri, sumber energi listrik yang paling banyak digunakan

adalah pembangkit listrik tenaga uap. Padahal, bahan bakar utama dari, pembangkit listrik tenaga uap adalah batu bara yang pembakarannya menghasilkan bahan kimia yang berbahaya bagi lingkungan [7].

Berbeda dengan batubara, yang sudah banyak dimanfaatkan, energi matahari masih sangat sedikit dimanfaatkan sebagai sumber listrik di Indonesia. Intensitas sinar matahari di Indonesia yang meliputi negara tropis tergolong cukup tinggi untuk dijadikan sumber energi listrik yang menjanjikan. Dibanding batu bara, kebutuhan listrik dari energi surya tentu lebih ramah lingkungan dan hemat biaya. Batu bara sendiri merupakan sumber energi yang tidak bisa diperbarui[8]. Meski produksi listrik skala besar membutuhkan lahan yang cukup, penggunaan sinar matahari untuk kebutuhan listrik skala kecil seperti listrik rumah tangga tentunya tidak membutuhkan banyak lahan [9].

Di Indonesia, penggunaan panel surya untuk memenuhi kebutuhan listrik, rumah tangga belum terlalu dikenal. Hanya segelintir masyarakat kelas atas telah memasang panel surya di rumah mereka, salah satu alasannya yaitu mahal. Alasan lain adalah kurangnya informasi publik tentang panel surya. Sebagian besar dari mereka masih bergantung pada kebutuhan listrik pemerintah. Intensitas penerangan mempunyai pengaruh terhadap penglihatan manusia. Intensitas penerangan ini dimaksudkan untuk memberikan penerangan yang optimal terhadap obyek dan keadaan di sekelilingnya.[10]. Pemanfaatan tenaga surya sebagai sumber energi listrik sudah diterapkan dalam banyak sektor[11].

Penggunaan panel surya pada rumah tangga dapat menghemat biaya listrik secara signifikan karena setiap rumah dapat menghasilkan listriknya sendiri. Jika setiap rumah mampu menutupi sebagian besar kebutuhan listriknya, negara dapat mengalihkan listrik yang semula ditujukan untuk rumah tangga ke komoditi lain yang membutuhkan listrik dalam jumlah besar. Pengumpulan data yang baik melalui eksperimen diperlukan untuk dapat menganalisis kegunaan energi matahari yang dilepaskan oleh fotovoltaik. Dalam beberapa tahun terakhir, telah terjadi penurunan biaya untuk pembangkit listrik dengan teknologi fotovoltaik karena penurunan efisiensi modul fotovoltaik yang signifikan[12].

Panel surya merupakan sebuah perangkat yang mengubah energi sinar matahari menjadi listrik atau bisa dikatakan seperangkat alat transformasi energi sineae matahari menjadi energi listrik. Teknologi fotovoltaik (photovoltaic/PV) adalah teknologi yang digunakan untuk mengubah radiasi matahari menjadi energi listrik. Listrik yang dihasilkan ini disimpan dalam baterai yang dapat dipergunakan untuk perangkat elektronik dan diatur sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan.

Energi dari panel surya sering digunakan sebagai sumber energi alternatif untuk mengatasi kenaikan biaya listrik konvensional dan nonsubsidi. Energi utama berasal dari energi matahari yang mana mudah didapatkan secara gratis. Dengan memanfaatkan energi matahari sebagai sumber listrik alternatif untuk sebuah instansi, industri hingga rumah tangga, mampu menghemat tagihan listrik. Sehingga dapat menggunakan uang yang dihemat dari menghemat listrik untuk keperluan lain. Fakta praktis mengatakan bahwa tagihan listrik dapat ditekan hingga 50% dengan bantuan teknologi panel surya. Kondisi Indonesia yang terletak di jalur khatulistiwa dengan dua musim membawa manfaat maupun kerugian dengan hal ini, manfaatnya adalah energi matahari bersinar sepanjang tahun, sehingga didapatkan energi yang besar, tetapi dengan nilai temperatur lingkungan rata-rata akan lebih tinggi, dibandingkan dengan negara empat musim[13].

