

Sistem Monitoring Berbasis IoT pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Tangsijaya

Tiara Verita Yastica*, Muhammad Almaududi Pulungan, Meldi Rendra

Telkom University, Indonesia

Email : tiaraverita@telkomuniversity.ac.id

Article Info

Submitted: 1 Februari 2024

Revised: 31 Mei 2024

Accepted: 19 Juni 2024

Published: 20 Juli 2024

Keywords: PLTMH, IoT, Listrik, Mikrohidro, Monitoring

Abstract

The Micro Hydro Power Plant of Gunung Halu was established in 2007. While electricity from the national power grid is available in the village of Gunung Halu, not all hamlets receive a consistent power supply, particularly those with hilly topography and areas surrounded by forests like Dusun Tangsijaya. The existence of the micro hydro power plant in Tangsijaya is supported by a stable water flow from the river. However, one of the challenges faced by the operator is the lack of a monitoring system for the micro hydro power generator that can provide information about its condition, such as power output and electric current. Until now, the operator has checked the data by visiting the location of the micro hydro power plant directly, which is located outside the residential area. Manual recording relies on the existence of human resources and produces results with a low level of accuracy. In this community service activity, a monitoring system was installed at the Tangsijaya's micro hydro power plant. Leveraging Internet of Things (IoT) technology, this system can display data in real time, so that data visualization can be monitored by relevant parties. With a monitoring system, micro-hydro operators can control the usage and distribution of the generated electricity. In addition to obtaining records of daily electricity usage data, recorded data provide very valuable information in assessing current and potential electricity usage for making decisions related to electricity production. After the implementation of the monitoring system, the main benefits are felt by microhydro operators where the work processes they do become more efficient. Efficiency is obtained in terms of travel distance where operators do not need to visit the PLTMH location directly, and also efficiency in the recording process which no longer needs to be done manually.

Abstrak

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Gunung Halu dibangun pada tahun 2007. Listrik dari PLN sudah hadir di Desa Gunung Halu, tetapi tidak semua dusun dapat teraliri listrik khususnya dusun dengan topografi berbukit-bukit dan daerah sekitar hutan seperti Dusun Tangsijaya. Keberadaan PLTMH di Tangsijaya didukung dengan adanya sungai dengan kondisi debit air yang sangat stabil. Salah satu permasalahan dihadapi oleh operator PLTMH Tangsijaya adalah tidak adanya sistem monitoring pada pembangkit tenaga mikrohidro yang dapat memberikan informasi mengenai keadaan di PLTMH, seperti daya dan arus listrik. Hingga saat ini, pengecekan data PLTMH dilakukan oleh operator dengan mengunjungi langsung lokasi mesin PLTMH yang berada diluar lingkungan pemukiman warga. Pencatatan secara manual bertumpu pada keberadaan sumber daya manusia dan memberikan hasil dengan tingkat akurasi rendah. Pada kegiatan pengabdian masyarakat ini dilakukan instalasi sistem monitoring pada PLTMH Tangsijaya. Pemanfaatan teknologi IoT dapat menampilkan data secara *real time*, sehingga visualisasi data dapat diamati oleh pihak yang memiliki kepentingan. Dengan adanya sistem *monitoring* pada PLMTH, operator

mikrohidro dapat melakukan kontrol terhadap pemakaian dan penyaluran listrik yang dihasilkan. Selain itu didapatkan *record* data pemakaian listrik harian, dimana data yang tercatat memberikan informasi yang sangat berharga dalam mengkaji penggunaan listrik saat ini dan potensial untuk pengambilan keputusan terkait produksi listrik. Setelah penerapan sistem monitoring, manfaat utama dirasakan oleh operator mikrohidro dimana proses kerja yang mereka lakukan menjadi lebih efisien. Efisiensi didapatkan dari segi jarak tempuh dimana operator tidak perlu mengunjungi lokasi PLTMH secara langsung, dan juga efisiensi pada proses pencatatan yang tidak perlu dilakukan secara manual lagi.

1. PENDAHULUAN

Tangsijaya merupakan salah satu dusun yang berada di kawasan Desa Gunung Halu, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat. Tangsijaya dinilai memiliki masyarakat dengan pendapatan yang masih kurang memadai jika dibandingkan dengan wilayah lainnya meskipun Tangsijaya memiliki potensi sumber daya alam yang signifikan (Sunengsih, Widiastuti, Biduri, & Nasir, 2018; Sunengsih, Sunengsih, Winata, & Widiastuti, 2020). Mayoritas penduduk Dusun Tangsijaya memanfaatkan potensi alam yang subur sebagai profesi utama mereka dalam memenuhi kebutuhan hidup, yaitu dengan berkebun. Tidak hanya dikenal sebagai pusat pertanian yang subur, Dusun Tangsijaya juga memiliki potensi besar sebagai destinasi desa wisata yang menarik. Tangsijaya memiliki potensi sebagai desa wisata dengan didukung keindahan alam yang terdiri dari hutan, persawahan dan sungai (Budisetyorini, et al., 2021). Pembangkit listrik tenaga mikro hidro dibangun di Tangsijaya pada tahun 2007, dengan memanfaatkan aliran Sungai Ciputri yang melintasi daerah Tangsijaya. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) merupakan pembangkit listrik berbasis energi terbarukan skala kecil yang menggunakan aliran sungai dan perbedaan ketinggian untuk menghasilkan daya hingga 200 kW, biasanya digunakan untuk memasok energi di daerah pedesaan yang belum terlayani jaringan listrik PLN (Adiwarman, Adiwarman, Pahlevi, & Nuha, 2023) (Mudawari, et al., 2020). Pembangkit listrik tenaga air juga dikenal sebagai metode pembangkit yang efisien, tahan lama dan hemat biaya dibandingkan dengan metode pembangkit listrik lainnya (Chaturvedi P. B., 2018) (Syahputra & Soesanti, 2021).

