

## RANCANGAN BANGUN DAN UJI KINERJA POMPA AIR BERBASIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SEBAGAI SOLUSI EFISIENSI DAN RAMAH LINGKUNGAN

Fawwaz Al Baradi De Faskho<sup>1</sup>, Fabian Rachel Ramadhan<sup>1</sup>, Ganang Damar Panuluh<sup>1</sup>,  
Erwan Prasetyo<sup>1</sup>, Siti Mudmainah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>SMP MBS Al Amin Religi Bojonegoro

Diterima: Desember 2025; Disetujui: Maret 2026; Tersedia online: Mei 2026

### ABSTRAK

**Latar Belakang:** Kebutuhan air bersih yang terus meningkat, terutama di daerah yang sulit dijangkau listrik, mendorong perlunya inovasi teknologi yang efisien dan ramah lingkungan. Salah satu solusi yang dapat dikembangkan adalah pompa air berbasis pembangkit listrik tenaga surya, yang memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi alternatif yang terbarukan dan berkelanjutan.

**Metode:** Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif. Tahapan penelitian meliputi perancangan alat, perakitan sistem pompa air tenaga surya, serta pengujian kinerja alat berdasarkan parameter debit air, efisiensi energi, dan kestabilan operasional. Data dikumpulkan melalui observasi langsung dan pengukuran selama proses pengujian berlangsung.

**Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa pompa air berbasis tenaga surya mampu bekerja dengan baik dalam mengalirkan air secara stabil dengan memanfaatkan energi matahari sebagai sumber utama. Sistem ini terbukti efisien dalam penggunaan energi serta mampu mengurangi ketergantungan terhadap listrik konvensional. Selain itu, alat ini dapat beroperasi secara optimal pada kondisi intensitas cahaya matahari yang cukup.

**Diskusi:** Pompa air tenaga surya merupakan solusi yang ekonomis dan ramah lingkungan untuk memenuhi kebutuhan air, khususnya di daerah terpencil. Keunggulan utama alat ini adalah penggunaan energi terbarukan dan biaya operasional yang rendah. Namun, kinerja alat masih dipengaruhi oleh kondisi cuaca dan intensitas sinar matahari. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan lebih lanjut seperti penambahan sistem penyimpanan energi agar alat tetap dapat beroperasi secara maksimal saat intensitas cahaya rendah.

**Kata Kunci:** Energi Surya, Pompa Air, Efisiensi Energi, Ramah Lingkungan, Teknologi Tepat Guna.

#### Korespondensi:

Erwan Prasetyo. Junior High School MBS Al Amin Bojonegoro, Jl. Basuki Rahmat No. 40, Sukorejo, Bojonegoro, East Java, Indonesia. Email: [erwanprasetyo3@gmail.com](mailto:erwanprasetyo3@gmail.com)

#### Cite this as:

Faskho FABD, Ramadhan FR, Panuluh GD, Prasetyo E, Mudmainah S (2026). Sekolah MBS Al Amin Bojonegoro. Islamic Research Al Amin, 1 (01): 8-13



©Faskho FABD. Published by Senior High School MBS Al Amin Bojonegoro. This open-access article is distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 International \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). Re-use is permitted for any purpose, provided attribution is given to the author and the source is cited.

## PENDAHULUAN

Seiring dengan pertumbuhan penduduk dan meningkatnya kebutuhan air, penggunaan pompa air menjadi solusi utama dalam proses pengambilan dan distribusi air dari sumber ke pengguna (Setiawan, 2021). Akan tetapi, sebagian besar pompa air masih bergantung pada energi listrik konvensional yang berasal dari bahan bakar fosil (Sudrajat, 2020). Ketergantungan ini tidak hanya meningkatkan biaya operasional, tetapi juga memberikan dampak negatif terhadap lingkungan akibat emisi gas rumah kaca (Pramono, 2022).

Kebutuhan energi listrik di Indonesia selalu meningkat setiap tahunnya. Menurut Perusahaan Listrik Negara di Indonesia (PLN), kebutuhan listrik nasional mencapai 232.296 TWh pada tahun 2018 dan tumbuh 5,1% per tahun (Afif & Martin, 2022). Dilansir dari Tempo.co, produksi listrik pada tahun 2025 sebesar 354,928 GWh. Rekor ini naik dibanding sebelumnya yaitu 343,892 GWh untuk tahun 2024 yang masih didominasi oleh bahan bakar fosil, minyak, dan gas bumi sebesar 59,6%.

