Jurnal Edukasi Pengabdian Masyarakat: EDUABDIMAS *(e-ISSN. 2964-139X)*
Vol. 5 No. 1, Januari 2026 *(P-ISSN. 2964-1381)*

PEMANFAATAN LAMPU PENERANGAN JALAN UMUM HEMAT ENERGI BERBASIS PANEL SURYA MENGGUNAKAN KONTROL PID DI DUSUN TUMPANGREJO,DESA NGENEP, KARANGPLOSO, KAB. MALANG

Bambang Minto Basuki[1*], Abdul Muta'ali[2], Doni Prasetyo[3]

[1, 2, 3]Universitas Islam Malang, Malang, Indoneisa
Email: bambang.minto@unisma.ac.id

Corresponding author:
Bambang Minto Basuki
Universitas Islam Malang
Email: bambang.minto@unisma.ac.id

ABSTRAK

Kualitas penerangan malam hari di Dusun Tumpangrejo, Desa Ngenep memiliki keterbatasan penerangan dan berdampak pada keselamatan serta aktivitas warga. Hal ini mendorong perlunya dilaksanakan kegiatan pengabdian yang dapat membantu mengatasi kesulitan masyarakat . Program pengabdian ini menerapkan Penerangan Jalan Umum (PJU) berbasis panel surya dengan kontrol PID sebagai solusi energi terbarukan yang efisien dan berkelanjutan. Metode pelaksanaan meliputi survei lokasi, pemetaan titik pemasangan, pengukuran intensitas cahaya, instalasi sistem panel surya, serta sosialisasi kepada masyarakat. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan signifikan pada tingkat pencahayaan malam hari, efisiensi penggunaan energi, serta meningkatnya rasa aman warga. Selain itu, masyarakat menjadi lebih memahami pemeliharaan dasar sistem energi surya. Hal ini menunjukkan penerapan PJU tenaga surya merupakan alternatif untuk mendukung kemandirian energi desa.
Kata kunci : *Energi Terbarukan; Pencahayaan Jalan; Pengabdian Masyarakat; PID; PJU Surya*

ABSTRACT

The quality of nighttime lighting in Tumpangrejo Hamlet, Ngenep Village was limited, affecting both residents' safety and their daily activities. These conditions emphasized the need for a community service program that could help address local challenges. This program implemented solar-powered street lighting (PJU) equipped with PID control as an efficient and sustainable renewable energy solution. The implementation methods included site surveys, mapping of installation points, measurement of light intensity, installation of the solar panel system, and community outreach. The results indicated a significant improvement in nighttime illumination levels, increased energy efficiency, and enhanced residents' sense of safety. Moreover, the community gained a better understanding of basic maintenance for solar energy systems. These outcomes demonstrate that solar-powered street lighting is a viable option to support village energy independence
Keywords: *Community Service; PID; Renewable Energy; Solar PJU; Street Lighting*

PENDAHULUAN

Dusun Tumpangrejo, Desa Ngenep, merupakan wilayah dengan aktivitas masyarakat yang cukup tinggi pada malam hari, namun menghadapi keterbatasan kualitas penerangan jalan. Kondisi minimnya pencahayaan tidak hanya menghambat mobilitas warga, tetapi juga meningkatkan potensi risiko kecelakaan serta menurunkan tingkat keamanan lingkungan. Situasi ini diperparah oleh keterbatasan akses terhadap sumber energi listrik yang stabil, sehingga kebutuhan penerangan malam hari sering tidak terpenuhi secara optimal. Dari sisi sosial, masyarakat menunjukkan ketergantungan pada sumber pencahayaan sederhana yang tidak efisien dan kurang andal untuk mendukung kegiatan harian mereka.

Berdasarkan analisis situasi tersebut, permasalahan prioritas yang dihadapi mitra adalah rendahnya kualitas penerangan jalan pada malam hari dan minimnya pengetahuan

masyarakat mengenai teknologi energi terbarukan. Hal ini menunjukkan perlunya solusi yang tidak hanya memberikan peningkatan kualitas pencahayaan, tetapi juga mendukung kemandirian energi desa secara berkelanjutan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, program pengabdian ini menawarkan penerapan Penerangan Jalan Umum (PJU) berbasis panel surya dengan sistem kontrol PID. Teknologi panel surya menjadi pilihan karena mampu menyediakan sumber energi hijau yang bersih, efisien, serta beroperasi secara otomatis. Prosedur kerja mencakup survei lokasi, pemetaan titik pemasangan, pengukuran intensitas cahaya, instalasi panel surya dan lampu LED, hingga sosialisasi penggunaan serta pemeliharaan sistem kepada warga.

