



## JURNAL ABDI INSANI

Volume 12, Nomor 10, Oktober 2025

<http://abdiinsani.unram.ac.id>. e-ISSN : 2828-3155. p-ISSN : 2828-4321



### PENERAPAN SISTEM PEMANTAUAN BERBASIS CCTV TERKONEKSI DENGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA OFF-GRID DAN PELATIHAN PSYCHOLOGICAL FIRST AID UNTUK KOMUNITAS SIAGA MERAPI (KSM) DI DESA GLAGAHARJO, SLEMAN

*The Implementation Of CCTV Monitoring Connected To Off-Grid Solar Power Plant And Psychological First Aid Training For Komunitas Siaga Merapi (Ksm) In Glagaharjo, Sleman*

**Erwan Eko Prasetiyo\*, Indreswari Suroso, Walid Jumlad, Muhammad Faiz Alfatih**

Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan

Jl. Parangtritis Km 4,5 Sewon, Bantul, D.I. Yogyakarta

\*Alamat Korespondensi : erwan.eko@sttkd.ac.id

(Tanggal Submission: 20 September 2025, Tanggal Accepted : 25 Oktober 2025)



#### Kata Kunci :

CCTV, PLTS off-grid,  
Psychological First Aid,  
Komunitas Siaga Merapi,  
pemberdayaan masyarakat

#### Abstrak :

Lereng Gunung Merapi di Desa Glagaharjo memiliki potensi wisata sekaligus kerentanan tinggi terhadap aktivitas vulkanik yang berulang. Keterbatasan jarak pandang dan pasokan listrik PLN menyebabkan pemantauan aktivitas gunung tidak dapat dilakukan secara optimal selama 24 jam. Kondisi ini berdampak pada keterbatasan mitigasi risiko dan kesiapsiagaan masyarakat setempat. Untuk menjawab permasalahan tersebut, kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini bertujuan meningkatkan kapasitas mitigasi melalui penerapan teknologi dan pemberdayaan masyarakat. Tujuan program adalah mengimplementasikan sistem pemantauan berbasis CCTV yang ditenagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) off-grid serta memberikan pelatihan Psychological First Aid (PFA) kepada relawan Komunitas Siaga Merapi (KSM) di Desa Glagaharjo. Metode kegiatan meliputi lima tahapan, yaitu sosialisasi, pelatihan, penerapan teknologi, pendampingan dan evaluasi, serta keberlanjutan program. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa PLTS berkapasitas 200 WP dengan baterai 150 Ah berhasil diintegrasikan dengan sistem CCTV pos pantau, sehingga memungkinkan pemantauan berkelanjutan tanpa bergantung pada jaringan PLN. Selain itu, pelatihan PFA berhasil meningkatkan pemahaman 25 relawan KSM mengenai penanganan awal psikososial, yang ditunjukkan dengan peningkatan kemampuan respon cepat dan rencana tindak lanjut berbasis komunitas. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya memberikan



Open access article under the CC-BY-SA license.

Copy right © 2025, Prasetyo et al., 5357

	<p>solusi teknologi untuk pemantauan Merapi, tetapi juga memperkuat ketangguhan psikososial masyarakat dalam menghadapi potensi bencana.</p>
<b>Key word :</b> <i>CCTV, off-grid solar power, Psychological First Aid, Komunitas Siaga Merapi (KSM), Community Empowerment</i>	<b>Abstract :</b> <p>The slopes of Mount Merapi in Glagaharjo Village present both tourism potential and high vulnerability to recurring volcanic activity. Limited visibility and the unavailability of PLN electricity hinder continuous 24-hour monitoring, thus reducing the effectiveness of disaster risk mitigation and community preparedness. To address these challenges, this Community Service Program aims to enhance mitigation capacity through technology application and community empowerment. The objectives are to implement a CCTV monitoring system powered by an off-grid Solar Power Plant (200 WP with 150 Ah battery) and to provide Psychological First Aid (PFA) training for members of the Merapi Watch Community (KSM) in Glagaharjo. The methods applied include five stages: socialization, training, technology implementation, mentoring and evaluation, and program sustainability. The results show that the off-grid solar system was successfully integrated with the CCTV monitoring station, enabling continuous observation without relying on PLN electricity. Moreover, PFA training improved the knowledge and skills of 25 KSM volunteers in providing initial psychosocial support, as reflected in their enhanced quick response capacity and community-based follow-up actions. Thus, this program not only provides a technological solution for Merapi monitoring but also strengthens the community's psychosocial resilience in facing potential disasters.</p>

