

Implementation of Integrated Hybrid PLTS Lathe Machines in UMKM Processing Wood-Based Crafts

Implementasi PLTS Hybrid Terintegrasi Mesin Bubut pada UMKM Pengolahan Kerajinan Berbahan Dasar Kayu

Widjanarko¹, Fengky Adie Perdana², Nila Alia^{*3}, Pondi Udianto⁴, Satworo Adiwidodo⁵, Etik Puspitasari⁶, Vinan Viyus⁷

123456⁷Politeknik Negeri Malang

E-mail: widjanarko@polinema.ac.id¹, fengkyadie@polinema.ac.id², nilaalicia@polinema.ac.id³,
pondi.udianto@polinema.ac.id⁴, satworo.adiwidodo@polinema.ac.id⁵, etik.puspitasari@polinema.ac.id⁶
vinan.viyus@polinema.ac.id⁷

Abstract

Community service activities have a central role in supporting sustainable economic growth, especially in the Micro, Small and Medium Enterprises (UMKM) sector. UMKM processing wood-based crafts, as an integral part of local cultural diversity, face significant energy challenges in sustainable development. In order to overcome this obstacle, this community service activity focuses on implementing a Hybrid Solar Power Plant (PLTS) that is integrated with a lathe for UMKM processing wood-based crafts. The purpose of this community service activity is to provide sustainable solutions for UMKM in terms of reliable energy, while supporting the development of environmentally friendly technologies. The methodology applied includes an initial survey of energy needs, design and installation of the Hybrid PLTS system, lathe operator training, and continuous performance monitoring. This activity involves collaboration with UMKM owners and the local village government to ensure the implementation of solutions that are relevant to real needs and conditions. The results of this activity show that the implementation of Hybrid PLTS integrated with lathes has a significant positive impact on production efficiency and product quality for UMKM. These activities make a real contribution to sustainable economic development at the local level. The results can be used as a model for similar developments in other UMKM sectors.

Keywords: Community Service, Hybrid PLTS, UMKM, Processing of Wood-Based Crafts, Sustainable Energy, Renewable Energy

Abstrak

Kegiatan pengabdian pada masyarakat memiliki peran sentral dalam mendukung pertumbuhan ekonomi berkelanjutan, terutama di sektor Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM). UMKM pengolahan kerajinan berbahan dasar kayu, sebagai bagian integral dari keanekaragaman budaya lokal, menghadapi tantangan energi yang signifikan dalam pengembangan berkelanjutan. Dalam rangka mengatasi hambatan ini, kegiatan pengabdian pada masyarakat ini fokus pada implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Hybrid yang terintegrasi dengan mesin bubut pada UMKM pengolahan kerajinan berbahan dasar kayu. Tujuan dari kegiatan pengabdian ini adalah untuk memberikan solusi berkelanjutan bagi UMKM dalam hal energi yang andal untuk mendukung perkembangan teknologi ramah lingkungan. Metodologi yang diterapkan meliputi survei awal kebutuhan energi, desain dan instalasi sistem PLTS Hybrid, pelatihan operator mesin bubut, dan pemantauan kinerja berkelanjutan. Kegiatan ini melibatkan kolaborasi dengan pemilik UMKM dan pemerintah desa setempat untuk memastikan penerapan solusi yang relevan dengan kebutuhan dan kondisi nyata. Hasil dari implementasi PLTS Hybrid terintegrasi dengan mesin bubut memberikan dampak positif dan signifikan pada efisiensi produksi dan kualitas produk UMKM dibuktikan dengan waktu pengrajan yang lebih singkat, kuantitas yang lebih banyak, dan kualitas yang lebih presisi. Kegiatan ini memberikan kontribusi nyata pada pengembangan ekonomi berkelanjutan di tingkat lokal. Hasilnya dapat digunakan sebagai model untuk pengembangan serupa di sektor UMKM lainnya.