Pelaksanaan kegiatan dilakukan secara partisipatif dengan melibatkan masyarakat dalam proses identifikasi kebutuhan, persiapan lokasi, pemasangan perangkat, hingga uji coba sistem. Tujuan kegiatan adalah untuk menambah penerangan jalan umum menggunakan PJU Panel Surya di dusun Tumpangrejo, Ngenep, Karangploso, Kab. Malang

METODE PELAKSANAAN

Pelaksanaan pengabdian masyarakat ini dibuat untuk menyelesaikan permasalahan minimnya kualitas penerangan jalan di Dusun Tumpangrejo melalui pendekatan yang terstruktur dan partisipatif. Kegiatan dilakukan dengan menggabungkan beberapa metode, yaitu pendidikan masyarakat, difusi ipteks, dan pelatihan, sehingga solusi yang diberikan tidak hanya berupa pemasangan teknologi tetapi juga peningkatan kapasitas masyarakat dalam mengelola sistem energi terbarukan.

Kegiatan diawali dengan penyuluhan kepada warga mengenai pentingnya penerangan jalan yang memadai serta manfaat penggunaan energi terbarukan berbasis panel surya. Penyuluhan ini bertujuan meningkatkan pemahaman dan kesadaran masyarakat mengenai efisiensi energi, prinsip kerja panel surya, serta peran kontrol PID dalam menjaga stabilitas sistem.

Tahap berikutnya adalah penerapan teknologi Penerangan Jalan Umum (PJU) tenaga surya sebagai solusi nyata terhadap permasalahan penerangan. Difusi ipteks meliputi pemilihan perangkat panel surya, lampu LED, baterai, rangkaian kontrol PID, dan tiang penerangan. Seluruh perangkat dirakit dan diuji sebelum dipasang pada titik-titik strategis di dusun, sehingga teknologi yang diberikan benar-benar dapat dimanfaatkan oleh masyarakat.

Untuk memastikan keberlanjutan program, masyarakat diberikan pelatihan langsung mengenai cara pemeliharaan dasar sistem PJU surya, termasuk pengecekan panel, pembersihan permukaan modul, pengecekan koneksi kabel, serta prosedur sederhana dalam membaca indikator kontrol. Demonstrasi dilakukan secara langsung di lapangan agar warga dapat memahami langkah-langkah teknis secara lebih praktis.

Seluruh rangkaian kegiatan dilaksanakan dengan melibatkan partisipasi aktif masyarakat, baik dalam persiapan lokasi, pemasangan, maupun pengoperasian awal sistem. Pendekatan ini menjadikan masyarakat tidak hanya sebagai penerima manfaat, tetapi juga sebagai mitra yang berperan dalam keberhasilan dan keberlanjutan teknologi PJU tenaga surya di Dusun Tumpangrejo.

HASIL KEGIATAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk membantu mengatasi permasalahan minimnya penerangan jalan di Dusun Tumpangrejo melalui pemasangan dua unit PJU berbasis panel surya yang sesuai dengan kondisi lingkungan setempat, sehingga aktivitas dan mobilitas warga pada malam hari menjadi lebih aman dan nyaman (Arirohman et al., 2021; Khairul Nugroha et al., 2023). Pemanfaatan panel surya sebagai sumber energi alternatif dipilih karena bersifat ramah lingkungan, berkelanjutan, dan telah terbukti efektif diterapkan pada kawasan pedesaan (Rachmanita, 2022; Nugroho et al., 2023). Selain itu,

kegiatan ini juga bertujuan untuk membekali masyarakat dengan pengetahuan dan keterampilan praktis melalui pelatihan pemeliharaan PJU panel surya agar warga mampu merawat dan menjaga keberlanjutan fungsi penerangan jalan secara mandiri, sebagaimana direkomendasikan dalam kegiatan pengabdian sejenis berbasis pemberdayaan masyarakat (Cahya Nurimam & Zainuri, 2025; Sujono et al., 2022).

