

PROTOTYPE SISTEM POMPA AIR TENAGA SURYA DENGAN MONITORING DAYA BERBASIS IOT

Rizky wahyu ramadhan¹, Stephan A. Hulukati², Iqbal F. Usman³

¹²³Prodi Teknik Elektro

Universitas Ichsan Gorontalo

Gorontalo, Indonesia

Email : Rizkywahyu871@gmail.com¹, Stephanhulukati17@gmail.com²,

Iblusman16@gmail.com³

Abstrak

Energi terbarukan, khususnya energi surya, semakin diakui sebagai solusi berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan energi dan mengatasi tantangan perubahan iklim. Di Gorontalo, akses terhadap air bersih masih menjadi masalah, terutama di daerah pedesaan yang terpencil. Untuk meningkatkan ketersediaan air bersih dan mengatasi kendala daya listrik, penelitian ini mengembangkan sistem pompa air tenaga surya yang dilengkapi dengan sistem pemantauan berbasis Internet of Things (IoT). Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental kuantitatif dengan pengujian sistem perangkat yang dirancang. Sistem ini mencakup pemanfaatan panel surya untuk menyuplai daya ke pompa air, serta penggunaan sensor untuk memantau parameter seperti tegangan, arus, daya, dan debit air. Data yang dihasilkan dikirimkan secara real-time ke Google Spreadsheet menggunakan ESP8266, sehingga memungkinkan pemantauan jarak jauh. Pengujian dilakukan selama tiga minggu untuk mengamati kinerja sistem dalam berbagai kondisi cuaca. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat beroperasi dengan baik, dengan daya yang dihasilkan berkisar antara 0 hingga 229 W dan debit maksimum 300 L/min. Meskipun terdapat beberapa periode di mana debit menjadi nol, analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa hal ini disebabkan oleh faktor-faktor seperti pengaturan pompa dan ketersediaan air. Dengan implementasi sistem ini, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional pompa air tenaga surya, mengurangi biaya operasional, dan memberikan solusi berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan air bersih di daerah-daerah terpencil di Gorontalo.

Kata kunci: Energi Surya, Pompa Air Tenaga Surya, Internet of Things (IoT), Akses Air Bersih, Sistem Pemantauan Daya

Abstract

Renewable energy, particularly solar energy, is increasingly recognized as a sustainable solution to meet energy needs and address climate change challenges. In Gorontalo, access to clean water remains a problem, especially in remote rural areas. To enhance the availability of clean water and address electricity constraints, this research develops a solar-powered water pumping system equipped with an Internet of Things (IoT) monitoring framework. This study employs a quantitative experimental approach, testing the designed system components. The system utilizes solar panels to supply power to the water pump, along with sensors to monitor parameters such as voltage, current, power, and water flow rate. The generated data is transmitted in real-time to Google Spreadsheet using the ESP8266, enabling remote monitoring. Testing was conducted over three weeks to observe the system's performance under various weather conditions. The results indicate that the system operates effectively, with power output ranging from 0 to 229 W and a maximum flow rate of 300 L/min. Although there were periods when the flow rate dropped to zero, further analysis revealed that this was due to factors such as pump settings and water availability. The implementation of this system is expected to improve the operational efficiency of solar-powered water pumps, reduce operational costs, and provide a sustainable solution to meet the clean water needs in remote areas of Gorontalo.

Keywords: Solar Energy, Solar-Powered Water Pump, Internet of Things (IoT), Access to Clean Water, Power Monitoring System

I. PENDAHULUAN

Energi terbarukan, khususnya energi surya, semakin mendapatkan perhatian global dalam upaya mencapai keberlanjutan energi dan mengurangi dampak perubahan iklim. Dengan meningkatnya kesadaran akan masalah lingkungan dan kebutuhan untuk mengurangi emisi karbon, energi surya muncul sebagai salah satu alternatif paling menjanjikan. Sumber daya alam yang tidak terbatas dan ramah lingkungan ini menawarkan solusi untuk memenuhi berbagai kebutuhan energi, termasuk kebutuhan yang mendesak akan akses air bersih di daerah-daerah yang sulit dijangkau oleh jaringan listrik konvensional.

