

PEMBUATAN LAMPU PERINGATAN JALAN BERTENAGA SURYA DI DESA SUMBERINGIN KIDUL, NGUNUT, TULUNGAGUNG

Kris Witono^{1*}, Asrori Asrori², Satworo Adiwidodo³, Achmad Walid⁴, EkoYudiyanto⁵, Agus Sujatmiko⁶

^{1,2,3,4,5,6}Politeknik Negeri Malang, Indonesia

¹Email: kris.witono@polinema.ac.id

ABSTRAK

Persimpangan jalan utama di RT/RW 03/03 Desa Sumberingin Kidul Kecamatan Ngunut Kabupaten Tulungagung sering terjadi kecelakaan, akibat banyak kendaraan yang melewati jalan tersebut tidak mengurangi laju kendaraannya dan mendapatkan kejutan adanya kendaraan tiba tiba keluar dari perempatan atau warga yang menyeberang, serta tidak begitu tampak dari jalur utama. Kondisi ini tentunya membahayakan bagi pengendara maupun warga yang melewati perempatan tersebut. Untuk mengatasi kondisi tersebut, dibutuhkan lampu peringatan jalan bertenaga surya yang handal dan berbasis energi mandiri. Proses kegiatan berlangsung mulai dari survey di tempat, analisa permasalahan dan solusi yang harus diselesaikan. Perencanaan kegiatan disusun untuk menentukan kebutuhan bahan dan peralatan, pendampingan pembuatan unit lampu peringatan jalan dilakukan dengan pemberdayaan masyarakat sampai dengan pemasangannya. Peran serta masyarakat dilibatkan untuk peningkatan pengetahuan dan ketrampilan warga di bidang fabrikasi dan instalasi lampu bertenaga surya. Hasil kegiatan ini terpasang lampu peringatan jalan bertenagasuryadengan spesifikasi Panel Surya monokristal 100 Wp, Solar Charger Controller MPPT 10 A, Baterai (accu) 12V 65 Ah, Lampu Peringatan Jalan LED 40 W, kabel dan perlengkapan lainnya. Adanya lampu peringatan jalan ini berdampak pada peningkatan keselamatan aktivitas warga di lingkungan RT/RW 03/03 Sumberingin Kidul Kecamatan Ngunut Kabupaten Tulungagung.

Kata Kunci: lampu peringatan jalan; panel surya; solar charger controller; baterai; LED 40 W

PENDAHULUAN

Desa Sumberingin Kidul adalah desa yang berada di Kecamatan Ngunut Kabupaten Tulungagung yang memiliki potensi ekonomi yang tinggi. Secara geografis desa ini merupakan jalur yang menghubungkan wilayah selatan Kecamatan Ngunut dengan sebelah utara. Desa Sumberingin Kidul memiliki luas wilayah 183.600 Ha, terdiri dari 7 RW dan 18 RT. Potensi wilayah yang dimiliki antara lain Tanah Sawah 40 Ha, Tegal 35 Ha, Tanah Pemukiman 50 Ha, Sarana pendidikan Sekolah SD /Madrasah/SMA 3 Ha, industri dan lain lain 34 Ha (BKKBN, 2018). Kehidupan penduduk Desa Sumberingin Kidul mempunyai mata pencaharian yang beragam antara lain pertanian, peternakan, Industri Kecil, dan perdagangan. Pertanian merupakan mata pencaharian utama karena wilayah yang datar. Produk pertanian yang dominan adalah tanaman pangan antar lain berupa padi dan jagung, kedelai dan palawija lainnya. Hal ini karena pertanian didukung dengan irigasi yang dapat mencukupi kebutuhan tanaman

