



Penerapan Teknologi Energi Hybrid : Turbin Mikrohidro dan Panel Surya untuk Menambah Produksi Energi Listrik di Dusun Batu Saeng, Tanggamus, Lampung

Madi¹, Putty Yunesti¹, Mugi Praseptiawan², Risfihan Rafi¹, Alfajar Puja Kusuma³

¹ *Institut Teknologi Sumatera, Indonesia*

ABSTRACT

APPLICATION OF HYBRID ENERGY TECHNOLOGY: MICRO-HYDRO TURBINE AND SOLAR PANELS TO INCREASE ELECTRICAL ENERGY PRODUCTION IN DUSUN BATU SAENG, TANGGAMUS, LAMPUNG. Dusun Batu Saeng, Tanggamus, Lampung is one of the areas that utilize the potential of the surrounding natural resources. One of the potentials used is river water which is used as a Micro Hydro Power Plant (PLTMH). However, the source of electrical energy that has been used for 10 years does not appear to be optimal in its utilization. This is because many components are damaged and unfit for use which has reduced their performance. The production of electrical energy from PLTMH is 8 kW which is distributed to 20 houses, this amount will be reduced during the dry season to 6-7 kW. Based on that, it is necessary to replace components such as turbines and generators with a capacity of 10 kW. In addition, during a prolonged dry season, it can also be utilized by installing a 1 kW photovoltaic as a Solar Power Plant (PLTS). Thus, by utilizing water and solar sources, more optimal electricity production can be produced through hybrid energy from PLTMH and PLTS in Dusun Batu Saeng, Lampung. The implementation stages include literature study, site survey, group discussion forum, design and planning, design and preparation, manufacture of PLTMH and PLTS, installation of PLTMH and PLTS, monitoring and evaluation, and final report. The result of this program is an increase in electricity production from 8 kW to 11 kW of hybrid energy from PLTMH and PLTS. It is hoped that in the future this program can be applied to other areas so that they become energy-independent communities.

Keywords: Hybrid Energy, Turbin Mikrohidro, Panel Surya.

Received:	Revised:	Accepted:	Available online:
26.06.2022	17.07.2022	21.07.2022	31.08.2022

Suggested citation:

Madi, M., Yunesti, P., Praseptiawan, M., Rafi, R., & Kusuma, A. P. (2022). Penerapan Teknologi Energi Hybrid : Turbin Mikrohidro dan Panel Surya untuk Menambah Produksi Energi Listrik di Dusun Batu Saeng, Tanggamus, Lampung. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 7(3), 592-601. DOI: 10.30653/002.202273.149

Open Access | URL: <http://jurnal.unmabanten.ac.id/index.php/jppm/>

¹ Corresponding Author: Program Studi Teknik Sistem Energi, Institut Teknologi Sumatera; Jl. Terusan Ryacudu, Jati Agung, Lampung Selatan 35365; Email: madi@tse.itera.ac.id

PENDAHULUAN

Tanggamus merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Lampung, Pulau Sumatera, secara garis besar wilayahnya dialiri oleh sungai dengan jumlah air yang melimpah. Namun, ironisnya di Kabupaten Tanggamus masih ditemukan 160 desa yang belum mendapatkan suplai listrik dari Pembangkit Listrik Negara (PLN) (Isnugroho, 2009). Berdasarkan survei secara langsung oleh Tim Pengabdi menemukan salah satu lokasi yang sudah lama memanfaatkan listrik dari tenaga air dengan menggunakan turbin mikrohidro berkapasitas 8 kW. Namun, sayangnya masyarakat tidak mengontrol pembangkit tenaga air itu secara berkala dan berkelanjutan, sehingga hampir semua komponennya rusak, berkarat, dan hampir terbakar. Adapun lokasi tersebut yaitu, di Dusun Batu Saeng, Desa Sinar Jawa, Kecamatan Air Nanningan, Kabupaten Tanggamus, Lampung.