Panduan sitasi / citation guidance (APPA 7th edition) :

Prasetyo, E. E., Suroso, I., Jumlad, W., & Alfatih, M. F. (2025). Penerapan Sistem Pemantauan Berbasis CCTV Terkoneksi Dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid Dan Pelatihan Psychological First Aid Untuk Komunitas Siaga Merapi (Ksm) Di Desa Glagaharjo, Sleman. *Jurnal Abdi Insani*, 12(10), 5357-5367. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v12i10.3151>

## PENDAHULUAN

Gunung Merapi merupakan salah satu gunung api paling aktif di dunia yang terletak di perbatasan Provinsi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta. Aktivitas vulkaniknya bersifat periodik dan berulang, sehingga menimbulkan risiko bencana yang tinggi bagi masyarakat di sekitarnya. Desa Glagaharjo, Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman merupakan salah satu wilayah yang paling rentan terdampak. Misalnya, erupsi besar tahun 2010 menyebabkan kerusakan infrastruktur yang luas, hilangnya mata pencaharian, dan kerugian ekonomi yang signifikan bagi masyarakat di Sleman dan sekitarnya (Muhammad, 2021; Nofrita & Krol, 2014). Selain itu, dampak psikologis jangka panjang juga tercatat sebagai efek yang mendalam terhadap komunitas terdampak (Qoidah & Widowati, 2020). Studi lebih lanjut menunjukkan peningkatan kesadaran risiko dan keterlibatan masyarakat dalam upaya mitigasi pasca erupsi, sebagai bagian dari strategi yang lebih berkelanjutan (Mutiarni *et al.*, 2022). Erupsi besar tahun 2010 memberikan dampak luas berupa kerusakan infrastruktur, hilangnya mata pencaharian, kerugian ekonomi, serta trauma psikologis yang mendalam bagi masyarakat. Fakta tersebut menunjukkan bahwa hingga kini ancaman serupa masih terus ada, sehingga diperlukan strategi mitigasi bencana yang lebih efektif dan berkelanjutan.

Sebagai upaya pengurangan risiko bencana berbasis komunitas, masyarakat Desa Glagaharjo membentuk Komunitas Siaga Merapi (KSM). KSM berperan penting dalam pemantauan aktivitas gunung serta menjadi garda terdepan dalam menyebarkan informasi peringatan dini kepada



Open access article under the CC-BY-SA license.

Copy right © 2025, Prasetyo et al., 5358

masyarakat. Namun, kondisi mitra saat ini masih menghadapi keterbatasan. Pemantauan yang dilakukan sebagian besar masih bersifat manual, mengandalkan pandangan visual relawan yang sering terhalang kabut maupun faktor cuaca. Selain itu, pos pemantauan belum memiliki pasokan listrik yang memadai, sehingga tidak memungkinkan penggunaan sistem pendukung seperti kamera CCTV untuk pemantauan 24 jam. Padahal, berbagai penelitian telah menegaskan pentingnya teknologi kamera/webcam untuk mendukung observasi gunung api secara real-time, baik dalam mendeteksi aliran piroklastik maupun tinggi kolom erupsi (Barnie *et al.*, 2023; Firdausi *et al.*, 2025; Korolev *et al.*, 2021). Tanpa dukungan sistem otomatis, penyediaan informasi real-time menjadi lambat, padahal data visual yang akurat sangat dibutuhkan dalam proses pengambilan keputusan mitigasi bencana (Kristianto *et al.*, 2023). Aktivitas pemantauan ini hingga kini masih dilakukan secara rutin oleh relawan KSM di Pos Pantau Glagaharjo dengan sarana sederhana seperti teropong dan pencatatan manual. Dokumentasi kegiatan pemantauan KSM dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Aktivitas Pemantauan Relawan Komunitas Siaga Merapi (KSM) di Pos Pantau Glagaharjo

Permasalahan lain yang dihadapi KSM adalah keterbatasan kapasitas relawan dalam memberikan pertolongan psikososial kepada masyarakat saat krisis. Ketika terjadi erupsi atau bencana lain, kondisi psikologis masyarakat cenderung mengalami tekanan berat berupa kecemasan, ketakutan, dan stres pasca-bencana. Namun, sebagian besar relawan belum memiliki pengetahuan maupun keterampilan khusus untuk memberikan dukungan psikologis awal yang sangat dibutuhkan pada masa darurat. Hal ini menimbulkan kesenjangan antara kebutuhan nyata di lapangan dengan kapasitas yang dimiliki oleh mitra.



