



Journal Homepage



<https://ejournal.unibabwi.ac.id/index.php/tekiba/index>

TEKIBA: Jurnal Teknologi dan Pengabdian Masyarakat



Journal Title

Pengenalan IoT Dalam Pengembangan Energi Terbarukan Dengan TNI (Kodim 0820) di Universitas Panca Marga



Hartawan Abdillah^{1**}  Mas Ahmad Baihaqi²  Dani Hari Tunggal Prasetyo³ 

Alief Muhammad⁴  Tamam Asrori⁵  Linda Kurnia⁶  Citra Suardi⁷ 

¹ hartawanabdillah@upm.ac.id, ² baihaqi@upm.ac.id, ³ dani.hari59@gmail.com

, ⁴ aliefmuhammad@upm.ac.id, ⁵ tamam.asrori@upm.ac.id,

⁶ lindakurnia@upm.ac.id, ⁷ citrasuardi@ciputra.ac.id

***Correspondence Author** : hartawanabdillah@upm.ac.id

^{1,2,5,6} Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Panca Marga, 67216, Indonesia

³ Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember

⁴ Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Panca Marga, 67216, Indonesia

⁷ Informatika, (Kampus Kota Makassar), Universitas Ciputra Surabaya, 90224, Indonesia

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Revised Date: 22 March 2024

Published Date: 29 April 2024

Keywords:

Renewable Energy, IoT, Community Service, PLTS and PLTB.

The development of renewable energy is becoming increasingly important in addressing the challenges of climate change and the growing energy demand. One promising approach is the utilization of the Internet of Things (IoT), which enables efficient and coordinated energy management. In this context, community service activities were conducted in collaboration with the TNI Kodim 0820 to socialize the use of IoT in the development of renewable energy. Through lectures, training sessions, and demonstrations of installing solar power systems (PLTS) and wind power systems (PLTB), participants were introduced to the concepts and benefits of IoT in renewable energy. The aim of these activities is to enhance the knowledge, skills, and participation of the community in managing renewable energy. The results of the activities show that the collaboration between Panca Marga University and TNI Kodim 0820 contributes positively to accelerating the transition towards cleaner, more efficient, and sustainable energy. These initiatives are expected to serve as a foundation for larger and more sustainable renewable energy development projects in the future.

1. PENDAHULUAN

Jumlah penduduk dunia yang terus bertambah, bersama dengan kemajuan teknologi,

menyebabkan permintaan energi semakin melonjak. Kebutuhan energi yang terus melonjak menyebabkan cadangan energi di alam semakin menipis. Dimasa mendatang dapat dipredikasi

tingkat konsumsi energi terus meningkat dari saat ini. Saat ini, energi fosil yang termasuk energi non terbarukan menjadi sumber energi utama yang digunakan oleh masyarakat dunia. Diprediksi volume energi fosil tidak bertahan lama. Namun, untuk menopang kebutuhan energi, diperlukan upaya dan teknis yang tepat untuk menjaga kestabilan energi agar tetap tersedia. Salah satu teknik dan upaya dapat dilakukan dengan penggunaan energi terbarukan [1].

Indonesia memiliki potensi alam sebagai penghasil energi terbarukan. Jika ditinjau dari letak geografis, Indonesia memiliki potensi pengembangan energi matahari dan energi angin sebagai sumber energi terbarukan. Energi matahari dan angin memiliki sifat yang ramah lingkungan serta dapat diperbarui. Hal ini merupakan keuntungan dan potensi bagi Indonesia untuk memenuhi kebutuhan energi yang bersifat terbarukan di masa depan. Namun, untuk memaksimalkan potensi energi terbarukan, dibutuhkan pengelolaan energi yang optimal, efisien dan terkoordinasi dengan baik. Pengelolaan energi yang efisien dan terkoordinasi dapat dilakukan melalui pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) [2].

Internet of Things (IoT) adalah teknologi yang menghubungkan perangkat elektronik satu sama lain dan dapat berkomunikasi melalui jaringan internet [3,4]. Penggunaan IoT, memiliki dampak terhadap pengumpulan data produksi dan konsumsi energi secara real-time. Pengumpulan data secara real-time dapat mengoptimalkan konsumsi energi sehingga energi digunakan lebih efisien [5]. Selain itu, IoT juga dapat digunakan untuk memantau dan memelihara sistem lebih efektif [6]. Oleh sebab itu, pemanfaatan IoT dalam pengembangan energi terbarukan menjadi semakin penting mengingat kebutuhan, ketergantungan dan tantangan yang dihadapi oleh banyak negara di dunia terhadap kebutuhan energi semakin besar [6,7].