Kata kunci: Pengabdian pada Masyarakat, PLTS Hybrid, UMKM, Pengolahan Kerajinan Berbahan Dasar Kayu, Energi Berkelanjutan, Energi Terbarukan

1. PENDAHULUAN

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) telah lama menjadi tulang punggung ekonomi di banyak negara, karena kontribusinya dalam menyumbang sebagian besar lapangan kerja dan mempertahankan warisan budaya serta tradisi lokal (Vinatra, 2023). Dalam era ketidakpastian energi dan perubahan iklim, tantangan dalam menghadirkan akses terhadap sumber energi yang handal dan berkelanjutan bagi sektor UMKM semakin dibutuhkan. Pengolahan kerajinan berbahan dasar kayu, sebagai bagian vital dari kekayaan lokal, menghadapi tantangan khusus dalam memenuhi kebutuhan energi tanpa merusak lingkungan. Berdasarkan hal tersebut, pengembangan teknologi berkelanjutan menjadi sangat penting. Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi solusi yang menjanjikan untuk mengatasi tantangan energi di daerah terpencil atau sulit dijangkau (Widjanarko et al., 2021). Namun, untuk mencapai efisiensi maksimal dan memberikan dampak positif, integrasi PLTS dengan mesin produksi yang spesifik, seperti mesin bubut dalam industri kerajinan berbahan dasar kayu, memerlukan pendekatan yang hati-hati dan terencana.

Kegiatan pengabdian pada masyarakat ini mengambil peran strategis dalam mengimplementasikan solusi inovatif untuk mendukung UMKM pengolahan kerajinan berbahan dasar kayu. Konsep pengembangan sistem PLTS *Hybrid* yang terintegrasi dengan mesin bubut menjanjikan peluang untuk memberikan pasokan energi yang stabil, mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil (Widjanarko et al., 2022), dan meningkatkan produktivitas dalam proses produksi. Namun, penerapan teknologi seperti ini bukanlah suatu tugas yang mudah, melibatkan sejumlah aspek teknis, ekonomi, dan partisipasi masyarakat sekitar.

Peningkatan kesadaran akan dampak negatif yang dihasilkan dari penggunaan energi fosil semakin mendorong inovasi menuju sumber energi terbarukan dan ramah lingkungan (Romadhon & Subekti, 2023). Dalam hal ini, teknologi PLTS *Hybrid* muncul sebagai solusi yang menjanjikan dengan mengintegrasikan berbagai sumber energi seperti tenaga surya (Rusli et al., 2023), baterai penyimpanan, dan mesin konvensional. Dengan demikian, PpM ini tidak hanya memiliki relevansi di tingkat lokal, tetapi juga dalam kerangka global untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan menginisiasi energi berkelanjutan. Dalam banyak kasus, UMKM menghadapi keterbatasan akses terhadap teknologi (Aryuniasari et al., 2023) dan pengetahuan yang diperlukan untuk mengadopsi solusi energi terbarukan (Noor & Rahman, 2023). Oleh karena itu, pelaksanaan pengabdian pada masyarakat ini juga memiliki tujuan untuk memberikan edukasi dan pelatihan kepada pemilik UMKM. Pengetahuan tentang operasi, perawatan, dan manfaat dari sistem PLTS *Hybrid* yang terintegrasi dengan mesin bubut akan membantu meningkatkan pemahaman dan pemanfaatan teknologi ini.

Pengimplementasian teknologi baru yang berbasis PLTS memiliki hambatan dan tantangan selama proses implementasi dan pengoperasian sistem (Manahara et al., 2023). Dengan memahami kendala yang ada, langkah-langkah mitigasi dapat diambil solusi untuk memastikan kebermanfaatan jangka panjang dari penerapan teknologi ini. Pengalaman dari penelitian yang sudah pernah dilakukan tim pengabdian juga dapat menjadi panduan dan model bagi implementasi teknologi serupa dalam skala yang lebih luas. Dengan menggabungkan aspek teknis, ekonomi, dan partisipasi lingkungan, PpM ini diharapkan mampu memberikan kontribusi nyata pada pengembangan berkelanjutan UMKM dan memajukan perubahan menuju energi bersih dan efisiensi produksi.