Gambar 2. Permasalahan dan Solusi

Berdasarkan analisis situasi tersebut, dapat diidentifikasi dua permasalahan utama yang dihadapi KSM. Pertama, terbatasnya sarana pemantauan aktivitas Merapi akibat ketidadaan sistem CCTV berbasis energi mandiri. Kedua, rendahnya kapasitas relawan dalam memberikan *Psychological First Aid* (PFA) kepada masyarakat terdampak. Keduanya merupakan aspek krusial yang perlu segera ditangani untuk meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat menghadapi ancaman erupsi Gunung Merapi.

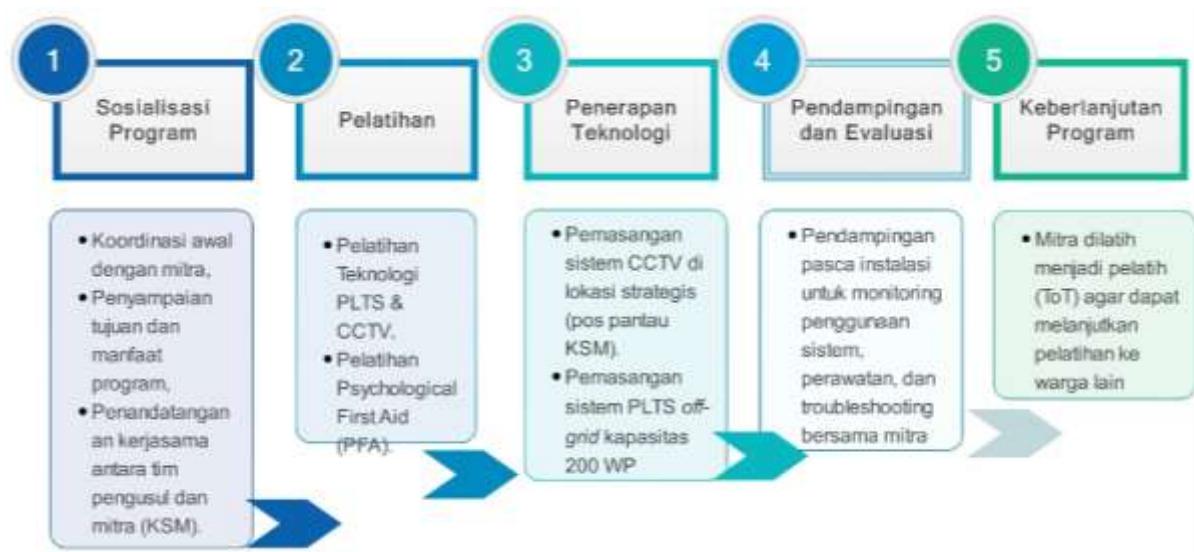
Kebutuhan solusi menjadi jelas: dari sisi teknologi diperlukan intervensi berupa penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *off-grid* yang dapat menghidupkan sistem CCTV secara berkelanjutan tanpa bergantung pada jaringan PLN. Dengan kapasitas 200 WP yang didukung baterai 150 Ah, sistem ini mampu menyediakan energi yang cukup untuk operasional perangkat CCTV dan koneksi internet di pos pantau. Dari sisi sosial, diperlukan peningkatan kapasitas relawan melalui pelatihan PFA berbasis pedoman WHO, yang terbukti efektif sebagai keterampilan dasar dalam memberikan dukungan psikososial awal pasca-bencana.

Tujuan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini adalah:

1. Mengimplementasikan sistem CCTV berbasis PLTS *off-grid* di pos pantau KSM Glagaharjo, sehingga pemantauan aktivitas Gunung Merapi dapat dilakukan secara berkelanjutan.
2. Meningkatkan kapasitas relawan KSM melalui pelatihan PFA agar mampu memberikan pertolongan pertama psikologis secara cepat, tepat, dan berkelanjutan. Dengan demikian, kegiatan ini diharapkan tidak hanya memberikan solusi teknologi yang memperkuat sistem pemantauan bencana, tetapi juga memberdayakan masyarakat dari sisi psikososial, sehingga ketangguhan komunitas terhadap ancaman erupsi Gunung Merapi semakin meningkat.