Kegiatan pengabdian ini menghasilkan luaran yang meliputi terpasangnya PJU tenaga surya dengan sistem kontrol PID serta pelaksanaan pelatihan pemeliharaan PJU panel surya kepada masyarakat mitra Karang Taruna Dusun Tumpangrejo.

Tahap awal pelaksanaan pengabdian diawali dengan koordinasi dan identifikasi kebutuhan mitra di Dusun Tumpangrejo. Kegiatan ini dilakukan melalui diskusi dengan perangkat dusun dan perwakilan masyarakat untuk menggali permasalahan utama yang dihadapi, khususnya terkait keterbatasan penerangan jalan pada malam hari. Hasil koordinasi menunjukkan bahwa sebagian ruas jalan lingkungan masih memiliki tingkat pencahayaan yang rendah dan membutuhkan solusi penerangan yang sesuai dengan kondisi wilayah pedesaan. Tahapan identifikasi kebutuhan mitra merupakan langkah penting dalam kegiatan pengabdian agar solusi yang diberikan tepat sasaran dan berkelanjutan (Arirohman et al., 2021; Sujono et al., 2022).

Setelah permasalahan mitra teridentifikasi, tahap selanjutnya adalah perencanaan dan perancangan sistem PJU panel surya. Pada tahap ini dilakukan penentuan titik pemasangan PJU, pemilihan spesifikasi panel surya, baterai, dan lampu LED, serta penyesuaian sistem kontrol yang digunakan. Sistem kontrol PID diterapkan untuk menjaga kestabilan keluaran daya dan intensitas cahaya agar tetap optimal pada berbagai kondisi lingkungan. Perencanaan yang matang diperlukan untuk memastikan sistem PJU dapat beroperasi secara efektif dan efisien, sebagaimana telah diterapkan pada kegiatan pengabdian sejenis berbasis panel surya (Rachmanita, 2022; Ma'arif & Aribowo, 2023).

Tahap berikutnya adalah pelaksanaan pemasangan PJU panel surya pada dua titik strategis yang telah disepakati bersama mitra. Pemasangan dilakukan secara partisipatif dengan melibatkan masyarakat setempat agar mitra memahami komponen dan cara kerja sistem PJU panel surya. Keterlibatan masyarakat dalam proses pemasangan bertujuan untuk menumbuhkan rasa memiliki terhadap sarana yang dibangun serta mendukung keberlanjutan program pengabdian (Khairul Nugroha et al., 2023; Nugroho et al., 2023).

Setelah PJU terpasang dan berfungsi dengan baik, kegiatan dilanjutkan dengan pelatihan pemeliharaan PJU panel surya kepada masyarakat mitra. Materi pelatihan meliputi prinsip kerja sistem PJU panel surya, prosedur pemeliharaan rutin seperti pembersihan panel surya dan pengecekan kondisi baterai, serta identifikasi gangguan ringan yang mungkin terjadi. Pelatihan ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas dan kemandirian masyarakat dalam menjaga keberlangsungan fungsi PJU, sebagaimana direkomendasikan dalam kegiatan pengabdian berbasis pemberdayaan masyarakat (Cahya Nurimam & Zainuri, 2025; Prasetyo et al., 2022).

Tahap akhir dari pelaksanaan pengabdian adalah monitoring dan evaluasi awal terhadap kinerja PJU panel surya dan respon masyarakat. Monitoring dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap tingkat pencahayaan pada malam hari serta diskusi dengan mitra terkait manfaat yang dirasakan setelah pemasangan PJU. Evaluasi awal ini bertujuan untuk memastikan bahwa luaran program telah sesuai dengan tujuan pengabdian dan memberikan dampak positif bagi masyarakat Dusun Tumpangrejo (Habibi et al., 2023; Budiartono et al., 2023).

Peran Masyarakat Mitra (Karang Taruna)

Karang Taruna sebagai mitra dalam kegiatan pengabdian masyarakat ini berperan aktif sejak tahap awal pelaksanaan program, khususnya dalam proses identifikasi permasalahan dan penentuan lokasi pemasangan PJU panel surya. Melalui diskusi dan observasi lapangan bersama tim pengabdian, Karang Taruna memberikan informasi terkait kondisi jalan lingkungan yang minim penerangan serta tingkat kebutuhan masyarakat terhadap penerangan jalan pada malam hari, sebagaimana praktik partisipatif yang umum

diterapkan dalam kegiatan pengabdian masyarakat berbasis desa (Arirohman et al., 2021; Sujono et al., 2022).