Di Dusun Batu Saeng, terdapat sekelompok masyarakat pengelola Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) yang terdiri atas 20 anggota, setiap anggota mewakili kepala rumah tangga. Pengelola PLTMH sudah berdiri lebih dari sepuluh tahun, mereka menyebutnya sebagai Tim Tirta Cahaya Emas (TCE). Anggota TCE terdiri atas laki-laki dengan rentang usia 29-50 tahun, mereka tinggal di tengah hutan dengan mengandalkan sumber ekonomi dari hasil perkebunan. Kondisi bangunan rumah sebagai tempat tinggalnya terbuat dari papan kayu yang diperoleh dari batang pohon yang ada di sekitar rumah. Namun, dengan segala keterbatasannya mereka memanfaatkan sumber daya potensi yang ada di Dusun Batu Saeng, selain perkebunan juga aliran sungai yang deras dimanfaatkan untuk PLTMH sebagai sumber energi listrik. Hasil perkebunan hanya cukup untuk biaya makan sehari-hari, sehingga sulit bagi warga setempat mengganti komponen utama PLTMH seperti turbin dan generator yang membutuhkan biaya besar. Anggota TCE sudah melakukan uang iuran, namun hanya cukup untuk mengganti komponen-komponen kecil dan perawatan sederhana. Sehingga, dengan keterbatasan ekonomi, turbin dan generator belum diganti.

Berdasarkan survei oleh Tim Pengabdi di lokasi PLTMH Dusun Batu Saeng, terlihat banyak komponen mikrohidro yang sudah tidak layak pakai, berkarat, peot, keropos, dan hampir terbakar seperti, turbin, *generator*, *gear*, *bearing*, dan komponen lainnya yang ditunjukkan pada Gambar 1.



(a)



(b)

Gambar 1. Komponen PLTMH di lokasi, (a) Turbin, dan (b) Generator

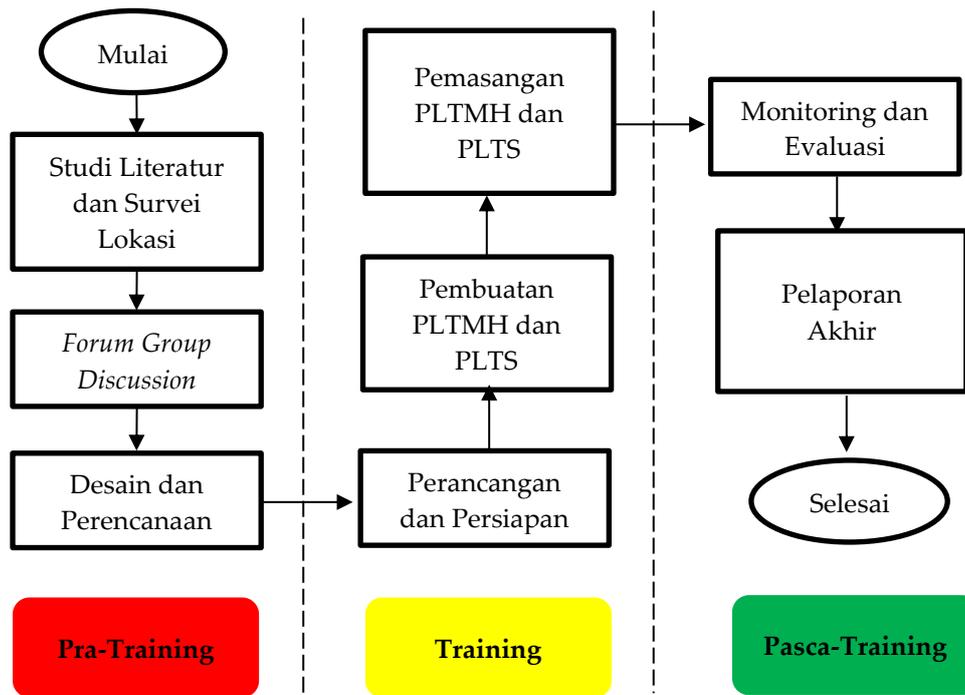
Sepuluh tahun lamanya komponen-komponen PLTMH tidak diganti, terutama turbin dan *generator* yang menjadi alat utama dalam pembangkitan energi listrik. Sehingga, hal itu menyebabkan produksi energi listrik PLTMH semakin rendah. Kondisi tersebut semakin parah apabila musim panas datang, yang menyebabkan aliran air sungai menjadi lebih rendah sehingga produksi energi listrik semakin berkurang.