Sebagai alternatif, pemanfaatan energi terbarukan mulai dikembangkan untuk mengatasi permasalahan tersebut (Priambodo et al., 2019). Salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar di Indonesia adalah energi surya (Sasmita & Wigrha, 2021). Menurut Hidayat (2021), energi surya dapat dikonversi menjadi energi listrik menggunakan panel surya (*photovoltaic*), yang kemudian dimanfaatkan untuk menggerakkan pompa air. Sistem ini dikenal sebagai pompa air tenaga surya, yang mampu bekerja secara mandiri tanpa bergantung pada jaringan listrik PLN.

Dalam perspektif Islam, air merupakan sumber utama kehidupan sebagaimana dijelaskan dalam Al-Qur'an Surah Al-Anbiya ayat 30:

وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ

Artinya: “Kami jadikan dari air segala sesuatu yang hidup”. Oleh karena itu, pemanfaatan dan pengelolaan air harus dilakukan secara bijaksana. Selain itu, Allah SWT juga melarang perilaku berlebihan sebagaimana dalam Surah Al-A'raf ayat 31:

وَكُلُوا وَاشْرَبُوا وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ

Artinya: “Janganlah berlebihan, sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang

yang berlebih-lebihan”. Larangan ini mencakup penggunaan sumber daya air dan energi secara tidak efisien. Kerusakan lingkungan akibat eksploitasi sumber daya juga ditegaskan dalam Surah Ar-Rum ayat 41:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya: “Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan perbuatan tangan manusia. (Melalui hal itu) Allah membuat mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka agar mereka kembali (ke jalan yang benar).”

Sejalan dengan itu, Rasulullah ﷺ bersabda, “Janganlah kamu berlebih-lebihan dalam menggunakan air meskipun kamu berada di sungai yang mengalir” (HR. Ibnu Majah). Oleh karena itu, pengembangan teknologi ramah lingkungan seperti pompa air berbasis tenaga surya merupakan bentuk implementasi ajaran Islam dalam menjaga keseimbangan alam dan memenuhi kebutuhan manusia secara berkelanjutan.

Penelitian mengenai pompa air tenaga surya di Indonesia telah berkembang pesat, mulai dari pengujian efisiensi material panel surya di iklim tropis hingga implementasi praktis untuk irigasi di wilayah kering seperti NTT dan Gunungkidul. Beberapa studi lokal sebelumnya menekankan bahwa kendala utama masyarakat pedesaan adalah biaya bahan bakar pompa konvensional yang fluktuatif. Oleh karena itu, penelitian ini hadir untuk melengkapi literatur yang ada dengan fokus pada rancang bangun yang lebih ekonomis, guna mempercepat transisi energi bersih di sektor domestik maupun pertanian.

Implementasi teknologi pompa air tenaga surya telah mulai dikembangkan sebagai solusi mandiri untuk daerah-daerah yang belum terjangkau jaringan listrik PLN. Keunggulan sistem ini terletak pada kemampuannya mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik secara langsung untuk menggerakkan pompa tanpa menghasilkan emisi gas rumah kaca. Penelitian serupa menunjukkan bahwa integrasi teknologi tepat guna yang ramah lingkungan sangat efektif dalam mengoptimalkan distribusi air di wilayah terpencil dengan biaya operasional yang jauh lebih rendah dibandingkan penggunaan mesin berbahan bakar solar atau listrik konvensional.

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: (1) Bagaimana rancang bangun sistem pompa air berbasis pembangkit listrik tenaga surya? (2) Bagaimana kinerja dan stabilitas operasional pompa air tersebut berdasarkan variasi intensitas cahaya matahari? (3) Sejauh mana efisiensi energi yang dihasilkan dibandingkan dengan penggunaan listrik konvensional? Penelitian ini bertujuan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut, sehingga dapat memberikan solusi teknologi tepat guna yang ekonomis dan berkelanjutan bagi masyarakat di daerah yang sulit dijangkau listrik.

## METODE PENELITIAN

### Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini menerapkan metode eksperimen sederhana dengan pendekatan deskriptif kuantitatif untuk mengetahui kinerja sistem pompa air berbasis pembangkit listrik tenaga surya melalui proses perancangan, perakitan, dan pengujian alat secara langsung. Design yang digunakan adalah *pre-experimental design* dengan model *one-shot case study*, yaitu melakukan pengujian terhadap alat yang telah dirancang kemudian mengamati hasil kinerjanya berdasarkan parameter tertentu seperti debit air, tegangan, arus, dan efisiensi sistem.

