

PEMANFAATAN AIR SUNGAI SEBAGAI SUMBER IRIGASI PERTANIAN BERKELANJUTAN DENGAN SISTEM ENERGI BARU TERBARUKAN BERBASIS IOT

**Muhammad Fajar Rivaldi¹, Khoirul Erfanudin¹, Maulana Ibrahim¹,
Adnan Dafa Raihan¹, Nur Sepliana Harfika², Muhammad Fathur Rozi², Ade Wahyu
Yusariarta Putra Parmita², Eka Masrifatus Anifah³, Ismi Khairunnisa Ariani³, Riza
Hidayarizka³, Basransyah³, Kharis Sugiarto¹, Barokatun Hasanah¹, Happy Aprillia^{1*}.**

¹(Teknik Elektro, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan)

²(Teknik Material dan Metalurgi, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan)

³(Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan)

*E-mail: happy.aprillia@lecturer.itk.ac.id

Abstrak

Desa Sungai Merdeka menghadapi tantangan keterbatasan sistem irigasi dan pasokan listrik yang berdampak pada produktivitas pertanian. Sebagai solusi, program ini mengusulkan pemanfaatan energi baru terbarukan berbasis tenaga surya untuk mendukung sistem irigasi berbasis *Internet of Things* (IoT). Metode yang digunakan mencakup pemasangan panel surya, pompa air, dan sistem kontrol IoT yang terintegrasi melalui platform berbasis web. Program ini dilakukan dengan pendekatan partisipatif melibatkan kelompok tani setempat untuk meningkatkan pengetahuan terkait pengoperasian dan pemeliharaan sistem. Hasilnya, sistem irigasi yang diimplementasikan mampu mendukung distribusi air ke lahan pertanian secara efisien dan berkelanjutan. Penggunaan energi surya yang melimpah di kawasan ini juga membantu mengurangi ketergantungan pada listrik konvensional. Kesimpulannya, solusi berbasis teknologi hijau ini berhasil memberikan manfaat nyata dalam meningkatkan produktivitas dan kesejahteraan masyarakat Desa Sungai Merdeka.

Kata kunci: Energi surya, *Internet of Things* (IoT), irigasi, pertanian berkelanjutan

Abstract

Sungai Merdeka Village faces challenges of limited irrigation systems and electricity supply, which impact agricultural productivity. As a solution, this program proposes utilizing renewable solar energy to support an IoT-based irrigation system. The methods include installing solar panels, water pumps, and an integrated IoT control system managed via a web-based platform. The program employs a participatory approach involving local farmer groups to enhance their knowledge of system operation and maintenance. The implemented irrigation system efficiently and sustainably supports water distribution to agricultural fields. Additionally, utilizing abundant solar energy in the area reduces dependency on conventional electricity. In conclusion, this green technology-based solution significantly enhances productivity and the welfare of Sungai Merdeka Village's community.

Keywords: Irrigation, *Internet of Things* (IoT), solar energy, sustainability

1. Pendahuluan

Desa Sungai Merdeka di Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur, merupakan salah satu kawasan yang mengandalkan sektor pertanian sayuran untuk menopang kehidupan warganya. Namun, masyarakat setempat menghadapi dua tantangan utama: kurangnya akses terhadap air bersih dan keterbatasan pasokan listrik yang menghambat pengelolaan lahan pertanian. Air sungai yang tersedia tidak dapat langsung dimanfaatkan karena memerlukan proses penyaringan, sementara sumber daya listrik konvensional tidak

cukup untuk memenuhi kebutuhan pompa air (*Direct Aid Program*, 2023). Padahal, potensi energi matahari di kawasan ini sangat besar, dengan rata-rata radiasi mencapai 1594,8 kWh/m² per tahun, yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan energi terbarukan (DJPb Prov. Kaltim, 2017).

Melalui program pengabdian masyarakat ini, sebuah sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berbasis *Internet of Things* (IoT) dirancang untuk menjawab kebutuhan tersebut. Sistem ini memanfaatkan listrik dari PLTS untuk mengoperasikan pompa yang mengambil air dari sungai, yang kemudian di filter agar dapat digunakan baik untuk menyirami tanaman maupun kebutuhan pertanian lainnya. Sistem ini dilengkapi teknologi IoT untuk memungkinkan monitoring dan pengendalian secara *real-time* melalui *website* SIFAATS, sehingga mempermudah masyarakat dalam pengelolaannya.

