



Sistem Pengawasan Digital Berbasis Solar Power Hybrid dengan Automatic Switching System sebagai Media Penguatan Keamanan Lingkungan Warga Desa Kebonan, Kalitirto

Digital Surveillance System Based on Hybrid Solar Power with Automatic Switching System as a Medium for Strengthening Environmental Security for Residents of Kebonan Village, Kalitirto

Hasan Zidni^{1*}, Vando Gusti Al Hakim², Ilmawan Mustaqim³, Ketut Ima Ismara⁴, Ganib Wibowo⁵

^{1,5}Teknik Elektro, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

²Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

^{3,4}Pendidikan Mekatronika, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

*Penulis Korespondensi: hasanzidni@uny.ac.id

Riwayat Artikel:

Naskah Masuk: 11 Agustus 2026;

Revisi: 02 September 2026;

Diterima: 27 September 2026;

Terbit: 30 September 2026

Keywords: Automatic Switching System; CCTV; Environmental Security; Smart Village; Solar Power Hybrid.

Abstract. The absence of visual surveillance facilities on the main road of Kebonan Village, Kalitirto, Berbah, Sleman triggered vulnerability to criminal acts and made it difficult to monitor the activities of vehicles and residents. This Community Service (PkM) program aimed to implement a digital surveillance system consisting of 5MP wireless CCTVs based on Hybrid Solar Power equipped with an Automatic Switching System. The utilization of this technology serves to maintain 24-hour non-stop camera power continuity by automatically shifting the primary energy source from solar panels to the PLN grid when the integrated battery supply is insufficient due to cloudy weather or at night. The program's execution method involved six main stages: site survey, problem identification, planning consensus with residents, installation of two CCTV units (facing inward and outward directions of the village road), power transition system testing, and device maintenance socialization for the community. The results demonstrated that all technical infrastructure was successfully installed with precision and functioned optimally without any connection or visual recording interruptions. Social impact evaluation using a Likert scale questionnaire revealed a significant increase in the residents' environmental security index from an average score of 3.15 to 4.15, and the activity comfort index from 3.22 to 4.11 (on a 1–5 scale). The implementation of this energy-independent smart surveillance system has successfully provided a sense of security to the community while supporting the sustainable acceleration of the rural smart village concept.

Abstrak

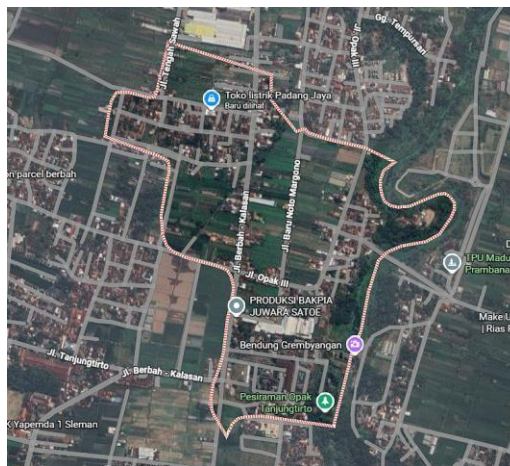
Ketiadaan fasilitas pengawasan visual di jalan utama Desa Kebonan, Kalitirto, Berbah, Sleman memicu kerentanan terhadap tindak kriminalitas serta menyulitkan pemantauan aktivitas kendaraan dan warga. Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem pengawasan digital berupa CCTV wireless 5MP berbasis *Solar Power Hybrid* yang dilengkapi dengan *Automatic Switching System*. Penggunaan teknologi ini berfungsi menjaga kontinuitas daya kamera selama 24 jam nonstop dengan mengalihkan sumber energi utama dari panel surya ke jaringan PLN secara otomatis saat pasokan baterai terintegrasi tidak mencukupi akibat cuaca mendung atau malam hari. Metode pelaksanaan program melibatkan enam tahapan utama, yaitu survei lokasi, identifikasi masalah, kesepakatan rencana dengan warga, pelaksanaan instalasi dua unit CCTV (menghadap arah dalam dan luar jalan desa), pengujian sistem transisi daya, serta sosialisasi pemeliharaan perangkat kepada masyarakat. Hasil kegiatan menunjukkan seluruh infrastruktur teknologi terpasang secara presisi dan berfungsi optimal tanpa adanya interupsi koneksi atau rekaman visual. Evaluasi dampak sosial kemasyarakatan melalui kuesioner skala Likert menunjukkan peningkatan signifikan pada indeks

keamanan lingkungan warga dari skor rata-rata 3,15 menjadi 4,15, serta indeks kenyamanan warga saat beraktivitas dari 3,22 menjadi 4,11 (skala 1–5). Penerapan sistem pengawasan cerdas mandiri energi ini berhasil memberikan rasa aman bagi masyarakat sekaligus mendukung akselerasi konsep *smart village* pedesaan secara berkelanjutan.

