

Youth Empowerment for Smart Village Using Solar Energy and IoT in Cibarengkok

Pemberdayaan Karang Taruna Cibarengkok melalui Panel Surya dan IoT untuk Pengembangan Smart Village

Novi Trisman Hadi¹, Muhammad Panji Muslim^{*2}, Adita Utami³

^{1,2} Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta

³ Universitas Pertamina

E-mail: novitrismanhadi@upnvj.ac.id¹, muhammadpanji@upnvj.ac.id²,
adita.utami@universitaspertamina.ac.id³

Abstract

This community empowerment program aims to strengthen youth participation in applying solar energy and Internet of Things (IoT) systems for village infrastructure improvement. The program was implemented in Barengkok Village, Bogor, through structured training and hands-on practice for members of Karang Taruna. A pretest–posttest assessment was used to measure knowledge improvement, while observations and reflections were used to capture behavioral and attitudinal changes. Results showed that the average pretest score of 2.68 increased to 3.03 after the training, indicating a 13.1% improvement. Reflection responses revealed high acceptance, where 83% of participants agreed that the program increased understanding, 78% felt confident to explain the technology to others, and 80% expressed willingness to support system maintenance. This program demonstrates that capacity building for youth plays a significant role in supporting sustainable energy adoption and IoT implementation as a practical model for smart village development.

Keywords: Solar Energy, IoT, Youth Empowerment, Smart Village, Clean Water

Abstrak

Program pengabdian ini bertujuan memperkuat peran pemuda dalam penerapan energi surya dan sistem Internet of Things (IoT) untuk peningkatan infrastruktur desa. Kegiatan dilaksanakan di Desa Barengkok, Kabupaten Bogor, melalui pelatihan terstruktur dan praktik langsung bersama anggota Karang Taruna. Penilaian pretest–posttest digunakan untuk mengukur peningkatan pengetahuan, sedangkan observasi dan refleksi digunakan untuk menilai perubahan sikap dan keterlibatan peserta. Hasil menunjukkan skor rata-rata pretest sebesar 2,68 meningkat menjadi 3,03 setelah pelatihan atau naik 13,1%. Refleksi peserta juga menunjukkan penerimaan tinggi: 83% memahami manfaat teknologi, 78% percaya diri menjelaskan kepada orang lain, dan 80% bersedia terlibat dalam pemeliharaan sistem. Program ini membuktikan bahwa peningkatan kapasitas pemuda berperan penting dalam mendukung adopsi energi terbarukan dan penerapan IoT sebagai model praktis pengembangan smart village.

Kata kunci: Energi Surya, IoT, Pemberdayaan Pemuda, Desa Cerdas, Air Bersih

1. PENDAHULUAN

Perkembangan konsep smart village menekankan pentingnya integrasi teknologi digital, energi terbarukan, dan partisipasi masyarakat dalam pembangunan desa. Gagasan ini lahir dari kesadaran bahwa desa tidak boleh hanya dipandang sebagai wilayah penerima program pembangunan dari pusat, melainkan juga sebagai ruang inovasi yang mampu memanfaatkan potensi lokal melalui dukungan teknologi. Smart village tidak hanya berorientasi pada penggunaan perangkat digital, tetapi juga pada keberlanjutan energi, peningkatan tata kelola, dan partisipasi masyarakat dalam merancang serta menjaga keberlangsungan sistem.

Di Indonesia, sebagian besar desa masih menghadapi persoalan dasar yang berulang. Salah satu yang paling krusial adalah keterbatasan penerangan umum yang menghambat aktivitas warga di malam hari, serta belum adanya sistem pengelolaan air bersih yang efisien. Permasalahan air bersih sering kali tidak hanya terkait ketersediaan, tetapi juga distribusi dan

pemantauan kualitasnya. Hal ini menjadi hambatan dalam upaya meningkatkan kualitas hidup dan produktivitas masyarakat desa.

Desa Barengkok di Kabupaten Bogor merupakan salah satu contoh wilayah dengan kondisi serupa. Infrastruktur penerangan jalan belum tersedia secara merata sehingga masih ada kawasan yang gelap pada malam hari, menimbulkan potensi risiko keamanan dan keterbatasan mobilitas warga. Pada saat yang sama, distribusi air bersih di desa ini masih menggunakan cara-cara manual, tanpa adanya sistem pemantauan yang mampu mendeteksi ketersediaan atau potensi masalah secara dini. Kondisi tersebut menandakan bahwa upaya modernisasi desa memerlukan terobosan berbasis teknologi yang terjangkau, efisien, dan dapat dikelola langsung oleh masyarakat.

