



Pemberdayaan Petambak Udang Vanamei melalui Implementasi Pembangkit Hybrid (Turbin angin-Panel surya) untuk mendukung Budidaya

Frendi Maulana ^{*1}

¹Program Studi Teknik Elektro, Universitas Nahdlatul Ulama Lampung

E-mail: frendimaulana270@gmail.com ^{*1}

Ridho Aritonang ²

²Program Studi Pendidikan Vokasional Teknologi Otomotif, Universitas Nahdlatul Ulama Lampung

Email: ridhoaritonang.ra@gmail.com ²

Eny Maulita Purnama Sari ³

³Program Studi Pendidikan Bahasa Inggris, Universitas Nahdlatul Ulama Lampung

Email: ennymaulita42@gmail.com ³

Siti Mutmainah ⁴

⁴Program Studi Magister Pendidikan Matematika, Universitas Lampung *

Email: mutmainahsiti@fkip.unila.ac.id ⁴

Article History

Received: 05-07-2025

Accepted: 15-09-2025

Published: 30-09-2025

Abstract

This community service project addresses the high operational costs of Litopenaeus vannamei cultivation by implementing a hybrid power system combining a venturi wind turbine and solar panels. The methodology utilizes the Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycle to ensure active community participation and promote technology adoption, which is a key factor for the program's long-term success and sustainability. Economically, this implementation resulted in substantial benefits, demonstrating a 36.47% decrease in fuel expenses (Rp 1,399,000) and an overall operational cost efficiency of Rp 4,021,500. This efficiency effectively improved aquaculture profitability, with profit increasing from Rp 15,071,938 to Rp 15,969,750. Thus, the project offers a concrete, efficient, sustainable, and environmentally friendly solution for shrimp cultivation.

Keywords: 3-5 keyword

1. Hybrid power plant
2. Shrimp aquaculture
3. Renewable energy
4. Community empowerment
5. Ventury turbine

1. PENDAHULUAN

Energi angin dan surya sebagai sumber energi utama semakin menarik perhatian para peneliti dan praktisi

sebagai solusi atas krisis energi dan isu lingkungan (Anwar, 2023; Asa Panunggul et al., 2018; Hamoodi et al., 2024; Yunus et al., 2021). Pemanfaatan sistem hibrid, yang mengintegrasikan

minimal dua sumber energi, meningkatkan keandalan pasokan daya dengan mekanisme saling melengkapi saat salah satu sumber daya tidak dapat diakses (Hassan et al., 2023).

Menurut banyak penelitian, sistem hibrid angin-surya sangat efektif untuk berbagai jenis aplikasi. Studi (Jha et al., 2022) memeriksa optimalisasi sistem hibrida untuk pasokan listrik pedesaan dan menunjukkan menggabungkan kedua sumber energi tersebut dapat mengurangi biaya awal investasi dan biaya operasional dalam jangka panjang. Dalam aplikasi sektor pertanian dan peternakan, (Donode et al., 2018) menunjukkan sistem hibrid berhasil digunakan untuk mengoperasikan pompa air dan sistem irigasi. Selain itu, ada bukti lain bahwa penggunaan energi surya untuk sistem aerasi tambak dan pengoperasian pompa telah terbukti berhasil (Jushtine et al., 2025).

Menyadari potensi sistem hibrid, pengabdian ini mengimplementasikan pembangkit hibrid (turbin angin sistem venturi dan panel surya) di Tulang Bawang, Lampung, untuk mendukung aktivitas budidaya udang vanamei. Sistem ini dirancang bekerja sinergis untuk mengoptimalkan pemanenan daya listrik dari angin laut dan matahari.

Energi yang dihasilkan akan digunakan menggerakkan kincir air dan pompa, sebagai upaya strategis untuk mengurangi biaya operasional budidaya udang.