Pasokan listrik merupakan salah satu masalah besar yang dihadapi oleh Dusun Tangsijaya, sebelum adanya pembangunan pembangkit listrik tenaga mikro hidro. Wilayah ini tidak terjangkau oleh perusahaan listrik negara, sehingga mayoritas penduduk mengandalkan sumber energi tradisional, seperti kincir air, sebagai sumber penerangan pada malam hari. Ketinggian Dusun Tangsijaya yang mencapai 1.100 meter di atas permukaan laut, dan topografi berbukit-bukit menjadi hambatan utama bagi perusahaan listrik negara untuk menyediakan layanan listrik. Pemanfaatan daya air sebagai sumber pembangkit listrik juga dihadapkan pada beberapa kendala di daerah pedesaan seperti Tangsijaya. Untuk daerah pedesaan, pemanfaatan daya air dalam bentuk sungai atau air mancur untuk menjadi sumber pembangkit listrik juga memiliki beberapa faktor penghambat, diantaranya adalah kurangnya pengetahuan mengenai pembangkit listrik tenaga air, instrumen seperti turbin pembangkit dianggap sangat rumit dan kurangnya sumber air yang tersedia (Hadi, et al., 2020).

Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di Tangsijaya menghasilkan daya listrik sebesar 18 kilowatt per jam (kWh), dengan hasil tersebut PLTMH mampu menyediakan pasokan listrik bagi 67 rumah tangga, 3 masjid, dan 1 sekolah. Hasil pengukuran ketinggian yang dilakukan oleh Dinas Sumber Daya Air Provinsi Jawa Barat menunjukkan bahwa kondisi debit air yang memasok Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Tangsijaya sangat stabil. Pada Tahun 2010, PLTMH Tangsijaya dipilih sebagai lokasi *demosite* PLTMH, dan Tangsijaya dinobatkan menjadi model pembelajaran bagi masyarakat desa lainnya dalam mengembangkan proyek serupa (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2010). Tangsijaya dijadikan rujukan untuk proses pembelajaran dalam mengimplementasikan PLTMH, dan lokasi ini dijadikan percontohan PLTMH *off-grid*.

Salah satu permasalahan bagi pembangkit listrik dengan bersumber pada tenaga air yang berasal dari sungai adalah perubahan musim (Hoseinzadeh, Ghasemi, & Heyns, 2020). Perubahan musim menimbulkan tantangan signifikan bagi PLTMH. Fluktuasi dalam pola curah hujan dan perubahan debit sungai secara langsung memengaruhi kinerja pembangkit listrik tersebut. Pada musim kemarau, penurunan debit sungai dapat menyebabkan rendahnya produksi listrik karena potensi daya yang dapat dihasilkan turut berkurang. Sebaliknya, musim hujan membawa risiko banjir yang dapat mengganggu proses kerja dari pembangkit listrik dengan adanya peningkatan tiba-tiba dalam debit aliran sungai. Pada Gambar 1 dapat dilihat posisi dari mesin pembangkit, yang berada diluar wilayah pemukiman warga.



Gambar 1. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Tangsijaya

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Tangsijaya tidak hanya berfungsi sebagai penyedia energi listrik bagi warga di dusun tersebut, tetapi juga sebagai pelopor berdirinya usaha pengolahan kopi berbasis energi terbarukan di daerah tersebut. Pengolahan kopi di Indonesia biasanya dikelola langsung oleh masyarakat sekitar, begitu juga dengan usaha kopi di Tangsijaya (Mulyana, Rosid, & Dinihayati, 2021). Tangsijaya telah menerapkan usaha yang memanfaatkan komoditas lokal khas, yakni kopi dengan memanfaatkan PLTMH sebagai sumber listrik. Integrasi antara PLTMH dengan usaha pengolahan kopi menciptakan dorongan utama dalam mempromosikan penerapan energi terbarukan yang berkelanjutan di wilayah ini. Listrik yang dihasilkan dari PLTMH menjadi satu-satunya sumber daya energi yang digunakan oleh usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) pengolahan kopi. Hal ini mencakup proses pemrosesan biji kopi dan tahap penggilingan biji kopi. Dengan demikian keberadaan PLTMH mendukung kehidupan warga desa dan mendukung berjalannya usaha pengolahan kopi. Terlihat bagaimana penerapan teknologi energi terbarukan mampu menghasilkan nilai tambah dalam aktivitas di wilayah pedesaan, mendorong pertumbuhan industri kecil, memberikan peluang pekerjaan bagi penduduk lokal, serta menciptakan fondasi untuk pertumbuhan ekonomi berkelanjutan (Abdullah, et al., 2020).

