

Peningkatan Daya Panel Surya Atap dan Pelatihan Sistem Aerasi untuk Keberlanjutan Urban Farming Ikan Nila di Kelurahan Karangbesuki, Kota Malang

Increasing Rooftop Solar Panel Capacity and Aeration System Training for Sustainable Urban Tilapia Farming in Karangbesuki Urban Village, Malang City

Imam Mashudi¹, Muhammad Fakhruddin^{2*}, Rilis Eka Perkasa³, Bayu Pranoto⁴, Akhmad Faizin⁵

¹⁻⁵Politeknik Negeri Malang, Indonesia

*Penulis Korespondensi: fakhruddin91@polinema.ac.id

Riwayat Artikel:

Naskah Masuk: 28 Agustus 2026;

Revisi: 16 September 2026;

Diterima: 29 September 2026;

Terbit: 02 Oktober 2026.

Keywords: Aeration System; Community Empowerment; Rooftop Solar Panels; Tilapia Cultivation; Urban Farming.

Abstract: An urban farming initiative based on tilapia cultivation in RW 04, Karangbesuki Urban Village, Malang City, faced challenges regarding the limited power capacity of rooftop solar panels used to operate the pond aeration system. Aeration is crucial for maintaining dissolved oxygen levels as the fish population and production scale increase. Relying on conventional electricity for additional aeration would burden the community with higher operational costs. Therefore, this community service project aimed to increase solar panel power capacity while providing technical training to residents on system installation and maintenance. A participatory approach was employed, encompassing stages such as observation, system installation, technical training, and subsequent monitoring and evaluation. The project successfully increased power capacity by adding higher-capacity solar modules and more efficient storage batteries, enabling the aeration pump to operate stably even during cloudy weather or at night. Residents also successfully mastered the training material, covering component selection, wiring assembly, solar charge controller configuration, and routine maintenance. In conclusion, the program not only reduced operational costs and improved pond water quality—thereby benefiting fish health—but also successfully empowered the community to independently manage renewable energy.

Abstrak

Urban farming berbasis budidaya ikan nila di RW 04, Kelurahan Karangbesuki, Kota Malang, menghadapi tantangan berupa terbatasnya kapasitas daya panel surya atap untuk mengoperasikan sistem aerasi kolam. Sistem aerasi sangat krusial untuk menjaga kadar oksigen terlarut seiring dengan meningkatnya populasi dan skala produksi ikan. Mengandalkan listrik konvensional untuk sistem aerasi tambahan akan membebani biaya operasional masyarakat. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas daya panel surya sekaligus memberikan pelatihan teknis kepada warga mengenai instalasi dan pemeliharaannya. Metode yang digunakan meliputi pendekatan partisipatif melalui tahapan observasi, instalasi sistem, pelatihan teknis, hingga monitoring dan evaluasi. Hasil kegiatan menunjukkan keberhasilan peningkatan daya melalui penambahan modul panel surya berkapasitas lebih besar dan baterai penyimpanan yang lebih efisien, memungkinkan pompa aerasi beroperasi stabil bahkan saat cuaca mendung atau malam hari. Masyarakat juga berhasil menyerap materi pelatihan mulai dari pemilihan komponen, perakitan kabel, penysetelan solar charge controller, hingga pemeliharaan rutin. Kesimpulannya, program ini tidak hanya menekan biaya operasional dan meningkatkan kualitas air kolam yang berdampak pada kesehatan ikan, tetapi juga berhasil memberdayakan masyarakat secara mandiri dalam mengelola energi terbarukan.

Kata Kunci: Budidaya Ikan Nila; Panel Surya Atap; Pemberdayaan Masyarakat; Pertanian Perkotaan; Sistem Aerasi.

1. PENDAHULUAN

Konsep pertanian perkotaan atau urban farming kini semakin berkembang pesat sebagai salah satu solusi inovatif untuk mengatasi keterbatasan lahan sekaligus memenuhi kebutuhan pangan lokal yang berkelanjutan. Salah satu implementasi nyata dari konsep ini dapat ditemukan di lingkungan RW 04, Kelurahan Karangbesuki, Kota Malang, di mana masyarakat setempat secara swadaya mengembangkan budidaya ikan nila menggunakan sistem kolam sirkulasi air (Budirahardjo & Wibowo, 2024). Upaya budidaya ini tidak hanya ditujukan untuk konsumsi pribadi warga, tetapi juga telah berkembang menjadi sumber tambahan pendapatan ekonomi keluarga. Meskipun demikian, dalam praktik operasionalnya, masyarakat dihadapkan pada kendala penyediaan energi listrik yang stabil, efisien, dan murah (Haris et al., 2025).