Sebagaimana diketahui, sirkulasi oksigen yang memadai sangat penting untuk respirasi dan metabolisme udang dalam budidaya udang vanamei, yang berdampak pada pertumbuhan dan daya tahan tubuh udang terhadap penyakit. Sirkulasi oksigen yang memadai sangat bergantung pada penggunaan kincir air (Nguyen et al., 2024; Patkaew et al., 2024; Vinatea et al., 2011), yang menurut pembudidaya dilokasi pengabdian ini, idealnya dibutuhkan 4-6 unit kincir per 0,5 hektar tambak. Oleh karena itu, diharapkan bahwa upaya pengabdian yang dilakukan akan mendorong pengembangan sistem budidaya yang lebih efisien, berkelanjutan, dan ramah lingkungan.

2. METODE

Metode pelaksanaan PKM mengikuti model Participatory Technology Development (PTD), yaitu integrasi penerapan teknologi tepat guna dengan mempertimbangkan kearifan lokal (Hariyanto, S. D. H., Kristiyana, S., Sulistyaningsih, E., Wahyuningtyas, D.,

Rahayu, S. S., & Prabowo, (2023). Implementasi PTD menggunakan tahapan Plan-Do-Check-Act (PDCA) seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur kegiatan pengabdian dengan pendekatan PDCA.

Analisis situasi (Plan) dilokasi pengabdian menunjukkan operasional budidaya udang memakai rata-rata dua unit kincir air yang digerakan oleh mesin diesel 8 PK (Gambar 2), serta juga untuk menggerakkan mesin pompa air alkon gasoline 5,5 HP (Gambar 3). Kedua mesin penggerak ini sangat bergantung pada konsumsi bahan bakar solar yang mendorong biaya operasional budidaya udang lebih tinggi.



Gambar 2. Mesin diesel 8 PK berbahan bakar solar penggerak 2 unit kincir air



Gambar 3. Mesin pompa air alkon berbasis engine 5,5 HP memakai bakar solar

Pembangunan turbin angin secara fisik dan pemasangan panel surya di lokasi tambak adalah bagian dari tahap implementasi teknologi (Do). Selama fase ini, kolaborasi antara tim pelaksana dan masyarakat sangat penting. Dengan menggunakan prinsip venturi, pembangkit listrik tenaga angin dirancang dengan menggunakan turbin dengan diameter 1,5 meter dan tinggi 2 meter (Maulana et al., 2025), seperti desain Gambar 4. Di sisi lain, pembangkit hibrid menggunakan panel surya yang dirancang untuk bekerja sama dengan turbin angin (Maulana & Mutmainah, 2019).



Gambar 4. Desain turbine angin



Gambar 5. Desain sistem hybrid

Keterlibatan dan dukungan masyarakat selama implementasi memfasilitasi transfer pengetahuan dan teknologi (Check). Setelah instalasi selesai, tahap tindak lanjut (Act) dimulai untuk mengevaluasi pencapaian, mengidentifikasi kendala, dan mengukur potensi keuntungan budidaya terhadap sistem hibrid yang diterapkan.

Isi Bagian metode penerapan, diuraikan dengan jelas dan padat tentang metode yang digunakan untuk mencapai tujuan yang telah dicanangkan dalam kegiatan pengabdian. Hasil pengabdian itu harus dapat diukur dan penulis diminta menjelaskan alat ukur yang dipakai, baik secara deskriptif maupun kualitatif. Dalam metode dijelaskan tentang cara mengukur tingkat ketercapaian dan keberhasilan kegiatan pengabdian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Kegiatan PKM dimulai dengan analisis situasi dan sosialisasi melalui diskusi fokus grup (FGD) (Gambar 6). Kegiatan ini mengidentifikasi faktor-faktor yang meningkatkan biaya operasional budidaya, salah satunya adalah alokasi biaya bahan bakar diesel (solar) untuk operasional kincir air dan pompa air. Sebagai langkah nyata, diputuskan untuk membangun turbin angin dengan sistem venturi (dirancang untuk mengumpulkan angin dari segala arah) dan panel surya, yang akan bekerja sama untuk menghasilkan energi angin dan surya. Melalui FGD ini, disepakati perlunya pelatihan pembukuan kegiatan budidaya agar lebih aman dan terkontrol.