Gorontalo, sebuah provinsi di Indonesia, memiliki kekayaan sumber daya alam yang melimpah, namun sering menghadapi tantangan serius dalam akses terhadap air bersih, terutama di wilayah pedesaan yang terpencil. Daerah ini mengalami kendala dalam penyediaan air bersih yang berkualitas, yang seringkali disebabkan oleh infrastruktur yang tidak memadai dan ketidakstabilan pasokan listrik. Kondisi ini menuntut perhatian serius dari pemerintah dan masyarakat, serta mendorong pencarian solusi yang lebih efisien dan berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan dasar ini.

Salah satu solusi yang menjanjikan untuk mengatasi masalah akses air bersih adalah penerapan sistem pompa air tenaga surya. Sistem ini dapat berfungsi secara mandiri tanpa bergantung pada sumber daya listrik dari jaringan, sehingga dapat diandalkan di daerah-daerah yang tidak terjangkau oleh listrik konvensional. Dengan menggunakan panel surya sebagai sumber energi, pompa air tenaga surya dapat membantu masyarakat pedesaan mendapatkan akses yang lebih baik terhadap air bersih. Namun, keberhasilan implementasi sistem ini tidak hanya bergantung pada efisiensi teknis pompa, tetapi juga pada pemantauan dan manajemen kinerja sistem yang efektif.

Pemantauan sistem berbasis Internet of Things (IoT) menjadi sangat penting dalam konteks ini. Dengan menggunakan teknologi IoT, pengguna dapat melakukan pemantauan secara real-time terhadap berbagai parameter operasional sistem, seperti tegangan, arus, daya, dan debit air. Hal ini memungkinkan pengguna untuk mendeteksi masalah lebih awal, mengoptimalkan konsumsi energi, dan membuat keputusan yang lebih tepat dalam hal pemeliharaan. Selain itu, sistem pemantauan ini juga dapat membantu dalam pengumpulan data untuk analisis lebih lanjut, yang pada gilirannya dapat meningkatkan efektivitas sistem secara keseluruhan.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan prototipe sistem pompa air tenaga surya yang dilengkapi dengan sistem pemantauan daya berbasis IoT. Dengan pendekatan eksperimental kuantitatif, penelitian ini akan melakukan uji coba pada sistem perangkat yang dirancang untuk mengevaluasi kinerja operasional dan efisiensi sistem dalam berbagai kondisi cuaca. Data yang dihasilkan selama pengujian akan dikirimkan secara real-time ke Google Spreadsheet menggunakan modul ESP8266, memungkinkan pemantauan jarak jauh dan memberikan transparansi kepada semua pemangku kepentingan.

Seiring dengan peningkatan kebutuhan air bersih dan pertumbuhan populasi di daerah pedesaan, penerapan teknologi pompa air tenaga surya yang efektif dapat memberikan dampak sosial dan ekonomi yang signifikan. Masyarakat akan memiliki akses yang lebih baik terhadap air bersih, yang sangat penting untuk kesehatan dan kesejahteraan mereka. Selain itu, penggunaan energi terbarukan dalam pengoperasian pompa air juga berkontribusi pada pengurangan ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dan mengurangi jejak karbon.

Selama tiga minggu pengujian, sistem ini akan dievaluasi untuk mengamati kinerjanya dalam berbagai kondisi. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan berharga bagi pengembangan teknologi pompa air tenaga

surya di Gorontalo dan daerah-daerah lain dengan tantangan serupa. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada literatur yang ada tentang penerapan energi terbarukan dalam solusi manajemen air, serta memberikan dasar bagi penelitian lebih lanjut di masa depan.