Kerjasama antara akademisi, pelaku industri/UMKM, dan pemerintah daerah merupakan faktor kunci dalam mencapai hasil yang optimal. Kolaborasi ini memungkinkan penggabungan pengetahuan akademis dengan kebutuhan praktis di lapangan, sehingga menghasilkan solusi yang relevan dan dapat diimplementasikan secara efektif. Dengan melibatkan pemilik UMKM dan pemerintah setempat dalam semua tahapan analisis pendahuluan, perancangan dan pengembangan, implementasi hingga evaluasi, dapat dipastikan bahwa solusi yang dihasilkan sesuai dengan lingkungan dan kebutuhan sebenarnya.

Berdasarkan beberapa penjelasan tersebut, hasil dari kegiatan pengabdian pada masyarakat ini mampu memberikan wawasan tentang penerapan teknologi baru dan terbarukan dalam lingkup UMKM pengolahan kerajinan berbahan dasar kayu. Selain itu, kegiatan PpM ini menginspirasi pengembangan dan adopsi solusi serupa dalam berbagai sektor dan lokasi, menciptakan dampak yang lebih luas dalam mendukung pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan dan pengurangan dampak negatif bagi lingkungan.

2. METODE

Kegiatan ini mengadopsi pendekatan pengabdian pada masyarakat yang berfokus pada implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Hybrid* terintegrasi dengan mesin bubut pada UMKM yang bergerak di bidang pengolahan kerajinan berbahan dasar kayu. Tahap implementasi kegiatan ini ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Kegiatan

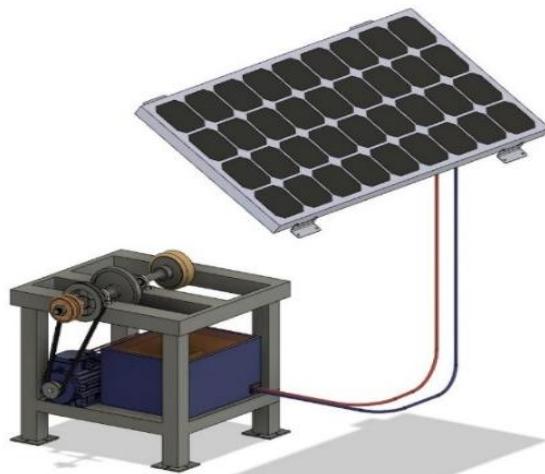
Penjelasan detail tahapan kegiatan PpM:

- Survei & analisis kebutuhan Awal:** Tahap pertama kegiatan ini merupakan observasi tempat produksi untuk mengidentifikasi permasalahan dan kebutuhan UMKM serta pola penggunaan energi pada saat ini. Tahap ini melibatkan wawancara dengan pelaku UMKM, analisis peralatan produksi, dan analisis penggunaan energi. Kegiatan survei dan analisis kebutuhan awal kegiatan pengabdian pada masyarakat ini ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Survei dan analisis kebutuhan

- b. Desain dan perancangan sistem: Berdasarkan analisis data awal yang diperoleh dari survei dan observasi UMKM, menghasilkan rancang bangun mesin bubut yang terintegrasi dengan sistem PLTS *Hybrid* berdasarkan pertimbangan kebutuhan energi UMKM dan kebutuhan peralatan produksi yang masih minim. Desain ini mencakup dimensi mesin bubut dan komponen pendukungnya, komponen sistem kelistrikan, kapasitas baterai penyimpanan, dan konfigurasi mesin bubut yang terintegrasi. Perancangan desain mesin bubut yang terintegrasi dengan PLTS ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain dan Perancangan sistem

- c. Pengembangan dan Realisasi Sistem: pengembangan alat dilakukan berdasar desain yang telah dihasilkan dari proses desain dan perancangan sistem. Dalam proses ini, dilakukan proses pembuatan mesin bubut, sistem kelistrikan, sistem penyimpan energi, dan sistem panel surya. Setelah beberapa sistem selesai dibuat, tahap selanjutnya adalah menginterasikan beberapa bagian tersebut menjadi sistem yang terintegrasi. Gambar 3 menunjukkan kegiatan pengembangan dan realisasi desain teknis mesin bubut yang terintegrasi dengan sistem PLTS.