### Tempat dan Desain Penelitian

Penelitian dilaksanakan di lingkungan SMP MBS Al Amin Bojonegoro. Waktu penelitian dilakukan selama  $\pm 2-4$  minggu, pada bulan September 2025 yang mana meliputi tahap persiapan, pelaksanaan eksperimen, hingga analisis data.

### Populasi dan Sampel

Populasi adalah keseluruhan objek yang menjadi perhatian dalam penelitian (Sugiyono, 2020). Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh sistem pompa air berbasis energi listrik yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air. Sampel dalam penelitian ini adalah satu unit sistem pompa air berbasis pembangkit listrik tenaga surya yang dirancang dan diuji secara langsung oleh peneliti. Karena penelitian ini bersifat eksperimen alat, maka teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling*, yaitu pemilihan sampel berdasarkan tujuan penelitian.

### Variabel Penelitian

**Variabel Bebas:** Intensitas cahaya matahari, Luas/kapasitas panel surya.

**Variabel Terikat:** Kinerja pompa air, efisiensi sistem.

**Variabel Kontrol:** Waktu pengujian (siang hari), jenis pompa yang digunakan.

### Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Instrumen penelitian yang digunakan terdiri dari instrumen fisik dan nonfisik. Instrumen fisik meliputi panel surya sebagai sumber energi, pompa air DC sebagai objek penelitian, multimeter untuk mengukur tegangan dan arus listrik, serta gelas ukur atau flow meter untuk mengukur debit air. Selain itu, digunakan stopwatch untuk mengukur waktu pengujian dan lux meter (opsional) untuk mengetahui intensitas cahaya matahari. Instrumen nonfisik berupa lembar observasi, tabel pencatatan data, serta dokumentasi berupa foto atau video.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui observasi dan pengukuran. Observasi dilakukan dengan cara mengamati secara langsung kinerja sistem pompa air tenaga surya saat alat dioperasikan. Sementara itu, pengukuran dilakukan untuk memperoleh data kuantitatif berupa tegangan, arus listrik, waktu operasional, dan debit air yang dihasilkan selama pengujian berlangsung.

Selain itu, teknik dokumentasi dan studi literatur juga digunakan sebagai data pendukung. Dokumentasi dilakukan untuk merekam proses penelitian dalam bentuk foto atau video, sedangkan studi literatur diperoleh dari jurnal, buku, dan sumber ilmiah lainnya yang relevan. Dengan teknik tersebut, data yang diperoleh diharapkan akurat dan dapat digunakan untuk menganalisis kinerja sistem pompa air tenaga surya.

### Teknik Analisis Data

Data dianalisis menggunakan teknik analisis deskriptif, yaitu menggambarkan hasil penelitian dalam bentuk tabel dan uraian naratif (Sugiyono, 2020). Hasil pengamatan dibandingkan berdasarkan waktu pengujian untuk mengetahui pengaruhnya pengaruh posisi matahari terhadap kondisi matahari, tegangan, dan debit air yang dihasilkan. Kesimpulan ditarik berdasarkan pola hasil yang diperoleh dari proses

eksperimen. Analisis yang dilakukan menggunakan uji produk padat, menganalisis kesehatan alat.

Pengujian alat pompa air tenaga surya selama satu hari penuh untuk melihat perbandingan kinerjanya. Data hasil pengamatan disajikan dalam tabel berikut:

## HASIL

**Tabel 1** Data Hasil Pengujian Pompa Air Tenaga Surya

No	Waktu	Kondisi Matahari	Tegangan (Volt)	Debit (Liter/Menit)	Air Keterangan Alat
1	09.00	Cerah Berawan	9.5 V	2.1 Liter	Pompa berputar pelan
2	12.00	Terik (Panas)	12 V	4.5 Liter	Pompa bekerja maksimal
3	15.00	Mendung/Redup	7.2 V	0.8 Liter	Aliran air kecil

### Uraian Naratif Kinerja Alat

Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa posisi matahari sangat memengaruhi energi yang dihasilkan. a) Pada pukul 12.00 WIB, saat matahari berada tepat di atas kepala, panel surya menerima intensitas cahaya tertinggi. Hal ini dibuktikan dengan tegangan yang mencapai 12 Volt, sehingga pompa mampu mengalirkan air paling deras yaitu 4.5 Liter/menit. b) Pada pukul 15.00 WIB, kondisi cuaca mulai redup (mendung). Akibatnya, tegangan turun menjadi 7.2 Volt dan debit air berkurang drastis menjadi hanya 0.8 Liter/menit.