## METODE KEGIATAN

Metode pelaksanaan program dirancang secara sistematis agar tujuan kegiatan dapat tercapai secara optimal. Setiap tahapan dilaksanakan secara berkesinambungan mulai dari sosialisasi, pelatihan, penerapan teknologi, hingga pendampingan dan evaluasi. Selain itu, aspek keberlanjutan juga menjadi perhatian utama sehingga mitra tidak hanya menjadi penerima manfaat, tetapi juga berperan aktif dalam melanjutkan program. Tahapan metode kegiatan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tahapan Pelaksanaan Pengabdian

### 1. Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan mengacu pada lima tahapan pengabdian masyarakat yang sistematis dan partisipatif, yaitu:



## 1) Sosialisasi Program

Kegiatan ini meliputi koordinasi awal dengan mitra, penyampaian tujuan dan manfaat program, serta penandatanganan MoU antara tim pengusul dan mitra (KSM). Sosialisasi dilaksanakan melalui forum bersama warga dan relawan KSM.

## 2) Pelatihan

- a. Pelatihan Teknologi PLTS & CCTV. Peserta pelatihan adalah anggota KSM, meliputi pengoperasian, perawatan, dan troubleshooting sistem.
- b. Pelatihan *Psychological First Aid (PFA)*. Materi mencakup krisis dan dampaknya, kelompok rentan, prinsip-prinsip PFA, serta keterampilan komunikasi efektif. Pelatihan disampaikan oleh dosen psikologi dan diikuti oleh relawan dan tokoh masyarakat.

## 3) Penerapan Teknologi

Pemasangan sistem PLTS *off-grid* kapasitas 200 WP dan sistem CCTV di lokasi strategis (pos pantau KSM). Sistem dirancang dengan koneksi internet untuk transmisi gambar secara real-time. Penerapan dilakukan dengan melibatkan mahasiswa MBKM dan mitra untuk proses perakitan dan instalasi.

## 4) Pendampingan dan Evaluasi

Pendampingan dilakukan selama 3 bulan pasca instalasi untuk monitoring penggunaan sistem, perawatan, dan troubleshooting bersama mitra. Evaluasi dilakukan melalui pengamatan langsung dan kuesioner kepuasan mitra terhadap sistem yang diterapkan.

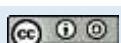
## 5) Keberlanjutan Program

Mitra akan dilatih menjadi pelatih (ToT) agar dapat melanjutkan pelatihan ke warga lain. Teknologi yang diterapkan akan didokumentasikan dalam bentuk video dan modul panduan operasional. Kegiatan ini dirancang agar berkelanjutan melalui sinergi program MBKM, pengabdian tahunan, dan rencana penguatan kemitraan riset desa.

Berbagai studi terdahulu menunjukkan bahwa tahapan sistematis mulai dari sosialisasi, pelatihan, penerapan teknologi, pendampingan, hingga keberlanjutan program merupakan pendekatan yang efektif dalam mendukung keberhasilan program berbasis komunitas. Referensi yang digunakan tidak hanya menekankan pada aspek teknis penerapan teknologi, seperti instalasi dan pengoperasian PLTS, tetapi juga aspek psikososial berupa pelatihan *Psychological First Aid (PFA)* yang relevan untuk kesiapsiagaan bencana. Selain itu, pustaka yang dipilih juga memberikan gambaran tentang pentingnya komunikasi awal, evaluasi partisipatif, serta strategi keberlanjutan melalui pelatihan lanjutan (*Training of Trainers/ToT*) dan penguatan kapasitas masyarakat. Ringkasan referensi yang mendukung metode pelaksanaan ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan Referensi yang Mendukung Metode Pelaksanaan

Tahapan	Relevansi
Sosialisasi Program	Menjelaskan tahapan sosialisasi, forum warga, penyampaian tujuan, dan membangun pemahaman awal masyarakat (Kusmantoro & Farikhah, 2022).
Pelatihan Teknologi PLTS & CCTV	Menyajikan model pelatihan PLTS dengan praktik pengoperasian, perawatan, dan troubleshooting (Wibowo <i>et al.</i> , 2023).
Pelatihan PFA	Referensi standar internasional untuk PFA: prinsip dasar, kelompok rentan, keterampilan komunikasi (Snider <i>et al.</i> , 2011). Mendukung efektivitas pelatihan PFA bagi relawan dan masyarakat terdampak bencana (Fox <i>et al.</i> , 2012).
Penerapan Teknologi	Mendeskripsikan metode instalasi PLTS <i>off-grid</i> dengan keterlibatan masyarakat dan mahasiswa (Alfisyahrin <i>et al.</i> , 2025).
Pendampingan & Evaluasi	Menjelaskan pentingnya pendampingan pasca instalasi untuk perawatan dan monitoring (Handayani <i>et al.</i> , 2024).