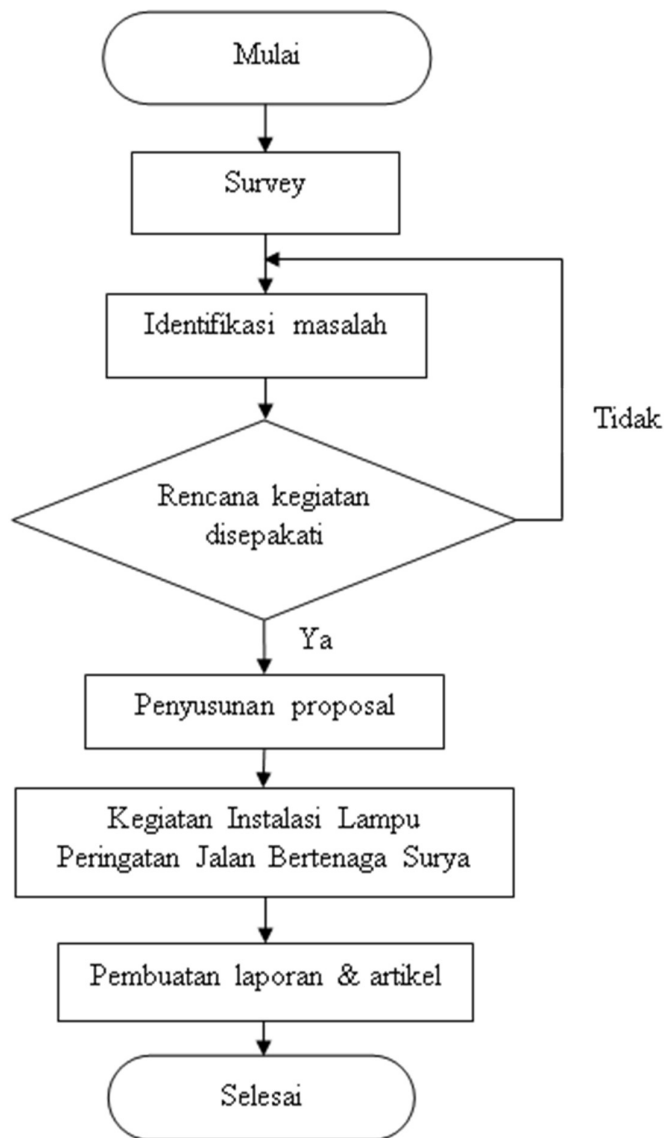
pangan. Selain tanaman pangan, peternakan merupakan mata pencaharian yang banyak diproduksi oleh masyarakat. Desa Sumberingin Kidul memiliki peternak dengan kapasitas kecil hingga menengah. Ternak yang dikembangkan bervariasi, meliputi sapi, kambing etawa, ayam pedaging, ayam petelur, ayam arab, puyuh, dan peternak/pembudidaya ikan.

Disamping pertanian dan peternakan, di Desa Sumberingin Kidul memiliki industri kecil yang juga berkembang menghasilkan produk-produk layak jual. Daerah ini terkenal daerah pemasok batu bata di kabupaten Tulungagung. Usaha lain yang bisa ditemui adalah genteng kaolin. Selain itu terdapat kecil lain berupa produksi makanan seperti krupuk gambir, *crisping* pisang, dan makanan kering lainnya (Desa, 2020). Adanya berbagai perkembangan usaha masyarakat tersebut turut menciptakan mobilitas masyarakat yang tinggi baik siang maupun malam. Untuk itu setiap jalan yang dilalui kegiatan masyarakat diharapkan aman dari kecelakaan, sehingga daerah yang sering dilalui orang dan persimpangan harus mendapatkan perhatian yang serius. Selain itu dengan adanya lampu *traffic light* yang dipasang di desa tersebut, dapat menjadi media pembelajaran anak didik sekolah disekitar lokasi, mengenai teknologi energi surya ataupun dalam hal ketertiban berlalu lintas (Ayunaning et al., 2022). Posisi perempatan atau persimpangan jalan utama di RT 03/03 Desa Sumberingin Kidul membutuhkan lampu peringatan jalan yang cukup handal. Hal ini karena pada persimpangan tersebut sering terjadi kecelakaan, akibat banyak kendaraan yang melewati jalan tersebut tidak mengurangi laju kendaraannya dan mendapatkan kejutan adanya kendaraan tiba-tiba keluar dari perempatan atau warga yang menyeberang, serta tidak begitu tampak dari jalur utama. Kondisi ini tentunya membahayakan bagi pengendara maupun warga yang melewati perempatan tersebut.