Untuk menjaga kualitas air kolam tetap optimal bagi pertumbuhan ikan nila, sistem ini sangat bergantung pada teknologi pompa sirkulasi air dan sistem aerasi. Sistem aerasi memiliki fungsi vital dalam menyuplai dan meningkatkan kadar oksigen terlarut (*dissolved oxygen*) di dalam air kolam. Ketersediaan oksigen yang cukup berbanding lurus dengan kesehatan dan laju pertumbuhan ikan. Tanpa adanya sistem aerasi yang memadai, terutama saat populasi ikan dalam kolam mengalami peningkatan, ikan akan mudah mengalami stres, laju pertumbuhannya melambat, dan risiko kematian massal meningkat drastis (Shofwan et al., 2022).

Sebagai bentuk adaptasi awal terhadap efisiensi energi, kolam ikan di RW 04 Karangbesuki sebenarnya telah memanfaatkan panel surya atap sebagai sumber energi untuk menggerakkan pompa sirkulasi (Amir et al., 2025). Penggunaan energi hijau ini terbukti mampu mengurangi ketergantungan pada sumber listrik konvensional dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Namun, kapasitas daya yang dihasilkan oleh panel surya terpasang masih sangat terbatas dan belum mampu menyuplai kebutuhan daya tambahan untuk sistem aerasi yang krusial tersebut (Pengabdian Magister Pendidikan IPA et al., 2022). Di sisi lain, apabila masyarakat memaksakan penggunaan listrik PLN untuk menunjang operasional aerator secara terus-menerus, hal tersebut akan mengakibatkan lonjakan biaya operasional yang memberatkan. Kondisi perekonomian warga yang sebagian besar terbatas membuat solusi konvensional ini dinilai tidak berkelanjutan.

Pemanfaatan teknologi panel surya (*solar cell*) sendiri berlandaskan pada prinsip efek fotovoltai, yakni fenomena fisika di mana material semikonduktor menyerap foton dari cahaya matahari dan melepaskan elektron untuk menghasilkan arus listrik searah (DC). Teknologi ini ideal untuk diaplikasikan dalam sistem off-grid karena tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca dan memiliki keandalan tinggi akibat minimnya komponen mekanis yang bergerak. Terdapat beberapa jenis panel surya di pasaran, seperti *monocrystalline silicon* yang

memiliki efisiensi tinggi (di atas 20%) dan cocok untuk area terbatas, *polycrystalline silicon* yang lebih ekonomis dengan efisiensi 13-16%, serta thin film yang ringan dan fleksibel. Pengetahuan mendasar mengenai pemilihan jenis panel surya, pengaruh suhu, hingga intensitas cahaya matahari sangat diperlukan agar instalasi dapat beroperasi secara optimal (Maulana et al., 2025).

Sayangnya, pemahaman teknis warga RW 04 dalam hal pengelolaan, instalasi, dan pemeliharaan sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) skala kecil ini masih sangat kurang. Hal ini menyebabkan operasional panel surya tidak maksimal dan memicu risiko kerusakan perangkat yang lebih cepat akibat minimnya perawatan rutin. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini diusulkan untuk memecahkan dua masalah utama sekaligus: (1) melakukan peningkatan daya panel solar atap agar mampu mengakomodasi kebutuhan sistem aerasi air kolam ikan nila, dan (2) memberikan pelatihan komprehensif kepada masyarakat mengenai tata cara instalasi, pemilihan komponen, operasional, hingga perawatannya. Diharapkan, program ini mampu mewujudkan kemandirian energi dan meningkatkan ketahanan pangan masyarakat di Kelurahan Karangbesuki, sekaligus menjadi percontohan energi hijau untuk urban farming di kawasan perkotaan (Mashudi et al., 2025).