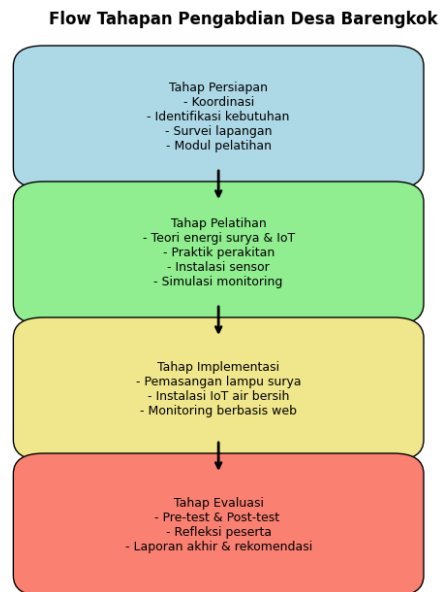
Dalam konteks ini, keberadaan Karang Taruna sebagai organisasi pemuda desa menjadi sangat strategis. Pemuda memiliki kapasitas untuk belajar cepat, beradaptasi dengan teknologi baru, serta menjadi motor penggerak perubahan di lingkungan sekitarnya. Karang Taruna tidak hanya diposisikan sebagai penerima manfaat, tetapi juga sebagai aktor utama yang berperan langsung dalam penerapan dan pengelolaan teknologi. Pemberdayaan pemuda melalui pelatihan berbasis teknologi terbaru dapat menjadi langkah penting untuk memastikan keberlanjutan program.

Pemanfaatan panel surya menawarkan solusi energi alternatif yang ramah lingkungan, mengurangi ketergantungan pada listrik konvensional, dan mendukung tercapainya tujuan pembangunan berkelanjutan. Sementara itu, pemakaian Internet of Things (IoT) memungkinkan pemantauan kualitas dan ketersediaan air secara real-time melalui sensor pengukur ketinggian air yang terhubung dengan sistem pemantauan digital. Dengan kombinasi kedua teknologi tersebut, desa memiliki peluang besar untuk membangun ekosistem yang lebih mandiri, efisien, dan berkelanjutan.

Penelitian ini secara khusus berfokus untuk menganalisis efektivitas pelatihan yang diberikan kepada Karang Taruna di Desa Barengkok. Fokus utamanya adalah melihat sejauh mana pemuda dapat meningkatkan pemahaman mengenai energi surya dan IoT, sekaligus mengukur kesiapan mereka dalam mendukung keberlanjutan sistem yang diterapkan. Melalui pendekatan ini, diharapkan lahir model pemberdayaan pemuda desa yang dapat direplikasi pada wilayah lain dengan kebutuhan dan tantangan yang serupa.

2. METODE

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Desa Barengkok, Kabupaten Bogor, dirancang dalam empat tahapan utama, yaitu persiapan, pelatihan, implementasi, dan evaluasi. Keempat tahapan ini saling terkait dan disusun secara sistematis agar tujuan peningkatan kapasitas pemuda melalui teknologi energi surya dan Internet of Things (IoT) dapat tercapai. Rangkaian kegiatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Kegiatan Pengabdian

a. Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan, tim pelaksana melakukan koordinasi dengan pemerintah desa dan pengurus Karang Taruna untuk melakukan identifikasi kebutuhan prioritas. Dari hasil diskusi, diketahui bahwa persoalan penerangan jalan dan distribusi air bersih menjadi isu mendesak yang memerlukan solusi teknologi tepat guna. Tim kemudian melakukan survei lapangan untuk menentukan titik-titik strategis pemasangan lampu penerangan bertenaga surya dan sensor IoT untuk pengelolaan air bersih. Selain itu, disiapkan pula modul pelatihan yang berisi materi tentang dasar-dasar energi terbarukan, prinsip kerja panel surya, konsep IoT, serta panduan praktis pemasangan perangkat.

b. Tahap Pelatihan

Pelatihan dilaksanakan dengan metode kombinasi antara penyampaian teori dan praktik langsung. Materi teori mencakup penjelasan mengenai potensi energi surya, cara kerja panel surya dalam menghasilkan listrik, prinsip dasar Internet of Things, dan penerapannya untuk pemantauan air bersih. Pada sesi praktik, peserta diperkenalkan dengan komponen utama sistem, seperti modul surya, baterai, inverter, lampu LED, sensor water level, mikrokontroler berbasis ESP8266, serta aplikasi monitoring berbasis internet.