Salah satu aplikasi tenaga surya yang dapat diaplikasikan langsung ke masyarakat adalah penerangan jalan umum (PJU) bertenaga surya (Witono et al., 2021; Gumono et al., 2021). Pembiayaan dan pemilihan lampu yang tepat pada saat proses perancangan perlu diperhitungkan karena kesalahan dari pembelian kapasitas produksi sel solar akan mengakibatkan pemasangan sel solar akan kurang optimal (Khoiriyah & Setiawan, 2018; Asrori et al., 2022). Pemilihan jenis lampu juga akan mempengaruhi kualitas penerangan (Azzahra et al., 2019). Penggunaan Lampu LED memiliki hasil yang baik dan lebih menghemat energi. Panas yang dihasilkan LED saat menyala tidak sebesar pancaran lampu pijar (Suprihardi et al., 2020; Udiyanto et al., 2020). Dari survey di lapangan, maka jalur persimpangan jalan utama di RT 03/03 Desa Sumberingin Kidul, perlu diberikan lampu peringatan jalan yang handal untuk menjaga keselamatan masyarakat beraktifitas. Untuk mengatasi persoalan tersebut tim Pengabdian masyarakat membuat usaha bagaimana merakit dan memasang sebuah Instalasi Lampu Peringatan Jalan Bertenaga Surya ditempat yang membutuhkan tersebut. Dari kegiatan tersebut diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan dan ketrampilan warga di RT 03/RW 03 Ds. Sumberingin Kidul, Kec. Ngunut, Kab. Tulungagung untuk pembuatan Lampu Peringatan Jalan Bertenaga Surya.

METODE PELAKSANAAN

Rencana pemasangan Lampu Peringatan Jalan di RT 03/03 Desa Sumberingin Kidul memerlukan solusi teknologi yang mengantarkan penyelesaian masalah penerangan tersebut. Dari survey lapangan yang dilakukan sebelumnya, maka diputuskan untuk menggunakan Lampu Peringatan Jalan Bertenaga Surya. Alur pelaksanaan PkM ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang digambarkan dalam diagram alir sebagai Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Adapun peralatan yang dibutuhkan dalam instalasi lampu peringatan jalan, terdiri dari komponen utama, yaitu:

(1) Panel Surya (*Solar Panel*), panel surya merupakan sumber energi utama yang terdiri dari sel surya untuk mengubah cahaya menjadi listrik (Surindra, 2020). Panel Surya yang banyak digunakan dipasaran saat ini antara lain Monokristal Silikon dan

Polikristal Silikon. Monokristal adalah panel yang memiliki kemampuan mengubah energi foton cahaya matahari mencapai angka sebesar 16-25% (Asrori et al., 2019; Susilo et al., 2022). Panel surya yang digunakan dalam kegiatan PkM ini adalah menggunakan jenis monokristal kapasitas 100 Wp, seperti yang tampak pada Gambar 2.



Gambar 2. Panel surya monokristal 100Wp

Panel monokristal silikon memiliki berwarna biru atau hitam. Kelemahan modul ini adalah sangat tidak toleran dengan debu dan bayangan. Adanya debu atau bayangan dapat mengurangi unjuk kerja sampai 20%. Polikristal merupakan adalah panel yang memiliki kristal *amorf*. Tipe ini memiliki efisiensi sebesar 14-16%. (2) *Solar Charger Controller* (SCC) merupakan peralatan elektronik yang berfungsi untuk mengatur masuknya arus menuju baterai dan beban. Secara umum bagian ini untuk mengendalikan, mengatur, dan regulator pengisian tegangan dan arus dari panel surya yang masuk kedalam baterai, sehingga dapat menjaga dan mengoptimalkan sistem pengisian pada baterai (Wahidi et al., 2022). Gambar 3 menunjukan SCC yang biasa digunakan dalam instalasi sederhana.



Gambar 3. Solar Charger Controler

(3) Baterai (*Accumulator*) sebagaimana yang tampak dalam Gambar 4, merupakan peralatan yang berfungsi untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan panel surya melalui proses pengisian (*charge*) pada saat panel mendapatkan sinar matahari dan dapat digunakan pada saat tidak ada sinar matahari (*discharge*).