Pada tahap pelaksanaan, Karang Taruna turut berperan dalam mendukung proses pemasangan PJU panel surya, mulai dari persiapan lokasi, pengamanan area kerja, hingga pendampingan teknis bersama tim pengabdian. Keterlibatan mitra dalam proses ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman terhadap teknologi PJU panel surya serta menumbuhkan rasa memiliki terhadap sarana yang dibangun, sehingga mendukung keberlanjutan pemanfaatannya (Khairul Nugroha et al., 2023; Nugroho et al., 2023).

Selanjutnya, dalam kegiatan pelatihan pemeliharaan PJU panel surya, Karang Taruna berperan sebagai peserta utama sekaligus penggerak penyebarluasan pengetahuan kepada masyarakat. Anggota Karang Taruna dibekali keterampilan dasar pemeliharaan, seperti pembersihan panel surya dan pengecekan komponen sistem, agar PJU dapat beroperasi secara optimal dalam jangka panjang. Peran ini sejalan dengan pendekatan pemberdayaan masyarakat yang menekankan peningkatan kapasitas mitra lokal melalui pelatihan dan pendampingan (Cahya Nurimam & Zainuri, 2025; Prasetyo et al., 2022).

Pada tahap pascapelaksanaan, Karang Taruna berfungsi sebagai penanggung jawab lokal dalam pemantauan dan pemeliharaan berkelanjutan PJU panel surya. Peran tersebut meliputi pengawasan fungsi PJU, koordinasi dengan perangkat dusun, serta komunikasi dengan tim pengabdian apabila ditemukan kendala teknis. Dengan keterlibatan ini, Karang Taruna diharapkan mampu menjadi agen keberlanjutan program pengabdian dan mendukung pemanfaatan energi terbarukan secara mandiri di lingkungan Dusun Tumpangrejo (Habibi et al., 2023; Budiartono et al., 2023).

Kendala yang dihadapi

Selama pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Dusun Tumpangrejo, terdapat beberapa kendala yang dihadapi, baik pada aspek teknis maupun nonteknis. Salah satu kendala utama adalah keterbatasan pemahaman awal masyarakat mitra terhadap teknologi PJU panel surya, khususnya terkait prinsip kerja sistem dan prosedur pemeliharaan. Kondisi ini menyebabkan perlunya penyesuaian metode penyampaian materi pelatihan agar lebih sederhana dan aplikatif, sebagaimana juga ditemukan pada kegiatan pengabdian serupa berbasis energi terbarukan di wilayah pedesaan (Prasetyo et al., 2022; Cahya Nurimam & Zainuri, 2025).

Kendala berikutnya berkaitan dengan penentuan lokasi pemasangan PJU, yang harus mempertimbangkan kondisi lingkungan, keamanan perangkat, serta pemerataan manfaat bagi masyarakat. Proses musyawarah dengan mitra membutuhkan waktu tambahan agar titik pemasangan yang dipilih benar-benar sesuai dengan kebutuhan bersama dan dapat dimanfaatkan secara optimal oleh warga sekitar (Arirohman et al., 2021; Sujono et al., 2022).

Kendala lain yang ditemui adalah keterbatasan waktu pelaksanaan kegiatan, sehingga proses pendampingan dan monitoring hanya dapat dilakukan secara bertahap. Meskipun demikian, keterlibatan aktif Karang Taruna sebagai mitra lokal membantu mengurangi dampak keterbatasan tersebut dan mendukung keberlanjutan program pascapelaksanaan (Habibi et al., 2023; Budiartono et al., 2023).