Panel surya memiliki beberapa kelebihan, diantaranya tidak membutuhkan bahan bakar fosil, tidak menimbulkan emisi, dan dapat diintegrasikan ke bangunan baru atau lama. Namun, dalam penggunaannya sebagai sumber energi listrik, panel surya memiliki beberapa kekurangan seperti daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya dipengaruhi oleh iradiasi sinar matahari, suhu lingkungan, dan sudut datang matahari. Hal ini menyebabkan daya yang dihasilkan akan mengalami fluktuasi atau tidak konstan[14]. Cara penerapan atau pengoperasian panel surya dapat diketahui sebagai berikut yakni panel surya mengkonversi energi dari matahari menjadi listrik,

inverter mengubah listrik yang dihasilkan panel surya dari arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC), dan energi dipergunakan untuk pemberian data pada peralatan listrik [15].

Konversi energi matahari menjadi listrik dengan menggunakan panel surya pada baterai sangat baik dilakukan pada siang hari dalam cuaca panas dan hujan, yang berada pada kisaran waktu pukul 10:00 pagi hingga 15:00 sore. Mengenai hal ini berpacu pada tegangan (nilai maksimum= 22,07 volt) dan arus (nilai maksimum= 2,18 ampere) yang mana didapat dari keluaran/output panel surya sehingga *value fill factor*/siklus kerja baterai dan daya yang dihasilkan dalam proses pengisian bernilai konstan dengan rata-rata 0,80.

Dengan adanya penerapan panel surya tentunya terdapat sebuah keuntungan dan kebermanfaatan yang banyak seperti yang paling jelas dari panel dan energi matahari adalah penghematan biaya. Selain itu, energi matahari dapat membantu mengurangi pemanasan global serta terhindar dari ketergantungan pada listrik konvensional. Manfaat lain dari pemasangan panel surya ini yakni tidak membutuhkan lahan yang luas dan pemasangannya sangat mudah.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan saat memasang panel surya

#### 1. Memilih tempat pemasangan panel surya

Panel surya sebaiknya dipasang di atap rumah karena tempatnya yang terkena sinar matahari langsung. Harus dipastikan letak atap tidak ternaungi pohon atau bangunan di sekitarnya yang dapat menurunkan kinerja panel surya.

#### 2. Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Untuk penggunaan panel surya jangka panjang, diperlukan panel surya berkualitas tinggi. Anda bisa membeli dari perusahaan yang memiliki kredibilitas baik, menawarkan jaminan produk dan memiliki pelayanan yang profesional dan terpercaya. Selain panel surya, juga memerlukan inverter, panel surya untuk atap, kabel, dan perangkat pelindung listrik seperti pemutus sirkuit. Selanjutnya membutuhkan alat pertukangan kayu seperti obeng, bor, atau kunci pas L. Panel surya dipasang di atap dengan dudukan panel surya, yang biasanya terbuat dari aluminium. Kemudian, dihubungkan secara seri. Selanjutnya konektor panel surya dihubungkan ke inverter yang mana arus searah (DC) yang dihasilkan tersebut diubah menjadi arus bolak-balik (AC) yang dapat digunakan untuk kebutuhan listrik rumah. Setelah itu, inverter disambungkan dengan kabel ke instalasi listrik rumah, dan sebelum sambungan listrik rumah dipasang alat pengaman saklar/alat *protection circuit breaker*. Setelah semua langkah pemasangan selesai dan keamanan pemasangan terkonfirmasi aman, pengujian dan commissioning dilakukan untuk memastikan bahwa sistem panel surya berfungsi dengan baik. Setelah semua langkah diselesaikan dengan benar dan aman, sistem panel surya siap menghasilkan listrik yang dapat dipergunakan.

Namun di samping itu, mayoritas masyarakat Indonesia belum mengetahui terkait panel surya. Kerap kali panel surya dianggap sangat mahal dan sulit dipasang. Tentunya hal ini disebabkan kurangnya pengetahuan terkait panel surya. Maka dari itu dibutuhkan sebuah program sosialisasi terkait panel surya tersebut. Sebagai mahasiswa ataupun para akademisi kita perlu berkontribusi terkait hal ini karena memiliki potensial dalam pemberian pengertian kepada masyarakat terkait panel surya dan manfaat dari penerapan panel surya itu sendiri.