Kegiatan pelatihan disusun secara bertahap. Pertama, peserta diperkenalkan dengan komponen panel surya dan alur konversi energi cahaya menjadi energi listrik. Kedua, peserta diajak merangkai modul sederhana untuk memahami alur kerja panel surya dan penyimpanan energi. Ketiga, peserta diperkenalkan pada sensor IoT, khususnya sensor ketinggian air yang dipadukan dengan mikrokontroler, lalu dikoneksikan ke perangkat monitoring berbasis web. Keempat, peserta dilatih melakukan simulasi instalasi secara kelompok, di mana mereka memasang panel surya mini dan mengintegrasikannya dengan sistem IoT untuk mengamati data sensor secara real-time.

c. Tahap Implementasi

Setelah pelatihan, peserta terlibat langsung dalam implementasi sistem di lingkungan desa. Pemasangan lampu penerangan tenaga surya dilakukan di titik-titik jalan utama yang sebelumnya minim pencahayaan. Sementara itu, sistem IoT dipasang di lokasi penampungan air bersih untuk memantau ketinggian air secara otomatis. Data yang ditangkap oleh sensor dikirim ke platform monitoring sehingga dapat diakses oleh perangkat desa maupun anggota Karang Taruna. Melalui tahapan ini, peserta tidak hanya belajar secara teoritis, tetapi juga berperan aktif dalam pembangunan infrastruktur desa.

d. Tahap evaluasi

Evaluasi dilakukan secara menyeluruh untuk menilai efektivitas kegiatan. Instrumen evaluasi berupa pretest dan posttest digunakan untuk mengukur peningkatan pengetahuan peserta terkait panel surya dan IoT. Evaluasi dilakukan melalui beberapa metode berikut:

1. Pre-test dan Post-test

Sebelum pelatihan dimulai, dilakukan pre-test untuk mengukur tingkat pemahaman awal guru tentang konsep collaborative coding dan penggunaan GIT. Setelah pelatihan selesai, dilakukan post-test dengan format dan materi yang sama untuk mengukur peningkatan pemahaman. Hasil dari pre-test dan post-test kemudian dibandingkan untuk menilai efektivitas pelatihan. Peningkatan pemahaman dinilai berdasarkan skor rata-rata yang diperoleh sebelum dan sesudah pelatihan.

2. Laporan Akhir

Setelah semua tahap evaluasi selesai, tim pelaksana menyusun laporan akhir yang berisi analisis data dari pre-test, post-test, dan survey kepuasan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN**3.1 Tahap Persiapan**

Pada tahap awal, tim pelaksana melakukan koordinasi dengan perangkat Desa Barengkok dan pengurus Karang Taruna. Diskusi dilaksanakan untuk mengidentifikasi kebutuhan utama masyarakat, khususnya dalam hal keterbatasan penerangan jalan dan pengelolaan air bersih yang masih dilakukan secara manual. Kedua persoalan ini dianggap paling mendesak karena berdampak langsung terhadap keamanan warga, aktivitas sosial, serta kesehatan masyarakat desa.

Setelah kebutuhan dipetakan, tim melakukan survei lapangan untuk menentukan titik strategis pemasangan lampu tenaga surya serta lokasi penampungan air yang akan dipasang sensor Internet of Things (IoT). Tahap ini juga mencakup persiapan modul pelatihan yang berisi materi mengenai energi terbarukan, prinsip kerja panel surya, konsep IoT, serta panduan teknis perakitan dan pemasangan perangkat.



Gambar 2. Koordinasi tim dengan perangkat Desa Barengkok dan Karang Taruna

3.2 Tahap Pelatihan dan Pendampingan

a. Tahap pelatihan dan Pendampingan

Pelatihan dilaksanakan secara tatap muka di Balai Desa Barengkok dan diikuti oleh anggota Karang Taruna. Materi yang diberikan meliputi teori dasar energi surya, prinsip kerja panel surya, potensi pemanfaatannya di desa, serta pengenalan Internet of Things beserta contoh penerapannya dalam pemantauan air bersih.

Setelah itu, peserta mengikuti praktik langsung berupa perakitan panel surya mini dan sensor water level yang dipadukan dengan mikrokontroler ESP8266. Peserta dilatih untuk menyambungkan sensor dengan sistem monitoring berbasis internet sehingga data ketinggian air dapat dipantau secara real-time.