Sebelumnya, melalui dana hibah internal kampus ITERA, Tim Pengabdian telah mengganti generator yang awalnya berkapasitas 8 kW menjadi 10 kW dengan desain yang lebih modern. Generator 10 kW yang merupakan program pengabdian masyarakat oleh Tim Pengabdian, telah berhasil menerangi 20 rumah warga di lokasi setempat (Madi, et al, 2021a). Berdasarkan survei kepuasan juga diperoleh 100% anggota TCE merasa sangat puas dan berharap ada keberlanjutan program kedepannya untuk terus menambah produksi energi listrik (Madi, et al., 2021b). Selain penerapan generator mikrohidro yang lebih berkualitas, juga dilakukan pelatihan manajemen operasi PLTMH untuk menambah keterampilan masyarakat (Naimah et al., 2021). Namun, program yang telah dilaksanakan sebelumnya, daya listrik dari generator 10 kW belum 100% menghasilkan daya listrik maksimal. Hal itu dikarenakan performa turbin yang digunakan sudah menurun karena kondisinya sudah sangat tua, berkarat, dan peot akibat sepuluh tahun tidak diganti maupun dirawat.

Program yang telah dilakukan oleh Tim Pengabdian, tidak sepenuhnya mencukupi kebutuhan listrik bagi mitra TCE. Komponen yang telah diganti hanya generator, sedangkan turbin dan rumah pembangkit masih belum diperbaharui karena keterbatasan biaya. Sehingga apabila turbin mikrohidro tidak pernah diperbaharui maka kedepannya sistem akan berhenti karena performa utama ditentukan oleh turbin itu sendiri. Selain itu, rumah pembangkit sebagai pelindung PLTMH juga masih sangat sederhana yang hanya terbuat dari kayu dan beratap seng yang rawan roboh akibat badai. Dalam pembangunan keberlanjutan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik di Dusun Batu Saeng membutuhkan biaya yang cukup besar. Sehingga, melalui dana hibah pengabdian kepada masyarakat dari Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Tim Pengabdian berharap dapat mengatasi permasalahan kebutuhan energi yang dialami oleh mitra. Adapun solusi yang ditawarkan oleh Tim Pengabdian yaitu, penerapan HE-Tech (*Hybrid Energy Technology*) sebagai solusi penerapan teknologi turbin mikrohidro dan panel surya untuk menambah produksi energi listrik di Dusun Batu Saeng.

METODE

Metode yang digunakan dalam program pengabdian masyarakat ini berupa penerapan teknologi secara langsung di masyarakat sasaran. Adapun tahapannya meliputi tiga cara yang sangat direkomendasikan yaitu, pra-training, training, dan pasca-training (Hadiwidodo et al., 2020, 2022; Madi et al., 2020). Tahapan pra-training terdiri atas survei lokasi, diskusi dengan warga, dan desain perancangan program. Tahapan training terdiri atas persiapan alat dan bahan, pembuatan dan penerapan turbin mikrohidro, pembuatan rumah pembangkit, dan pemasangan PLTS. Tahapan pasca-training terdiri atas monitoring dan evaluasi. Adapun tahapannya dapat dijelaskan dalam diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan pelaksanaan program penerapan HE-Tech

Gambar 2 telah menunjukkan bahwa tahapan pelaksanaan program secara jelas dan sistematis. Tahapan pra-training, pertama kali yang dilakukan oleh Tim Pengabdian yaitu studi literatur untuk mendapatkan bahan referensi dalam pemilihan jenis turbin dan panel surya yang mudah digunakan untuk skala rumah tangga, literatur diperoleh dari berbagai artikel ilmiah dan buku. Selain itu, survei lokasi juga dilakukan untuk mengetahui kondisi permasalahan sebenarnya yang dihadapi oleh masyarakat mitra. Kegiatan survei lokasi telah dilaksanakan oleh Tim Pengabdian dan diperoleh data secara langsung bahwa kondisi PLTMH yang dikelola oleh kelompok masyarakat TCE di Dusun Batu Saeng sangat menkhawatirkan, sehingga perlu untuk diperbaiki guna menambah produksi energi listrik. Setelah itu, Tim Pengabdian mengadakan *Forum Group Discussion* dengan masyarakat mitra untuk mengidentifikasi masalah, pemecahan masalah, dan penentuan solusi. Hasil diskusi Tim Pengabdian dengan masyarakat mitra diperoleh persetujuan untuk penerapan turbin mikrohidro, penerapan panel surya, dan pembaharuan rumah pembangkit PLTMH. Program tersebut diberikan nama oleh Tim Pengabdian yaitu, HE-Tech (*Hybrid Energy Technology*). Selanjutnya, Tim Pengabdian menyusun desain dan perencanaan dalam pelaksanaan program HE-Tech yang akan dilaksanakan.