Kata Kunci: *Automatic Switching System; CCTV; Keamanan Lingkungan; Smart Village; Solar Power Hybrid.*

1. PENDAHULUAN

Keamanan lingkungan merupakan aspek fundamental dalam mewujudkan tata kelola pedesaan yang kondusif, tertib, dan berkelanjutan menuju era desa cerdas (*smart village*). Namun, keterbatasan infrastruktur pengawasan visual kerap kali menjadi celah kerentanan bagi wilayah rural (Lalitha et al., 2024; Lombardo, 2026). Masalah ini secara nyata dihadapi oleh masyarakat Desa Kebonan, Jrebesan, Kalitirto, Kecamatan Berbah, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta (seperti yang dipetakan pada Gambar 1). Berdasarkan hasil observasi lapangan dan koordinasi bersama tokoh masyarakat setempat, akses utama dan gerbang masuk desa belum memiliki fasilitas *Closed Circuit Television* (CCTV) publik. Ketiadaan sistem pemantauan ini menyebabkan pergerakan kendaraan maupun individu yang keluar masuk wilayah desa tidak dapat dipantau sama sekali. Kondisi tersebut tidak hanya meningkatkan risiko kerentanan terhadap tindak kriminalitas pada malam hari, tetapi juga mempersulit pengurus desa dalam melakukan identifikasi visual sebagai bukti rekaman autentik apabila terjadi gangguan keamanan di lingkungan pemukiman warga (Ceccato & Abraham, 2022; Thomas et al., 2022).



Gambar 1. Letak Geografis Kebonan, Jrebesan, kalitirto, Kecamatan Berbah.

Upaya pemenuhan sistem keamanan konvensional di pedesaan umumnya menghadapi tantangan tersendiri, khususnya ketergantungan penuh pada pasokan energi listrik dari PT PLN (Persero). Hal ini berimplikasi pada munculnya biaya operasional bulanan yang membebani kas desa, di samping adanya risiko pemadaman listrik yang dapat melumpuhkan sistem pengawasan secara instan. Di sisi lain, peningkatan konsumsi listrik nasional yang masih

bertumpu pada energi fosil batu bara memicu urgensi peralihan ke sumber energi terbarukan (Kementerian ESDM, 2025; Ditjen Gatrik, 2025). Pemanfaatan energi radiasi matahari melalui sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan proses fotovoltaik menjadi alternatif yang efisien, ramah lingkungan, serta mampu memotong biaya tagihan bulanan secara signifikan (Lestari, Kumara, & Giriantari, 2021; Maka & Alabid, 2022). Meskipun investasi awal komponen PLTS relatif tinggi (Agus & Purwanto, 2023; Tharo & Hamdani, 2020), inovasi mandiri energi ini sangat prospektif untuk diterapkan sebagai solusi infrastruktur pengawasan fasilitas publik pedesaan.

Tantangan utama dari pengaplikasian PLTS untuk perangkat keamanan nirkabel yang wajib beroperasi aktif selama 24 jam penuh adalah fluktuasi cuaca, seperti kondisi mendung, berawan, atau malam hari ketika pengisian daya baterai tidak berjalan maksimal (Bahagiya, Kuncoro, & A'raafath, 2026; Ukoba et al., 2024). Guna mengatasi limitasi tersebut, diperlukan sentuhan inovasi rekayasa berupa konfigurasi *Solar Power Hybrid* yang diintegrasikan dengan *Automatic Switching System*. Teknologi pengalihan otomatis berbasis modul relay ini memungkinkan transisi catu daya secara seketika dari baterai surya ke jaringan listrik PLN apabila tegangan baterai berada di bawah batas operasional minimum akibat minimnya paparan sinar matahari (Riyanto & Rusdiyanto, 2024; Wibowo, Erivianto, & Rahmانيar, 2025). Melalui integrasi sistem *hybrid* ini, ketergantungan terhadap listrik PLN dapat direduksi secara signifikan tanpa mengorbankan kontinuitas perekaman data visual kamera pengawas (Izuka et al., 2023; Liano, Wibowo, & Dalimunthe, 2026).

Berdasarkan situasi tersebut, melalui program Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) yang diinisiasi oleh kolaborasi dosen dan mahasiswa Universitas Negeri Yogyakarta, dilakukan implementasi teknologi sistem pengawasan digital berbasis *Solar Power Hybrid* dengan *Automatic Switching System* di Desa Kebonan, Kalitirto. Intervensi teknologi tepat guna ini difokuskan pada perancangan dan instalasi dua unit *CCTV nirkabel* beresolusi tinggi 5MP yang diletakkan secara strategis untuk menjangkau titik buta (*blind spot*) gerbang masuk desa. Melalui pelaksanaan program ini, diharapkan tidak hanya memberikan dampak langsung terhadap peningkatan indeks rasa aman dan kenyamanan sosial warga setempat berdasarkan data evaluasi kuantitatif, melainkan juga mampu mengedukasi masyarakat mengenai tata cara pemeliharaan energi bersih, serta menjadi percontohan (*role model*) replikasi infrastruktur digital berbasis energi mandiri bagi pedesaan lainnya menuju konsep *smart village* (Erina et al., 2025).