Besar kecilnya panel surya yang akan dipasang tergantung dari besarnya daya listrik di setiap rumah, sehingga biaya pemasangannya tentu saja berbeda. Oleh karena itu, setiap warga yang memasang panel surya harus mendaftarkan kapasitas listrik rumahnya dan kapasitas listrik panel surya yang akan dipasang. Dengan demikian seseorang dapat memperkirakan berapa rupiah yang harus ditabung pada waktu tertentu dalam sehari. Kemudian dapat membeli panel surya dan ketika sudah terpasang dapat dengan mudah memenuhi kebutuhan listrik serta menghemat biaya listrik .

Panel surya merupakan sebuah perangkat yang mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik. Energi yang dihasilkan dari panel surya sering digunakan sebagai sumber energi alternatif untuk mengatasi kenaikan biaya listrik konvensional dan nonsubsidi. Listrik yang dihasilkan ini disimpan dalam baterai. Maka dari itu, konversi energi matahari menjadi listrik dengan menggunakan panel surya pada baterai sangat baik jika dilakukan pada siang hari dalam cuaca panas dan hujan, yang berada pada kisaran waktu pukul 10:00 pagi hingga 15:00 sore. Cara penerapan panel surya yakni pertama, panel surya mengkonversi energi dari matahari menjadi listrik. Kedua, inverter mengubah listrik yang dihasilkan panel surya dari arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC). Ketiga, energi dipergunakan untuk pemberian data pada peralatan listrik. Selain itu, terdapat 2 aspek yang perlu diperhatikan ketika pemasangan panel surya yaitu pemilihan tempat pemasangan panel surya dan pemasangan pembangkit listrik tenaga surya.

Pemberdayaan atau sosialisasi terkait penggunaan panel surya untuk kebutuhan listrik rumah tangga perlu dilakukan. Karena pemanfaatan energi matahari sebagai sumber listrik alternatif mampu menghemat tagihan listrik. Sehingga dapat menggunakan uang yang dihemat dari menghemat listrik untuk keperluan lain. Energi cahaya matahari yang ramah lingkungan pun cocok diterapkan di era globalisasi ini. Selain itu, pemerintah pun dapat memanfaatkan terpenuhinya kebutuhan listrik masyarakat ini dengan mengalihkan energi listrik yang ada untuk keperluan sektor-sektor lain yang lebih membutuhkan. Secara tidak langsung kebutuhan listrik rumah tangga yang telah terpenuhi tanpa pembengkakan biaya juga dapat meningkatkan kestabilan ekonomi di Indonesia. Dana yang semula dialokasikan hanya untuk kebutuhan listrik, dapat dialihkan ke ranah industri yang potensial untuk menstabilkan perekonomian Indonesia. Dengan demikian, tak luput dari dukungan mahasiswa ataupun para akademisi yang perlu berkontribusi terkait hal ini karena memiliki potensial dalam pemberian pengertian kepada masyarakat terkait panel surya dan manfaat dari penerapan panel surya itu sendiri.

- **I. Pendahuluan**
- **II. Metode**
- **III. Hasil dan Pembahasan**
- **I V. Simpulan**
- **Referensi**

[1]H. Awal and I. Irma, "Penerapan Panel Surya Untuk Aktifitas Pendidikan di SD Negeri 23 V Koto Timur," *Maj. Ilm. UPI YPTK*, vol. 29, no. 1, pp. 73-78, 2022, doi: 10.35134/jmi.v29i1.112.

[2]Y. Shalih and S. Suratno, "Pengaruh Arah Posisi Pemasangan Panel Surya Terhadap Output Daya Keluaran," *Just TI (Jurnal Sains Terap. Teknol. Informasi)*, vol. 11, no. 2, p. 12, 2019, doi: 10.46964/justti.v11i2.145.

[3]L. Sartika, I. Mado, A. Budiman, A. Huda, and A. Muis Prasetya, "Peningkatan Kompetensi Masyarakat Melalui Pelatihan Dan Perancangan Instalasi Listrik Panel Surya," *J-Dinamika J. Pengabd. Masy.*, vol. 8, no. 1, pp. 47-52, 2023, doi: 10.25047/j-dinamika.v8i1.3280.