Dalam kesimpulan, penerapan sistem pompa air tenaga surya dengan pemantauan berbasis IoT bukan hanya memberikan solusi untuk masalah akses air bersih di Gorontalo, tetapi juga menjadi langkah penting menuju keberlanjutan energi. Dengan memanfaatkan teknologi yang inovatif dan sumber daya yang ramah lingkungan, masyarakat dapat bertransisi menuju kehidupan yang lebih berkelanjutan dan mandiri. Penelitian ini tidak hanya berfokus pada aspek teknis, tetapi juga mengedepankan nilai-nilai sosial dan lingkungan yang penting dalam konteks pembangunan berkelanjutan..

II. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, pendekatan yang digunakan adalah eksperimental kuantitatif, di mana sistem dirancang dan diuji untuk mengevaluasi kinerjanya dalam berbagai kondisi. Berikut adalah rincian dari setiap langkah yang terdapat dalam diagram alur:

1. Pengumpulan Alat dan Bahan:

- Pada tahap ini, alat dan bahan yang diperlukan untuk pengembangan sistem pompa air tenaga surya dikumpulkan. Ini mencakup panel surya, pompa air, sensor untuk mengukur parameter seperti tegangan, arus, dan debit air, serta perangkat pengendali seperti mikrokontroler ESP8266 untuk mengatur komunikasi dan pemantauan.

2. Perancangan Perangkat:

- Setelah alat dan bahan terkumpul, langkah selanjutnya adalah merancang perangkat yang akan digunakan dalam sistem. Ini mencakup perancangan rangkaian listrik, pemilihan komponen yang tepat, serta integrasi sensor dan aktuator untuk memastikan sistem dapat berfungsi dengan baik.

3. Perakitan Perangkat:

- Pada tahap ini, semua komponen dirakit sesuai dengan desain yang telah dibuat. Ini melibatkan

penghubungan semua sensor, pompa, dan panel surya ke sistem kontrol menggunakan mikrokontroler. Pastikan semua sambungan dan komponen bekerja dengan baik sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya.

4. Pengujian Perangkat yang Sudah Dirakit:

- Setelah perangkat dirakit, langkah berikutnya adalah melakukan pengujian untuk memastikan bahwa semua komponen berfungsi dengan baik. Pengujian ini mencakup pengecekan fungsionalitas sensor, pengoperasian pompa, dan komunikasi dengan sistem pemantauan berbasis IoT.

5. Pengukuran Data:

- Sistem dilengkapi dengan sensor yang dapat mengukur berbagai parameter, termasuk tegangan, arus, daya, dan debit air. Data yang diperoleh dari sensor ini dikirimkan ke mikrokontroler ESP8266, yang akan memproses dan mengirimkan data tersebut ke aplikasi yang ditentukan.

6. Menampung Data dari Sensor:

- Setelah pengoperasian pompa, data dari sensor akan ditampilkan pada layar LCD dan juga dikirim ke aplikasi yang diinginkan. Hal ini memungkinkan pemantauan yang lebih baik dan analisis kinerja sistem secara real-time.



Gambar 1 Diagram alir

Diagram alur di atas menggambarkan langkah-langkah sistematis yang diambil dalam penelitian untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pompa air tenaga surya berbasis IoT. Proses dimulai dengan pengumpulan data dan berakhir dengan analisis data yang dihasilkan oleh sistem. Dengan mengikuti langkah-langkah ini, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan solusi yang efektif untuk meningkatkan akses terhadap air bersih, terutama di daerah-daerah terpencil di Gorontalo yang mengalami kendala listrik.

Setiap langkah dalam diagram tersebut memiliki tujuan tertentu yang mendukung keseluruhan proses. Pengujian dan evaluasi sistem dilakukan untuk memastikan bahwa pompa air tenaga surya dapat beroperasi dengan baik dalam berbagai kondisi, serta untuk memonitor kinerja sistem secara efektif melalui penggunaan teknologi IoT.

Dengan demikian, diagram alur ini bukan hanya sekedar gambar, tetapi juga mencerminkan metodologi yang sistematis dan terstruktur dalam penelitian ini, yang dirancang untuk memberikan solusi berkelanjutan terhadap masalah air bersih di daerah pedesaan.