Tahapan training yaitu tahap pelaksanaan yang dilakukan pertama kali adalah, perancangan dan persiapan program sesuai dengan hasil perencanaan. Perancangan dilakukan agar dapat menentukan waktu pelaksanaan kegiatan program agar berjalan dengan baik dan sesuai rencana. Setelah itu, perlu disiapkan peralatan dan bahan untuk pembuatan HE-Tech seperti komponen-komponen utama pada PLTMH yaitu, turbin, *blade*, poros, *gear*, panel surya, sistem elektrik, peralatan pendukung lainnya, bahan-bahan untuk membangun rumah pembangkit seperti cat, pondasi baja, kerangka baja, atap *polycarbonate*, dan sebagainya. Peralatan dan bahan tersebut harus disiapkan dengan sebaik mungkin dan harus terkumpul sebelum pelaksanaan program HE-Tech. Setelah itu, dilakukan pembuatan HE-Tech yang terdiri dari, fabrikasi turbin mikrohidro yang dilakukan di bengkel Dusun Batu Saeng, pembuatan rumah pembangkit, dan perakitan panel surya. Selanjutnya adalah, penerapan HE-Tech di lokasi pembangkit di Dusun Batu Saeng yang dilakukan bergotongroyong bersama-sama dengan

masyarakat mitra. Tahapan terakhir yaitu, pasca-training dengan mengadakan monitoring dan evaluasi guna pengontrolan setiap bulannya agar sistem PLTMH berjalan dengan baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

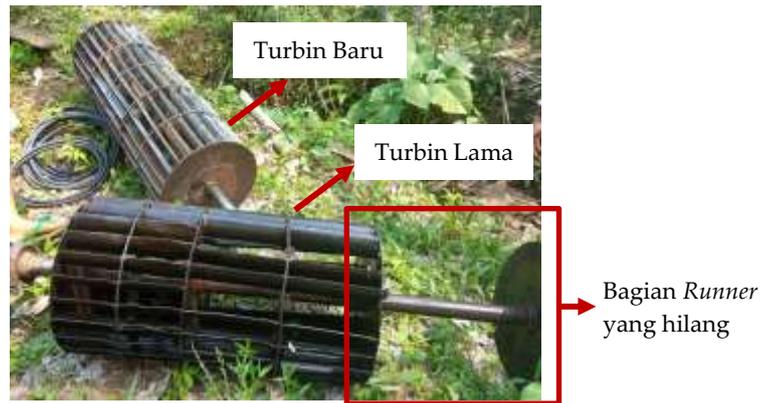
Hasil yang diperoleh dari program pengabdian masyarakat yaitu, 1) penerapan turbin mikrohidro, 2) pembangunan rumah pembangkit, dan 3) penerapan panel surya. Adapun hasil program yang telah dilaksanakan dapat dibahas sebagai berikut;

Penerapan Turbin Mikrohidro

Turbin merupakan salah satu teknologi yang digunakan untuk energi arus air (Madi, 2022; Madi, et al., 2021). Adapun turbin juga merupakan komponen yang sangat penting untuk memproduksi energi listrik selain generator (Madi et al., 2019). Bagian yang paling penting dalam sebuah turbin adalah *blade* yang bersentuhan langsung dengan air untuk mengubah energi kinetik menjadi mekanik (Madi, et al., 2021). Berdasarkan hal itu, turbin mikrohidro sangat penting untuk diperhatikan karena menentukan besarnya produksi energi listrik. Oleh karena itu, turbin mikrohidro di Dusun Batu Saeng yang tidak pernah diganti maka perlu dilakukan pembaharuan agar performanya menjadi lebih baik. Turbin air yang lebih banyak digunakan untuk debit dan *head* yang rendah, serta yang digunakan untuk PLTMH skala rumah tangga adalah turbin jenis *crossflow*.