Gambar 4. Pengembangan dan realisasi mesin bubut berbasis PLTS

- d. Implementasi Lapangan: pada tahap ini dilakukan proses instalasi sistem di tempat produksi UMKM. Proses instalasi melibatkan tim pengabdian, UMKM dan perwakilan dari pemerintah desa setempat. Panel surya di pasang di atap rumah tempat produksi, sedangkan mesin bubut diletakkan di dalam rumah produksi. Proses instalasi mesin bubut dan sistem PLTS yang digunakan untuk sumber daya sistem ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 5. Instalasi PLTS Off-Grid

- e. Dukungan Teknis: Pada tahap ini dilakukan beberapa kegiatan, diantaranya pelatihan operator dalam pengoperasian, pemeliharaan sistem PLTS *Hybrid* dan mesin bubut yang telah terintegrasi. Pelatihan ini mencakup penggunaan, perawatan, dan pengaturan sistem untuk memaksimalkan efisiensi kerja alat. Pendampingan cara pengoperasian dan perawatan alat mesin bubut yang terintegrasi dengan PLTS Offgrid ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Pendampingan pengoperasian dan pemeliharaan alat

- f. Evaluasi dan Monitoring: Setelah sistem dioperasikan, dilakukan evaluasi pemantauan kinerja berkelanjutan untuk memastikan keandalan dan efisiensi sistem yang telah diaplikasikan. Data kinerja seperti penggunaan daya listrik, penggunaan mesin bubut yang terintegrasi, dan kualitas produk yang dihasilkan dicatat dan dievaluasi secara berkala. Kegiatan evaluasi dan monitoring ini juga melibatkan kolaborasi antara pemilik UMKM dan pemerintah daerah setempat. Masukan dan umpan balik dari mereka diambil melalui wawancara dan kuisioner untuk memastikan bahwa solusi yang diterapkan sesuai dengan kebutuhan dan kondisi nyata. Selain melakukan evaluasi dan monitoring secara langsung, pengetahuan tentang implementasi PLTS *Hybrid* juga disebarluaskan dalam bentuk sosialisasi pada beberapa UMKM yang ada di lingkungan sekitar tempat implementasi sistem.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengabdian pada masyarakat yang berfokus pada implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Hybrid* terintegrasi dengan mesin bubut pada UMKM pengolahan kerajinan berbahan dasar kayu telah menghasilkan sejumlah hasil penting yang dapat mempengaruhi perkembangan ekonomi, efisiensi operasional, dan dampak lingkungan. Berikut hasil-hasil yang dicapai serta implikasinya dalam pengembangan berkelanjutan.

a. Keberhasilan Implementasi Teknologi

Hasil pelaksanaan pengabdian ini menunjukkan keberhasilan dalam mengintegrasikan sistem PLTS *Hybrid* dengan mesin bubut dalam lingkungan UMKM pengolahan kerajinan berbahan dasar kayu. Panel surya yang dipasang berhasil menghasilkan listrik yang cukup untuk mendukung operasi mesin bubut, menciptakan pasokan energi yang lebih stabil dan andal. Hal ini mengatasi tantangan utama ketidakpastian pasokan listrik yang sering dihadapi oleh UMKM. Selain mendukung sistem operasional mesin bubut, sistem PLTS offgrid yang telah terpasang juga digunakan untuk sistem penerangan tempat produksi dan sistem penerangan lingkungan sekitar sentra industri. Kegiatan penjelasan pengaplikasian integrasi sistem PLTS dengan mesin bubut dan sistem penerangan ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Integrasi PLTS dengan mesin bubut dan sistem penerangan

Hasil yang didapatkan dari proses analisis kebutuhan awal menghasilkan spesifikasi awal produk. Setelah dilakukan proses desain simulasi, tahap selanjutnya dilakukan proses manufaktur sistem. Spesifikasi teknis sistem mesin bubut yang terintegrasi dengan PLTS ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Teknis Mesin Bubut yang Terintegrasi PLTS OffGrid