Gambar 4. Accu kapasitas 12 V-65 Ah

(4) Lampu Peringatan Jalan LED, keunggulan LED yang paling utama adalah hanya membutuhkan paling sedikit energi listrik daripada sumber cahaya lain, dalam hal intensitas cahaya yang dihasilkan (Hasibuan et al, 2020). Satu lampu LED bisa saja terdiri lebih dari satu komponen LED yang dirangkai secara seri dan paralel (Gambar 5), hal ini untuk menambah intensitas cahaya yang dihasilkan dari lampu LED tersebut.



Gambar 5. Rangkaian Lampu LED

Selanjutnya, tahapan kegiatan PkM pembuatan lampu peringatan bertenaga surya, antara lain:

(i) Menentukan energi listrik yang dibutuhkan. Apabila dirancang lampu 4 x 10 W menyala selama 8 jam dan baterai hanya dapat digunakan untuk 50% nya saja, maka energi total yang dibutuhkan dapat dihitung sesuai Pers. 1 (Rhomadhon et al., 2022).

$$E_T = t_{led} \times P_{led} \quad (1)$$

Sementara total daya diperoleh dari $P = 40 : 50\%$, yaitu 80 W. dengan waktu nyala, $t = 8$ jam (*hours*) akan didapatkan energi total, $E_T = 80 \text{ W} \times 8 \text{ h} = 640 \text{ Wh}$. Apabila sistem rangkaian diasumsikan mengalami *losses* sebesar 10%, maka energi yang dibutuhkan menjadi $E_T = 640 + 64 = 704 \text{ Wh} = 704 \text{ VAh}$.

(ii) Menentukan kapasitas baterai, dapat ditentukan berdasarkan Pers.2.

$$Ah = \frac{ET}{V_s} \quad (2)$$

Sehingga dari hasil perhitungan didapatkan kapasitas baterai yang dibutuhkan minimal 58,67 Ah, maka digunakan aki basah dengan spesifikasi 12 V/65Ah.

(iii) Perhitungan *daily energy production* modul surya. Dari hasil perhitungan dengan asumsi bahwa *PSH* (*Peak Sun Hour*) adalah 8 jam dan daya panel surya sebesar 100Wp, dapat ditentukan dengan Pers. 3.

$$E_{daily \text{ PV}} = P_{max} \times PSH \quad (3)$$

Sehingga energi yang dapat dihasilkan oleh panel surya didapatkan sebagai berikut:

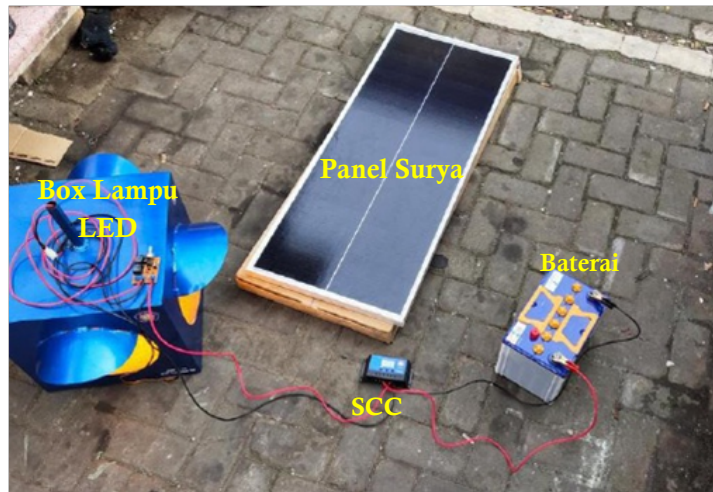
$$E_{daily \text{ PV}} = 100 \text{ Watt} \times 8 \text{ jam (hour)}$$

$$E_{daily \text{ PV}} = 800 \text{ Wh}$$

(iv) Pengadaan Peralatan Lampu Peringatan Bertenaga Surya, meliputi: Panel Surya *Monocrystalline* 100 Wp, Pengontrol Pengisi Daya Surya (*Solar Charger Controller* /

SCC) MPPT 10A, Lampu LED 40 Watt, Tutup Lampu LED, Kabel-kabel, Baterai (*Accumulator*) 12V 65Ah, Pengatur Kedip Lampu (*Flasher*), MCB 4A, Boks panel, Tiang Lampu Setinggi 6 m.