Kelompok PLTMH TCE telah menerapkan sebuah turbin *crossflow* kapasitas 8 kW untuk sumber energi listrik 20 rumah. Turbin *crossflow* yang telah diterapkan dibuat langsung oleh 20 anggota PLTMH TCE di bengkel Batu Saeng. Bahan sirip *blade* yang telah digunakan dari plat besi jenis *strip plate* setebal 4 mm, panjang turbin 1220 mm, diameter turbin 440 mm. Turbin yang telah diterapkan terdiri atas 25 sirip *blade*, namun kondisi saat ini telah hilang sebanyak 1 bagian *runner* yang menjadi salah satu penyebab turunnya performa turbin. Selain itu, kondisi 25 sirip *blade* hampir 100% sudah berkarat dan bengkok yang juga menyebabkan kinerja turbin semakin menurun.

Tim Pengabdian telah mengganti turbin mikrohidro yang telah lama diterapkan di Dusun Batu Saeng menjadi turbin *crossflow* yang lebih baru dengan jumlah *runner blade* yang lebih lengkap. Pembaharuan turbin mikrohidro telah dirancang bersama-sama dengan warga di bengkel dekat dengan Dusun Batu Saeng. Turbin mikrohidro yang baru juga dihubungkan dengan sistem elektrik agar dapat membangkitkan generator untuk memproduksi energi listrik. Hasil program ini telah terciptanya sebuah teknologi turbin mikrohidro tipe *crossflow* dengan jumlah *runner blade* yang lebih lengkap dari sebelumnya hanya 4 *runner* menjadi 5 *runner*, material yang lebih tahan korosi, dan menghasilkan energi listrik yang lebih besar yaitu, 10 kW untuk 20 rumah. Adapun hasil visual dari turbin mikrohidro yang baru dibandingkan dengan yang lama dapat ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil visual turbin mikrohidro *crossflow*

Proses penerapan turbin mikrohidro meliputi pendistribusian menuju lokasi, pembongkaran turbin lama yang ada di lokasi, persiapan Tim Pengabdi dan warga untuk pemasangan turbin, dan pemasangan turbin di lokasi. Adapun proses tersebut telah didokumentasikan pada Gambar 4. Turbin mikrohidro 10 kW yang telah terpasang kemudian dialirkan ke-20 rumah sebagai sumber energi listrik sehari-hari.



Gambar 4. Proses penerapan turbin mikrohidro, a) Pendistribusian, b) Pembongkaran, c) Persiapan, dan d) Pemasangan

Pembangunan Rumah Pembangkit

Rumah Pembangkit PLTMH menjadi bagian kegiatan sipil yang sangat penting karena sebagai bangunan yang melindungi turbin, generator, dan sistem elektrik dari serangan luar seperti hujan, petir, dan badai. Rumah pembangkit juga berperan penting untuk menambah usia dari komponen-komponen PLTMH agar tidak mudah korosi. Sebelumnya, rumah pembangkit PLTMH di Dusun Batu Saeng terlihat masih sangat sederhana, terbuat dari kayu sebagai tiang tanpa pondasi, dan atap terbuat dari seng yang sudah berkarat. Kondisi bangunan tersebut tidak

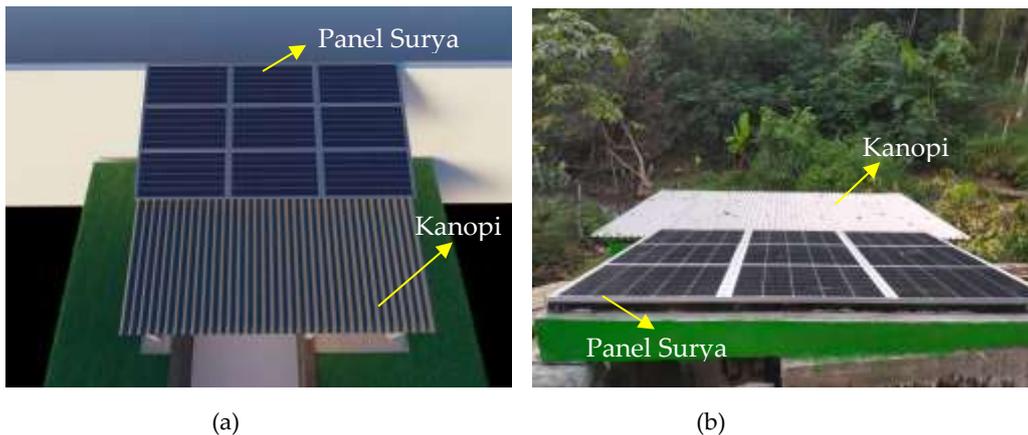
dapat bertahan lama, mudah roboh, dan rawan terkena badai maupun korosi. Sehingga, pembaharuan Rumah Pembangkit PLTMH juga dijadikan solusi dalam mengatasi permasalahan tersebut. Pada solusi yang akan diajukan yaitu, mengganti tiang dan pondasi berbahan dasar beton, kerangka atap terbuat dari besi hollow, dan bagian atap dilindungi langsung oleh panel surya. Proses pembuatan rumah pembangkit yang baru selama satu bulan penuh dengan gotong royong masyarakat Dusun Batu Saeng. Adapun hasil visual rumah pembangkit sebelumnya dan setelah dilakukan pembaharuan dapat ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Rumah pembangkit PLTMH, a) Sebelumnya, dan b) Setelahnya