No	Komponen	Spesifikasi
1	Dimensi	70cm X 60cm X 80cm
2	Motor listrik	500 watt
3	Inverter	2000 watt <i>Pure Sine Wave</i> (PSW)
4	<i>Automatic Transfer Switch</i> (ATS)	20 Amper
5	Relay	10 Amper
6	MCB Baterai	100 Amper
7	MCB Panel Surya	C63
8	Solar Charge Controller	60 Amper
9	Panel Surya	400Wp Polykristalin
10	Baterai	LiFePO4 12V 200Ah
11	BMS Baterai	LiFePO4 4S 100A

Fitur pada sistem kelistrikan PLTS Hybrid yang di integrasikan dengan mesin bubut kerajinan kayu ini terdapat 3 mode, diantaranya:

1) Mode otomatis

Prioritas penggunaan daya utama yang digunakan pada mode ini diambil dari sistem PLTS yang menggunakan sistem 12V. Baterai yang digunakan sebagai penyimpan daya adalah baterai LiFePO4 dengan spesifikasi 12V 100Ah. Pada siang hari, sumber daya

utama akan menggunakan sumber dari PLTS dan baterai. Pada saat siang hari, sistem PLTS akan mengisi daya ke sistem baterai. Jika sistem digunakan kemudian baterai dalam kondisi habis, maka penggunaan beban otomatis akan berpindah menggunakan daya dari PLN. Setelah baterai penuh kembali, maka beban akan otomatis berpindah dari sistem PLN ke sistem PLTS. Jika terjadi mati listrik PLN, maka sistem tidak akan terpengaruh selagi masih ada penyinaran matahari dan backup daya dari baterai.

2) Mode PLN

Mode ini 100% menggunakan daya dari listrik PLN tanpa menggunakan sistem dari PLTS sebagai sumber daya listrik utama. Jika terjadi listrik padam, maka sistem akan otomatis pindah ke sistem PLTS. Kemudian, jika listrik PLN menyala kembali maka sistem akan berpindah ke PLN tanpa jeda.

3) Mode PLTS Offgrid

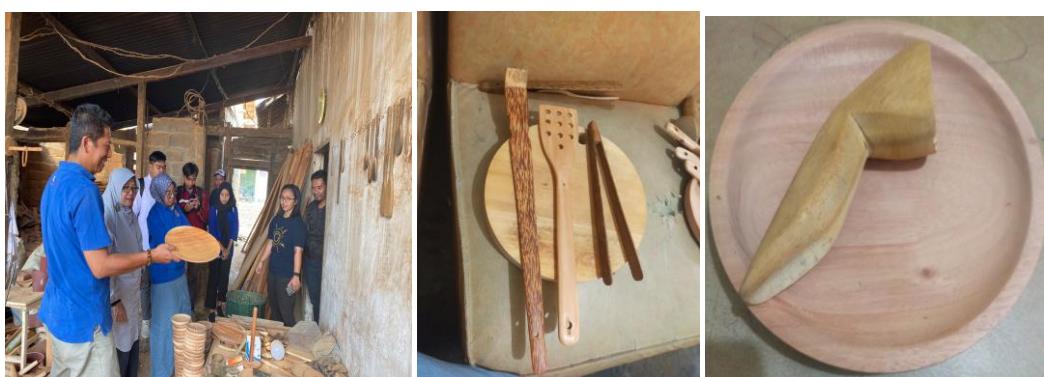
Sumber daya listrik yang digunakan pada mode ini sepenuhnya menggunakan sistem PLTS, dimana sistem dapat selalu digunakan meski listrik PLN nyala/padam. Mode ini juga digunakan jika ingin menggunakan sistem PLTS sepenuhnya sebagai sistem utama dalam menyuplai daya sistem.