Penerapan teknologi energi terbarukan ini memiliki dampak positif yang signifikan. Pertama, memberikan nilai tambah pada kehidupan warga desa dengan memastikan ketersediaan listrik yang berkelanjutan. Kedua, mendukung pertumbuhan industri kecil, seperti usaha pengolahan kopi, yang menciptakan peluang pekerjaan bagi penduduk lokal. Ketiga, menciptakan fondasi untuk pertumbuhan ekonomi berkelanjutan di Tangsijaya. Tidak hanya mencerminkan keberlanjutan energi, tetapi juga berdampak positif pada pembangunan ekonomi lokal dan kesejahteraan masyarakat. Pada Gambar 2 dapat dilihat salah satu usaha yang muncul karena adanya energi terbarukan, yaitu pengolahan kopi. Usaha pengolahan kopi ini sepenuhnya beroperasi menggunakan listrik yang dihasilkan oleh PLTMH.



Gambar 2. Pengolahan Kopi Tangsijaya

Permasalahan utama yang dihadapi oleh PLTMH Tangsijaya adalah ketiadaan sistem *monitoring* yang dapat memberikan informasi terkini mengenai keadaan operasional pembangkit tenaga mikrohidro, termasuk data terkait daya dan arus listrik yang dihasilkan. Tidak adanya sistem *monitoring* ini mengakibatkan ketidakpastian dalam pemantauan dan pengelolaan kinerja PLTMH secara efektif. Salah satu faktor utama yang menjadi penyebab utama absennya sistem *monitoring* adalah tingginya biaya investasi yang dibutuhkan untuk instalasi dan implementasi teknologi tersebut (Sumiyarso, Rochmatika, Putri, & Prahara, 2022). Proses instalasi sistem *monitoring* pada pembangkit mikrohidro melibatkan pengadaan perangkat keras dan perangkat lunak. Selain itu, pelatihan untuk operator atau pengelola PLTMH dalam menggunakan sistem tersebut juga merupakan aspek yang memerlukan alokasi biaya tambahan. Dengan memiliki sistem *monitoring* yang handal, PLTMH dapat meningkatkan efisiensi operasionalnya, melakukan pemeliharaan preventif, dan mengoptimalkan produksi listrik secara lebih terukur. IoT merupakan sebuah teknologi dimana sebuah perangkat mampu melakukan proses transfer data melalui jaringan internet sehingga tidak lagi membutuhkan interaksi antara manusia dan komputer (Harzina, Harzina, & Purwiyanto, 2022). Pada saat ini pencatatan masih dilakukan secara manual oleh petugas dengan mendatangi langsung lokasi PLTMH. Pencatatan secara manual bertumpu pada keberadaan sumber daya manusia dan memberikan hasil dengan tingkat akurasi yang rendah (Syahputra, Fasha, Chamim, & Purwanto, 2022).

Dalam mengatasi tantangan ini, pengabdian kepada masyarakat melakukan instalasi sistem pemantauan pada PLTMH Tangsijaya. Dengan pemanfaatan teknologi IoT, sistem yang akan dirancang ini dapat menampilkan data secara *real time* selama terkoneksi dengan jaringan internet, sehingga visualisasi data dapat dipantau oleh pihak yang memiliki kepentingan (Ramadhan, Ahmad, Putri, & Firdaus, 2022). Integrasi antara PLTMH dan teknologi IoT dapat mempermudah proses kontrol dan *monitoring* sehingga dapat dilakukan dari jarak jauh, terutama untuk daerah pedesaan dimana akses jalan menuju lokasi instalasi PLTMH biasanya susah untuk dilalui (Razak & Yin, 2023). Penerapan teknologi IoT ini memungkinkan operator dan pemangku kepentingan untuk memantau kondisi PLTMH dengan lebih akurat dan efisien. Pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk membuat sistem *monitoring* jarak jauh PLTMH dengan memanfaatkan IoT, sehingga operator PLTMH dapat mengakses data dan melakukan *monitoring* terhadap PLTMH melalui *handphone* maupun komputer. Data dapat digunakan sebagai dasar analisis untuk memaksimalkan daya yang dihasilkan oleh pembangkit dan mendukung keputusan yang ingin dibuat kedepannya.

Sistem pemantauan ini juga memberikan kontrol yang lebih baik terhadap pemakaian dan distribusi listrik yang dihasilkan oleh PLTMH. Informasi yang tercatat mencakup data pemakaian listrik harian, yang dapat memberikan gambaran tentang penggunaan energi saat ini. Data ini juga menjadi dasar penting dalam pengambilan keputusan terkait produksi listrik, memungkinkan penyesuaian yang tepat untuk memenuhi kebutuhan energi desa secara lebih efektif. Dengan adanya sistem pemantauan yang terintegrasi pada PLTMH, operator mikrohidro dapat mengoptimalkan kinerja pembangkit tenaga mikrohidro.