Keberlanjutan Program	Juga menekankan evaluasi partisipatif melalui observasi dan kuesioner (Kusmantoro & Farikhah, 2022). Menunjukkan model keberlanjutan program melalui ToT dan pemberdayaan mitra lokal (Satria <i>et al.</i> , 2024). Menguatkan pentingnya strategi keberlanjutan berbasis komunitas dalam mitigasi bencana (Mutiarini <i>et al.</i> , 2022).
-----------------------	---

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini telah dijalankan sesuai dengan tahapan metode yang direncanakan, yaitu sosialisasi program, pelatihan, penerapan teknologi, pendampingan dan evaluasi, serta keberlanjutan program. Hasil yang dicapai dari masing-masing tahapan dijabarkan sebagai berikut.

### 1. Sosialisasi Program

Tahap sosialisasi dilakukan melalui koordinasi awal dengan mitra Kelompok Siaga Merapi (KSM), penyampaian tujuan dan manfaat program, serta penandatanganan kerja sama antara tim pengusul dengan mitra. Hasil dari tahap ini adalah meningkatnya pemahaman mitra mengenai pentingnya penggunaan energi alternatif berbasis surya untuk mendukung keberlangsungan sistem pemantauan bencana. Komunikasi yang efektif pada tahap awal program merupakan kunci keberhasilan dalam menciptakan kesepahaman dan komitmen bersama (Malik *et al.*, 2023). Kendala yang dihadapi adalah keterbatasan waktu mitra dalam menghadiri koordinasi, yang kemudian diatasi dengan melakukan pertemuan secara bertahap dan fleksibel sesuai jadwal mitra. Studi di komunitas *off-grid* di Bangladesh misalnya menunjukkan bahwa penjadwalan fleksibel dan diskusi berulang dengan komunitas lokal membantu dalam meningkatkan kepuasan peserta dan tingkat partisipasi (Shapna *et al.*, 2025). Selain itu, rasa kepemilikan terhadap proyek juga terbukti penting dalam menjaga partisipasi dan komitmen mitra dalam jangka panjang (Ngoti, 2024). Kendala yang dihadapi adalah keterbatasan waktu mitra dalam menghadiri koordinasi, yang kemudian diatasi dengan melakukan pertemuan secara bertahap dan fleksibel sesuai jadwal mitra.



Gambar 4. Sosialisasi Program kepada Mitra KSM

### 2. Pelatihan

Pelatihan meliputi dua aspek utama, yaitu (1) Pelatihan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan sistem CCTV, serta (2) Pelatihan *Psychological First Aid* (PFA). Hasil pelatihan menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan dan keterampilan mitra dalam mengoperasikan serta merawat sistem PLTS dan CCTV. Peserta juga dibekali kemampuan dasar memberikan pertolongan psikologis pertama dalam kondisi krisis atau bencana. Peningkatan kapasitas masyarakat melalui pelatihan teknis dan nonteknis merupakan langkah penting untuk membangun ketangguhan komunitas dalam menghadapi bencana.



Gambar 5. Pelaksanaan Pelatihan *Psychological First Aid (PFA)* dan Edukasi Teknologi PLTS

Evaluasi pascapelatihan melalui kuesioner menunjukkan 80% peserta dapat menjelaskan kembali materi yang diterima dengan benar, dan 75% peserta mampu melakukan simulasi atau praktik sederhana. Hasil evaluasi disajikan seperti pada Gambar 6. Dengan demikian, pelatihan ini terbukti bermanfaat dalam meningkatkan kapasitas mitra.