b. Peningkatan Efisiensi Operasional

Dengan adanya pasokan listrik yang konsisten dari sistem PLTS *Hybrid*, UMKM mengalami peningkatan signifikan dalam efisiensi operasional (Parnata et al., 2021). Operasi mesin bubut menjadi lebih stabil dan dapat diandalkan, menghindarkan pemadaman yang dapat mengganggu proses produksi. Hasilnya adalah peningkatan produktivitas dan kualitas produk yang secara langsung berdampak pada peningkatan pendapatan dan pertumbuhan UMKM.

c. Dampak Ekonomi Positif

Efisiensi operasional yang ditingkatkan dari pemanfaatan TTG ini tidak hanya menghasilkan peningkatan kualitas produk, tetapi juga mengurangi biaya produksi (Anggoro et al., 2023). Biaya energi listrik yang sebelumnya tinggi dapat dikurangi secara signifikan, membantu UMKM meningkatkan margin keuntungan mereka. Dalam jangka panjang, dampak ini memiliki potensi untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi lokal.



Gambar 8. Contoh Hasil Produksi sentra UMKM kerajinan kayu

d. Pengurangan Emisi dan Dampak Lingkungan

Salah satu hasil signifikan dari implementasi PLTS *Hybrid* adalah pengurangan emisi gas rumah kaca dan dampak negatif lingkungan (Manahara et al., 2023). Dengan menggantikan penggunaan bahan bakar fosil dengan energi surya, UMKM mengurangi jejak karbon saat proses produksi dan berkontribusi pada upaya global dalam mengurangi perubahan iklim. Ini juga memperlihatkan komitmen UMKM dalam memajukan praktik berkelanjutan.

e. Peningkatan Partisipasi Lingkungan dan Peningkatan Wawasan Teknologi Berkelanjutan

Partisipasi dan dukungan dari pemilik UMKM, lingkungan, dan kecamatan setempat memiliki peran keberhasilan PpM ini. Kolaborasi yang erat memungkinkan penyelarasan antara solusi teknologi yang diusulkan dan kebutuhan serta situasi riil UMKM. Pelatihan pengoperasian TTG dan pendekatan partisipatif pada masyarakat sekitar juga mendorong penerimaan teknologi baru di kalangan masyarakat sekitar.

f. Tantangan dalam Implementasi PLTS Hybrid

Dalam proses implementasi, beberapa tantangan muncul, seperti pemilihan lokasi yang optimal untuk panel surya dan perubahan pengaturan sistem. Namun, tantangan ini diatasi melalui upaya kolaboratif antara tim peneliti, pemilik UMKM, dan masyarakat sekitar. Pelajaran yang diperoleh dari tantangan ini memberikan wawasan penting untuk kegiatan serupa di masa mendatang.

4. KESIMPULAN

Pelaksanaan pengabdian pada masyarakat tentang implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Hybrid* terintegrasi dengan mesin bubut pada UMKM pengolahan kerajinan berbahan dasar kayu menunjukkan bagaimana teknologi berkelanjutan dapat diadopsi dengan sukses dalam skala mikro serta dampak yang signifikan pada efisiensi produksi, ekonomi lokal, dan lingkungan.

Secara ekonomi, hasil PpM menunjukkan integrasi PLTS *Hybrid* dengan mesin bubut mampu meningkatkan produktivitas dan efisiensi kinerja UMKM. Penyediaan pasokan energi yang andal memungkinkan operasi yang lebih stabil dan konsisten, sehingga meningkatkan output produksi dan mengurangi kerugian akibat pemadaman listrik yang tidak terduga. Penghematan biaya operasional juga menjadi manfaat signifikan, yang membantu meningkatkan daya saing UMKM dalam pasar. Hasil analisis penerapan sistem PLTS mampu memberikan penghematan biaya modal penggunaan listrik produksi sebesar 31%. Hal ini dikarenakan PLTS yang terpasang mampu digunakan untuk beberapa sumber daya mesin produksi diantaranya: mesin bubut, mesin bor, mesin pasah, mesin profil kayu, dan sistem penerangan.