2. METODE

Gambar 3 menunjukkan metode kegiatan pengabdian masyarakat ini. Pelaksanaan difokuskan di PLTMH Tangsijaya, yang terletak di Desa Gunung Halu, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat. Identifikasi permasalahan yang diangkat pada kegiatan pengabdian masyarakat ini diawali dengan diskusi bersama pemegang kepentingan yaitu perwakilan dari Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Jawa Barat. Keterlibatan pemangku kepentingan ini penting untuk memastikan pemahaman yang menyeluruh terhadap permasalahan yang dihadapi dan memperoleh dukungan yang diperlukan untuk keberhasilan kegiatan pengabdian masyarakat. Proses identifikasi masalah dilakukan juga ke masyarakat sasaran dengan melakukan diskusi mendalam mengenai tantangan yang dihadapi oleh PLTMH Tangsijaya, terutama terkait ketiadaan sistem *monitoring* yang dapat memberikan informasi operasional yang diperlukan. Setelah identifikasi permasalahan, kegiatan pengabdian masyarakat dibagi menjadi empat tahap pelaksanaan, yaitu:

a) Tahap survei lokasi pengabdian masyarakat

Langkah awal adalah melakukan survei terhadap lokasi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Tangsijaya. Tim kegiatan pengabdian masyarakat mengunjungi langsung lokasi PLTMH dan melakukan identifikasi komponen-komponen yang perlu dipantau dan keadaan dari PLTMH. Selain itu, survei lokasi awal ini juga bertujuan untuk memahami infrastruktur PLTMH dan mendapatkan data yang diperlukan sebagai pertimbangan dalam pemasangan alat *monitoring*.

b) Tahap penyampaian rencana kegiatan

Tahapan ini dilakukan kepada operator PLTMH yang merupakan penerima manfaat utama dari hasil kegiatan ini. Operator PLTMH merupakan pihak yang akan menggunakan langsung sistem *monitoring* yang akan dihasilkan. Setelah survei dilakukan, rencana kegiatan disusun berdasarkan hasil analisis. Rencana ini

akan disampaikan kepada operator PLTMH, yang berperan sebagai pemangku kepentingan utama. Rencana harus mencakup detail teknis pemasangan alat *monitoring*, jadwal pelaksanaan, dan manfaat yang diharapkan dari sistem *monitoring* ini. Pada tahap ini, komunikasi yang jelas dan kolaborasi dengan operator sangat penting untuk memastikan pemahaman bersama dan dukungan penuh dari pihak terkait.

c) Tahap persiapan dan pemasangan alat *monitoring*

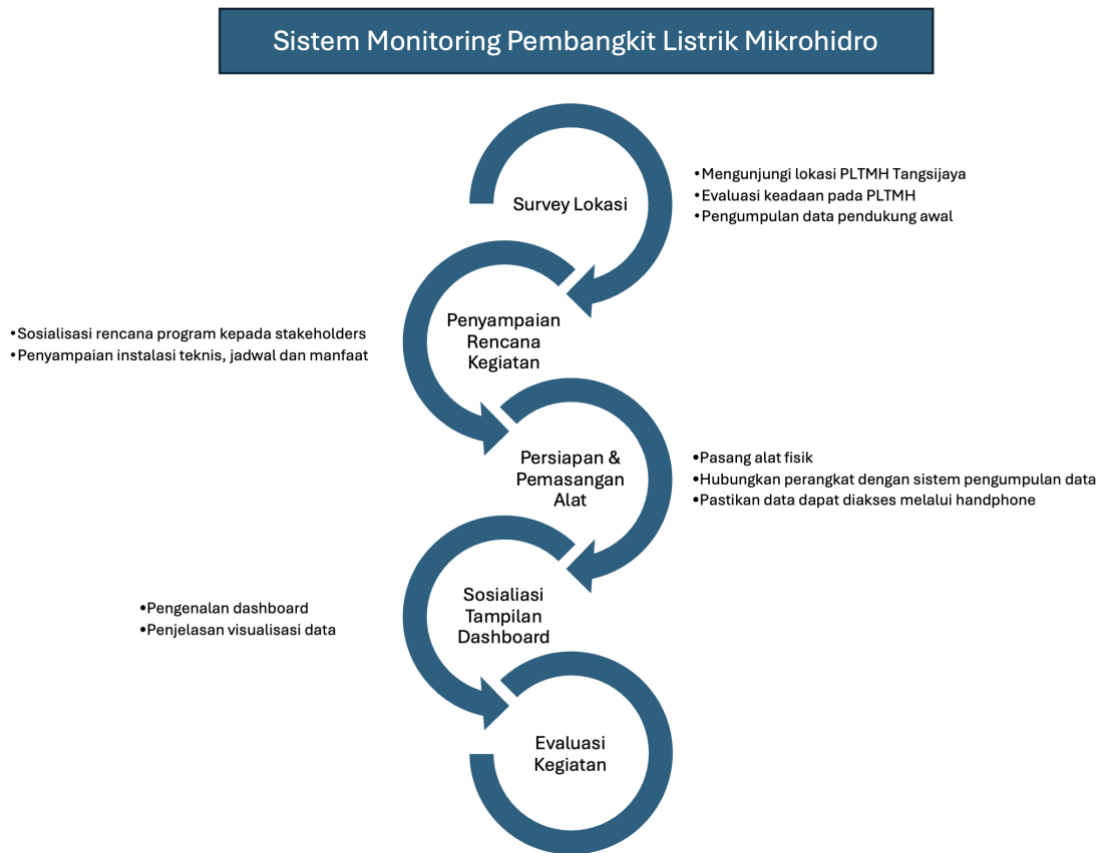
Tahap ini diawali dengan perancangan alat *monitoring* dan juga perancangan tampilan *dashboard monitoring*. Penentuan sensor yang akan digunakan sebagai sensor arus dan untuk tampilan *dashboard monitoring* disesuaikan dengan data yang dibutuhkan oleh operator. Pada proses pemasangan melibatkan tim teknis yang memiliki keahlian dalam instalasi dan konfigurasi perangkat *monitoring*. Setelah pemasangan, perangkat-perangkat ini akan dihubungkan dengan sistem komunikasi dan pengumpulan data. Data PLTMH hasil *monitoring* dapat diakses melalui *handphone* oleh operator PLTMH.