Penerapan Panel Surya

Panel Surya merupakan salah satu teknologi energi terbarukan yang sangat populer akhir-akhir ini, teknologi tersebut memanfaatkan energi matahari untuk dikonversi menjadi energi listrik. Sinar matahari mengandung sebuah foton, ketika sinar matahari mengenai permukaan panel surya maka elektronnya akan tereksitasi dan menghasilkan energi listrik (Apriliawan et al., 2021). Adapun jenis panel surya yang sangat efisien dengan desain estetik adalah *monocrystalline* (Roza & Mujirudin, 2019). Sehingga, Tim Pengabdian telah memilih untuk menggunakan panel surya *monocrystalline* agar menambahkan produksi energi listrik saat musim panas di Dusun Batu Saeng. Panel Surya *Monocrystalline* dipasang di atap rumah pembangkit sebanyak 9 modul, yang kemudian disalurkan secara langsung ke rumah warga untuk kebutuhan listrik sehari-hari. Kapasitas satu modul panel surya yang telah terpasang sebesar 120 wp artinya, untuk sembilan modul mempunyai kapasitas 1080 wp yang dapat diproduksi selama satu jam. Intensitas cahaya matahari idealnya setiap hari terjadi selama 5 jam dari pukul 10.00 – 14.00 WIB. Sehingga, produksi energi dari 9 modul panel surya selama satu hari dapat menghasilkan 5400 wh yang sudah lebih dari cukup untuk menutupi kebutuhan energi listrik untuk 20 rumah warga. Adapun hasil visual panel surya yang telah diterapkan dapat ditunjukkan pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Pembangkit listrik tenaga surya, a) Hasil desain, dan b) Hasil penerapan

SIMPULAN

Program penerapan teknologi energi hybrid dari Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) telah sukses dilaksanakan untuk membantu memenuhi kebutuhan energi listrik di Dusun Batu Saeng, Lampung. Tiga program yang telah sukses dilaksanakan yaitu, 1) penerapan turbin mikrohidro tipe *crossflow* kapasitas 10 kW, 2) pembangunan rumah pembangkit dari bahan yang lebih kuat dari sebelumnya, dan 3) penerapan panel surya dengan kapasitas total 1080 wp. Program ini telah meningkatkan produksi energi listrik yang semula sekitar 6-8 kW menjadi lebih dari 11 kW untuk 20 rumah warga.

Ucapan Terimakasih

Tim Pengabdian mengucapkan banyak terima kasih kepada Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah mendanai melalui Dana Hibah Pengabdian Kepada Masyarakat Kompetitif Nasional Skema Program Kemitraan Masyarakat (PKM) 2022 Nomor Kontrak Induk 088/E5/RA.00.PM/2022, dan Nomor Kontrak Turunan B/762d/IT9.C1/PT.01.03/2022. Tim Pengabdian juga mengucapkan banyak terima kasih kepada Masyarakat Dusun Batu Saeng, Sinar Jawa, Air Naningan, Kabupaten Tanggamus, Lampung, yang telah bersedia untuk bekerjasama dalam menyukseskan program pengabdian masyarakat dalam menerapkan teknologi energi hybrid PLTMH dan PLTS.