Gambar 6. Kegiatan FGD dengan petani pembudidaya

Sesuai dengan desain awal, yang memiliki diameter 1,5 meter dan tinggi dua meter, pembangkit listrik tenaga angin dengan sistem venturi telah berhasil didirikan. Selain itu,

pemasangan panel surya telah selesai di lokasi ideal di pinggir kolam udang.

Seperti yang ditunjukkan oleh konstruksi kerangka turbin angin (Gambar 7), partisipasi aktif petani tambak dalam pembangunan infrastruktur fisik ini adalah bukti berlangsungnya adopsi teknologi kepada masyarakat.



Gambar 7. Pembangunan kerangka turbin angin

Keterlibatan aktif masyarakat sejak awal memastikan relevansi solusi dan potensi keberlanjutan program (Barsei & Rusliandy, 2024). Bersamaan dengan itu, pembangunan turbin angin dan pemasangan panel surya di area optimal (Gambar 8) telah selesai. Sistem instalasi kelistrikan hibrid terintegrasi (Gambar 9), yang dirangkai berdasarkan skema Gambar 5, kini menunjukkan kemampuan fungsional untuk menghasilkan energi listrik dari kedua sumber terbarukan.



Gambar 8. Pemasangan panel surya di dekat tambak



Gambar 9. Instalasi kelistrikan pembangkit hibrid

Untuk mendukung keberlanjutan budidaya, PKM ini juga menginvestasikan pompa air khusus air payau/laut (Gambar 10). Pompa ini vital karena memiliki fungsi ganda, yaitu untuk mengendalikan proses pengisian air tambak dan memfasilitasi proses pembersihan udang (pencucian) sebelum panen dijual, sehingga meningkatkan efisiensi pasca-panen.



Gambar 10. Kondisi fisik pompa air

Evaluasi kinerja dan kendala PKM

Desain turbin angin sistem venturi secara teoretis menjanjikan peningkatan efisiensi daya, mengingat daya berbanding lurus dengan pangkat tiga kecepatan angin (Maulana et al., 2025). Running awal sistem panel surya juga menunjukkan output daya yang stabil. Pada pelaksanaan PKM ini, kendala yang dihadapi adalah akses menuju lokasi PKM yang dijangkau menggunakan *speedboat* dan jauh dari pusat kota, sehingga menghambat proses pengadaan material untuk sistem hibrid.

Dampak Ekonomi dan Peningkatan Efisiensi Budidaya.

Analisis biaya operasional sebelum dan setelah implementasi pembangkit hybrid secara kuantitatif membuktikan dampak positif program terhadap efisiensi dan profitabilitas budidaya udang vanamei.

Tabel 1. Catatan keuangan budidaya

Biaya operasional	Pelaksanaan PKM	
	Sebelum (Rp)	Setelah (Rp)
Persiapan budidaya (Saponin, Kupri & Kaptan)	1.155.000	1.130.000
Benur vanamei	5.568.750	4.974.750
Pakan udang (pelet Merin, BKK & Super PG)	23.100.000	19.528.500
Suplemen/Vitamin (Welfit)	1.568.000	3.136.000

Penggunaan BBM	3.836.000	2.437.000
Total biaya	35.227.750	31.206.250
Penjualan	50.299.688	47.176.000
Keuntungan	15.071.938	15.969.750

Implementasi pembangkit hybrid berhasil menurunkan biaya penggunaan BBM Rp 1.399.000, yang merupakan penurunan signifikan sekitar 36.47%. Penurunan ini secara langsung mengurangi proporsi biaya bahan bakar solar dalam total pengeluaran operasional.

Dana yang dihemat dari sektor energi (BBM) dialokasikan ulang untuk peningkatan kualitas budidaya. Terdapat peningkatan 100% pada alokasi Suplemen/Vitamin (dari Rp 1.568.000 menjadi Rp 3.136.000). Realokasi biaya ini memungkinkan petambak berinvestasi lebih banyak pada input yang mendukung pertumbuhan dan ketahanan udang, seperti menjaga kecukupan oksigen melalui kincir air, yang sangat penting untuk respirasi dan metabolisme udang. Peningkatan kualitas input ini merupakan manifestasi nyata dari pemberdayaan ekonomi melalui efisiensi energi.