d) Tahap penjelasan tampilan *dashboard monitoring* kepada operator

Setelah alat *monitoring* terpasang dan berfungsi, selanjutnya adalah memberikan penjelasan kepada operator tentang cara menggunakan dan membaca data pada *dashboard monitoring*. *Dashboard* ini akan menampilkan data secara visual, sehingga operator dapat dengan mudah memantau kinerja PLTMH secara *real-time*. Pemaparan singkat diberikan kepada operator agar mereka dapat menginterpretasikan data yang ditampilkan dan mengambil tindakan yang tepat jika terjadi perubahan kondisi yang perlu diatasi.

e) Tahap evaluasi kegiatan

Evaluasi dilakukan dengan tujuan mendapatkan umpan balik dari penerima manfaat mengenai kegiatan pengabdian masyarakat ini. Metode evaluasi yang digunakan adalah dengan kuesioner yang berisi 5 pernyataan mengenai penilaian apakah sesuai dengan kebutuhan, waktu pelaksanaan, dapat dipahami, pelayanan yang diberikan dan harapan keberlanjutan. Evaluasi akan dilakukan kepada penerima manfaat langsung dari kegiatan ini, yaitu operator PLTMH.



Gambar 3. Metode Kegiatan Pengabdian Masyarakat

Selama seluruh tahapan tersebut, penting untuk menjaga komunikasi yang baik antara tim teknis, operator, dan pihak terkait lainnya. Kolaborasi yang efektif akan memastikan kesuksesan implementasi sistem *monitoring* pada PLTMH, diharapkan pada akhirnya akan memberikan manfaat dalam mengoptimalkan kinerja PLTMH dan pengambilan keputusan yang lebih tepat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian masyarakat pemasangan sistem *monitoring* pada PLTMH telah dilaksanakan dan berjalan dengan lancar. Seluruh rangkaian kegiatan pengabdian masyarakat dengan aktif melibatkan operator dari PLTMH, sebagai pengguna dan penerima manfaat dari hasil kegiatan ini. Pada Gambar 4 dapat dilihat peta lokasi dari PLTMH Tangsijaya Desa Gunung Halu, dan lokasi dari usaha pengolahan kopi berbasis energi terbarukan.



Gambar 4. Peta Lokasi PLTMH

Kegiatan pengabdian masyarakat yang melibatkan pemasangan sistem *monitoring* pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Tangsijaya telah berhasil dilaksanakan dan lancar. Selama keseluruhan rangkaian kegiatan pengabdian masyarakat, melibatkan partisipasi dari operator PLTMH, yang berperan sebagai pihak yang secara aktif terlibat dalam pelaksanaan dan sebagai penerima manfaat utama dari hasil kegiatan ini. Pada Gambar 4, dapat dilihat peta yang memvisualisasikan lokasi PLTMH di Tangsijaya, Desa Gunung Halu, beserta lokasi dari usaha pengolahan kopi yang ditenagai oleh sumber energi terbarukan. Hal ini mencerminkan hubungan simbiosis antara teknologi energi terbarukan dan industri lokal, yang diperkuat melalui kegiatan pengabdian masyarakat ini.

Sebagai bagian dari tahap awal, sebuah survei dilakukan oleh tim pengabdian masyarakat melalui kunjungan langsung ke lokasi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) yang terletak di Dusun Tangsijaya, Desa Gunung Halu. Tujuan utama dari survei ini adalah untuk melakukan identifikasi mendalam terhadap kondisi fisik dan infrastruktur yang ada di PLTMH, serta untuk memperoleh pemahaman yang lebih lengkap mengenai tantangan yang dihadapi oleh petugas yang beroperasi di sana.

Dalam rangka pelaksanaan survei ini, tim pengabdian masyarakat bekerja berdampingan dengan operator PLTMH, yang bertindak sebagai sumber utama dalam memaparkan aspek-aspek operasional dan teknis dari PLTMH Tangsijaya. Selama kunjungan tersebut, tim pengabdian masyarakat diberikan gambaran yang jelas mengenai operasi sehari-hari dari PLTMH, termasuk mengunjungi lokasi turbin yang merupakan motor penggerak utama dalam pembangkitan listrik. Keterlibatan dari operator PLTMH selama kegiatan pengabdian masyarakat sangat membantu tim dalam memahami rangkaian operasi dan tantangan dari PLTMH yang dihadapi di lapangan. Hal tersebut penting untuk mendukung keberhasilan dari kegiatan pengabdian masyarakat ini. Selama survei, tidak hanya mengunjungi area PLTMH, melainkan juga Sungai Ciputri yang menjadi sumber aliran air utama yang menggerakkan PLTMH dan juga lokasi usaha pengolahan kopi berbasis energi terbarukan.