2. METODE

Pelaksanaan program Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini bertempat di wilayah Desa Kebonan, Kalitirto, Kecamatan Berbah, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, dengan lokus utama pada gerbang akses masuk desa. Mitra sasaran dalam kegiatan ini adalah warga Desa Kebonan, yang direpresentasikan oleh tokoh masyarakat, pemuda karang taruna, serta aparat pemerintah desa yang bertindak sebagai fasilitator lapangan. Program dilaksanakan secara kolaboratif oleh tim dimulai pada tanggal 20 April 2026 yang dilanjutkan dengan eksekusi fisik pada bulan Mei 2026. Guna memastikan ketercapaian target intervensi teknologi, metode pelaksanaan kegiatan dirancang secara sistematis ke dalam empat fase utama yang diadopsi dari siklus pengembangan fasilitas publik cerdas, sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Tahapan Pelaksanaan Pengabdian Masyarakat.

Survey Lokasi

Fase awal kegiatan dilakukan melalui observasi dan survei lapangan secara langsung di area jalan utama Desa Kebonan. Langkah ini bertujuan untuk memetakan kondisi eksisting infrastruktur keamanan, menganalisis ketersediaan sumber daya listrik di sekitar tiang tumpuan, serta menganalisis potensi hambatan fisik lingkungan (seperti rindang pepohonan atau bayangan bangunan) yang dapat mengurangi efisiensi penyerapan intensitas cahaya matahari oleh panel surya fotovoltaik.

Identifikasi Permasalahan

Berdasarkan data yang dihimpun dari tahapan survei, tim melakukan analisis komparatif mengenai kebutuhan riil masyarakat terhadap sistem keamanan digital. Hasil identifikasi menunjukkan adanya kerentanan keamanan lokal akibat tiadanya perangkat pengawas umum yang merekam mobilitas kendaraan dan warga yang keluar-masuk desa. Masalah ini mendasari urgensi perancangan sistem kamera pengawas nirkabel mandiri energi yang andal beroperasi 24 jam penuh tanpa membebani finansial desa.

Kesepakatan Rencana Kegiatan

Setelah memetakan masalah, tim PkM menggelar forum diskusi bersama perangkat desa dan tokoh masyarakat untuk menyepakati rencana teknis implementasi perangkat sistem pengawasan. Hasil musyawarah menyepakati konfigurasi penempatan dua unit kamera pengawas: CCTV 1 dipasang menghadap ke arah dalam jalan pemukiman desa, sedangkan

CCTV 2 diarahkan ke luar menuju akses jalan raya utama. Formulasi cakupan pandang (*field of view*) ini disetujui bersama guna memastikan seluruh aktivitas mobilitas warga maupun pihak luar dapat terpantau secara simetris.

Pelaksanaan Kegiatan

Tahap eksekusi fisik dilakukan melalui integrasi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Proses ini terbagi ke dalam tiga langkah utama:

- a. Perakitan Elektronik: Tim merakit modul *CCTV Cell PT 2C 5MP*, panel surya *FSP12 3W*, dan rangkaian komponen *Automatic Switching Power Source* ke dalam *Box Control* PVC. Bagian sambungan dilapisi cairan silikon (*sealant*) untuk proteksi cuaca luar ruangan.
- b. Instalasi Fisik: Bersama warga desa, unit kotak kontrol dan tiang penyangga dipasang secara mekanis pada titik gerbang yang telah disepakati.
- c. Registrasi Inisial Sistem: Mengintegrasikan kamera pengawas ke ekosistem awan (*cloud*) melalui aplikasi ponsel IMOU LIFE menggunakan enkripsi nirkabel 2,4 GHz. Hak akses admin utama dikunci pada gawai milik pengurus inti desa guna membatasi kendali konfigurasi dan menjaga privasi data rekaman lingkungan.

Pengujian Sistem

Pengujian keandalan sistem dilakukan secara menyeluruh untuk memastikan performa pengawasan digital berjalan sesuai standar operasional rekayasa teknis. Parameter pengujian meliputi:

- a) Uji Elektrikal: Mengukur durasi pengisian daya baterai Li-ion internal 5000 mAh melalui panel surya, serta menguji kecepatan respon *Relay Switching* 5V DC dalam mengalihkan suplai daya cadangan dari adaptor PLN secara instan ketika pasokan energi surya berada di bawah ambang batas minimum.
- b) Uji Fungsionalitas Digital: Memastikan kelancaran fitur pemantauan langsung (*live view*), kualitas tangkapan gambar resolusi tinggi, fungsi kontrol putar lensa kamera (90 derajat), kejelasan transmisi audio dua arah, stabilitas notifikasi sensor deteksi pintar manusia (*human detection*), serta manajemen fungsionalitas berbagi akses data rekaman visual (*multi-device access sharing*) kepada gawai pengurus RT/RW.