Meskipun Penjualan udang lebih rendah (Rp. 47.176.000), namun total biaya operasional juga menurun drastis dari Rp 35.227.750 menjadi Rp

31.206.250, menghasilkan efisiensi Rp 4.021.500. Hal ini menunjukkan bahwa dengan selisih biaya operasional sekitar Rp 4 juta, petambak masih mampu mencapai keuntungan yang hampir sama sekitar Rp. 15 juta-an, ini berarti implementasi pembangkit hybrid memberi dampak nyata.

Pemaparan hasil dan pembahasan memiliki proporsi 50-60% dari panjang artikel. Isi hasil dalam artikel pengabdian berkaitan dengan: hasil analisis data, yang dapat dilengkapi dengan tabel atau grafik, untuk memperjelas hasil temuan secara eksplisit.

Dalam hasil dan pembahasan peneliti menguraikan temuan rincian kegiatan pengabdian telah mampu memberi perubahan bagi individu/masyarakat maupun institusi baik jangka pendek maupun jangka panjang. Pada bagian ini secara keseluruhan dijelaskan bagaimana kegiatan dilakukan untuk mencapai tujuan.

Peneliti menjelaskan indikator ketercapaian tujuan dan tolak ukur yang digunakan untuk menyatakan keberhasilan dari kegiatan pengabdian yang telah dilakukan. Dalam pembahasan peneliti mengungkapkan keunggulan dan kelemahan luaran atau fokus utama kegiatan apabila dilihat

kesesuaiannya dengan kondisi masyarakat di lokasi kegiatan, tingkat kesulitan pelaksanaan kegiatan maupun produksi barang dan peluang pengembangannya kedepan.

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini berhasil mengimplementasikan pembangkit listrik hybrid (angin-surya) di wilayah Tulang Bawang, Lampung. Program ini bertujuan menyediakan solusi energi alternatif untuk mengurangi biaya operasional budidaya udang vanamei yang tinggi.

Program ini memberikan dampak positif melalui transfer pengetahuan dan pemberdayaan masyarakat. Implementasi siklus PDCA mendorong partisipasi aktif petani sejak tahap analisis masalah hingga pembangunan fisik hibrid, yang memberikan kunci keberhasilan dan potensi keberlanjutan.

Secara ekonomi, implementasi sistem hybrid sangat efektif. Biaya penggunaan BBM menurun sebesar 36.47%. Penghematan biaya ini memungkinkan direalokasikan untuk peningkatan kualitas input budidaya lainnya (seperti Suplemen/Vitamin), yang mendukung kesehatan udang. Efisiensi biaya yang mencapai lebih dari Rp ± 4