Operator PLTMH mendampingi tim pengabdian masyarakat untuk menyusuri sungai, memberikan pemahaman tentang aspek lingkungan dengan peran krusial dalam operasional PLTMH.

Integrasi antara usaha pengolahan kopi dan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) memiliki keterkaitan yang erat dengan menghasilkan manfaat ekonomi dan keberlanjutan yang signifikan. Penggunaan listrik yang dihasilkan oleh PLTMH sebagai sumber energi utama dalam usaha pengolahan kopi menciptakan keberlanjutan dan efisiensi dalam produksi. Listrik yang diperoleh dari PLTMH tidak hanya bersifat ramah lingkungan karena berasal dari sumber energi terbarukan, tetapi juga memiliki dampak langsung terhadap biaya operasional usaha kopi. Selain itu, keberadaan usaha pengolahan kopi memberikan kontribusi finansial yang membantu dalam perawatan dan pemeliharaan PLTMH, seperti pemeliharaan turbin atau perbaikan infrastruktur. Lebih lanjut, keberadaan PLTMH dan usaha pengolahan kopi memberikan dampak positif terhadap komunitas lokal. Usaha kopi berbasis energi terbarukan memberikan peluang kerja dan pendapatan tambahan bagi penduduk setempat. Dengan saling mendukung, kedua sektor ini membentuk model bisnis berkelanjutan yang menguntungkan komunitas.

Pada Gambar 5 dapat dilihat hasil survey dari tim pengabdian masyarakat ke lokasi PLTMH, yaitu kondisi dari debit air sebagai sumber pembangkit dan juga mesin pembangkit. Melalui survei awal, tim pengabdian masyarakat telah berhasil mengumpulkan informasi yang penting sebagai dasar dalam perancangan sistem *monitoring* untuk PLTMH. Setelah data dan informasi terkumpul dari kunjungan pertama, tim pengabdian masyarakat mulai mempersiapkan alat dan aplikasi yang akan digunakan untuk *monitoring* PLTMH. Alat *monitoring* ini dirancang berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT) agar dapat mengirimkan data secara *real-time* dan dapat diakses melalui jaringan internet. Dalam proses persiapan alat *monitoring*, tim melakukan pengujian dan penyesuaian agar alat tersebut sesuai dengan kondisi PLTMH di Dusun Tangsijaya. Selain itu, tim juga mengembangkan aplikasi yang akan menjadi antarmuka untuk memonitor dari jarak jauh.



Gambar 5. Hasil Survei Lokasi PLTMH

Setelah persiapan terhadap sistem *monitoring* selesai dilakukan, tim pengabdian masyarakat melakukan kunjungan kedua ke lokasi PLTMH di Dusun Tangsijaya untuk melakukan pemasangan alat dan persiapan aplikasi. Tim bekerja sama dengan petugas operator PLTMH dalam proses pemasangan alat ini untuk memastikan semuanya berjalan dengan lancar. Dapat dilihat pada Gambar 6 mengenai proses pemasangan alat monitoring PLTMH.

Setelah tahapan pemasangan, tim juga melaksanakan serangkaian pelatihan yang ditujukan kepada para petugas operator PLTMH serta pihak yang bertanggung jawab terhadap penggunaan aplikasi *monitoring*. Tujuan utama dari pelatihan ini adalah untuk memastikan bahwa operator PLTMH memiliki pemahaman yang mendalam terkait operasional aplikasi dan kemampuan untuk menginterpretasi serta menganalisis data yang ditampilkan pada *dashboard monitoring*. Dalam konteks pelatihan ini, operator PLTMH diberikan penjelasan dan panduan mengenai fungsi dan fitur-fitur dari aplikasi *monitoring*. Mereka diajarkan bagaimana melihat data *real-time*, memonitor kondisi, dan mengidentifikasi anomali yang mungkin terjadi. Pengetahuan teknis ini diberikan untuk memastikan bahwa operator dapat dengan lancar mengoperasikan aplikasi dalam kondisi sehari-hari. Selain itu, tim juga memberikan instruksi tentang cara menginterpretasi data yang terlihat pada *dashboard monitoring*. Operator PLTMH diarahkan untuk mengenali tanda-tanda perubahan atau masalah, serta untuk mengambil tindakan yang diperlukan sesuai dengan informasi yang disajikan oleh aplikasi *monitoring*. Dengan pelatihan yang diberikan, diharapkan bahwa operator PLTMH akan memiliki kemampuan untuk mengambil tindakan lebih cepat dan lebih tepat dalam menghadapi situasi yang memerlukan respons. Mereka dapat memanfaatkan data *real-time*