Pemilihan Desa Sungai Merdeka sebagai mitra pelaksanaan kegiatan didasarkan pada kebutuhan mendesak akan solusi penyediaan air bersih dan energi listrik. Antusiasme masyarakat dalam mendukung program ini juga menjadi faktor penting, sebagaimana ditunjukkan oleh berbagai inisiatif kolaborasi sebelumnya dengan kelompok tani setempat (Dinas Kehutanan Prov. Kaltim, 2016).

Kajian literatur menunjukkan bahwa kombinasi teknologi PLTS dan IoT sangat relevan untuk menjawab tantangan tersebut. Studi Christ (2024) menyoroti pentingnya teknologi hijau berbasis energi terbarukan untuk mendukung keberlanjutan pertanian, sementara Kaharapenni dan Noor (2015) menunjukkan bahwa penggunaan air sungai yang difilter dapat menjadi solusi praktis bagi masyarakat pedesaan.

Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk menyediakan solusi yang berkelanjutan bagi masyarakat Desa Sungai Merdeka dalam mengakses air bersih dan listrik. Dengan sistem PLTS berbasis IoT ini, diharapkan produktivitas petani sayuran meningkat, pengelolaan sumber daya menjadi lebih efisien, dan kesejahteraan masyarakat dapat terangkat secara signifikan.

2. Metode Pelaksanaan

2.1 Survey dan Wawancara

Metode pelaksanaan kegiatan ini diawali dengan survei dan wawancara sebagai langkah awal untuk memahami kondisi dan kebutuhan masyarakat Desa Sungai Merdeka, khususnya di RT 07. Survei dilakukan dengan mengamati langsung lokasi yang menjadi area pertanian dan sumber air yang digunakan oleh kelompok tani setempat. Hal ini bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan terkait keterbatasan pasokan listrik serta kualitas air sungai yang belum layak untuk kebutuhan irigasi dan pertanian. Selain survei, wawancara mendalam dilakukan dengan Ketua RT 07, yang juga menjabat sebagai Ketua Kelompok Tani Desa Sungai Merdeka. Wawancara ini bertujuan menggali informasi mengenai kebutuhan utama para petani, kendala yang dihadapi dalam mengelola lahan pertanian, serta ekspektasi mereka terhadap solusi berbasis teknologi yang akan diterapkan. Data yang diperoleh melalui survei dan wawancara menjadi dasar penting dalam merancang sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berbasis *Internet of Things* (IoT) yang diusulkan. Pendekatan partisipatif melalui interaksi langsung ini memastikan bahwa solusi yang dirancang benar-benar sesuai dengan kebutuhan lokal. Dengan memahami konteks sosial dan teknis dari masyarakat mitra, kegiatan ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang optimal dan berdampak jangka panjang.

2.2 Rancang Sistem PLTS dan IoT

Dari hasil survei dan wawancara yang telah dilakukan, informasi kebutuhan utama masyarakat Desa Sungai Merdeka berhasil dikumpulkan. Berdasarkan data tersebut, kegiatan dilanjutkan dengan perancangan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya

(PLTS) dan *Internet of Things* (IoT). Tahap perancangan ini dimulai dengan analisis kebutuhan energi untuk memastikan kapasitas PLTS mencukupi dalam mengoperasikan pompa air dan perangkat penyaringan. Perancangan PLTS mencakup pemilihan panel surya monocrystalline, inverter, dan baterai penyimpanan yang disesuaikan dengan potensi radiasi matahari di wilayah tersebut. Sistem ini juga dirancang untuk terintegrasi dengan teknologi IoT, sehingga memungkinkan monitoring dan pengendalian secara *real-time* melalui *platform web* SIFAATS. Langkah-langkah dalam perancangan IoT meliputi pemrograman mikrokontroler, pemasangan sensor untuk memantau kinerja sistem, serta pengembangan antarmuka *web* yang ramah pengguna. Masyarakat dapat dengan mudah memantau kondisi operasional, seperti kapasitas baterai, Tegangan dari panel surya, Suhu, intensitas cahaya dan menghidup matikan pompa melalui platform ini. Perancangan dilakukan dengan mempertimbangkan keterbatasan sumber daya lokal dan kesiapan masyarakat untuk mengadopsi teknologi ini. Sebelum implementasi, prototipe sistem diuji untuk memastikan fungsionalitasnya. Pendekatan ini bertujuan memastikan keandalan dan keberlanjutan sistem dalam memenuhi kebutuhan air bersih dan energi listrik bagi kelompok tani Desa Sungai Merdeka.