Sosialisasi

Sebagai tahap akhir penutup program sekaligus penentu keberlanjutan (*sustainability*) manfaat teknologi, dilakukan edukasi formal dalam bentuk *workshop* bersama warga desa. Materi sosialisasi mencakup tata cara pembersihan berkala permukaan panel surya dari debu kotoran dan prosedur penanganan gangguan teknis ringan (*troubleshooting*). Pada fase ini, tim juga melakukan evaluasi dampak pengabdian dengan membagikan kuesioner skala *Likert* yang

diadaptasi dari indikator *Technology Acceptance Model* (TAM) [Davis, 1989; Jogiyanto, 2007] dan kuesioner *Survei Kepuasan Masyarakat* berdasarkan PermenPAN-RB No. 14 Tahun 2017 untuk mengukur indeks perubahan persepsi keamanan warga. Tahap sosialisasi ini diakhiri dengan prosesi serah terima dokumen berita acara aset teknologi secara simbolis kepada pemerintah desa.

3. HASIL

Kegiatan pemasangan CCTV dilaksanakan selama dua hari, yaitu pada tanggal 9 Mei – 10 Mei 2026, bertempat di Desa Kebonan, Kalitirto, Kecamatan Berbah, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Pelaksanaan program ini merupakan bagian dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan oleh dosen dan mahasiswa Universitas Negeri Yogyakarta dengan fokus pada pemasangan CCTV berbasis energi terbarukan mandiri. Kegiatan diikuti oleh beberapa warga sekitar serta tim pengabdian masyarakat dengan dosen dan mahasiswa Universitas Negeri Yogyakarta. Kegiatan diawali dengan survei lokasi untuk menentukan titik pemasangan CCTV seperti gambar 3 berikut



Gambar 3. Survei lokasi pemasangan CCTV.

Pada Gambar 3. Dilakukan Survei bersama tokoh masyarakat dan warga setempat dengan meninjau kondisi jalan utama, tempat keluar masuknya kendaraan menuju desa dan kondisi tiang listrik tempat pemasangan CCTV, mengidentifikasi beberapa objek yang kemungkinan mengurangi efektifitas pengisian daya dengan panel surya, seperti pepohonan, bangunan, maupun objek lain yang dapat menghalangi paparan sinar matahari. Hasil survei menunjukkan bahwa lokasi yang dipilih memiliki cakupan pandang yang cukup luas terhadap akses utama desa sehingga memungkinkan proses pemantauan kendaraan dan masyarakat yang keluar masuk wilayah desa dilakukan secara optimal. Berdasarkan hasil tersebut, ditetapkan titik pemasangan yang mampu mendukung kinerja CCTV sekaligus memastikan panel surya memperoleh intensitas cahaya matahari yang cukup untuk mengisi baterai dan menjaga kontinuitas operasional sistem. Setelah titik pemasangan ditentukan, dilakukan persiapan untuk

instalasi CCTV ke titik pemasangan. Persiapan tersebut meliputi, perakitan CCTV, panel surya, dan komponen automatic switch power source didalam box control seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses perakitan CCTV.

Pada Gambar 4 merupakan proses perakitan ini melibatkan mahasiswa dan dosen Universitas Negeri Yogyakarta. Adapun pada proses perakitan memiliki spesifikasi seperti berikut

Tabel 1. Spesifikasi CCTV Berbasis *Hybrid* PLTS.

Komponen	Fungsi	Tipe
CCTV	Perangkat pemantauan dan perekaman	CCTV Cell PT 2C 5MP
Panel Surya	Mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik untuk pengisian baterai CCTV	Solar Panel FSP12 3W, 6V, 0,5A
Baterai	Menyimpan energi untuk operasional CCTV	Baterai Li-ion 5000 mAh (terintegrasi pada CCTV)
Box Control	Tempat komponen autoswitching dan pengatur sumber daya	Box Control PVC
Relay Switching	Mengalihkan sumber listrik secara otomatis antara panel surya dan PLN	Relay Module 5 V DC dengan Optocoupler
Adaptor	Menyuplai daya dari jaringan PLN sebagai sumber listrik cadangan	Adaptor USB Type-C 5 V DC



Gambar 5. CCTV dan Panel Surya yang Digunakan.