(v) Tahap perakitan dan pengujian instalasi. Berdasarkan dari perhitungan dan spesifikasi komponen utama tersebut diatas selanjutnya dapat dirakit dan dilakukan uji coba, sebagaimana yang tampak dalam Gambar 6. Panel surya disambungkan dengan peralatan SCC (*Solar Charger Controller*), yang akan mengendalikan sistem pengecasan pada baterai. Lampu LED dipasang pada *box lamp* yang terdiri dari empat (4) sisi. Sistem penyalan dapat diatur secara berkedip dan bergantian di kedua sisi.



Gambar 6. Instalasi Lampu Peringatan Jalan LED

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pelaksanaan kegiatan PkM ini merupakan dari rangkaian dari hasil penelitian (Witono et al., 2021; Asrori et al., 2022a; Asrori et.al., 2022b) dan kegiatan PkM oleh tim dosen Polinema yang telah dilakukan sebelumnya (Nurhadi et al., 2020; Asrori et al., 2021; Asrori et al., 2022). Sehingga dengan adanya pengalaman tersebut kegiatan ini diharapkan mempunyai dampak kemanfaatan ekonomi buat masyarakat. Oleh karena itu pada pelaksanaan PkM ini juga melibatkan bengkel sekitar dalam hal proses perakitan yaitu proses pengelasan untuk tiang lampu, sebagaimana yang tampak pada Gambar 7.



Gambar 7. Proses perakitan Lampu Peringatan Bertenaga Surya

Selanjutnya dilakukan pemasangan Lampu Peringatan Bertenaga Surya. Pemasangan lampu peringatan bertenaga surya dilakukan oleh tim pelaksana PKM dan dibantu oleh warga sekitar (Gambar 8) sebagai wujud peran serta dan antusiasme warga terhadap kegiatan ini.



Gambar 8. Pemasangan Lampu Peringatan Bertenaga Surya

Tahapan akhir dari kegiatan PkM ini adalah proses serah terima dan sosialisasi ke warga dan RT setempat. Sosialisasi yang dilakukan oleh Tim dosen dan mahasiswa Polinema ini, tampak dalam Gambar 9.



Gambar 9. Sosialisasi dan serah terima kepada Ketua RT

Dalam sosialisasi yang dilakukan oleh Tim PkM Polinema ini secara garis besar juga memberikan beberapa informasi dan pengetahuan berkaitan dengan teknologi pemanfaatan energi surya, yaitu teknologi panel surya untuk sistem lampu penerangan ataupun digunakan untuk aplikasi *warning light* tenaga surya (Artiyasa et al., 2021; Rumbayan et al., 2021). Penyerahan lampu peringatan bertenaga surya dilakukan oleh tim pelaksana PKM secara simbolis kepada masyarakat yang diwakili oleh Ketua RT/RW 03/03 Desa Sumberingin Kidul, Kecamatan Ngunut Kabupaten Tulungagung. Proses serah terima yang dilakukan di lokasi dengan maksud untuk memastikan bahwa lampu penerangan yang dipasang tersebut berfungsi sebagaimana mestinya, ditunjukkan dalam Gambar 10.



Gambar 10. Serah terima *traffic warning light* di lokasi jalan raya sumberingin kidul

Teknologi yang diterapkan dalam PkM ini berupa pemanfaatan energi matahari dengan aplikasi panel surya sebagai sumber listrik untuk lampu peringatan jalan. Adapun keunggulan dari teknologi yang diterapkan dalam PkM ini adalah sebagai berikut: (1) Hemat energi, karena bersumber dari energi terbarukan yaitu energi matahari; (2) Lampu 4 sisi, yaitu lampu dipasang dalam suatu box yang dapat di lihat dari 4 arah sehingga untuk persimpangan jalan (perempatan) sangat efektif dengan hanya memasang satu sistem lampu saja. (3) Minim perawatan dan bebas biaya listrik. (4) Mudah dan aman

instalasinya, karena menggunakan sistem kelistrikan DC. (5) Praktis dan nyala lampu bisa di atur, dalam sistem terdapat SCC yang bisa di setting waktu dan lamanya penyalan.