Gambar 6. Hasil Evaluasi Pelatihan Mitra

### 3. Penerapan Teknologi

Tahap penerapan dilakukan melalui instalasi sistem PLTS *off-grid* berkapasitas 200 WP serta pemasangan perangkat CCTV pada pos pemantau KSM. Penerapan teknologi disajikan pada Gambar 7. Hasil penerapan menunjukkan bahwa sistem berfungsi dengan baik dalam menyediakan energi listrik secara mandiri, meskipun terjadi pemadaman listrik PLN. Kondisi ini membuktikan bahwa PLTS *off-grid* merupakan solusi yang tepat untuk daerah rawan bencana yang memiliki keterbatasan pasokan listrik (Shapna *et al.*, 2025). Kendala yang muncul pada tahap ini adalah kondisi cuaca mendung berkepanjangan yang mengurangi daya serap panel surya. Solusi yang diterapkan adalah melakukan penyesuaian sudut panel dan penggunaan baterai cadangan untuk menjaga kestabilan pasokan energi.



Gambar 7. Penerapan Teknologi CCTV dan PLTS



Gambar 8. Hasil Tangkapan Visual Puncak Gunung Merapi dengan Kamera CCTV

Berikut disajikan tabel ringkasan perhitungan energi untuk menilai kecukupan PLTS *off-grid* 200 Wp dalam menyuplai perangkat CCTV (PoE 802.3at, konsumsi maks. 18 W termasuk IR) selama 24 jam. Produksi energi listrik dihitung dari kapasitas terpasang dikalikan jam matahari efektif dengan estimasi  $\pm 4,5$  jam dan dikoreksi rugi-rugi sistem (panel, pengendali, dan baterai) sehingga diperoleh energi efektif harian. Di sisi beban, kebutuhan energi diturunkan dari daya CCTV dan durasi operasi, termasuk kebutuhan spesifik periode malam dengan estimasi  $\pm 12$  jam. Untuk menguji keandalan, ditambahkan skenario cuaca buruk, misal saat kondisi hujan atau mendung sehingga produksi turun 50% serta acuan kapasitas baterai 12 V-20 Ah. Tabel 2 menyajikan ringkasan parameter, rumus, dan hasil yang meliputi energi efektif PLTS, kebutuhan CCTV, serta margin/defisit yang ditampilkan pada tabel sebagai dasar pembahasan kelayakan dan rekomendasi kapasitas penyimpanan energi.

Tabel 2. Ringkasan Estimasi Energi Berdasarkan Perhitungan

Parameter	Simbol	Persamaan/Asumsi	Nilai	Satuan
Kapasitas panel surya	P_wp	Berdasarkan data spesifikasi	200	Wp
Jam Matahari Efektif	HSP	Asumsi wilayah tropis (Yogyakarta)	4.5	jam/hari
Energi harian bruto PLTS	E_PLTS	$P_{wp} \times HSP$	900	Wh/hari
Efisiensi sistem total	$\eta_{sistem}$	Panel×Controller×Baterai (0.85×0.9×0.9)	0.69	—
Energi harian efektif PLTS	E_efektif	$E_{PLTS} \times \eta_{sistem}$	621	Wh/hari

Daya CCTV maksimum	P_CCTV	Berdasarkan data spesifikasi	18	W
Energi harian kebutuhan CCTV	E_CCTV	$P_{CCTV} \times 24 \text{ jam}$	432	Wh/hari
Margin energi (surplus)	E_margin	$E_{\text{efektif}} - E_{\text{CCTV}}$	189	Wh/hari
Efisiensi pemanfaatan energi	$\eta_{\text{pemanfaatan}}$	$E_{\text{CCTV}} / E_{\text{efektif}}$	0.695	$\approx 69.5\%$
Energi harian bruto	E_PLTS	$E_{\text{PLTS}} \times 0.5$	450	Wh/hari
Energi efektif	E_efektif	$E_{\text{PLTS}} \times \eta_{\text{sistem}}$	310	Wh/hari
Defisit energi vs CCTV	E_defisit	$E_{\text{efektif}} - E_{\text{CCTV}}$	-122	Wh/hari
Rekomendasi kapasitas baterai minimum	E_batt_min	$\approx 12 \text{ V} \times 100 \text{ Ah}$	1200	Wh

#### 4. Pendampingan dan Evaluasi

Pendampingan dilakukan setelah instalasi dengan fokus pada monitoring, perawatan, dan *troubleshooting* bersama mitra. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa mitra mampu mengoperasikan sistem secara mandiri dengan tingkat keberhasilan yang baik. Respon mitra menunjukkan kepuasan tinggi terhadap keberfungsi sistem, karena dapat membantu menjaga kelangsungan pemantauan aktivitas Gunung Merapi secara *real-time*. Pendampingan pasca-instalasi merupakan faktor penting dalam memastikan keberlanjutan pemanfaatan teknologi di masyarakat, karena memberikan ruang belajar langsung sekaligus memperkuat rasa kepemilikan terhadap program.