Diantara lain dapat kita gunakan rumus diatas, strategi yang dapat digunakan untuk pengukuran dalamnya penetrasi rolling sphere ialah gunakan tabel berikut. Dalamnya suatu penetrasi rolling sphere dapat kita tentukan dengan jarak jauh dari suatu penghambat udara ke batang yang lain. Dapat digunakan jarak jauh tersebut, dalamnya pentrasinya p (lengkungan) rolling sphere akan terlihat langsung pada tabel, sudah tepat pada jari-jarinya. Kemudian batang penghambat dapat teratur dengan adanya penyesuaian ketinggian struktur dan juga dapat diberikan perlindungan dengan kedalamannya penetrasi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengumpulan Alat dan Bahan:

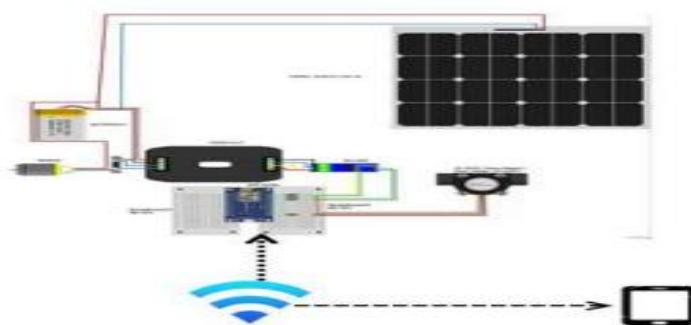
Tabel 1 Alat dan bahan

| No | Alat dan Bahan | Banyaknya | Biaya |
|----|-----------------|-----------|------------|
| 1 | NodeMCU Esp8266 | 1 buah | Rp. 85.000 |

| No | Alat dan Bahan | Banyaknya | Biaya |
|------------------|-------------------|-----------|----------------------|
| 2 | Sensor PZEM-017t | 2 buah | Rp. 600.000 |
| 3 | Kabel Jumper | 1 buah | Rp. 19.000 |
| 4 | Sensor Flow Meter | 1 buah | Rp. 50.000 |
| 5 | Converter 285 | 1 buah | Rp. 30.000 |
| 6 | Lem Lilin | 1 buah | Rp. 10.000 |
| 7 | Solder | 1 buah | Rp. 35.500 |
| 8 | Timah Solder | 1 buah | Rp. 17.500 |
| 9 | Panel Surya 240 W | 1 buah | Rp. 700.000 |
| 10 | Aki | 1 buah | Rp. 1.000.000 |
| 11 | Pompa DC | 1 buah | Rp. 1.600.000 |
| Total RAB | | | Rp. 3.147.000 |

Tabel di atas merinci alat dan bahan yang diperlukan untuk pengembangan sistem pompa air tenaga surya berbasis Internet of Things (IoT). Terdapat 12 item, termasuk NodeMCU Esp8266, sensor PZEM-017t, dan panel surya 240 W. Setiap item dilengkapi dengan jumlah unit dan biaya per unit. Total anggaran proyek mencapai Rp 3.147.000. Rincian ini penting untuk perencanaan anggaran dan pengadaan, memastikan semua komponen tersedia untuk kelancaran implementasi sistem. Penggunaan alat dan bahan yang tepat juga mendukung efisiensi operasional dan keberhasilan proyek dalam menyediakan akses air bersih di daerah terpencil

2. Perancangan Perangkat:



Gambar 2 Rangkaian Alat

Gambar di atas menggambarkan skema sistem pompa air tenaga surya yang dilengkapi dengan teknologi Internet of Things (IoT). Berikut adalah penjelasan dari setiap komponen dalam sistem ini:

1. Panel Surya: Mengkonversi sinar matahari menjadi energi listrik yang digunakan untuk menjalankan pompa air dan komponen lainnya. Dalam skema ini, panel surya berkapasitas 240 W.

2. Baterai: Menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya untuk digunakan saat tidak ada sinar matahari (misalnya, malam hari). Baterai juga memastikan sistem tetap beroperasi dalam kondisi cuaca buruk.