juta adalah peningkatan keuntungan bagi petambak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM) atas dukungan hibah pengabdian masyarakat melalui Nomor Kontrak turunan: 209/LL2/DT.05.00/PM/2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, N. R. H. (2023). Pembangkit Hybrid Energi Surya dan Energi Angin Untuk Lampu Lalulintas. *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, 21(2), 245–254. <https://doi.org/10.31963/sinergi.v21i2.4378>.
- Asa Panunggul, D., Sidik Boedoyo, M., Adi Sasongko, N., Ketahanan Energi, J., Pemanfaatan Energi Terbarukan, A., Studi Keamanan Energi, P., Manajemen Pertahanan, F., & Pertahanan, U. (2018). Pasokan Energi (Studi Kasus: Energi Surya Dan Angin) Analysis of Hybrid Renewable Energy Utilization in the Defense University To Support Energy Security (Case Study: Solar and Wind Power). *Jurnal Ketahanan Energi*, 4(2), 75–91.
- Barsei, A. N., & Rusliandy. (2024). Partisipasi Publik dalam Pengelolaan Energi Terbarukan berbasis Masyarakat: Studi Kasus pada Desa Terpencil. *Integral: Jurnal Inovasi, Teknologi Terapan, Dan Litbang*, 3(1), 53–60. <https://doi.org/10.57122/integral.v3i1.41>.
- Donode, M. D. R., Shriwastava, R. G., Sawalakhe, M. K. N., & Akare, M. R. M. (2018). *Hybrid Renewable Energy System for Agriculture Irrigation*. 13(3), 72–79. <https://doi.org/10.9790/1676-1303027279>.
- Hamoodi, S. A., Hamoodi, A. N., & Mohammed, R. A. N. (2024). Design and Simulation of Smart Grid Based on Solar Photovoltaic and Wind Turbine Plants. *Journal Europeen Des Systemes Automates*, 57(4), 953–961. <https://doi.org/10.18280/jesa.570403>.
- Hariyanto, S. D. H., Kristiyana, S., Sulistyaningsih, E., Wahyuningtyas, D., Rahayu, S. S., & Prabowo, F. Y. (2023). Pemasangan Solar Panel Kapasitas 400 WP Untuk Pemompaan Air Laut Pada Tambak Garam Tipe Tunnel di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Dharma Bakti*, 6(2), 236–245.
- Hassan, Q., Algburi, S., Sameen, A. Z., Salman, H. M., & Jaszczur, M. (2023). A review of hybrid renewable energy systems: Solar and wind-powered solutions: Challenges, opportunities, and policy implications. *Results in Engineering*, 20(November), 101621. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101621>.
- Jha, N., Prashar, D., Rashid, M., Khanam, Z., Nagpal, A., AlGhamdi, A. S., & Alshamrani, S. S. (2022). Energy-Efficient Hybrid Power System Model Based on Solar and Wind Energy for Integrated Grids. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/4877422>.
- Jushtine, E., A, L. J. R., Fritz, D., P, A. L., & C, R. R. (2025). *Solar - Powered Aerator With Integrated Lighting System For Tilapia Fishfarm At Minalin , Pampanga*. 06, 3022–3030.
- Maulana, F., & Mutmainah, S. (2019). Design of Electrical Energy Power System Based on Wind Turbine and Solar Panel. *Conference SENATIK STT Adisutjipto Yogyakarta*, 5, 97–

104.
<https://doi.org/10.28989/senatik.v5i0.377>.
- Maulana, F., Rahmawati, S. H., Khoirudin, M., Qulubi, M. H., Mandala, W., Mutmainah, S., & Sari, E. M. P. (2025). Layout Teknologi Tepat Guna Untuk Wilayah Pesisir. *Jurnal Peduli Masyarakat*, 7(1), 69–80. <https://doi.org/https://doi.org/10.37287/jpm.v7i1.5551>.
- Nguyen, N. T., Tran-Nguyen, P. L., & Vo, T. T. B. C. (2024). Advances in aeration and wastewater treatment in shrimp farming: emerging trends, current challenges, and future perspectives. *Aqua Water Infrastructure, Ecosystems and Society*, 73(5), 902–916. <https://doi.org/10.2166/aqua.2024.328>.
- Patkaew, S., Direkbusarakom, S., Hirono, I., Wuthisuthimethavee, S., Powtongsook, S., & Pooljun, C. (2024). Effect of supersaturated dissolved oxygen on growth-, survival-, and immune-related gene expression of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Veterinary World*, 17(1), 50–58. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2024.50-58>.
- Vinatea, L., Muedas, W., & Arantes, R. (2011). The impact of oxygen consumption by the shrimp *Litopenaeus vannamei* according to body weight, temperature, salinity and stocking density on pond aeration: A simulation. *Acta Scientiarum - Biological Sciences*, 33(2), 125–132. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v33i2.7018>.
- Yunus, A. . S., Mulyadi, M., Apollo, A., Rinaldi Wahid, R., & Zalsabillah, R. (2021). Design and Construction of Wind Turbine-Solar Panel System Prototype for Water Supply Control. *INTEK: Jurnal Penelitian*, 8(2), 127–131. <https://doi.org/10.31963/intek.v8i2.3015>