#### 5. Keberlanjutan Program

Untuk menjamin keberlanjutan program, tim pelaksana memberikan pelatihan *Training of Trainers (ToT)* kepada mitra. Dengan model ini, mitra diharapkan mampu menjadi agen pengetahuan yang dapat menyebarluaskan keterampilan kepada masyarakat luas. Strategi ToT dinilai efektif dalam memperluas jangkauan manfaat program sekaligus menciptakan *multiplier effect* bagi komunitas (Mutiarni *et al.*, 2022; Satria *et al.*, 2024).

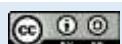
#### 6. Kendala dan Respon Mitra

Beberapa kendala yang dihadapi selama pelaksanaan kegiatan antara lain: (1) keterbatasan waktu mitra dalam mengikuti koordinasi awal, (2) kondisi cuaca mendung yang memengaruhi efisiensi panel surya, dan (3) keterbatasan kapasitas awal mitra dalam memahami teknologi PLTS. Kendala-kendala tersebut dapat diatasi melalui penjadwalan ulang, penyesuaian teknis instalasi, serta pendekatan pembelajaran berbasis praktik.

Mitra memberikan respon positif terhadap kegiatan ini. Mitra menyatakan bahwa sistem PLTS dan CCTV sangat membantu dalam pemantauan Gunung Merapi, terutama saat terjadi pemadaman listrik PLN. Peserta juga menilai pelatihan PFA sangat relevan dengan kebutuhan lapangan dalam kondisi darurat bencana.

Hasil kegiatan ini menunjukkan bahwa pendekatan partisipatif yang mengintegrasikan transfer teknologi dan peningkatan kapasitas sumber daya manusia mampu memberikan solusi berkelanjutan bagi masyarakat. Penerapan PLTS *off-grid* terbukti dapat menjawab kebutuhan energi pada lokasi rawan bencana, sejalan dengan studi serupa yang dilakukan oleh (Alfisyahrin *et al.*, 2025) mengenai kemandirian energi berbasis surya di daerah terpencil.

Selain itu, pelatihan PFA menjadi aspek penting dalam memperkuat kesiapsiagaan masyarakat, sebagaimana ditegaskan oleh (Fox *et al.*, 2012; Snider *et al.*, 2011) bahwa *Psychological First Aid* merupakan keterampilan dasar yang harus dimiliki masyarakat di wilayah rawan bencana. Dengan demikian, kombinasi penerapan teknologi dan pelatihan nonteknis dapat meningkatkan resiliensi komunitas secara holistik.