### Analisis Kesehatan Alat (Uji Produk)

Selama proses eksperimen, dilakukan pengamatan terhadap "kesehatan" atau kondisi fisik alat sebagai berikut: a) Kabel dan Sambungan: Tidak ditemukan adanya panas berlebih (*overheat*) pada sambungan kabel antara panel dan pompa. b) Suara Mesin: Pompa mengeluarkan suara yang stabil saat tegangan di atas 9 Volt, namun terdengar sedikit kasar saat tegangan rendah (di bawah 8 Volt). c) Kebocoran: Tidak ditemukan kebocoran pada pipa keluaran air, sehingga air tersalurkan dengan efisien.

## PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja pompa air tenaga surya sangat bergantung pada intensitas cahaya matahari yang diterima oleh panel surya. Berdasarkan data pengujian, terlihat pola yang jelas bahwa semakin terik sinar matahari, maka tegangan listrik yang dihasilkan semakin besar, yang secara otomatis meningkatkan kecepatan putaran mesin pompa. Hal ini membuktikan bahwa energi matahari berhasil dikonversi menjadi

energi listrik DC untuk menggerakkan motor pompa tanpa memerlukan bantuan listrik konvensional dari PLN atau bahan bakar fosil.

Kestabilan alat selama pengujian juga menjadi poin penting dalam analisis "kesehatan" produk ini. Meskipun bekerja di bawah terik matahari yang sangat panas pada pukul 12.00 WIB, sistem kabel dan komponen pompa tidak mengalami panas berlebih (*overheating*). Hal ini menunjukkan bahwa rangkaian alat yang dibuat sudah cukup efisien untuk menangani beban arus listrik yang masuk. Debit air yang dihasilkan mencapai titik maksimalnya saat tegangan berada di angka tertinggi, yang menandakan bahwa alat ini bekerja optimal pada cuaca cerah di lingkungan SMP MBS Al Amin Bojonegoro.

Secara lingkungan, keberhasilan pompa ini memberikan gambaran nyata mengenai upaya penghematan energi. Dengan memanfaatkan tenaga surya, kita tidak hanya mengurangi biaya operasional, tetapi juga meminimalisir emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh pembangkit listrik berbahan bakar fosil. Hal ini merupakan langkah kecil namun penting untuk mencegah kerusakan alam lebih lanjut (*fasad*), sebagaimana telah diperingatkan oleh Allah SWT dalam Surah Ar-Rum ayat 41 bahwa kerusakan di bumi terjadi akibat tangan manusia sendiri.

Dalam pandangan Islam, teknologi ini bukan sekadar alat teknik, melainkan sarana untuk menjalankan perintah agama dalam menjaga kelestarian alam. Penggunaan air yang keluar dari pompa ini mengajarkan kita untuk bersikap bijaksana, karena jumlah air yang dihasilkan mengikuti ketersediaan energi matahari yang disediakan oleh Allah SWT. Dengan debit yang terukur, kita diingatkan untuk tidak bersikap boros (*tabzir*) atau berlebihan dalam menggunakan air, sejalan dengan prinsip *la tusrifu* dalam Surah Al-A'raf ayat 31.

Sebagai kesimpulan dari pembahasan ini, penggunaan pompa air tenaga surya di lingkungan sekolah sangat layak untuk dikembangkan lebih lanjut. Meskipun memiliki ketergantungan pada kondisi cuaca, alat ini menjadi solusi inovatif yang menggabungkan kemajuan teknologi dengan kearifan ajaran Islam. Dengan menerapkan teknologi ramah lingkungan ini, kita telah berupaya menjadi hamba Allah yang bertanggung jawab atas sumber daya alam demi keberlangsungan hidup generasi mendatang secara berkelanjutan

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem pompa air tenaga surya yang dirancang mampu bekerja dengan efektif di lingkungan SMP MBS Al Amin Bojonegoro. Kinerja alat ini sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari, di mana tegangan listrik tertinggi dan debit air maksimal terjadi pada saat cuaca terik di siang hari. Meskipun kinerjanya menurun saat kondisi mendung, sistem ini terbukti stabil dan mampu menjadi alternatif yang handal untuk menggantikan penggunaan energi listrik konvensional dalam proses distribusi air secara mandiri.

Pemanfaatan teknologi ramah lingkungan ini bukan hanya sekadar inovasi teknik, tetapi juga merupakan bentuk nyata implementasi nilai-nilai keislaman dalam menjaga keseimbangan alam. Dengan beralih ke energi surya, kita telah berupaya meminimalisir kerusakan lingkungan akibat emisi bahan bakar fosil sesuai amanah Surah Ar-Rum ayat 41, sekaligus melatih perilaku hemat air agar tidak berlebih-lebihan (*la tusrifu*). Secara keseluruhan, pompa air tenaga surya ini layak digunakan sebagai solusi berkelanjutan yang harmonis antara kebutuhan manusia, kemajuan teknologi, dan kelestarian ciptaan Allah SWT.