Jika ditinjau secara mendalam, pemanfaatan IoT sangat membantu dalam memperluas jangkauan penggunaan energi terbarukan. Hal ini dapat dicontohkan dengan pengembangan jaringan listrik cerdas yang dapat mendistribusikan energi terbarukan secara merata dan lebih efisien serta tepat sasaran [9]. Selain itu, efisiensi dan efektivitas penggunaan

energi terbarukan dengan menggunakan IoT akan berdampak pada terkoordinasi dan terintegrasinya energi untuk didistribusikan [10]. Salah satu contoh pemanfaatan IoT dalam pengembangan energi terbarukan adalah penggunaan sistem pemantauan dan kontrol otomatis untuk menangani produksi dan distribusi energi terbarukan [11]. Pada sistem ini, perangkat IoT dapat digunakan untuk mengumpulkan data dari panel surya dan turbin angin, atau generator. Data yang diperoleh dari turbin dan panel surya diolah dan dianalisis sebagai acuan perawatan atau perbaikan secara berkala untuk mencegah kegagalan yang tidak terduga [12-13].

Perguruan tinggi memiliki tugas yaitu menjalankan dan melaksanakan Tri Dharma Perguruan Tinggi. Salah satu tugas Tri Dharma Perguruan Tinggi adalah melaksanakan pengabdian kepada masyarakat. Untuk melaksanakan pengabdian kepada masyarakat maka dibutuhkan sasaran atau objek untuk pelaksanaan kegiatan [14]. Kegiatan pengabdian dengan tema pemanfaatan IoT untuk pengembangan energi terbarukan dapat memberikan manfaat yang besar, terutama dalam hal kemandirian energi dan pertahanan negara. Oleh sebab itu, kegiatan pengabdian yang dilaksanakan ini dilakukan dengan tema pengenalan dan pemanfaatan internet of things dalam pengembangan energi terbarukan [15].

Bentuk pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat, Universitas Panca Marga dan TNI (Kodim 0820) melakukan kerja sama. Kerja sama dilakukan sebagai bentuk kontribusi kepada masyarakat dan negara [16]. Kerja sama dilakukan dengan pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat. Dalam hal ini, Universitas Panca Marga berkolaborasi dengan TNI untuk mengembangkan energi terbarukan berbasis IoT sehingga dapat dimanfaatkan untuk kepentingan TNI dan masyarakat. Universitas Panca Marga pada kegiatan ini memberikan pendampingan dan dukungan teknis kepada TNI dalam hal pengembangan teknologi energi terbarukan berbasis IoT [17]. Pendampingan dan dukungan teknis berupa pengelolaan dan pemeliharaan sistem energi terbarukan, pengumpulan dan analisis data sebagai optimasi produksi energi terbarukan, serta pelatihan dan

pendidikan kepada masyarakat tentang manfaat energi terbarukan dengan berbasis IoT [18].

2. METODE

Pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) di Indonesia masih tergolong baru, namun memiliki potensi besar untuk meningkatkan produksi energi secara efisiensi. Universitas Panca Marga bersama TNI khususnya Kodim 0820 Probolinggo menginisiasi program sosialisasi untuk memanfaatkan teknologi IoT untuk pengembangan energi terbarukan. Hal ini dikarenakan, teknologi IoT berkembang pesat seiring dengan kemajuan infrastruktur telekomunikasi dan internet. Namun pemahaman dan adopsi teknologi IoT masih terbatas di beberapa bidang, terutama di bidang energi terbarukan [19].

Penggunaan energi terbarukan masih menghadapi berbagai tantangan, seperti biaya awal yang tinggi, infrastruktur yang belum memadai, dan kurangnya pengetahuan serta keterampilan teknis. Adanya sosialisasi ini, diharapkan hambatan-hambatan tersebut dapat diatasi dengan lebih baik. TNI Kodim 0820 Probolinggo memiliki peran penting dalam mendukung kedaulatan negara, keamanan dan kesejahteraan masyarakat [20]. Kerjasama dengan Universitas Panca Marga menunjukkan komitmen TNI untuk berkontribusi dalam pengembangan teknologi yang dapat meningkatkan kemandirian energi dan kesejahteraan masyarakat. Sebagai institusi pendidikan, Universitas Panca Marga memiliki kapasitas untuk melakukan penelitian dan pengembangan teknologi utamanya teknologi berbasis IoT. Pada Gambar 1 terlihat kondisi dan lokasi kegiatan.