SIMPULAN

Kesimpulan dari kegiatan Pembuatan Instalasi Lampu Peringatan (*Street Warning Light*) Bertenaga Surya di persimpangan jalan utama wilayah RT/RW 03/03 Desa Sumberingin Kidul Kecamatan Ngunut Kabupaten Tulungagung ini adalah: Peningkatan pengetahuan dan ketrampilan warga RT/RW 03/03 Desa Sumberingin Kidul Kecamatan Ngunut Kabupaten Tulungagung di bidang fabrikasi dan instalasi Lampu Peringatan (*Street Warning Light*) Bertenaga Surya. Terpasangnya Lampu Peringatan (*Street Warning Light*) Bertenaga Surya yang aman dan bisa diandalkan, dimana memerlukan tiang lampu setinggi 6 m, Panel Surya monokristal 100 Wp, Solar Charger Controller MPPT 10 A, Baterai (accu) 12V 65 Ah, Lampu Peringatan Jalan LED 40 W, kabel dan perlengkapan lainnya. Hal tersebut berdampak pada peningkatan keselamatan aktivitas warga di lingkungan RT/RW 03/03 Desa Sumberingin Kidul Kecamatan Ngunut Kabupaten Tulungagung semakin baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada UPT Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Politeknik Negeri Malang yang telah membiayai kegiatan Pengabdian Pada Masyarakat ini dengan dana DIPA Nomor SP DIPA-023.18.2.677606/2022.

DAFTAR RUJUKAN

- Artiyasa, M., Adriana, A., Rian, R., Fauzi, F., & Putra, T. A. (2021). Pemasangan Lampu Jalan Berbasis Tenaga Surya Untuk Penerangan Jalan Desa Di Desa Cibolang Kaler. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Abdi Putra* , 1 (2), 50-55.
- Asrori, A., Abdullah, M. W., & Imam, M. (2022). Rancang Bangun dan Pengujian Kinerja Trainer Kit Instalasi Panel Surya 50 Wp. *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)* , 7 (1), 91-98.
- Asrori, A., Agus, H., Akhmad, F., & Agus, D. W. (2021). Aplikasi Home Solar System Sebagai Penerangan Untuk TPQ Al-Murtadho Di Kota Malang. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ* , 8 (1), 99-106.
- Asrori, A., Harahap, M. Z., & Harijono, A. (2022). Perbandingan Performansi Panel Surya Tipe Amorphous dan Polycrystalline terhadap Daya Pengisian Baterai Lithium-Ion pada Electric Scooter. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual* , 7 (4), 1091-1103.
- Asrori, A., Mashudi, I., & Suyanta, S. (2019). Pengujian Rasio Kinerja Instalasi Panel Surya Tipe Silikon-Kristal pada Kondisi Cuaca Kota Malang. *Jurnal Energi dan Teknologi Manufaktur (JETM)* , 2 (2), 11-18.
- Asrori, A., Ramdhani, A. F., Nugroho, P. W., & Eryk, I. H. (2022). Kajian Kelayakan Solar Rooftop On-Grid untuk Kebutuhan Listrik Bengkel Mesin di Polinema. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika* , 10 (4), 830-845.
- Asrori, A., Susilo, S. H., Hidayat, M. N., Eryk, I. H., & Maskur, M. (2022). Installation of Solar Panels for Filtration Systems on Koi Fish Cultivation in Sumberingin Kidul Village, Tulungagung Regency. *Abdi Dosen: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat* , 6 (3), 810-820.