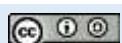


## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi atas pendanaan program Pengabdian kepada Masyarakat tahun 2025 dengan nomor kontrak 0499.32/LL5-INT/AL/2025, dan 003/VI/2025/STTKD. Ucapan terima kasih kepada Komunitas Siaga Merapi (KSM) dan Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan (STTKD) atas bantuan dan dukungan selama penyelenggaraan program kegiatan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfisyahrin, A., Zalmi, Z., Yulianur, A., & Syukriyadin, S. (2025). Instalasi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sebagai sumber energi listrik pada BUMDes air ulang Desa Nosar Kabupaten Aceh Tengah. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 3(1), 1 - 12. <https://doi.org/10.24815/pesare.v3i1.43981>
- Barnie, T., Hjörvar, T., Titos, M., Sigurðsson, E. M., Pálsson, S. K., Bergsson, B., Ingvarsson, P., Pfeffer, M. A., Barsotti, S., Arason, P., Þorvaldsson, V. S., von Löwis of Menar, S., & Oddsson, B. (2023). Volcanic plume height monitoring using calibrated web cameras at the Icelandic Meteorological Office: System overview and first application during the 2021 Fagradalsfjall eruption. *Journal of Applied Volcanology*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s13617-023-00130-9>
- Firdausi, H. M., Utomo, S. B., & Widjonarko, W. (2025). Smart camera for volcano eruption early warning system based on Faster R-CNN and YOLO. *Rekayasa*, 18(1), 49–63. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v18i1.27372>
- Fox, J. H., Burkle, F. M., Bass, J., Pia, F. A., Epstein, J. L., & Markenson, D. (2012). The effectiveness of psychological first aid as a disaster intervention tool: Research analysis of peer-reviewed literature from 1990–2010. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 6(3), 247–252. <https://doi.org/10.1001/dmp.2012.39>
- Handayani, Y. S., Fitriolina, F., & Marlina, N. C. (2024). Implementasi PLTS sebagai supply listrik alternatif pada fasilitas Masjid Qoryah Thoyyibah Kandang Limun. *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 9(8), 1523–1529. <https://doi.org/10.33084/pengabdianmu.v9i8.7198>
- Korolev, S., Sorokin, A., Urmanov, I., Kamaev, A., & Girina, O. (2021). Classification of video observation data for volcanic activity monitoring using computer vision and modern neural networks (On Klyuchevskoy Volcano example). *Remote Sensing*, 13(23). <https://doi.org/10.3390/rs13234747>
- Kristianto, Basuki, A., Purnamasari, H. D., & Syahbana, D. K. (2023). The 2021 Semeru volcano eruption: An insight from visual, seismic, and deformation monitoring data. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1227(1), 12 – 13. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1227/1/012030>
- Kusmantoro, A., & Farikhah, I. (2022). Socialization and training of solar power generation (PLTS) at SD Negeri Tambakharjo Semarang. *Dimas: Jurnal Pemikiran Agama Untuk Pemberdayaan*, 22(1), 37–50. <https://doi.org/10.21580/dms.2022.221.11949>
- Malik, S. H., Fu, W., Rasool, S. F., Wani, G. A., Zaman, S., & Wani, N. A. (2023). Investigating the impact of communication factors and stakeholder engagement on renewable energy projects in Pakistan. *Sustainability (Switzerland)*, 15(14). <https://doi.org/10.3390/su151411289>
- Muhammad, I. (2021). Disaster management in Indonesia: A lesson from the 2010 eruption of Mount Merapi. *UNISIA*, 39(1). <https://doi.org/10.20885/unisia.vol39.iss1.art1>
- Mutiarni, Y. S., Nakamura, H., & Bhattacharya, Y. (2022). The resilience community: Strengthening people-centered disaster risk reduction in the Merapi volcano community, Java, Indonesia. *Sustainability (Switzerland)*, 14(4). <https://doi.org/10.3390/su14042215>



- Ngoti, I. F. (2024). The role of sense of ownership in rural community mini-grid management: Qualitative case study from Tanzania. *Energy, Sustainability and Society*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s13705-024-00496-7>
- Nofrita, S., & Krol, B. G. C. M. B. (2014). The livelihood analysis in Merapi prone area after 2010 eruption. *Indonesian Journal of Geography*, 46(2), 195–207. <https://doi.org/10.22146/ijg.5790>
- Qoidah, N., & Widowati, E. (2020). Manajemen bencana Gunung Merapi berbasis masyarakat. *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*, 4(Special 1). <https://doi.org/10.15294/higeia.v4iSpecial1.39351>
- Satria, D., Asmara Putri, C. V., Nasta Latu, M. A., Bangun, E. A., & Sutiyana, A. (2024). Penerapan PLTS sebagai sumber energi listrik untuk UMKM Kerupuk Wanita Tani di Desa Tanjung Karawang. *IJCOSIN: Indonesian Journal of Community Service and Innovation*, 4(2). <https://doi.org/10.20895/ijcosin.v4i1.1462>
- Shapna, K. J., Li, J., & Hossain, M. L. (2025). Solar energy integration in off-grid communities: Empowering remote areas in Bangladesh for sustainable development. *Discover Sustainability*, 6(1). <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01214-9>
- Snider, L., Van Ommeren, M., & Schafer, A. (2011). *Psychological first aid: Guide for field workers*. Geneva: World Health Organization.
- Wibowo, E. A., Widyastuti, W., Betanursanti, I., Ardiyansah, R., & Jauhari, K. I. (2023). Edukasi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan training kit untuk instalasi sistem penerangan di Desa Klejenwonosari, Klirong, Kebumen. *Jurnal Pengabdian Masyarakat - PIMAS*, 2(3), 184–189. <https://doi.org/10.35960/pimas.v2i3.1138>.



Open access article under the CC-BY-SA license.

Copy right © 2025, Prasetyo et al., 5367