Gambar 1. Kondisi dan Lokasi Kegiatan

Kolaborasi dengan TNI Kodim 0820 memberikan kesempatan untuk menerapkan hasil penelitian dalam skala yang lebih luas dan memiliki manfaat bagi masyarakat. Hal ini dikarenakan teknologi IoT memberikan manfaat dalam pengumpulan data secara real-time sehingga dapat dianalisis untuk mengoptimalkan produksi dan konsumsi energi, serta mengurangi pemborosan energi. Sistem pemantauan yang canggih, memudahkan dalam pemeliharaan dan perbaikan secara proaktif dan mengantisipasi terjadinya kerusakan. IoT dapat mengintegrasikan berbagai sumber energi terbarukan ke dalam jaringan listrik cerdas (smart grid) [21]. Namun, penerapan teknologi IoT memerlukan investasi awal yang cukup besar untuk perangkat keras dan infrastruktur jaringan. Selain itu, keterbatasan pengetahuan dan keterampilan teknis di kalangan masyarakat dan personel TNI dapat menjadi hambatan dalam adopsi teknologi ini. Oleh karena itu, program pelatihan intensif untuk personel TNI dan masyarakat tentang dasar-dasar IoT dan penerapannya sangat diperlukan.

Sosialisasi tentang pemanfaatan IoT dalam pengembangan energi terbarukan dengan TNI Kodim 0820 merupakan inisiatif yang sangat strategis. Dengan potensi untuk meningkatkan efisiensi dan kemandirian energi, program ini diharapkan dapat menjadi model bagi penerapan teknologi IoT di sektor energi terbarukan lainnya di Indonesia. Melalui kolaborasi yang baik antara akademisi, militer, pemerintah, dan masyarakat, Indonesia dapat bergerak menuju masa depan yang lebih bersih, berkelanjutan, dan mandiri energi [22].

Pendekatan yang terstruktur dan terencana diperlukan untuk mencapai tujuan sosialisasi pemanfaatan Internet of Things (IoT) dalam pengembangan energi terbarukan bersama TNI Kodim 0820. Metode yang digunakan dalam kegiatan ini melibatkan beberapa tahap penting yang dirancang untuk memastikan efektivitas dan keberhasilan program. Berikut adalah metode yang digunakan saat pelaksanaan kegiatan yang terbagi pada point sub bab A hingga D.

3. HASIL

Setelah kegiatan sosialisasi dan pelatihan pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT)

untuk pengembangan energi terbarukan yang dilakukan oleh Universitas Panca Marga bersama TNI Kodim 0820 Probolinggo, berikut adalah hasil yang diperoleh.

A. Peningkatan Pengetahuan dan Kesadaran

Peserta sosialisasi, yang terdiri dari anggota TNI dan masyarakat setempat, menunjukkan peningkatan pengetahuan yang signifikan tentang teknologi IoT dan aplikasinya dalam pengelolaan energi terbarukan. Hal ini ditunjukkan dengan hasil evaluasi pre-test dan post-test yang menunjukkan peningkatan skor rata-rata sebesar 40%.

B. Implementasi Teknologi PLTS dan PLTB

Demonstrasi pemasangan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) berjalan lancar. Peserta aktif terlibat dalam proses pemasangan dan pemantauan, yang **meliputi pemilihan lokasi**, pemasangan panel surya, pemasangan turbin angin, penghubungan inverter, dan sistem penyimpanan energi. Sebanyak 80% peserta mampu memahami dan melakukan instalasi dasar dengan bantuan panduan.

C. Aplikasi IoT Pada Pemantauan Energi

Peserta dilatih menggunakan aplikasi IoT untuk memantau kinerja sistem energi terbarukan yang telah dipasang. Mereka belajar cara mengakses data secara real-time mengenai produksi energi, penggunaan energi, dan efisiensi sistem. Pelatihan ini berhasil meningkatkan pemahaman peserta tentang pentingnya pemantauan dan pengelolaan energi yang efisien.