Gambar 1 Pelaksanaan Pelatihan Panel Surya

Gambar 2 Proses Instalasi Panel Surya

Gambar 3 Pemasangan PJU Panel Surya

Gambar 4 Hasil Pemasangan PJU Panel Surya berbasis PID

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari kegiatan pengabdian ini :

Kegiatan pengabdian masyarakat ini berhasil meningkatkan kualitas penerangan malam hari di Dusun Tumpangrejo melalui penerapan sistem Penerangan Jalan Umum (PJU) tenaga surya berbasis kontrol PID. Pemasangan 2 titik lampu PJU pnel surya menunjukkan peningkatan intensitas cahaya secara signifikan, dari kondisi awal yang sangat minim menjadi tingkat pencahayaan yang memenuhi standar kenyamanan.

Kegiatan ini juga meningkatkan kapasitas warga dalam memahami pemeliharaan dasar panel surya, sehingga keberlanjutan penggunaan perangkat dapat terjaga melalui kegiatan pelatihan panel surya yang ditujukian kepada anggota Karang Taruna Dusun Tumpangrejo. Partisipasi aktif masyarakat dalam kegiatan menjadi penentu dalam mendukung keberhasilan program.

Saran

Untuk keberlanjutan dan pengembangan program, beberapa hal disarankan sebagai berikut:

1. Masyarakat atau pengelola dusun perlu melakukan pembersihan panel, pengecekan baterai, serta pemantauan kontroler secara berkala untuk menjaga performa sistem.
2. Mengingat efektivitas sistem ini, pemerintah desa dapat mempertimbangkan penambahan titik penerangan pada jalur-jalur yang masih minim pencahayaan.
3. Perlu dilakukan pelatihan lanjutan terkait perbaikan ringan, troubleshooting, dan manajemen energi agar warga mampu menangani kendala teknis secara lebih mandiri.

.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan apresiasi kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Islam Malang atas dukungan administratif serta fasilitasi yang diberikan sepanjang pelaksanaan kegiatan ini. Penghargaan yang setinggi-tingginya juga disampaikan kepada Pemerintah Desa Ngenep**,** khususnya perangkat Dusun Tumpangrejo, yang telah memberikan izin, bantuan koordinasi, serta dukungan penuh selama proses survei dan instalasi PJU tenaga surya. Terima kasih kepada warga Karang Taruna Dusun Tumpangrejo atas partisipasi aktif, keterlibatan dalam setiap tahapan kegiatan, serta kontribusi mereka dalam menjaga keberlanjutan sistem yang telah dipasang..

DAFTAR PUSTAKA

Abdillah, M. Z., & Wardoyo, S. (2025). Pemasangan lampu penerangan jalan umum berbasis tenaga terbarukan mandiri di Desa Cibarani, Kecamatan Cisata, Kabupaten Pandeglang. Jurnal Pengabdian Masyarakat Terapan (JUPITER), 2(1), 58. https://doi.org/10.20884/1.jupiter.2.1.58

Arirohman, I. D., et al. (2021). Pemanfaatan panel surya sebagai penerangan jalan umum (PJU) di Kampung Wisata Agrowidya, Rajabasa Jaya, Lampung. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*, 1(2), 365–372. https://doi.org/10.54082/jamsi.131

Azis, S. A., Sulastri, T., & Rofiq, A. (2024). Peningkatan kesadaran energi terbarukan melalui sosialisasi dan pembuatan lampu solar light tenaga surya di Desa Jayamulya, Kabupaten Bekasi. Welfare : Jurnal Pengabdian Masyarakat, 2(2), 303–308. https://doi.org/10.30762/welfare.v2i2.1279

Budiartono, S. A., et al. (2023). Solar cell powered PJU light installation by utilizing solar energy. *Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat Indonesia*, 3(6), 295–300. https://doi.org/10.59247/jppmi.v3i6.189

Cahya Nurimam, & Zainuri, R. D. (2025). Maintenance panel surya sebagai penerangan jalan di Desa Cikarang. *ABDIMA Jurnal Pengabdian Mahasiswa*, 4(1). https://journal.ubpkarawang.ac.id/index.php/AJPM/article/view/9643

CultofPC. (2025, January 29). *Panel surya: Solusi energi terbarukan yang efisien*. https://cultofpc.net/2025/01/29/panel-surya-solusi-energi-terbarukan-yang-efisien/

Direktorat Jenderal EBTKE – Kementerian ESDM. (2020, January 17). *Belasan desa di Timor Tengah Utara kini merdeka dari gelap*. https://esdm.go.id/id/berita-unit/direktorat-jenderal-ebtke/belasan-desa-di-timor-tengah-utara-kini-merdeka-dari-gelap