CCTV yang digunakan pada sistem ini merupakan kamera wireless dilengkapi dengan baterai yang dapat diisi ulang, yaitu CCTV Cell PT 2C 5MP dari IMOU LIFE. CCTV ini mampu menghasilkan kualitas gambar dengan resolusi tinggi, sehingga dapat memantau kegiatan warga dan kendaraan yang keluar masuk desa dengan lebih jelas. Selain itu, CCTV

mendukung koneksi Wi-Fi 2,4 GHz, fitur audio dua arah, deteksi gerakan manusia dan kendaraan, penyimpanan data menggunakan kartu microSD, serta memiliki tingkat proteksi IP65, sehingga mampu bertahan di luar ruangan. Dengan spesifikasi tersebut, CCTV dapat digunakan untuk melakukan pemantauan keamanan lingkungan secara efektif dan berkelanjutan.



Gambar 6. Proses Instalasi CCTV Pada Titik Tiang Yang Sudah Ditentukan.

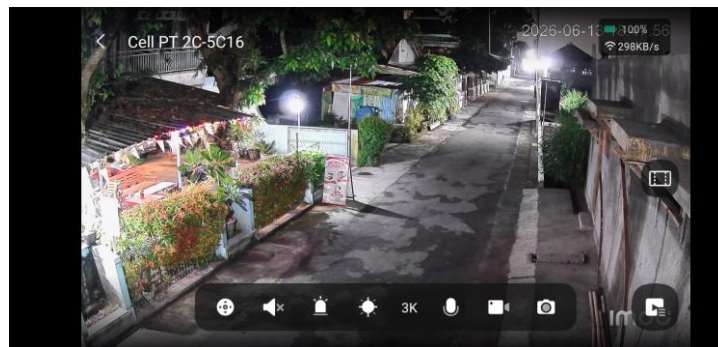
Tahap berikutnya adalah instalasi CCTV, panel surya, dan box control yang berisi komponen automatic switching power source yang sudah dirakit sebelumnya ke titik tiang yang sudah ditentukan sebelumnya. Pada tahap ini melibatkan warga desa untuk membantu arah pandang CCTV dan kemiringan panel surya agar penyerapan cahaya matahari optimal. Sedangkan tim pengabdian masyarakat yang terdiri dari dosen dan mahasiswa, memasang rakitan CCTV ke tiang listrik.



Gambar 7. CCTV dan Panel Surya Terpasang.

CCTV berbasis PLTS telah terpasang pada titik yang telah ditentukan di jalan utama Desa Kebonan sesuai dengan hasil survei lokasi sebelumnya. Setelah proses pemasangan selesai, dilakukan pengujian sistem untuk memastikan bahwa CCTV berbasis tenaga surya

dapat beroperasi dengan baik sesuai dengan perancangan yang telah dibuat. Pengujian meliputi pengecekan kualitas koneksi CCTV dengan jaringan Wi-Fi dan aplikasi IMOU LIFE untuk memastikan proses pemantauan dapat dilakukan secara real-time, serta uji durasi pengisian daya baterai dan berapa lama CCTV dapat beroperasi tanpa terhubung ke sumber listrik. Selain itu, dilakukan pengujian terhadap fitur-fitur CCTV dan uji sistem automatic switching power source untuk memastikan pergantian sumber listrik dapat dijalankan secara otomatis tanpa kendala. Selanjutnya, dilakukan pengujian akses pengguna dengan memastikan CCTV dapat diakses melalui aplikasi IMOU LIFE. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, seluruh sistem CCTV berbasis PLTS dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya, sehingga siap digunakan sebagai sarana pemantauan dan pengawasan lingkungan guna meningkatkan keamanan masyarakat secara optimal.



Gambar 8. Hasil Tangkapan Layar Pemantauan CCTV Di Malam Hari.

Berdasarkan hasil pemasangan dan pengujian yang telah dilakukan, sistem CCTV berbasis PLTS dapat beroperasi dengan baik sesuai dengan tujuan perancangan. CCTV mampu melakukan pemantauan secara real-time, merekam setiap kegiatan warga di area yang terpantau CCTV, serta memberikan akses pemantauan kepada beberapa warga desa melalui aplikasi IMOU LIFE. Sistem yang ditenagai dari cahaya matahari berfungsi dengan baik dalam mengisi baterai CCTV, sehingga perangkat dapat beroperasi secara mandiri dan mengurangi bahkan tanpa menggunakan sumber listrik dari PLN. Meskipun mengharuskan menggunakan listrik dari PLN, sistem *automatic switching power source* berfungsi dengan baik tanpa kendala, sehingga memungkinkan CCTV untuk tetap beroperasi dalam kondisi apapun. Dengan demikian, sistem CCTV berbasis PLTS yang telah dipasang dapat menjadi solusi yang efektif dan berkelanjutan untuk meningkatkan keamanan serta mendukung kegiatan pengawasan dan pemantauan lingkungan di Desa Kebonan.