D. Respon Positif dari Masyarakat

Kegiatan ini mendapatkan respon positif dari masyarakat dan TNI Kodim 0820 Probolinggo. Peserta menyatakan kegiatan ini sangat bermanfaat dan berharap adanya program lanjutan yang dapat mendukung implementasi energi terbarukan di wilayah mereka. Beberapa peserta juga mengusulkan pembentukan kelompok kerja untuk terus memantau dan mengembangkan proyek energi terbarukan.

E. Kolaborasi dan Jaringan Kerja

Kegiatan ini berhasil membangun kolaborasi yang baik antara Universitas Panca Marga dan TNI Kodim 0820. Kedua belah pihak sepakat untuk

terus bekerja sama dalam proyek-proyek pengembangan energi terbarukan dan peningkatan kapasitas masyarakat dalam pemanfaatan teknologi modern.

Kegiatan pengabdian ini diharapkan dapat menjadi langkah awal yang signifikan dalam mendukung pengembangan energi terbarukan yang lebih luas di wilayah Probolinggo dan sekitarnya. Kolaborasi antara lembaga pendidikan, militer, dan masyarakat sangat penting dalam mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan dan menjaga lingkungan.

4. PEMBAHASAN

Pembahasan berisi pemaknaan hasil dan membandingkan dengan teori dan/atau hasil penelitian/hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat lain yang relevan. Panjang paparan hasil dan pembahasan 40-60% dari total panjang artikel. Hasil pengabdian masyarakat dapat dilengkapi dengan tabel, grafik (gambar), dan/atau bagan. Pembahasan tentang kegiatan pengabdian kepada masyarakat dengan tema pengenalan dan pemanfaatan internet of things dalam pengembangan energi terbarukan bersama TNI (Kodim 0820) dipaparkan pada subbab A dan B.

A. Demonstrasi PLTS

Sesi demonstrasi, dilakukan dengan bantuan mahasiswa untuk memandu peserta. Langkah demi langkah proses pemasangan PLTS dijabarkan. Pemaparan dimulai dari pemilihan lokasi yang optimal untuk titik lokasi panel surya, perakitan dan pemasangan rangka sebagai penopang, hingga penghubungan panel surya dengan menggunakan inverter dan baterai penyimpanan. Setiap langkah dijelaskan secara rinci, dan peserta diajak untuk ikut serta secara langsung dalam merangkai komponen-komponen. Mahasiswa juga menjelaskan cara memeriksa sambungan listrik dan memastikan semua komponen berfungsi dengan baik. Setelah perakitan selesai dilaksanakan, sesi pelatihan dilanjutkan dengan pengujian sistem PLTS. Pada Gambar 4 merupakan gambar perakitan PLTS.



Gambar 2. Perakitan PLTS

Selanjutnya acara dilanjutkan dengan memaparkan cara pengoperasian dan cara pemantauan menggunakan alat monitoring yang terhubung dengan aplikasi IoT. Peserta diajarkan cara membaca data yang dihasilkan, seperti output daya dan status baterai, serta cara melakukan perawatan rutin untuk memastikan sistem PLTS beroperasi secara optimal dan berkelanjutan. Gambar 5 cara membaca data yang dihasilkan PLTS.



Gambar 3. Pengukuran Data Hasil Monitoring

B. Perakitan PLTB

Perakitan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) yang diperagakan oleh mahasiswa untuk peserta dirancang dilakukan untuk memberikan pengetahuan teoretis dan praktis tentang teknologi energi terbarukan. Kegiatan berlanjut ke demonstrasi praktis pemasangan PLTB. Mahasiswa memandu peserta melalui setiap tahap pemasangan. Langkah pertama yang diperagakan adalah pemasangan menara turbin angin.



Gambar 4. Instalasi Baling-Baling PLTB



Gambar 5. Pemasangan Turbin Angin ke Rangka Penopang

Mahasiswa menunjukkan cara memasang komponen utama seperti baling-baling turbin, rotor, dan nacelle yang berisi generator. Setiap tahap pemasangan dilengkapi dengan penjelasan rinci mengenai fungsi dan cara memastikan semua sambungan dan komponen dipasang dengan benar. Selanjutnya, peserta diajarkan cara menghubungkan turbin angin ke sistem kontrol dan jaringan listrik. Mahasiswa menunjukkan cara memasang inverter yang berfungsi mengubah arus listrik searah (DC) yang dihasilkan oleh turbin menjadi arus listrik bolak-balik (AC). Selain itu, dijelaskan pula cara memasang perangkat monitoring berbasis IoT untuk memantau kinerja turbin angin secara real-time, yang memungkinkan deteksi dini masalah dan pemeliharaan preventif.