2. METODE

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan dengan metode pendekatan partisipatif, yang berarti masyarakat mitra di RW 04 Kelurahan Karangbesuki dilibatkan secara aktif di seluruh tahapan pelaksanaan. Pelibatan ini krusial agar masyarakat tidak sekadar menjadi penerima bantuan fisik (objek), melainkan menjadi subjek yang memiliki keterampilan dan pengetahuan berkesinambungan. Secara sistematis, metode pelaksanaan kegiatan ini dibagi menjadi empat tahapan utama, yakni:

Tahap Persiapan dan Perencanaan Tahap awal ini difokuskan pada identifikasi masalah di lapangan melalui kegiatan survei awal (Darmawan et al., 2026). Tim pengabdian melakukan observasi terhadap sistem panel surya eksisting, menghitung defisit daya, dan menganalisis kebutuhan teknis untuk sistem aerasi tambahan. Perhitungan kebutuhan ini mencakup daya harian perangkat aerasi, kapasitas inverter, serta spesifikasi baterai penyimpanan yang dibutuhkan. Selain aspek kelistrikan, tim juga meninjau kondisi lingkungan dan pemetaan lokasi optimal (kemiringan atap, arah hadap matahari, serta hambatan bayangan) untuk pemasangan panel surya baru. Tahap ini diakhiri dengan sosialisasi dan koordinasi bersama tokoh masyarakat dan pemangku kepentingan setempat.

Tahap Pengadaan dan Instalasi Peralatan, Berdasarkan hasil analisis kebutuhan teknis, tim melakukan pengadaan komponen yang mencakup modul panel surya berkapasitas lebih besar, *solar charge controller* (tipe PWM atau MPPT), baterai penyimpanan, kabel PV khusus, inverter, serta unit pompa aerasi yang hemat energi. Proses instalasi kemudian dilakukan secara terstruktur, diawali dengan pembuatan struktur rangka (*bracket*), pemasangan panel di atas atap, hingga penyambungan jalur kabel DC dari panel menuju controller dan baterai (Ulfah et al., 2023). Instalasi diakhiri dengan pengujian sistem kelistrikan menggunakan multimeter untuk memastikan tegangan dan arus keluaran bekerja sesuai spesifikasi sebelum dihubungkan ke beban pompa aerasi.



Gambar 1. Setting Kontroler Panel Surya.

Tahap Pelatihan dan Pemberdayaan Masyarakat Sejalan dengan proses instalasi, tim pengabdian mengadakan sesi pelatihan teknis yang menyasar perwakilan warga. Materi pelatihan diberikan secara teori dan praktik langsung (Mufidah et al., 2026). Cakupan materinya meliputi: Pengenalan prinsip dasar energi surya dan komponen-komponen utamanya. Tahapan pemilihan solar cell berdasarkan efisiensi dan jenis (seperti membedakan *monocrystalline* dan *polycrystalline*). Praktik pemasangan instalasi kabel yang benar, termasuk pengupasan kabel, pemasangan konektor MC4, dan penyambungan grounding untuk keamanan dari petir dan sengatan listrik. Pengoperasian pompa aerasi dan pelatihan pemeliharaan rutin (seperti pembersihan permukaan panel dari debu). Praktik identifikasi gangguan (*troubleshooting*) sederhana apabila sistem mengalami malfungsi.

Tahap Monitoring dan Evaluasi, Setelah seluruh sistem kelistrikan dan pompa aerasi beroperasi, tim pengabdian melakukan pemantauan kinerja perangkat secara berkala. Evaluasi ditekankan pada beberapa parameter utama, seperti keandalan sistem penyimpanan baterai saat cuaca mendung, stabilitas kadar oksigen terlarut dalam kolam, serta dampak sistem terhadap laju pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup ikan nila. Tim juga mengumpulkan umpan balik (*feedback*) dari mitra terkait kendala teknis sehari-hari yang masih mereka alami untuk

perbaikan di masa mendatang.

3. HASIL

Respon Sosial dan Edukasi Masyarakat, Pelaksanaan program diawali dengan sosialisasi secara formal kepada kelompok pengelola kolam ikan nila di RW 04. Tujuan sosialisasi ini adalah memperkenalkan urgensi peralihan ke energi terbarukan dan proyeksi penghematan operasional apabila aerasi kolam dialihkan dari listrik PLN ke panel surya.



Gambar 2. Pemasangan Solar Panel.

Antusiasme warga terlihat sangat tinggi, yang ditunjukkan melalui keaktifan peserta saat sesi diskusi. Mayoritas pertanyaan yang diajukan warga berfokus pada keandalan operasional panel surya pada saat musim hujan atau cuaca mendung, serta kejelasan mengenai rincian biaya pemeliharaan berkala. Respons yang positif ini menjadi modal sosial yang kuat, mengindikasikan tingginya penerimaan (*acceptability*) masyarakat terhadap inovasi teknologi hijau yang diterapkan di lingkungan mereka.