3. Pompa Air DC: Digunakan untuk mengalirkan air dari sumber (seperti sumur) ke tempat penyimpanan atau langsung ke konsumen. Pompa ini dioperasikan oleh daya dari baterai.

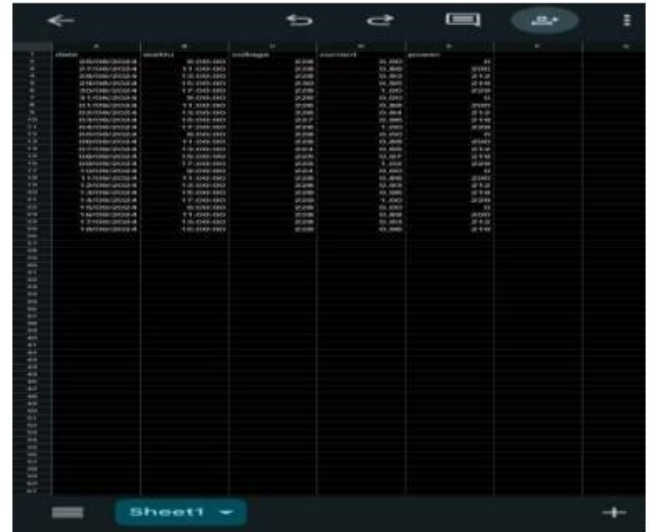
4. NodeMCU ESP8266: Modul ini berfungsi sebagai otak sistem, mengontrol pompa air dan mengirimkan data ke aplikasi mobile melalui koneksi Wi-Fi. NodeMCU juga mengelola sensor yang terhubung ke sistem.

5. Sensor Flow Meter: Mengukur aliran air yang dipompa, memberikan data tentang debit air yang dihasilkan oleh sistem. Data ini penting untuk memantau efisiensi sistem.

6. Sensor PZEM-017t: Digunakan untuk memantau parameter listrik seperti tegangan, arus, dan daya yang digunakan oleh pompa, sehingga memungkinkan pengawasan kinerja sistem secara real-time.

7. Koneksi Wi-Fi: Menghubungkan sistem dengan smartphone atau perangkat lain, memungkinkan pemantauan dan kontrol jarak jauh melalui aplikasi.

Dengan pengaturan ini, sistem pompa air tenaga surya dapat beroperasi secara efisien, memanfaatkan energi terbarukan untuk menyediakan akses air bersih, sekaligus memanfaatkan teknologi IoT untuk manajemen dan pemantauan yang lebih baik.



Gambar 3 Tampilan hasil pengujian di HandPhone di Aplikasi spreadsheet

Hasil pengujian sistem pompa air tenaga surya menunjukkan kinerja yang baik dalam mengoperasikan pompa dan pemantauan parameter listrik. Selama periode pengujian, berikut adalah beberapa poin kunci yang diperoleh:

1. Variasi Daya: Daya yang dihasilkan oleh sistem bervariasi antara 0 hingga 229 Watt, tergantung pada kondisi cuaca dan intensitas sinar matahari. Ini menunjukkan bahwa sistem dapat beroperasi secara efektif dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan.

2. Debit Air: Debit maksimum yang tercatat mencapai 300 liter per menit. Meskipun ada beberapa periode di mana debit menjadi nol, hal ini dapat dijelaskan oleh faktor-faktor seperti pengaturan pompa atau ketersediaan air di sumber.

3. Pemantauan Real-Time: Data yang dihasilkan dari sensor-sensor dikirimkan secara real-time ke Google Spreadsheet. Ini memungkinkan pengguna untuk memantau kinerja sistem dari jarak jauh dan melakukan analisis lebih lanjut terhadap data.

4. Pengoperasian Pompa: Pompa berfungsi dengan baik, dapat dihidupkan dan dimatikan sesuai kebutuhan berdasarkan data dari sensor. Sistem ini mengoptimalkan penggunaan energi dengan mengontrol kapan pompa harus dioperasikan.