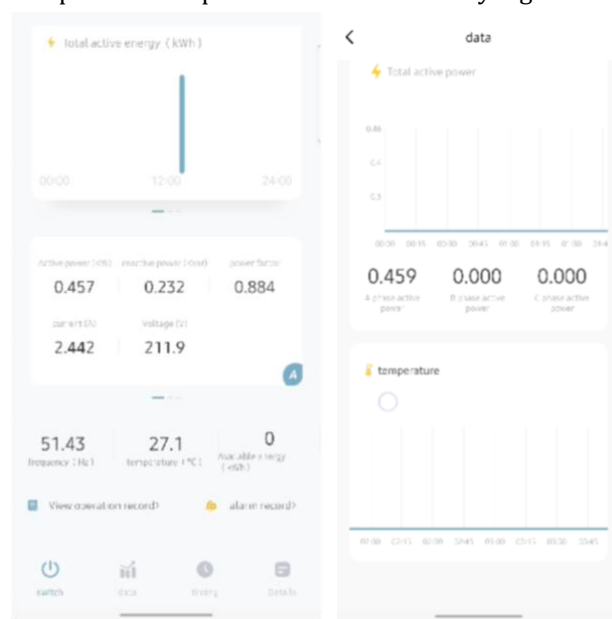
yang diberikan oleh aplikasi *monitoring* untuk merencanakan perawatan, mengoptimalkan produksi listrik, dan menjaga operasional PLTMH pada tingkat yang optimal.



Gambar 6. Pemasangan Alat Monitoring PLTMH

Tahapan terakhir dari kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah evaluasi. Evaluasi terhadap kegiatan ini dilakukan kepada operator PLTMH yaitu Pak Toto, sebagai pihak yang langsung menggunakan aplikasi *monitoring* yang dihasilkan. Hasil pengabdian masyarakat sangat berdampak langsung pada proses kerja dari Pak Toto, dimana data PLTMH dapat diakses melalui *handphone* tanpa harus mengunjungi lokasi mesin dan melakukan pencatatan manual. Metode evaluasi yang digunakan adalah dengan kuesioner yang berisi 5 pernyataan, dimana memberikan hasil sangat puas terhadap kegiatan yang dilakukan dan berharap kegiatan ini dapat berlanjut.

Pada Gambar 7 dapat dilihat tampilan *dashboard* yang dihasilkan dari sistem *monitoring* PLTMH. Dari dashboard tersebut menampilkan data seperti *total active energy*, *active power*, *reactive power*, *power factor*, *current* dan *voltage*. Selain data tersebut, *dashboard* juga dilengkapi dengan visualisasi data hasil *monitoring* yang dapat memberikan gambaran bagi operator ketika memantau keadaan PLTMH. Data yang dihasilkan dari sistem *monitoring* ini juga akan tersimpan pada aplikasi sehingga operator akan memiliki *record* data untuk beberapa hari. Dari sistem *monitoring* ini, operator PLTMH bisa mengatur *cut off* atau pemutusan beban. Sehingga jika terdapat beban yang berlebih, operator dapat menjadwalkan beban mana yang harus dimatikan. Selain itu akan dipasang *smart monitoring sistem* untuk memantau beban keseluruhan yang ditanggung oleh PLTMH Tangsijaya. *Dashboard* yang ditampilkan pada aplikasi merupakan kondisi *real-time* yang akan di *update* setiap 5 detik.



Gambar 7. Dashboard Monitoring PLTMH

Aspek teknis seperti arus listrik, tegangan, dan suhu juga mempengaruhi kinerja PLTMH. Fluktuasi atau perubahan mendadak dalam parameter-parameter ini dapat menjadi indikator awal adanya gangguan atau masalah dalam sistem. Kehadiran alat *monitoring* yang mampu mengumpulkan dan menganalisis data secara *real-time*, memungkinkan operator untuk mendeteksi perubahan atau permasalahan dengan cepat, meminimalkan risiko kerusakan lebih lanjut dan *downtime* yang berpotensi merugikan. Selain aspek teknis di atas, alat *monitoring* juga berkaitan dengan efisiensi proses kerja dari operator.

Dengan pemasangan alat *monitoring* dan adanya *dashboard*, pengelolaan PLTMH di Dusun Tangsijaya akan menjadi lebih efektif, mengurangi ketergantungan pada pencatatan manual yang kurang akurat, dan memberikan informasi yang lebih lengkap dan *up-to-date* kepada pihak yang berkepentingan. Pemasangan alat *monitoring* PLTMH di Dusun Tangsijaya secara signifikan meringankan beban kerja operator, yang sebelumnya harus mengunjungi lokasi mesin pembangkit yang jauh dari pemukiman untuk mendapatkan data parameter teknis seperti arus listrik dan tegangan. Sistem *monitoring* mengumpulkan data secara *real-time*, memungkinkan operator untuk mengakses informasi kinerja PLTMH melalui *dashboard* yang dapat diakses dari perangkat seluler. Hal ini mengurangi ketergantungan pada pemantauan manual dan memberikan data yang lebih akurat. Dengan demikian, keputusan operasional dapat diambil dengan lebih cepat dan tepat, meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi risiko kerusakan serta *downtime*. Pengabdian masyarakat ini merupakan langkah positif dalam menerapkan teknologi IoT untuk pemanfaatan *monitoring* pembangkit listrik tenaga mikrohidro yang lebih berkelanjutan dan efisien di daerah pedesaan.

4. SIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat berupa pemasangan sistem monitoring pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Dusun Tangsijaya, Desa Gunung Halu, telah berhasil mengatasi berbagai permasalahan yang dihadapi oleh operator PLTMH. Sebelum adanya sistem *monitoring* berbasis IoT, operator harus melakukan pemantauan secara manual dan tidak efisien. Permasalahan ini menyebabkan keterlambatan dalam deteksi dan penanganan masalah teknis. Pemasangan sistem *monitoring* yang dapat diakses melalui aplikasi telah memberikan solusi dengan memungkinkan pemantauan *real-time* terhadap parameter utama. Hasil dari kegiatan ini menunjukkan peningkatan signifikan dalam efisiensi operasional dan kemampuan operator untuk mengambil keputusan berbasis data. Pengawasan PLTMH menjadi lebih optimal, mengurangi beban kerja manual, dan meminimalkan risiko gangguan operasional.