Untuk mengukur tingkat keberhasilan dan dampak sosial kemasyarakatan dari program PkM ini, dilakukan evaluasi kuantitatif melalui penyebaran kuesioner kepada warga Desa Kebonan selaku penerima manfaat utama. Pengukuran dampak membandingkan persepsi

masyarakat pada kondisi sebelum (*pre-test*) dan sesudah (*post-test*) intervensi teknologi berbasis skala *Likert* (1–5), dengan hasil yang dipaparkan pada Tabel 2 and Tabel 3.

Tabel 2. Hasil Komparatif Persepsi Keamanan dan Kenyamanan Lingkungan Warga (N=27).

No	Kriteria Evaluasi	Skor Rata-Rata Sebelum Intervensi (Pre-test)	Skor Rata-Rata Sesudah Intervensi (Post-test)	Delta Kenaikan	Persentase Peningkatan (%)
1	Indeks tingkat keamanan bagi masyarakat	3,15	4,15	+1,00	31,75%
2	Indeks tingkat kenyamanan saat beraktivitas	3,22	4,11	+0,89	27,64%

Tabel 3. Distribusi Frekuensi Tingkat Kepuasan Akhir Warga Terhadap Program PkM.

No	Skala Penilaian	Kategori Tingkat Kepuasan	Frekuensi (Orang)	Persentase (%)
1	5	Sangat Puas	14	51,85%
2	4	Puas	11	40,74%
3	3	Cukup Puas	2	7,41%
4	2	Kurang Puas	0	0,00%
5	1	Sangat Tidak Puas	0	0,00%
Total			27	100,00%

Berdasarkan pemaparan data objektif pada Tabel 2, terlihat adanya lonjakan yang signifikan pada seluruh indikator persepsi sosial masyarakat. Indeks tingkat keamanan lingkungan di Desa Kebonan melompat sebesar 31,75%, dari skor rata-rata awal 3,15 menjadi 4,15 setelah perangkat dioperasikan. Pola kenaikan yang searah juga ditunjukkan oleh indeks kenyamanan warga saat beraktivitas yang terdongkrak sebesar 27,64% (dari skor 3,22 menjadi 4,11). Kenaikan ini mengindikasikan bahwa kehadiran fisik sitem pengawasan digital berbasis *Solar Power Hybrid* memberikan efek deterren psikologis (*psychological deterrent effect*) yang nyata bagi potensi pelaku kriminalitas, sekaligus menumbuhkan ketenangan pikiran (*peace of mind*) bagi warga yang beristirahat di malam hari.

Keberhasilan penerimaan teknologi ini diperkuat oleh tingkat kepuasan publik yang dirangkum pada Tabel 3, di mana akumulasi persentase warga yang menyatakan "Puas" dan "Sangat Puas" mencapai angka mutlak 92,59%. Tingginya apresiasi warga ini tidak lepas dari keandalan pasokan energi sirkuit *Automatic Switching System* yang menjamin kamera terus merekam visual tanpa interupsi, sekalipun desa mengalami kondisi pemadaman listrik PLN.

4. DISKUSI

Implementasi sistem pengawasan digital berbasis *Solar Power Hybrid* dengan *Automatic Switching System* di Desa Kebonan, Kalitirto telah dieksekusi secara optimal sesuai dengan perencanaan fungsional di lapangan. Berdasarkan hasil uji coba operasional, integrasi komponen elektrik (panel surya, kotak kontrol, dan modul *relay switching*) mampu mengamankan pasokan daya menuju perangkat kamera nirkabel secara berkesinambungan tanpa interupsi. Keandalan teknologi *automatic switching* terbukti krusial dalam memitigasi keterbatasan inheren dari PLTS konvensional. Melalui mekanisme pengalihan otomatis ke jaringan PLN saat kondisi baterai menurun, sistem ini mampu menjamin aktivitas perekaman visual tetap berjalan aktif selama 24 jam penuh, termasuk saat kondisi cuaca mendung ekstrem maupun malam hari.

Meskipun demikian, sebagai catatan evaluasi penting (*lesson learned*), tim sempat menghadapi kegagalan fungsi pada satu unit kamera pasca-instalasi akibat ketidakstabilan sirkuit tegangan awal. Langkah mitigasi cepat berupa penggantian unit komponen dan penguatan isolasi fungsional pada *Box Control* PVC berhasil menyelesaikan kendala tersebut. Melalui proses perbaikan kolektif yang melibatkan pemuda karang taruna ini, transfer iptek berupa keahlian pemeliharaan preventif dan *troubleshooting* dasar dapat ditanamkan secara langsung kepada masyarakat demi menjamin keberlanjutan (*sustainability*) jangka panjang infrastruktur cerdas desa menuju konsep *smart village*.