2.3 Sosialisasi

Setelah sistem PLTS dan IoT selesai dirancang dan diuji, tahap berikutnya adalah sosialisasi alat kepada masyarakat Desa Sungai Merdeka. Sosialisasi ini bertujuan untuk memberikan pemahaman kepada warga, khususnya kelompok tani, tentang cara penggunaan dan perawatan sistem yang telah dibuat. Dalam kegiatan ini, tim memberikan pelatihan langsung mengenai langkah-langkah pengoperasian alat, termasuk bagaimana memantau kinerja melalui *platform web* SIFAATS, serta cara memanfaatkan listrik dari PLTS untuk memompa dan menyaring air sungai. Sebagai bagian dari sosialisasi, tim juga menyusun dan mendistribusikan buku panduan yang dirancang secara sederhana dan mudah dipahami. Buku panduan ini berisi informasi teknis mengenai cara kerja sistem, prosedur perawatan rutin, serta langkah-langkah perbaikan apabila terjadi kesalahan atau kerusakan pada alat. Dengan adanya buku panduan, warga diharapkan dapat lebih mandiri dalam mengelola dan memelihara sistem ini di masa depan. Sosialisasi dilakukan secara partisipatif, dengan melibatkan warga dalam simulasi penggunaan dan perawatan alat. Pendekatan ini bertujuan memastikan bahwa teknologi yang diperkenalkan tidak hanya dimanfaatkan secara optimal, tetapi juga dapat berfungsi dengan baik dalam jangka panjang, sehingga memberikan dampak berkelanjutan bagi kesejahteraan masyarakat Desa Sungai Merdeka.



Gambar 1. Dokumentasi Sosialisasi Kepada Masyarakat

Sumber: Penulis, 2024

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Sistem PLTS

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang dirancang merupakan hasil utama dari kegiatan pengabdian masyarakat ini. Sistem ini menggunakan tiga buah panel surya atau photovoltaic (PV) dengan kapasitas masing-masing 550 Wp. Panel surya ini dipilih karena memiliki efisiensi tinggi dalam menyerap sinar matahari, bahkan pada kondisi pencahayaan yang tidak optimal. Energi yang dihasilkan oleh panel surya kemudian disimpan dalam tiga buah baterai bertegangan 12V yang dirangkai secara seri, menghasilkan tegangan total 36V. Konfigurasi seri ini dirancang untuk mendukung beban yang memerlukan daya lebih besar, seperti pompa air dan perangkat penyangkutan.



Gambar 2. Sistem PLTS dan Filter Air

Sumber: Penulis, 2024

Kombinasi panel surya dan baterai penyimpanan memungkinkan sistem menyediakan energi listrik secara stabil, meskipun pada malam hari atau saat intensitas sinar matahari rendah. Energi yang tersimpan dalam baterai dapat digunakan untuk menggerakkan dua pompa air yang memompa air sungai untuk disaring sebelum digunakan sebagai air bersih dan irigasi. Dengan desain yang efisien, sistem ini tidak hanya mendukung keberlanjutan pasokan energi tetapi juga mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap listrik konvensional yang terbatas di daerah tersebut.

Tabel 1. Hasil Uji Coba PLTS

Sumber: Penulis, 2024

Waktu	Daya (W)	Arus (A)	Tegangan (V)
09.00	1224	10.2	120
10.00	1180	10	118
11.00	1225.7	10.3	119
12.00	1191	10.1	118
13.00	861	7	123
14.00	1097.4	9.3	118
15.00	802.4	6.8	118

3.2 Internet of Things (IoT)

Untuk mendukung operasional sistem PLTS, teknologi *Internet of Things* (IoT) diintegrasikan sebagai solusi untuk monitoring dan pengendalian jarak jauh. Sistem IoT ini dirancang untuk mempermudah pengelolaan sistem dan memastikan setiap komponen berfungsi dengan baik. Data operasional dikumpulkan melalui berbagai sensor yang dipasang pada sistem dan ditampilkan secara real-time di sebuah website khusus yang telah dirancang, yaitu platform SIFAATS.



Gambar 3. Sistem *Internet of Things*

Sumber: Penulis, 2024

Sensor-sensor yang digunakan meliputi:

1. Sensor Arus DC dan Tegangan DC: Memantau output energi yang dihasilkan panel surya.
2. Sensor Intensitas Cahaya: Mengukur jumlah radiasi matahari yang diterima untuk mengevaluasi kinerja panel surya.
3. Sensor Suhu dan Kelembaban: Memantau kondisi lingkungan yang mempengaruhi efisiensi sistem.
4. Sensor Arus AC dan Tegangan AC: Mengawasi aliran listrik pada tiga beban yang terhubung ke sistem, termasuk pompa air.