Instalasi dan Peningkatan Kapasitas Fisik, Pada aspek teknis implementasi fisik, tim pengabdian merespons kendala keterbatasan daya masa lalu dengan melakukan upgrading sistem. Modul panel surya baru dengan kapasitas daya yang jauh lebih besar ditambahkan dan dipasang pada lokasi atap yang telah diperhitungkan sudut kemiringan dan arah hadapnya. Langkah teknis dalam proses instalasi meliputi:

Pemotongan dan perakitan rangka (*bracket*) logam yang diposisikan di area sekitar kolam ikan untuk menopang beban panel secara aman dari terpaan angin. Pemasangan dan perakitan jalur kelistrikan DC menggunakan kabel PV yang memiliki ketahanan terhadap paparan sinar UV dan cuaca ekstrem. Instalasi konektor MC4 pada terminal-terminal kabel untuk meminimalisasi risiko sambungan longgar atau korsleting. Penerapan sistem grounding (pentanahan) dari panel surya dan inverter menuju titik pembumian, sebagai langkah mitigasi krusial terhadap risiko petir dan tegangan kejut. Integrasi Solar *Charge Controller* untuk mengatur arus masuk ke baterai pengisi daya. Sistem ini mengamankan baterai dari risiko

pengisian berlebih (*overcharge*) dan pengosongan berlebih (*overdischarge*).



Gambar 3. Solar Panel Terpasang.

Penguatan juga dilakukan pada sektor baterai penyimpan energi. Baterai dengan kapasitas amp-hour (Ah) yang memadai diintegrasikan sehingga daya yang dikonversi pada siang hari dapat disimpan untuk mengeksekusi pompa aerasi sepanjang malam.

4. DISKUSI

Evaluasi Kinerja Sistem Aerasi dan Kualitas Kolam, Hasil dari peningkatan kapasitas daya panel surya dan penambahan efisiensi sistem baterai memberikan dampak yang instan dan empiris pada kualitas perairan kolam. Pompa aerasi yang sebelumnya tidak terakomodasi, kini dapat menyala lebih lama dan beroperasi dengan tingkat stabilitas tegangan yang tinggi, bahkan ketika cuaca di Kota Malang sedang mendung. Perputaran turbulensi dan pasokan gelembung udara dari perangkat aerasi berdampak langsung pada stabilitas kadar oksigen terlarut (*dissolved oxygen*) di dalam air kolam. Bagi pembudidaya, perbaikan parameter air ini sukses menekan rasio angka kematian massal (*mortality rate*) ikan nila secara signifikan. Proses metabolisme ikan menjadi lebih optimal, tingkat stres ikan menurun, dan pada akhirnya diproyeksikan akan meningkatkan rasio produktivitas saat panen tiba. Dari sisi finansial, beban biaya listrik (PLN) bulanan warga untuk sektor perikanan mengalami penurunan drastis, sehingga laba bersih dari penjualan ikan dapat meningkat.



Gambar 4. Serah Terima Solar Panel.

Tantangan dan Pendampingan Teknis. Di balik berbagai indikator kesuksesan yang dicapai, tahap implementasi ini tetap merekam beberapa hambatan yang perlu mendapat penanganan lebih lanjut. Permasalahan utamanya terletak pada heterogenitas tingkat pemahaman warga terkait fundamental sistem kelistrikan. Walaupun pelatihan langsung telah dilakukan, sebagian masyarakat masih menghadapi kesulitan teknis saat harus berhadapan dengan indikator controller, manajemen daya baterai, dan pembacaan parameter performa pada inverter. Kendala geografis dan klimatologis Kota Malang yang sering diguyur hujan dan awan mendung tebal juga mengharuskan warga lebih cermat dalam mengatur sirkulasi daya baterai.

Untuk mengatasi kesenjangan pengetahuan teknis ini, tim pengabdian menetapkan mekanisme pendampingan lanjutan dan evaluasi partisipatif yang dilakukan secara berulang. Warga terus dimotivasi dan diedukasi hingga memiliki kepercayaan diri penuh dalam mengidentifikasi masalah (seperti pengecekan sambungan kendur atau pembersihan debu panel) secara mandiri.