Signifikansi peningkatan indeks persepsi keamanan dan kenyamanan warga setelah instalasi sirkuit, yang diperkuat oleh tingginya tingkat kepuasan publik, mengindikasikan bahwa intervensi teknologi ini berhasil melampaui sekadar pemenuhan fungsi teknis rekayasa dan berdampak langsung pada penguatan modal sosial (*social capital*) komunitas. Secara analitis, transisi psikologis masyarakat dari kondisi rentan menjadi kondusif membuktikan bahwa integrasi sistem *Solar Power Hybrid* dengan *Automatic Switching System* (yang menjamin kontinuitas operasional kamera tanpa interupsi daya) mampu secara efektif mengeliminasi kecemasan publik (*public anxiety*) terhadap titik rawan (*blind spots*) desa di malam hari. Penerimaan teknologi yang sangat positif ini juga merefleksikan tingkat kesiapan (*readiness*) warga Desa Kebonan dalam mengadopsi ekosistem tata kelola berbasis digital. Namun, tingginya ekspektasi warga yang terekam dalam umpan balik kualitatif mengenai perlunya perluasan wilayah dan jadwal pemeliharaan berkala menegaskan bahwa keberlanjutan (*sustainability*) jangka panjang dari program *Smart Village* ini tidak lagi bertumpu pada keandalan mekanis perangkat semata, melainkan pada institusionalisasi tata kelola pemeliharaan preventif yang mandiri oleh kader lokal atau karang taruna desa selaku

aktor penggerak utama.

Sebagai bagian dari keberlanjutan program, tim menggelar workshop edukasi mengenai prosedur pemeliharaan preventif (seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9.a). Sosialisasi ini difokuskan pada tata cara pembersihan berkala permukaan panel surya dari akumulasi debu yang dapat menurunkan efisiensi konversi fotovoltaik, serta manajemen operasional akun aplikasi IMOU LIFE. Keberadaan sistem pemantauan cerdas yang andal dan mandiri energi ini menjadi fondasi awal yang kokoh bagi Desa Kebonan dalam mempercepat akselerasi tata kelola lingkungan berbasis digital menuju konsep *smart village* yang aman, modern, dan mandiri. Seluruh rangkaian kegiatan ini diakhiri secara formal melalui penandatanganan berkas dan penyerahan aset secara simbolik kepada pimpinan lingkungan setempat (Gambar 9.b).



Gambar 9. (a) Sosialisasi Pemeliharaan Sistem CCTV Hybrid Dan Manajemen Aplikasi Bersama Warga Dan (b) Serah Terima Aset Teknologi Sistem Pengawasan Digital Kepada Pengurus Desa.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang telah dilaksanakan, implementasi dua unit sistem pengawasan digital CCTV *hybrid* berbasis PLTS-PLN dengan *Automatic Switching System* di Desa Kebonan, Kalitirto, Kecamatan Berbah, Kabupaten Sleman, DIY berhasil diselesaikan dengan capaian yang optimal. Penerapan teknologi rekayasa mandiri energi ini terbukti memberikan dampak sosial-kemasyarakatan yang signifikan, ditandai dengan melonjaknya indeks keamanan lingkungan sebesar 31,75% dan indeks kenyamanan aktivitas warga sebesar 27,64%, serta tingkat kepuasan publik yang mencapai 92,59%. Mekanisme *automatic switching* mampu mengatasi keterbatasan daya surya dengan menjamin kontinuitas perekaman visual 24 jam nonstop secara efisien. Melalui kolaborasi aktif antara dosen dan mahasiswa Universitas Negeri Yogyakarta dengan kelompok

kemasyarakatan, program ini tidak hanya berhasil menekan kerentanan wilayah pada titik rawan (*blind spots*), tetapi juga berhasil menanamkan kapasitas tata kelola teknologi secara mandiri oleh kader lokal. Infrastruktur ini diharapkan dapat menjadi percontohan (*role model*) replikasi teknologi keamanan lingkungan berbasis energi terbarukan yang aplikatif untuk wilayah pedesaan lainnya.

PENGAKUAN

Tim pelaksana mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Negeri Yogyakarta atas dukungan pendanaan dan fasilitasi dalam program pengabdian ini kontrak nomor : 56.17/DST/UN34.15/T/PT.01.03/2026. Apresiasi dan terima kasih juga disampaikan kepada Pemerintah Kelurahan Kalitirto, pengurus RT 02 / RW 20 Dusun Kebonan, serta tim mahasiswa Departemen Pendidikan Teknik Elektro UNY atas sinergi, bantuan, dan kerja samanya di lapangan sehingga sistem pengawasan cerdas ini dapat terimplementasi dengan optimal.