5. PERSANTUNAN

Kami ucapkan terimakasih kepada Direktorat Penelitian Pengabdian Masyarakat Telkom University yang telah memberikan dana pada program kali ini. Kami juga mengucapkan terimakasih kepada PLTMH Tangsijaya selaku mitra dalam kegiatan pengabdian ini.

REFERENSI

- Abdullah, K., Uyun, A. S., Soengeng, R., Suherman, E., Susanto, H., Setyobudi, R. H., . . . Vincėviča-Gaile, Z. (2020). Renewable Energy Technologies for Economic Development. *The 4th International Conference on Electrical Systems, Technology and Information*, 188.
- Sunengsih, N. D., Widiastuti, Biduri, F. N., & Nasir, S. (2018). PENINGKATAN PERAN IBU RUMAH TANGGA DI DESA DESA TANGSI JAYA KECAMATAN GUNUNG HALU BANDUNG. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Semester Genap 2017/2018*, VI, hal. 48-56.
- Mudawari, A., Sodik, D., K., I. M., M., A. D., Mashar, A., Daud, A., . . . Yusuf, E. (2020, Januari). PENINGKATAN KOMPETENSI OPERATOR PLTMH RIMBA LESTARI DI DUSUN TANGSI JAYA KECAMATAN GUNUNG HALU BANDUNG BARAT. *Difusi*, 3(1), 9-16.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2010, September 10). *PLTMH Gunung Halu Terangi Warga di Perbukitan Bandung Barat*. Diambil kembali dari KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/pltmh-gunung-halu-terangi-warga-di-perbukitan-bandung-barat>

- Sumiyarso, B., Rochmatika, R. A., Putri, F. T., & Prahara, T. (2022). SISTEM MONITORING PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO BERBASIS IOT. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Pengabdian Masyarakat Polines*, 4, hal. 679-690.
- Syahputra, R., Fasha, R. M., Chamim, A. N., & Purwanto, K. (2022, Mei). Prototipe Sistem Monitoring pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. *Semesta Teknika*, 25(1), 40-46.
- Ramadhan, D. T., Ahmad, Y., Putri, I. S., & Firdaus. (2022, Januari). MOMIDRO: Sistem MonitoringPembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Berbasis IoT pada Laboratorium Ketenagaan FTI UII. *Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 6(1), 2477-3824.
- Budisetyorini, B., Adisudharma, D., Prawira, M., Salam, D., Wulandari, W., & Susanto, E. (2021). Pengembangan Pariwisata Bertema Eco-Forestdan Sungai di Bumi Perkemahan Tangsi Jaya. *Jurnal Kepariwisata: Destinasi, Hospitalitas dan Perjalanan*, 5(1), 75-88.
- Sunengsih, Sunengsih, N., Winata, A., & Widiastuti, A. (2020). Measuring a community productivity based on motivation, skills, and marketing knowledge through a computerized application. *Journal of Physics: Conference Series*, 1469.
- Hoseinzadeh, S., Ghasemi, M., & Heyns, S. (2020). Application of hybrid systems in solution of low power generation at hot seasons for micro hydro systems. *Renewable Energy*, 160, 323-332.
- Hadi, M., Wisanggeni, T., Lestari, D., Afandi, A., Wibawa, A., & Irfan, M. (2020). Realtime Potential Energy Monitoring and Data Logging Systems on the River Flow for Micro Hydro Power Plants. *4th International Conference on Vocational Education and Training (ICOVET)*. IEEE.
- Adiwarman, Adiwarman, A., Pahlevi, R., & Nuha, H. (2023). Microhydro Power Plants with IoT-based Monitoring and Prediction using Linear Regression. *International Conference on Artificial Intelligence, Blockchain, Cloud Computing, and Data Analytics (ICoABCD)*. IEEE.
- Harzina, Harzina, F., & Purwiyanto. (2022). Designof Pico-Hydro Power Plant with Monitoring System Based on Internet of Things. *Andalas Journal of Electrical and Electronic Engineering Technology*, 2(2), 43-49.
- Razak, N., & Yin, L. (2023). Development of Prototype Micro Hydropower System with Internet of Things (IoT) Feature. *Progress in Engineering Application and Technology*, 4(2).
- Chaturvedi, P., Borah, A., Singh, A., Abhas, & Singh, R. (2018). IOT-Based Hydroenergy Generation with the Application of Sensors. *Intelligent Communication, Control and Devices*, 624.
- Syahputra, R., & Soesanti, I. (2021). Renewable energy systems based on micro-hydro and solar photovoltaic for rural areas: A case study in Yogyakarta, Indonesia. *Energy Reports*, 7, 472-490.
- Mulyana, Y., Rosid, A., & Dinihayati, E. (2021). PKM Pelaku Usaha Pengolahan Kopi Desa Warnasari Kecamatan Pangalengan Kabupaten Bandung. *Warta LPM*, 354-366.