Pengabdian pada masyarakat ini tidak hanya menghasilkan implementasi teknologi PLTS *Hybrid* terintegrasi dengan mesin bubut, tetapi juga memberikan wawasan yang lebih dalam hal teknologi berkelanjutan dapat memengaruhi perkembangan ekonomi dan lingkungan di tingkat mikro. Dengan langkah-langkah yang tepat dan kolaborasi yang kuat, solusi TTG berbasis teknologi ramah lingkungan memberikan kontribusi besar untuk mencapai pertumbuhan yang berkelanjutan dan lingkungan yang lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Malang yang telah memberi dukungan financial terhadap pengabdian ini melalui skema PpM Swadana Kemitraan Masyarakat, No. SP DIPA: 023.18.2.667606/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggoro, G., Indarto, P., Fadturahman, B. A., & Putri, I. D. (2023). *Peningkatan Kapasitas Produksi dengan Teknologi Tepat Guna Alat Pemeras Santan untuk UMKM Jenang Legend "Lek Siti" di Kelurahan Blitar Increasing Production Capacity with Appropriate Technology Coconut Milk Squeezer for MSMEs Jenang Legend "Lek Siti"*. 2(3).
- Aryuniasari, Rakib, M., & Said, M. I. (2023). Analisis Pengembangan UMKM Melalui Digital

- Entrepreneurship Dengan Model Triplehelix Pada Pasar Hanggar Talasalapang di Kota Makassar. *Journal of Economic Education and Entrepreneurship Studies*, 4(1), 489–502. <https://journal.unm.ac.id/index.php/JE3S/index>
- Manahara, S., Putri, S. K., & Kencana, I. S. (2023). Tantangan transisi energi terbarukan di Indonesia (Studi Kasus PLTS di Kabupaten Cilacap). *JIMSE: Journal of Innovation Materials, Energy, and Sustainable Engineering*, 1(1), 78–90.
- Noor, F. M., & Rahman, A. F. (2023). Studi Penerapan Integrasi Sumber Energi Baru Terbarukan dengan Smart grid dan Sistem Pengendalian SCADA. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 14(1), 526–532.
- Parnata, I. K., Wahyuni, L. M., Sadguna, I. G. A. J., & Yuniastari Sarja, N. L. A. K. (2021). Penerapan Teknologi Tepat Guna Dalam Produksi Dan Pemasaran Usaha Betutu Khas Bali Di Banjar Mawang Kaja, Ubud, Gianyar. *Dharmakarya*, 10(4), 353. <https://doi.org/10.24198/dharmakarya.v10i4.35247>
- Romadhon, F. D., & Subekti, R. (2023). Analisis Pengaturan Energi Terbarukan Dalam Kendaraan Berbasis Elektrik Untuk Mendukung Perlindungan Lingkungan (Analisis Komparatif Antara Indonesia, Brazil, Dan Pakistan). *Jurnal Pacta Sunt Servanda*, 4(1), 177–190.
- Rusli, M. R., Pradigta, L., Raharja, S., Nugraha, S. D., & Firyal, A. (2023). *Battery-Based Energy Storage System from Solar Panels Utilization for Worship House Applications in Carang Wulung Village Sistem Penyimpanan Energi Listrik Berbasis Baterai dari Pemanfaatan Panel Surya Untuk Aplikasi Rumah Ibadah di Desa Carang Wulung*. 7(5), 1190–1197.
- Vinatra, S. (2023). Peran Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) dalam Kesejahteraan Perekonomian Negara dan Masyarakat. *Jurnal Akuntan Publik*, 1(3), 1–8.
- Widjanarko, W., Alia, N., Dani, A., & Perdana, F. A. (2021). Experimental analysis of temperature, light intensity, and humidity on rooftop standalone solar power plant. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1073(1), 012047. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1073/1/012047>
- Widjanarko, W., Perdana, F. A., Alia, N., & ... (2022). Instalasi Penerangan Jalan Umum Berbasis Sel Surya Di Lingkungan Rt 01/Rw 06 Jl. Ikan Kakap Kota Malang. *Jurnal Pengabdian* ..., 2(2), 9–15. <https://ejurnal.undana.ac.id/index.php/TekMas/article/view/8824>