REFERENSI

- Apriliawan, A. R., Madi, M., Muslimah, S., Juliana, A., Ali, M. P. (2021). Analisis kepuasan masyarakat terhadap penerapan dan edukasi panel surya sebagai destilasi air laut di Pulau Rimau Lampung Selatan. *TeknoKreatif: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(2), 98–110. <https://doi.org/10.35472/teknokreatif.v1i2.615>
- Hadiwidodo, Y. S., Rochani, I., Syahroni, N., Pratikno, H., Madi. (2020). AUTOVID (AutoCAD Covid-19): Sebuah media pelatihan software AutoCAD secara online untuk masyarakat terdampak Covid-19. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat-DRPM ITS* (Vol. 4, Issue 3).
- Hadiwidodo, Y. S., Syahroni, N., Handayanu, H., Rochani, I., Pratikno, H., Madi, M. (2022). Pelatihan AutoCAD 3D secara online untuk masyarakat terdampak covid-

19. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 7(1), 15–25.
<https://doi.org/10.30653/002.202271.5>
- Isnugroho. (2009). *Micro hydro water pump, an alternative to overcome the energy crisis* (Issue 110).
- Madi. (2022). *Dasar perancangan blade turbin*. Penerbit Sinar Gamedia.
- Madi, M., Hadiwidodo, Y. S., Tuswan, T., Ismail, A. (2020). Analisis tingkat kepuasan peserta pelatihan AutoCAD online untuk pengabdian masyarakat terdampak covid-19 dengan metode kirkpatrick level I. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 5(4), 1065–1076. <https://doi.org/10.30653/002.202054.689>
- Madi, M., Naimah, K., Hariyanto, D., Ikham, R., Rahmadi, I., Kusuma, A. P., Hasbiyalloh, H., Rafi, R. (2021a). Analisis tingkat kepuasan masyarakat terhadap penerapan generator-mikrohidro sebagai sumber energi listrik di Dusun Batu Saeng, Lampung. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 6(3), 811–822. <https://doi.org/10.30653/002.202163.815>
- Madi, M., Naimah, K., Hariyanto, D., Ikham, R., Rahmadi, I., Kusuma, A. P., Hasbiyalloh, H., Rafi, R. (2021b). Penerapan generator mikrohidro sebagai sumber energi listrik di Dusun Batu Saeng, Tanggamus, Lampung. *TeknoKreatif: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(2), 50–58. <https://doi.org/10.35472/teknokreatif.v1i2.477>
- Madi, M., Tuswan, T., Arirohman, I. D., Ismail, A. (2021). Comparative analysis of taper and taperless blade design for ocean wind turbines in Ciheras Coastline, West Java. *Kapal: Journal of Marine Science and Technology*, 18(1), 8–17. <https://doi.org/10.14710/kapal>
- Madi, Rahmawati, S., Mukhtasor, Satrio, D., Yasim, A. (2021). Variation number of blades for performance enhancement for vertical axis current turbine in low water velocity in Indonesia. *In Proceedings of the 7th International Seminar on Ocean and Coastal Engineering, Environmental and Natural Disaster Management*, 47–53. <https://doi.org/10.5220/0010047900470053>
- Madi, Sasono, M. E. N., Hadiwidodo, Y. S., Sujatanti, S. H. (2019). Application of savonius turbine behind the propeller as energy source of fishing vessel in indonesia. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 588(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/588/1/012046>
- Naimah, K., Madi, M., Yunesti, P., Zen, M. R., Maulana, R. W., Kusuma, A. P., Hasbiyalloh, H., Rafi, R. (2021). Pelatihan manajemen operasi pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLMTH) di Desa Batu Saeng Tanggamus Lampung. *TeknoKreatif: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(2), 2021–2059. <https://doi.org/10.35472/teknokreatif.v1i2.511>
- Roza, E., & Mujirudin, M. (2019). JKTE UTA'45 jakarta perancangan pembangkit tenaga surya fakultas teknik UHAMKA. *Ejournal Kajian Teknik Elektro*, 4(1), 16–30.

Copyright and License



This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

© 2022 Madi, Putty Yunesti, Mugi Praseptiawan, Risfihan Rafi, Alfajar Puja Kusuma

Published by LPPM of Universitas Mathla'ul Anwar Banten in collaboration with the Asosiasi Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (AJPKM)