DAFTAR REFERENSI

- Agus, A., & Purwanto, A. I. (2023). Perencanaan alternatif penerangan di Jalan Tubanan Baru Surabaya menggunakan tenaga surya. *Journal of Technology and Science (J-Technos)*, 1(3). <https://doi.org/10.33478/j-technos.v1i3.2>
- Bahagiya, M. U., Kuncoro, B. T., & A'raafath, I. (2026). Tinjauan sistematis: Tantangan teknis dan operasional pada sistem pembangkit tenaga listrik dalam transisi energi global. *JuTEkS (Jurnal Teknik Elektro dan Sains)*, 13(1), 433–441. <https://doi.org/10.32832/juteks.v13i1.22983>
- Ceccato, V., & Abraham, J. (2022). *Crime and safety in the rural: Lessons from research*. Springer Nature.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Ditjen Gatrik. (2025). *Buku statistik ketenagalistrikan 2024*. https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/91fa8-buku-statistik-ketenagalistrikan-2024.pdf
- Erina, L., Kencana, N., Pangestu, A., Azzahri, R., Maulidya, A., Tobing, A. C. I. L., ... Safriansyah, T. (2025). Integrasi energi terbarukan dan sistem pengawasan digital untuk mendukung pembangunan smart village. *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat (JP2M)*, 7(2). <https://doi.org/10.33474/jp2m.v7i2.24673>

- Izuka, U., Bakare, A. D., Olurin, J. O., Ojo, G. G., & Lottu, O. A. (2023). Unlocking solar power for surveillance: A review of solar-powered CCTV and surveillance technologies. *Acta Electronica Malaysia*, 7(2), 54–61. <https://doi.org/10.26480/aem.02.2023.45.52>
- Jogiyanto, H. M. (2007). *Sistem informasi keperilakuan*. Andi Offset.
- KemenPAN-RB. (2017). *Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 14 Tahun 2017 tentang pedoman penyusunan survei kepuasan masyarakat unit penyelenggara pelayanan publik*.
- Kementerian ESDM. (2025). *Agenda kebijakan pengembangan sumber daya manusia untuk transisi energi menuju emisi nol bersih*. <https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-agenda-kebijakan-pengembangan-sumber-daya-manusia-untuk-transisi-energi-menuju-emisi-nol-bersih.pdf>
- Lalitha, V., Manimala, G., Magesh, K., Youkesh, G., & Selvanarayanan, A. (2024). Empowering rural communities through intelligent surveillance for suspicious activity detection. In *2024 International Conference on Communication, Computing and Internet of Things (IC3IoT)* (pp. 1–4). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IC3IoT60841.2024.10550385>
- Lestari, N. M. N., Kumara, I. N. S., & Giriantari, I. A. D. (2021). Review status panel surya di Indonesia menuju realisasi kapasitas PLTS nasional 6500 MW. *SPEKTRUM*, 8(1), 27–37. <https://doi.org/10.24843/SPEKTRUM.2021.v08.i01.p04>
- Liano, M. R., Wibowo, P., & Dalimunthe, M. E. (2026). Analisis perencanaan sistem tenaga listrik untuk keandalan operasional CCTV berbasis energi terbarukan. *Jurnal Nasional Teknologi Komputer*, 6(2), 549–558.
- Lombardo, L. (2026). *Smart villages: Tools and strategies for sustainable development in inner rural areas*. Springer Nature.
- Maka, A. O., & Alabid, J. M. (2022). Solar energy technology and its roles in sustainable development. *Clean Energy*, 6(3), 476–483.
- Riyanto, S., & Rusdiyanto, D. (2024). Rancang bangun automatic transfer switch satu fasa pada PLTS menggunakan mikrokontroler berbasis IoT. *Jurnal Teknologi Elektro*, 15(3), 184–192.
- Tharo, Z., & Hamdani, H. (2020). Analisis biaya pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) atap skala rumah tangga. *Journal of Electrical and System Control Engineering*, 3(2), 65–71. <https://doi.org/10.31289/jesce.v3i2.3266>
- Thomas, A. L., Piza, E. L., Welsh, B. C., & Farrington, D. P. (2022). The internationalisation of CCTV surveillance: Effects on crime and implications for emerging technologies. *International Journal of Comparative and Applied Criminal Justice*, 46(1), 81–102. <https://doi.org/10.1080/01924036.2021.1879885>
- Ukoba, K., Yoro, K. O., Eterigho-Ikelegbe, O., Ibegbulam, C., & Jen, T. C. (2024). Adaptation of solar energy in the Global South: Prospects, challenges and opportunities. *Heliyon*, 10(7). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28009>
- Wibowo, P., Erivianto, D., & Rahmaniari. (2025). Analysis of the efficiency of solar power plants as an alternative energy source CCTV integrated with smartphones. *Journal of Electrical Systems and Control Engineering*, 9(1).