5. Ketersediaan Air Bersih: Dengan keberhasilan sistem ini, diharapkan dapat meningkatkan aksesibilitas air bersih di daerah-daerah terpencil, sehingga memberikan solusi yang berkelanjutan untuk masalah penyediaan air.

Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sistem pompa air tenaga surya berbasis IoT memiliki potensi untuk memberikan solusi efisien dan ramah lingkungan dalam memenuhi kebutuhan air bersih di daerah dengan akses listrik terbatas. ###
Pengukuran Data

5. Sistem Pemantauan Sensor: Data dari berbagai sensor, termasuk tegangan, arus, daya, dan debit air, diukur secara real-time. Sensor-sensor ini berfungsi untuk memberikan informasi akurat tentang kinerja sistem pompa dan kondisi operasionalnya.

6. Penyimpanan Data : Data yang dihasilkan dari sensor dikirim secara otomatis ke Google Spreadsheet menggunakan ESP8266. Ini memungkinkan pengguna untuk mengakses dan menganalisis data dari jarak jauh, serta mempermudah pemantauan kinerja sistem secara berkelanjutan.

REFERENSI

- [1] *ANALISIS SISTEM PENANGKAL PETIR PADA BTS DI PT. DAYAMITRA TELEKOMUNIKASI (MITRATEL)*. (n.d.).
- [2] Fathudin, A., Tua, S. M., & Gunawan, H. (2017). Evaluasi Sistem Penangkal Petir Di Gedung Radiometalurgi. *Jurnal Hasil-Hasil Penelitian EBN*, 2(1), 247–258.
- [3] Ini, S., Untuk, D., Sebagian, M., Menjadi, P., Teknik, S., Talawo, P. C. D (2022). Pengaruh Polutan pada Permukaan Panel Surya Terhadap
- [4] Kinerja Panel Surya Kapasitas 10 Wp, 2 (1) 31-38.
- [5] Gede Widayana (2014). Pemanfaatan Energi Surya ,9(1), 37-46
- [6] Dian Furqani Alifyanti. (2018). Pengaturan Tegangan Pembangkit
- [7] Listrik Tenaga Surya (PLTS) 1000 WATT Jurnal Kajian Teknik Elektro ,1(1),
- [8] 79-95
- [9] Sujana, P. A. (2015). Pengaruh Kebersihan Modul Surya Terhadap Unjuk Kerja
- [10] PLTS, E-journal SPEKTRUM, 3(2). 49-54.
- [11] Junaldy, M. (2019). Rancang Bangun Alat Pemantau Arus Dan Tegangan Di
- [12] Sistem Panel Surya Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer* . 8(1). 9-14. Harahap, P. (2019). Implementasi Karakteristik Arus dan Tegangan PLTS Terhadap Peralatan Trainer Energi Baru Terbarukan. 2(4). 152-157.
- [13] Wicaksana. M. R (2019). Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop 158 KWP Pada Kantor Gubernur Bali. *Jurnal SPEKTRUM*. 6(3). 107-113. Diantari, R. A (2017). Studi Penyimpanan Energi Pada Baterai PLTS *JURNAL ENERGI & KELISTRIKAN VOL. 9(2)*, 49-54.
- [14] Yuliananda, S (2015). Pengaruh Perubahan Intensitas Matahari Terhadap Daya
- [15] Keluaran Panel Surya. *Jurnal Pengabdian LPPM Untag Surabaya*, 1(2), 193-202. 73
- Gustami, R (2020). Karakteristik Sistem PLTS Terhubung Paralel Dengan Variasi Beban, 1-22.
- Pasaribu, C (2021). Analisa Pengaruh Pendinginan Permukaan Panel Surya
- [16] Terhadap Daya Keluaran Pada Pembangkit Listrik Tenaga Matahari,
- [17] Universitas Pembangunan Panca Budi. Fernando, Y (2020). Studi Kinerja Panel Surya Tipe 180 WP Berdasarkan Air Cooling System dan Perpindahan Panas Pada Permukaan Panel, Universitas Islam Riau Pekanbaru.