Habibi, M., et al. (2023). Penerapan teknologi panel surya sebagai penerangan lampu jalan di Desa Wisata Purworejo, Kecamatan Ngantang. *Seminar Nasional Pengabdian pada Masyarakat*. https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/snppm/article/view/33375

Khairul Nugroha, D., Harja, H. B., Setiawan, H., Hadiani, D., & Fathurohman, M. (2023). Pemasangan penerangan jalan umum tenaga surya (PJU-TS) di Desa Sukamandi, Sagalaherang, Subang. *Kumawula: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(3), 763–771. https://doi.org/10.24198/kumawula.v6i3.44841

Ma'arif, M. F., & Aribowo, W. (2023). Rancang bangun kendali PID pada sistem penerangan berbasis Node-Red. *Jurnal Teknik Elektro (UNESA)*, 13(1), 9–13. https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/view/57468

Mathew, A., & Singh, T. (2022). Renewable energy adoption in high-altitude Himalayan regions: A case study of Ladakh, India. *Renewable Energy*, 172, 345–356. https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.12.025

Nugroho, A. S., et al. (2023). Implementasi penerangan jalan berbasis panel surya pada Desa Tunggak Toroh Grobogan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat – PIMAS*, 3(1). https://doi.org/10.35960/pimas.v3i1.1373

Pemkab Malang. (2025). *Profil Kecamatan Singosari Kabupaten Malang*. https://singosari.malangkab.go.id/content/Singosari-kecamatan-singosari

Prasetyo, N. P., Wulandari, T. Y. D., & Pramudya, A. M. (2022). Analisis hambatan implementasi penerangan jalan umum tenaga surya di Desa Purworejo, Kecamatan Ngantang. *Jurnal Rekayasa Energi dan Keberlanjutan*, 4(2), 112–118. https://doi.org/10.22216/jrek.2022.v4i2.789

Rachmanita, R. E. (2022). Perancangan pembangkit listrik tenaga surya untuk penerangan jalan umum (PJU) di Dusun Karang Tengah Desa Jatisari Kabupaten Lumajang. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 10(1), 7–15. https://jurnal.poltekba.ac.id/index.php/jtt/article/view/1289

Santoso, P. P. A., Sanubary, I., Syahrizal, I., & Butsi Ningsih, I. F. (2024). Pembuatan dan instalasi penerangan jalan umum (PJU) artistik berbasis panel surya di RT 20 Seladu, Desa Parit Raja, Sambas. AMMA : Jurnal Pengabdian Masyarakat, 5026. https://journal.mediapublikasi.id/index.php/amma/article/view/5026

Setiawan, D., Alim, A., Wijaya, I., Rabbani Nengsyh, B., & Sitorus, P. (2025). Pemasangan lampu PJU berbasis solar panel untuk meningkatkan keselamatan, keamanan, dan kenyamanan warga Desa Rawang Binjai. JDISTIRA: Jurnal Pengabdian Inovasi dan Teknologi Kepada Masyarakat, 5(2), 1676. https://doi.org/10.58794/jdt.v5i2.1676

Soebandono, B., & Rahmawati, A. (2025). Pemanfaatan lampu panel surya untuk penerangan jalan lingkungan. Dinamisia : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, 6(5), 11205. https://doi.org/10.31849/dinamisia.v6i5.11205

Sujono, S., Sufaidah, S., Almukhofi, M. U., Wahyunugroho, S. N., & Iflahah, E. (2022). Pendampingan penerangan jalan umum (PJU) berbasis tenaga surya dan LED di Desa

Jatiwates, Kecamatan Tembelang. *Jumat Informatika: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(3), 137–140. https://doi.org/10.32764/abdimasif.v3i3.3191

Syafaat, F. M. (2018). *Rancang bangun konverter synchronous buck pada daya panel surya menggunakan metode kontrol PID* (Skripsi, Universitas Jember). Universitas Jember. https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/88080

Wiratama, W. M. P. (2023). Komparasi stabilitas posisi panel surya: PID vs FLC. *Jurnal SIMET*, 11(2), 45–53. https://jurnal.umk.ac.id/index.php/simet/article/view/4346