Kegiatan akhir pengukuran data monitoring menggunakan aplikasi dimulai dengan persiapan alat dan lokasi pengukuran. Peserta akan dipandu untuk menyiapkan perangkat monitoring yang terhubung dengan aplikasi IoT, seperti sensor suhu atau kelembaban, dan memastikan koneksi internet yang stabil. Setelah itu, mereka akan menuju lokasi pengukuran yang telah ditentukan, yang mungkin meliputi area yang dipasang dengan perangkat IoT untuk memantau parameter tertentu seperti suhu udara, kelembaban tanah, atau produksi energi dari panel surya dan kecepatan putaran angin. Gambar 7 merupakan gambar monitoring dan pengukuran PLTS dan PLTB berbasis IoT.



Gambar 7. Monitoring Pengukuran PLTS dan PLTB

Kegiatan pengukuran data monitoring menggunakan aplikasi IoT memberikan gambaran yang komprehensif tentang kinerja sistem energi terbarukan yang dipantau. Melalui upaya ini, kami telah berhasil mengumpulkan data yang berharga tentang produksi energi, kondisi lingkungan, dan performa sistem secara keseluruhan. Data yang terkumpul ini akan menjadi dasar penting dalam meningkatkan efisiensi, keandalan, dan keberlanjutan sistem energi terbarukan di masa mendatang.

5. KESIMPULAN

Kegiatan sosialisasi dan pelatihan yang dilakukan bersama TNI Kodim 0820 merupakan langkah awal yang penting dalam memperkenalkan konsep dan manfaat IoT dalam konteks energi terbarukan kepada masyarakat. Melalui penyuluhan, pelatihan, dan demonstrasi pemasangan PLTS dan PLTB, peserta dapat memahami potensi dan aplikasi praktis dari teknologi IoT dalam pengembangan energi terbarukan.

Tujuan kegiatan pengabdian masyarakat ini tidak hanya terbatas pada peningkatan pengetahuan dan keterampilan masyarakat, tetapi juga bertujuan untuk meningkatkan partisipasi dan kemandirian dalam pengelolaan energi terbarukan. Dengan demikian, kegiatan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam upaya menciptakan masa depan energi yang lebih bersih, berkelanjutan, dan inklusif.

Kerjasama antara Universitas Panca Marga dan TNI Kodim 0820 dalam pengembangan energi terbarukan berbasis IoT merupakan contoh kolaborasi yang berhasil antara lembaga pendidikan dan pemerintah. Langkah-langkah selanjutnya adalah melanjutkan upaya ini melalui proyek-proyek pengembangan energi terbarukan yang lebih besar dan berkelanjutan, serta meningkatkan partisipasi masyarakat dalam penerapan teknologi IoT untuk keberlanjutan energi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Komandan Kodim 0820 beserta seluruh jajaran TNI yang telah memberikan dukungan penuh dan berperan aktif dalam kegiatan ini. Kerjasama yang terjalin antara Universitas Panca Marga dan Kodim 0820 telah memberikan dampak yang sangat positif bagi masyarakat sekitar.

REFERENSI

- [1] Inayah, Inayatul, and Elvinda Bendra Agustina. "Edukasi Penerapan Teknologi Panel Surya berbasis Internet of Things sebagai Sumber Energi Listrik di Desa Kandangserang." *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat* 9.2 (2024): 509-516.
- [2] Villamil, Sebastian, Cesar Hernández, and Giovanny Tarazona. "An overview of internet of things." *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)* 18.5 (2020): 2320-2327.
- [3] Laghari, Asif Ali, et al. "A review and state of art of Internet of Things (IoT)." *Archives of Computational Methods in Engineering* (2021): 1-19.
- [4] Prawiyogi, Anggy Giri, and Aang Solahudin Anwar. "Perkembangan Internet of Things (IoT) pada Sektor Energi: Sistematis Literatur Review." *Jurnal MENTARI*:

- Manajemen, Pendidikan dan Teknologi Informasi 1.2 (2023): 187-197.
- [5] Lombardi, Marco, Francesco Pascale, and Domenico Santaniello. "Internet of things: A general overview between architectures, protocols and applications." *Information* 12.2 (2021): 87.
- [6] Hassan, Rosilah, et al. "Internet of Things and its applications: A comprehensive survey." *Symmetry* 12.10 (2020): 1674.
- [7] Tanoto, Yusak, et al. Pemanfaatan teknologi digital marketing untuk menunjang operasional mini-hidroponik berbasis energi terbarukan dan internet of things. Diss. Petra Christian University, 2023.
- [8] Wijaya, I. Gusti Ngurah Wirahadi, I. Ketut Parti, and Lalu Febrian Wiranata. "Monitoring PLTS dan PLTB kincir vertikal dengan sistem hybrid berbasis Internet Of Things (IoT)." *Journal of Applied Mechanical Engineering and Green Technology* 2.3 (2021): 140-145.
- [9] Ratela, Jefta, et al. "Panel Surya Sebagai Sumber Penerangan pada Dermaga Berbasis Internet of Things (IoT)." *Jurnal Bluefin Fisheries* 4.1 (2022): 53-61.
- [10] Irhamsyah, Muhammad, et al. "Pembangkit Listrik Dengan Sistem Multihybrid dari Tenaga Fotovoltaik dan Mikrohidro Berbasis Fingerprint dan Internet of Thing (IoT)." *Jurnal Pengabdian Rekayasa dan Wirausaha* 1.1 (2024): 6-10.
- [11] Kristanto, Andika Wisnu Adam, et al. "Pemodelan Automatic Transfer Switch (ATS) Pada System Smartgrid Pembangkit Photovoltaic dan PLN Berbasis Internet of Things (IoT) untuk Monitoring Penggunaan Daya Listrik." *Jurnal Teknik Elektro* 11.2 (2022): 351-360.
- [12] Saputra, Reza, and Sulaiman Sulaiman. "Rancang Bangun Sistem Monitoring pada Pembangkit Listrik Dual Hybrid Panel Surya dan Tenaga Angin Berbasis Internet of Things." *Jurnal Pendidikan Tambusai* 8.1 (2024): 20246-20261.
- [13] Gunoto, Pamor, Arief Rahmadi, and Endang Susanti. "Perancangan Alat Sistem Monitoring Daya Panel Surya Berbasis Internet of Things." *Sigma Teknika* 5.2 (2022): 285-294.
- [14] Shaw, R. N., & Mendis, N. (2021). AI and IoT in Renewable Energy.
- [15] Roy, S., Kundu, B., & Chatterjee, D. (2020). Cloud Based Real-Time Vibration and Temperature Monitoring System for Wind Turbine. In R. N. Shaw (Ed.), *AI and IoT in Renewable Energy*.
- [16] Kang, J., Park, H., & Kim, H. (2021). A study on the application of IoT technology for renewable energy systems in rural areas. *Renewable Energy Journal*, 15(3), 242-250.
- [17] Lee, C., & Jung, Y. (2021). IoT-based smart grid management for renewable energy systems. *Energy Reports*, 7(4), 387-395.
- [18] Martínez, A., & Gómez, M. (2021). Evaluation of IoT systems for solar power monitoring. *Renewable Energy & Sustainable Development*, 9(2), 115-124.
- [19] Zhao, L., & Zhang, Y. (2021). IoT-Enabled Renewable Energy Monitoring Systems: Challenges and Opportunities. *Journal of Renewable Energy*, 2021(3), 1-10.
- [20] Samodro, Nyaris Untung, Burhan Fazzry, and Achmad Setiawan. "Kajian Energi Baru Terbarukan Dari Biomassa Dan Biogas Di Kabupaten Probolinggo." *e-Repository Dosen Universitas Gajayana Malang* (2022).
- [21] Krisyanto, Dwi Hermawan. Analisis Uji Potensi Energi Terbarukan Plts Dan Pltb Pada Gedung Bertingkat Dikota Probolinggo. Diss. Universitas Panca Marga, 2023.
- [21] Ardiansyah, Allan, I. Nyoman Setiawan, and I. Wayan Sukerayasa. "Perancangan PLTS Atap On Grid System Pada Kantor Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Penelitian dan Pengembangan Kota Probolinggo." *Jurnal SPEKTRUM* Vol 8.4 (2021).
- [22] Muna, Choirul, Alifatul Kumala, and Abdul Aziz. "Bright Village with a Brilliant Economy through the Kampung SETRUM Innovation (Community Renewable Energy Center) as a Form of Optimizing Sustainable Renewable Energy by PT. PJB UP Paiton Probolinggo." *Indonesian Journal of Social Responsibility Review (IJSRR)* 1.1 (2022): 44-58.