Website SIFAATS menampilkan data dari sensor-sensor tersebut secara real-time, memungkinkan pengguna untuk memantau kinerja sistem secara langsung. Selain itu, website ini juga dilengkapi fitur kendali jarak jauh yang memungkinkan pengguna menghidupkan atau mematikan tiga beban listrik. Dua dari tiga beban tersebut adalah pompa air, yang berfungsi untuk memompa air sungai ke dalam sistem penyaringan. Dengan fitur ini, petani dapat mengatur waktu operasional pompa air tanpa harus datang langsung ke lokasi, sehingga menghemat waktu dan tenaga.



Gambar 4. Tampilan Website Sistem Monitoring Berbasis IoT

Sumber: Penulis, 2024

Integrasi IoT ini memberikan manfaat besar dalam efisiensi dan keberlanjutan operasional. Selain membantu petani mengelola sistem secara mandiri, teknologi ini juga memberikan data historis yang dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut dalam meningkatkan efisiensi sistem di masa mendatang. Sistem PLTS berbasis IoT ini menjadi solusi holistik yang tidak hanya menyelesaikan masalah air bersih dan listrik, tetapi juga memberdayakan masyarakat Desa Sungai Merdeka untuk memanfaatkan teknologi modern dalam kegiatan sehari-hari.

4. Kesimpulan

Program pengabdian masyarakat di Desa Sungai Merdeka berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk memenuhi kebutuhan air bersih dan energi listrik para petani. Sistem ini menggunakan tiga panel surya dengan kapasitas total 1650 Wp, yang diintegrasikan dengan baterai seri bertegangan 36V untuk mendukung operasional dua pompa air dan sistem penyaringan. Teknologi IoT memungkinkan pemantauan dan pengendalian sistem secara real-time melalui *website*, yang dilengkapi dengan berbagai sensor untuk memastikan efisiensi dan keandalan sistem. Pencapaian kegiatan ini mencakup pengadaan sistem energi terbarukan yang berkelanjutan, peningkatan efisiensi pengelolaan air bersih, dan pemberdayaan masyarakat dalam menggunakan teknologi modern. Petani kini dapat menghidupkan dan mematikan pompa air dari jarak jauh, memantau kinerja sistem, dan memelihara perangkat dengan bantuan buku panduan yang telah disediakan. Dengan pendekatan ini, program berhasil memenuhi kebutuhan masyarakat setempat akan sumber air bersih dan energi yang andal, sekaligus meningkatkan kesejahteraan dan produktivitas petani. Sistem yang diterapkan juga dapat menjadi model inovasi yang dapat direplikasi di daerah lain dengan tantangan serupa.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Kelompok Tani Desa Sungai Merdeka Samboja selaku mitra pengabdian masyarakat ini, tim pengabdian kepada masyarakat, serta pihak-pihak yang telah banyak membantu dalam pengabdian kepada masyarakat ini. Pengabdian masyarakat ini dilaksanakan dengan pendanaan *Direct Aid Program - Clean Water and Electricity Provision For Farmers in Sungai Merdeka Samboja From Post Mine Void Using Solar Pump. Australian Consulate-General in Makassar — MKSR/DAP23-24/141/EN*.

Daftar Pustaka

- Christ. (2024, January 8). *Perlunya Bersama-sama Menjaga Keberlanjutan Sistem Irigasi untuk Peningkatan Ketahanan Pangan*. - Kabupaten Pasuruan. Retrieved September 21, 2024, from <https://sdacktr.pasuruankab.go.id/isiatikel/perlunya-bersama-samamenjaga-keberlanjutan-sistem-irigasi-untuk-peningkatan-ketahanan-pangan>
- Dinas Kehutanan Prov.Kaltim. (2016). *Hutan Kaltim*. Dinas Kehutanan Prov. Kaltim. Retrieved September 9, 2024, from <https://dishutkaltim.com/profil/hutan-kaltim>
- DJPb PROV. KALTIM. (2017). *Sejarah dan Letak Geografis*. DJPb. Retrieved September 9, 2024,
- Subarudi, Hariadi Kartodihardjo, Sudarsono Soedomo, & Hadiyanto Sapardi. (2016). Conflict Resolution Policy on Coal Mining Business in FOrest Areas in East Kalimantan. *Pusat Penelitian Sosial, Ekonomi, Kebijakan dan Perubahan iklim Jalan Gunung Batu Nomor 5, Bogor 16118, Indonesia*, 13, 53-71.