- Ayunaning, K., Prafitasiwi, A. G., & Z. Audina, A. (2022). Sosialisasi Disiplin Berlalu Lintas pada Siswa SMA/SMK. *Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Nusantara (JPPNu)*, 4 (2), 139-144.
- Azzahra, S., Christiono, C., Samsurizal, S., Fikri, M., Ratnasari, T., & Putra, R. (2019). Pemasangan Lampu Jalan Berbasis Solar Cell untuk Penerangan Jalan di Desa Cilatak Ciomas. *Terang : Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat Menerangi Negeri*, 1 (2), 137-143.
- BKKBN. (2018, August 14). *Profil desa Sumberingin kidul*. Retrieved July 02, 2022, from <https://kampungkb.bkkbn.go.id/kampung/9342/desa-sumberingin-kidul>
- Desa, P. (2020, January 10). *Profil Desa Sumberingin Kidul Ngunut*. Retrieved May 05, 2022, from <http://sumberinginkidul.tulungagungdaring.id>
- Gumono, G., Susilo, S. H., Setiawan, A., & Asrori, A. (2021). The Assembly and Installation of Solar Powered Public Street Lights (PJU) at Panti Asuhan Putri Aisyiah Dau Malang. *International Journal of Community Engagement Payungi*, 1 (2), 52-58.
- Hasibuan, A., Siregar, W. V., & Fahri, I. (2020). Penggunaan LED Pada Lampu Penerangan Jalan Umum Untuk Meningkatkan Efisiensi Dan Penghematan Energi Listrik. *Journal of Electrical and System Control Engineering*, 4 (1), 18 - 32.
- Khoiriyah, U., & Setiawan, E. (2018). *Perencanaan Dan Analisis Pembiayaan Penerangan Jalan Umum(PJU) (Studi Kasus: Jl. Tangkil-Ngeluk Kec. Gesi Kab. Sragen)*. UMS, Teknik Industri. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Nurhadi, N., Rohman, F., & Susilo, S. H. (2020). Pembuatan Papan Nama Jalan Untuk RT 05 RW 16 Desa Ngenep, Kec. Karangploso, Kab. Malang. *Jurnal Aplikasi Dan Inovasi Ipteks SOLIDITAS*, 3 (2), 36-47.
- Rhomadhon, A. E., Rofi'i, A., & 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.
- Rumbayan, M., Sompie, S., & Rumbayan, R. (2021). PENERAPAN TEKNOLOGI ENERGI TERBARUKAN MELALUI MODEL SCIENCE TECHNO PARK DI DESA KIAMA KEPULAUAN TALAUD. *Jurnal Abdimas Indonesia*, 1 (4), 1-9.
- Suprihard, i. S., Yaman, Y., & Ellyani, E. (2020). Prototype Lampu LED Hemat Energi Sebagai Penerangan Rumah Tangga. *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*. 4, pp. 196-201. Lhokseumawe: Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- Surindra, M. D. (2020). Eksperimental Studi Aplikasi Panel Surya Monocrystalline 50 WP Sebagai Sumber Tenaga Aerator Dengan Aliran Kombinasi. *EKSERGI Jurnal Teknik Energi*, 16 (2), 99-108.
- Susilo, S. H., Asrori, A., & Gumono, G. (2022). Analysis of the efficiency of using the polycrystalline and amorphous PV module in the territory of Indonesia. *Journal of Applied Engineering Science*, 20 (1), 239-245.
- Udianto, P., Asrori, A., & Yudianto, E. (2020). Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Penerangan Di Lokasi Wisata Pantai Gemah Tulungagung Jawa Timur. *INFO-TEKNIK*, 21 (2), 155-162.
- Wahidin, N. F., Yadie, E., & Putra, M. A. (2022). Analisis Perbandingan Charging SCC Jenis PWM Dan MPPT Pada Automatic Handwasher with Workstation Bertenaga Surya. *PoliGrid*, 3 (1), 12-20.
- Witono, K., Adiwidodo, S., Hardjito, A., Setiawan, A., & Sarjiyana, S. (2021). Pelatihan Pembuatan Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) Bertenaga Surya di RW 04 Kelurahan Wonokoyo Kecamatan Kedungkandang Kota Malang. *Jurnal Pengabdian Polinema Kepada Masyarakat*, 8 (1), 95-101.

Witono, K., Asrori, A., & Harijono, A. (2021). The Comparison of Performance Polycrystalline and Amorphous Solar Panels under Malang City Weather Conditions. *Bulletin of Science Education* , 1 (2), 124-135.