Pada sesi pendampingan, peserta mencoba melakukan instalasi secara mandiri dengan didampingi tim pelaksana. Mereka didorong untuk mengidentifikasi kendala teknis, mulai dari penyambungan kabel, konfigurasi mikrokontroler, hingga kalibrasi sensor. Proses ini memberikan pengalaman praktis yang meningkatkan keterampilan sekaligus membangun rasa percaya diri peserta dalam mengelola sistem secara mandiri.



(a)



(b)

Gambar 3. Dokumentasi pelatihan (a) Penyampaian materi panel surya; (b) Praktik perakitan sensor IoT)



(a)



(b)

Gambar 4. Dokumentasi pendampingan (a) Pemasangan panel surya; (b) Kalibrasi sensor IoT bersama Karang Taruna

3.3 Tahap Implementasi

Tahap implementasi dilakukan dengan melibatkan Karang Taruna secara penuh dalam pemasangan sistem di lapangan. Lampu tenaga surya dipasang pada titik-titik jalan utama desa yang sebelumnya gelap pada malam hari, sehingga langsung memberikan manfaat dalam aspek keamanan dan kenyamanan masyarakat.

Selain itu, sistem IoT dipasang pada tangki penampungan air bersih desa. Sensor ketinggian air terhubung dengan mikrokontroler yang mengirimkan data ke dashboard monitoring. Dengan sistem ini, perangkat desa dan Karang Taruna dapat memantau kondisi air secara real-time menggunakan smartphone atau komputer, sehingga distribusi air menjadi lebih efisien dan terkendali.



(a)



(b)

Gambar 5. Implementasi (a) Pemasangan lampu tenaga surya di jalan desa; (b) Instalasi sensor IoT pada tangki air bersih

3.4 Tahap Evaluasi

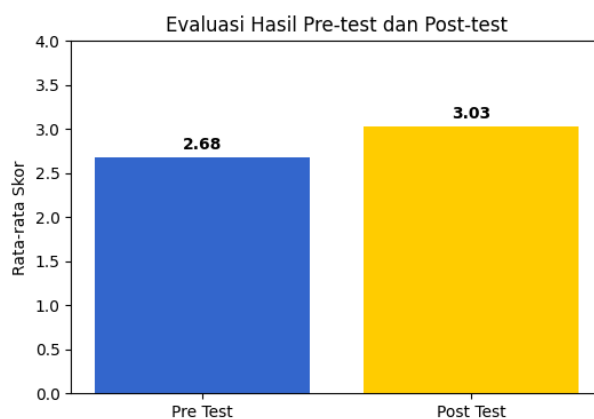
Evaluasi dilakukan untuk menilai efektivitas kegiatan dari aspek pengetahuan, sikap, dan keterampilan peserta.

Instrumen pretest dan posttest digunakan untuk mengukur pemahaman peserta. Hasil menunjukkan bahwa skor rata-rata pretest adalah 2,68, sedangkan skor rata-rata posttest meningkat menjadi 3,03. Hal ini berarti terdapat peningkatan sebesar 13,1% setelah pelatihan. Ditunjukkan pada tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Evaluasi Hasil pre-test dan post-test

Tahap	Rata-Rata Skor	Peningkatan
Pre Test	2.68	-
Post Test	3.03	13.1%

Dengan grafik peningkatan tertera pada gambar 6.



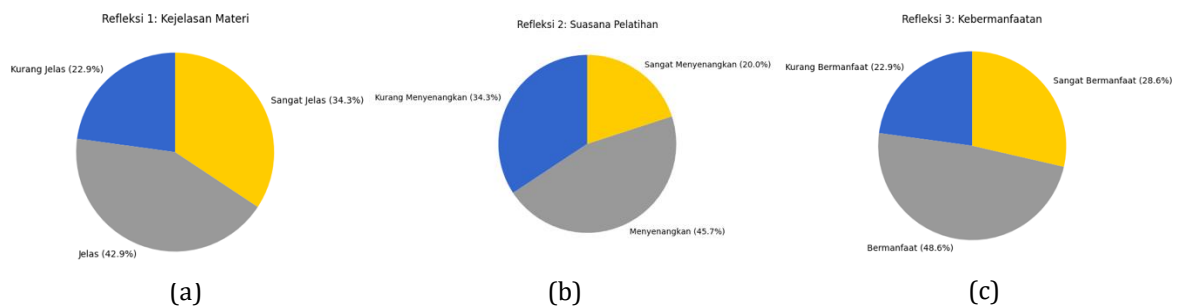
Gambar 6. Grafik peningkatan skor rata-rata pretest dan posttest