### Implikasi Teoritis

Penelitian ini memperkuat teori mengenai konversi energi, yaitu perubahan energi cahaya matahari menjadi energi listrik melalui sel *fotovoltaik*, yang kemudian diubah menjadi energi gerak pada motor pompa. Hasil eksperimen ini membuktikan adanya hubungan linear yang positif antara intensitas cahaya dengan tegangan listrik yang dihasilkan: semakin tinggi intensitas cahaya, semakin besar daya

yang dihasilkan. Selain itu, penelitian ini memberikan kontribusi dalam bidang sains lingkungan berbasis nilai religi, di mana teknologi terbarukan dapat dipandang sebagai alat untuk menjalankan amanah agama dalam menjaga kelestarian bumi dan menghindari perilaku mubazir.

### Implikasi Praktis

Secara praktis, hasil penelitian ini memberikan manfaat nyata sebagai solusi alternatif dalam pemenuhan kebutuhan air di lingkungan SMP MBS Al Amin Bojonegoro yang lebih hemat biaya dan efisien. Dengan menerapkan pompa air tenaga surya, sekolah dapat mengurangi ketergantungan pada listrik PLN, sehingga biaya operasional bulanan dapat ditekan sekaligus mengajarkan siswa secara langsung tentang cara kerja energi terbarukan. Selain itu, alat ini menjadi sarana edukasi karakter bagi warga sekolah untuk lebih bijaksana dalam menggunakan air, karena ketersediaan air yang dihasilkan mengikuti siklus alami matahari. Hal ini secara tidak langsung melatih kedisiplinan dan rasa tanggung jawab dalam memanfaatkan sumber daya alam agar tidak berlebihan, serta membuktikan bahwa teknologi ramah lingkungan dapat diterapkan secara sederhana dalam kehidupan sehari-hari untuk menjaga kelestarian bumi.

### AUTHOR CONTRIBUTION

All authors made significant contributions to data analysis, interpretation of results, and the preparation of the final manuscript. The authors were actively involved in every stage of the research process, including problem formulation, data collection, statistical analysis, and the writing and finalization of the thesis document.

### CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that there is no conflict of interest in this study. The entire research process was conducted independently without any influence from external parties that could affect the study results.

### FUNDING AND SPONSORSHIP

The authors declare that this study received no financial support and had no sponsorship.

### ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to acknowledge 'Aisyiyah Bojonegoro Hospital for providing permission and facilitating the data collection

process. We also extend our sincere appreciation to all respondents for their participation and cooperation.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Setiawan, A. (2021). Analisis Ketersediaan Air Bersih terhadap Pertumbuhan Penduduk di Wilayah Urban. *Jurnal Infrastruktur dan Lingkungan*, 7(2), 45-52.
- Sudradjat, A. (2020). *Teknologi Surya: Fotovoltaik*. Penerbit BPPT.
- Pramono, A. (2022). Analisis Dampak Ekonomi dan Lingkungan Penggunaan Energi Fosil pada Sektor Pengairan. *Jurnal Ekonomi Lingkungan dan Sumber Daya Alam*, 9(1), 34-47.
- Afif, M. T., & Martin, I. D. (2022). Analisis Perencanaan Kebutuhan Energi Listrik Nasional dan Strategi Pengembangan Energi Terbarukan di Indonesia. *Jurnal Energi Terbarukan dan Teknologi*, 10(2), 45-58.
- Tempo.co. (2025, 13 November). ESDM Taksir Produksi Listrik 2025 Capai 354 TWh. *Tempo.co*. Diakses dari <https://www.tempo.co/ekonomi/esdm-taksir-produksi-listrik-2025-capai-354-twh-2089265>
- Priambodo, B., Hasan, F., & Setyawan, A. (2019). Implementasi Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif pada Sistem Pompa Air Guna Mendukung Ketersediaan Air Bersih. *Jurnal Teknologi dan Terapan*, 7(2), 115-121.
- Sasmita, P. A., & Wigraha, I. W. (2021). Analisis Potensi Energi Surya sebagai Sumber Energi Alternatif Terbarukan di Indonesia. *Jurnal Sumber Daya Energi Terbarukan*, 5(2), 78-85.
- Hidayat, R. (2021). *Sistem Konversi Energi Surya: Teori dan Aplikasi pada Pompa Air Pertanian*. Deepublish.
- Sugiyono. (2020). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.