[4]D. N. Sadewo, T. Arifianto, S. Sunardi, L. S. Moonlight, and B. Wasito, "Penggunaan Solar Tracker untuk Analisis Pencarian Daya Maksimal pada Panel Surya," *J. Kaji. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 2, pp. 43-47, 2022, doi: 10.52447/jkte.v7i2.6246.

[5]A. Wicaksana and T. Rachman, "MEMBERDAYAKAN PENGGUNAAN PANEL SURYA UNTUK KEBUTUHAN LISTRIK RUMAH TANGGA," *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951-952., vol. 3, no. 1, pp. 10-27, 2018, [Online]. Available: <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>

[6]N. L. P. M. Sridewi, H. Suyanto, and I. G. B. Wijaya Kusuma, "Analisis pengaruh panjang gelombang cahaya terhadap keluaran panel surya tipe polycrystalline," *J. METTEK*, vol. 4, no. 2, p. 48, 2018, doi: 10.24843/mettek.2018.v04.i02.p03.

- [7]P. Listrik, T. Surya, S. Rumah, T. Urban, and N. S. Kumara, "Dan Ketersediaannya Di Indonesia," vol. 9, no. 1, 2010.
- [8]H. Maghfiroh, F. Adriyanto, J. Slamet Saputro, A. Sujono, and R. L. Lambang GH, "Pengenalan Teknologi Energi Terbaru Panel Surya Untuk Siswa Sekolah Menengah Pertama (Smp)," *INTEGRITAS J. Pengabdian*, vol. 6, no. 2, p. 406, 2022, doi: 10.36841/integritas.v6i2.1527.
- [9]M. Muchlis and A. D. Permana, "Proyeksi Kebutuhan Listrik Pln," *Pengemb. Sist. Kelistrikan dalam Menunjang Pembang. Nas. Jangka Panjang*, pp. 19-29, 2003.
- [10]C. R. Firdaus *et al.*, "Pemanfaatan Panel Surya Untuk Sistem," *EKSERGI J. Tek. Energi*, vol. 15, no. 3, pp. 122-125, 2019.
- [11]J. Sardi, A. B. Pulungan, R. Risfendra, and H. Habibullah, "Teknologi Panel Surya Sebagai Pembangkit Listrik Untuk Sistem Penerangan Pada Kapal Nelayan," *J. Penelit. dan Pengabdian Kpd. Masy. UNSIQ*, vol. 7, no. 1, pp. 21-26, 2020, doi: 10.32699/ppkm.v7i1.794.
- [12]I. Wirajati and I. M. A. K. Natha, "Pengaruh sudut kemiringan dan arah penempatan terhadap daya keluaran pada modul panel surya," *J. Appl. Mech. Eng. Green Technol.*, vol. 11, no. 1, pp. 5-9, 2021, doi: 10.31940/jametechn.v2i1.2461.
- [13]E. Syah, A. Asri, and A. Bintoro, "ANALISA PENGARUH PERUBAHAN SUHU TERHADAP TEGANGAN PANEL SURYA JENIS MONO CHRYSTALLINE KAPASITAS DAYA 50 Wp," *J. Energi Elektr.*, vol. 11, no. 1, p. 22, 2022, doi: 10.29103/jee.v11i1.8260.
- [14]E. H. Elinda, I. Setiawan, and E. W. Sinuraya, "Perancangan Pencarian Titik Daya Maksimum Panel Surya Menggunakan Boost Converter Dengan Algoritma Firefly," *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 132-137, 2021, doi: 10.14710/transient.v10i1.132-137.
- [15]"Cara kerja, Manfaat & Pemasangan Panel Surya."