Selain aspek kognitif, refleksi pasca pelatihan memperlihatkan respon yang positif. Sebanyak 83% peserta menyatakan bahwa pelatihan membantu mereka memahami manfaat teknologi, 78% merasa percaya diri menjelaskan teknologi kepada orang lain, dan 80% menunjukkan kesediaan untuk terlibat dalam pemeliharaan sistem. Ditunjukkan pada tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Refleksi Peserta

Indikator Refleksi	Persentase Positif (4-5)
Pelatihan membantu memahami manfaat teknologi	83%
Peserta merasa mampu menjelaskan manfaat ke orang lain	78%
Peserta tertarik ikut merawat/mengembangkan teknologi	80%

Digambarkan pada grafik refleksi pada gambar 7 sebagai berikut.



Gambar 7. Grafik refleksi peserta (a) Pemahaman manfaat teknologi; (b) Kemampuan menjelaskan; (c) Minat dalam pemeliharaan sistem

Peningkatan skor pretest–posttest sebesar 13,1% menunjukkan bahwa pendekatan pelatihan partisipatif yang menggabungkan teori, praktik, dan pendampingan efektif dalam meningkatkan literasi teknologi Karang Taruna. Hasil ini konsisten dengan temuan ([Irsan et al., 2020](#)) yang menekankan bahwa pelatihan berbasis praktik langsung mendorong adopsi energi terbarukan di wilayah pedesaan.

Respon refleksi yang tinggi juga memperlihatkan bahwa peserta tidak hanya memahami teknologi, tetapi juga menunjukkan kesiapan untuk menjadi agen perubahan di desa. Hal ini sesuai dengan pandangan yang menegaskan bahwa keterlibatan pemuda dalam program komunitas sangat penting untuk keberlanjutan program.

Secara praktis, keberhasilan implementasi sistem panel surya dan IoT di Desa Barengkok membuktikan bahwa teknologi tepat guna dapat dimanfaatkan secara efektif apabila masyarakat lokal dilibatkan secara aktif dalam seluruh prosesnya. Hal ini memperkuat pandangan ([Zhang X & Zhang Z., 2020](#)) bahwa keberhasilan pembangunan smart village ditentukan oleh sinergi antara teknologi dan partisipasi komunitas. Lebih jauh, penerapan IoT untuk pemantauan air mendukung kajian ([Preeja, P., 2021](#)) yang menegaskan bahwa keberhasilan sistem pengelolaan air berbasis teknologi ditentukan oleh keterlibatan masyarakat dalam pengoperasian dan pemeliharannya.

Dengan demikian, program ini tidak hanya berhasil meningkatkan kapasitas teknis Karang Taruna, tetapi juga memperkuat peran mereka sebagai agen keberlanjutan dalam proses transformasi Desa Barengkok menuju smart village.

4. KESIMPULAN

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Desa Barengkok, Kabupaten Bogor, berhasil menunjukkan bahwa pemberdayaan pemuda melalui Karang Taruna dapat menjadi strategi efektif dalam mewujudkan konsep smart village. Penerapan panel surya untuk penerangan jalan dan sistem Internet of Things (IoT) untuk pemantauan air bersih tidak hanya memberikan manfaat langsung bagi masyarakat, tetapi juga menjadi sarana pembelajaran praktis bagi pemuda desa. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan rata-rata pengetahuan peserta sebesar 13,1% dari pretest ke posttest, yang menandakan bahwa metode pelatihan partisipatif efektif dalam meningkatkan pemahaman teknis mereka. Selain itu, refleksi peserta menunjukkan mayoritas respon positif, dengan 83% menyatakan pelatihan membantu mereka memahami manfaat teknologi, 78% merasa percaya diri menjelaskannya kepada orang lain, dan 80% siap terlibat dalam pemeliharaan sistem.

Secara praktis, luaran kegiatan berupa terpasangnya sistem penerangan tenaga surya dan instalasi IoT pada penampungan air telah memberikan dampak nyata bagi desa. Dampak ini memperlihatkan bahwa keberhasilan program tidak hanya ditentukan oleh kecanggihan teknologi, tetapi juga oleh partisipasi aktif masyarakat dalam perencanaan, implementasi, hingga pemeliharaan. Keterlibatan Karang Taruna yang intensif menegaskan bahwa pemuda memiliki

peran strategis sebagai agen keberlanjutan dalam pengelolaan sumber daya berbasis teknologi di pedesaan.

Berdasarkan hasil kegiatan, terdapat beberapa saran yang dapat diajukan. Pertama, perlunya replikasi model pemberdayaan ini di desa lain dengan menyesuaikan pada kebutuhan lokal sehingga manfaat teknologi dapat tersebar lebih luas. Kedua, pelatihan lanjutan mengenai perawatan sistem panel surya dan pengembangan aplikasi IoT diperlukan agar keberlanjutan sistem tetap terjaga. Ketiga, kolaborasi berkelanjutan antara perguruan tinggi, pemerintah desa, dan Karang Taruna perlu diperkuat untuk mendukung inovasi serta memperluas cakupan implementasi teknologi desa cerdas. Dengan langkah-langkah tersebut, diharapkan transformasi menuju smart village dapat terwujud secara lebih inklusif, berkelanjutan, dan berbasis partisipasi masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnold, Mary E., Wells, Elissa E., & Dolenc, Brooke. (2022). Youth Community Engagement: A Recipe for Success. *Community Development Journal*, 1(1), 57-65. doi: <http://dx.doi.org/10.54656/TOFF5948>.
- Hardi., Irsan, Saputra Ringga., & Edi, Mutig Idroes., & Ghalieb, Astina., & Chahayu, Praja Muda, Umri, & Rizky Noviandy., Teuku, & Idroes., Rinaldi. (2025). Green human development in Indonesia: Role of renewable and nonrenewable energy. *Chinese Journal of Population Resources and Environment*, 23(3):397-411. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cjpre.2025.07.010>.
- Hombone, Esau. (2025). Smart Village sebagai Solusi Inovatif Pembangunan Daerah Terpencil. *RIGGS Journal of Artificial Intelligence and Digital Bussines*, 4(1), 122–131. doi: <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i1.380>.
- International Energy Agency (IEA). (2021). World energy outlook 2021. Paris: IEA.
- Madhavireddy., Vennam, & Koteswarrao., Bonagiri. (2018). Smart Water Quality Monitoring System Using Iot Technology. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4):636-639. doi: <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.36.24214>.
- Mieczysław, Adamowicz & Anna Zwolińska-Ligaj, Magdalena. (2020). The “Smart Village” as a Way to Achieve Sustainable Development in Rural Areas of Poland. *Journal of Rural Studies*, 79, 38–45. doi: <https://doi.org/10.3390/su12166503>.
- Nugroho, Agung., & Kurniasari, Laeli., & Prasetyo Jati, Isnanto., & Prianto, Riska., & Tio Ageng Nugroho, Ardi (2024). Penerapan Internet of Things untuk Penyediaan Air Bersih di Desa Jedung Kecamatan Gunungpati Kota Semarang. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(3), 146–155. doi: <https://doi.org/10.37567/pkm.v4i3.3363>.
- Preeja, P., Narendran, Sreekanth & Vinodini Ramesh, Maneesha. (2021). An Internet of Things (IoT) based Sustainable Water Management. *IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC)*, 7(4), 1–12. doi: <https://doi.org/10.1109/GHTC.2017.8239320>.
- Shahed, Md Tanvir., & Haque, Md Mofizol., & Akter, Suma., & Mian, Sumon. (2023). IoT-Enabled Smart Solar Energy Management System for Enhancing Smart Grid Power Quality and Reliability. *SN Computer Science*, 4(805). doi: <https://doi.org/10.1007/s42979-023-02298-8>.
- Singh, Manmeet & Ahmed, S. (2021). IoT based smart water management systems: A systematic review, *Materials today: Proceeding*. 46(11), 5211-5218. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.08.588>.
- Zakiyyah, Nuriy Zulfah., & Siswanto, Joko. (2020). Development of Electrification Planning Method with Renewable Energy Technology: Case Study in Central Sulawesi. Faculty of Industrial Technology, Bandung Insitute of Technology. from <https://gcs.itb.ac.id/proceeding-igsc/igsc/article/view/460>
- Zhang, Xiaojuan., & Zang, Zhengang. (2020). How Do Smart Villages Become a Way to Achieve Sustainable Development in Rural Areas? *Smart Village Planning and Practices in China. Sustainability*, 78, 234–245. doi: <https://doi.org/10.3390/su122410510>.