## References

- [1] H. Awal and I. Irma, "Penerapan Panel Surya Untuk Aktifitas Pendidikan di SD Negeri 23 V Koto Timur," *Maj. Ilm. UPI YPTK*, vol. 29, no. 1, pp. 73-78, 2022, doi: 10.35134/jmi.v29i1.112.
- [2] Y. Shalih and S. Suratno, "Pengaruh Arah Posisi Pemasangan Panel Surya Terhadap Output Daya Keluaran," *Just TI (Jurnal Sains Terap. Teknol. Informasi)*, vol. 11, no. 2, p. 12, 2019, doi: 10.46964/justti.v11i2.145.
- [3] L. Sartika, I. Mado, A. Budiman, A. Huda, and A. Muis Prasetia, "Peningkatan Kompetensi Masyarakat Melalui Pelatihan Dan Perancangan Instalasi Listrik Panel Surya," *J-Dinamika J. Pengabdian Masy.*, vol. 8, no. 1, pp. 47-52, 2023, doi: 10.25047/j-dinamika.v8i1.3280.
- [4] D. N. Sadewo, T. Arifianto, S. Sunardi, L. S. Moonlight, and B. Wasito, "Penggunaan Solar Tracker untuk Analisis Pencarian Daya Maksimal pada Panel Surya," *J. Kaji. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 2, pp. 43-47, 2022, doi: 10.52447/jkte.v7i2.6246.
- [5] A. Wicaksana and T. Rachman, "MEMBERDAYAKAN PENGGUNAAN PANEL SURYA UNTUK KEBUTUHAN LISTRIK RUMAH TANGGA," *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951-952., vol. 3, no. 1, pp. 10-27, 2018, [Online]. Available: <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>
- [6] N. L. P. M. Sridewi, H. Suyanto, and I. G. B. Wijaya Kusuma, "Analisis pengaruh panjang gelombang cahaya terhadap keluaran panel surya tipe polycrystalline," *J. METTEK*, vol. 4, no. 2, p. 48, 2018, doi: 10.24843/mettek.2018.v04.i02.p03.
- [7] P. Listrik, T. Surya, S. Rumah, T. Urban, and N. S. Kumara, "Dan Ketersediaannya Di Indonesia," vol. 9, no. 1, 2010.

8. [8] H. Maghfiroh, F. Adriyanto, J. Slamet Saputro, A. Sujono, and R. L. Lambang GH, "Pengenalan Teknologi Energi Terbarukan Panel Surya Untuk Siswa Sekolah Menengah Pertama (Smp)," *INTEGRITAS J. Pengabdi.*, vol. 6, no. 2, p. 406, 2022, doi: 10.36841/integritas.v6i2.1527.
9. [9] M. Muchlis and A. D. Permana, "Proyeksi Kebutuhan Listrik Pln," *Pengemb. Sist. Kelistrikan dalam Menunjang Pembang. Nas. Jangka Panjang*, pp. 19-29, 2003.
10. [10] C. R. Firdaus et al., "Pemanfaatan Panel Surya Untuk Sistem," *EKSERGI J. Tek. Energi*, vol. 15, no. 3, pp. 122-125, 2019.
11. [11] J. Sardi, A. B. Pulungan, R. Risfendra, and H. Habibullah, "Teknologi Panel Surya Sebagai Pembangkit Listrik Untuk Sistem Penerangan Pada Kapal Nelayan," *J. Penelit. dan Pengabdi. Kpd. Masy. UNSIQ*, vol. 7, no. 1, pp. 21-26, 2020, doi: 10.32699/ppkm.v7i1.794.
12. [12] I. Wirajati and I. M. A. K. Natha, "Pengaruh sudut kemiringan dan arah penempatan terhadap daya keluaran pada modul panel surya," *J. Appl. Mech. Eng. Green Technol.*, vol. 11, no. 1, pp. 5-9, 2021, doi: 10.31940/jametech.v2i1.2461.
13. [13] E. Syah, A. Asri, and A. Bintoro, "ANALISA PENGARUH PERUBAHAN SUHU TERHADAP TEGANGAN PANEL SURYA JENIS MONO CHRYSTALLINE KAPASITAS DAYA 50 Wp," *J. Energi Elektr.*, vol. 11, no. 1, p. 22, 2022, doi: 10.29103/jee.v11i1.8260.
14. [14] E. H. Elinda, I. Setiawan, and E. W. Sinuraya, "Perancangan Pencarian Titik Daya Maksimum Panel Surya Menggunakan Boost Converter Dengan Algoritma Firefly," *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 132-137, 2021, doi: 10.14710/transient.v10i1.132-137.
15. [15] "Cara kerja, Manfaat & Pemasangan Panel Surya."