Serah Terima Alat dan Peningkatan Kemandirian Mitra Setelah sistem secara holistik diuji coba (mencakup pengukuran arus multitester pada jam sibuk surya, uji saklar daya beban, hingga durabilitas baterai), langkah operasional terakhir adalah proses serah terima fasilitas. Penyerahan solar cell dan perangkat kelistrikan kepada perwakilan mitra yang dikoordinatori oleh Bapak Sumanianto selaku Ketua RW 04, ditandai dengan penandatanganan berita acara serah terima. Momen ini tidak sekadar bersifat administratif, melainkan diiringi dengan demonstrasi akhir operasional perangkat, simulasi penanganan kedaruratan teknis, serta penyerahan buku petunjuk perawatan manual. Harapannya, sistem PLTS mikro terpusat ini benar-benar diserap oleh masyarakat sebagai aset produktif desa yang dipelihara secara mandiri.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan serangkaian pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat di RW 04 Kelurahan Karangbesuki, Kota Malang, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut: Kegiatan sosialisasi dan edukasi berjalan sukses, di mana masyarakat berhasil memahami urgensi, manfaat, dan prinsip kerja panel surya dalam menunjang sistem aerasi air untuk urban farming. Telah berhasil dilaksanakan instalasi peningkatan kapasitas panel surya, pemasangan solar charge controller, integrasi inverter dan baterai, hingga penyambungan sistem aerasi kolam secara aman dan sesuai standar (*grounding* dan perakitan kabel MC4). Uji coba kelistrikan menunjukkan bahwa sistem mampu beroperasi secara optimal, sehingga suplai oksigen kolam lebih stabil dan biaya listrik bulanan PLN dapat ditekan. Masyarakat telah

dibekali melalui pelatihan pemeliharaan rutin, troubleshooting awal, serta teknik optimalisasi penyerapan energi surya (seperti pembersihan panel berkala), yang membuahkan penandatanganan serah terima alat dalam kondisi siap beroperasi.

Guna menjamin kontinuitas dan sustainability dari program pengabdian ini, disarankan perlunya pendampingan kelanjutan dan pemantauan performa sistem secara periodik oleh tim pengabdian. Kapasitas mitra juga harus terus ditingkatkan untuk menunjang keterampilan perawatan komponen elektronik yang usianya termakan waktu. Selain itu, inovasi pengadaptasian teknologi cerdas (*Internet of Things/IoT*) di masa depan dapat didorong untuk mengotomatisasi sistem kontrol aerasi, sehingga efisiensi energi surya dapat dimaksimalkan dengan lebih presisi bagi ekosistem urban farming lokal maupun wilayah lainnya.

PENGAKUAN

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Politeknik Negeri Malang atas dukungan pendanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui Dana DIPA Nomor SP DIPA 139.03.2.693474/2025. Dukungan tersebut telah memungkinkan terlaksananya kegiatan pengabdian dengan judul “Pelatihan dan Peningkatan Daya Panel Solar Atap untuk Sistem Aerasi Air Kolam Ikan Nila Urban Farming di RW 04, Kelurahan Karangbesuki, Kota Malang.”

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada masyarakat dan pengelola Urban Farming RW 04, Kelurahan Karangbesuki, Kota Malang, serta seluruh pihak yang telah mendukung dan berpartisipasi dalam pelaksanaan kegiatan sehingga dapat berjalan dengan baik.

DAFTAR REFERENSI

- Amir, A., Aprianto, M. C., Suhara, A., Supriyanto, A., & Kristianto, D. (2025). Pelatihan implementasi sel fotovoltaik untuk meningkatkan produktivitas santri. *Masyarakat Mandiri: Jurnal Pengabdian dan Pembangunan Lokal*, 2(3), 41–51. <https://doi.org/10.62951/masyarakatmandiri.v2i3.1813>
- Budirahardjo, S., & Wibowo, S. (2024). Optimizing yard space for independent food security in Kebonbatur Village. *Community Empowerment*, 9(6), 935–941. <https://doi.org/10.31603/ce.11552>
- Darmawan, L., Hidayat, E., Najmudin, A., & Meylan, I. (2026). Konsep integrated urban farming system (IUFS) sebagai model pertanian perkotaan berkelanjutan. *Composite: Jurnal Ilmu Pertanian*, 8(1), 44–54. <https://doi.org/10.37577/composite.v8i1.1029>

- Mashudi, I., Fakhruddin, M., Adiwidodo, S., Viyus, V., & Hartono, M. (2025). Pelatihan dan pemasangan panel surya untuk pengoperasian pompa air fasilitas umum di RW 04 Kelurahan Karangbesuki Kota Malang. *Jurnal Pengabdian Polinema Kepada Masyarakat*, 12(1). <https://doi.org/10.33795/jpkm.v12i1.6396>
- Maulana, E., Mudjirahardjo, P., Djuriatno, W., Aswin, M., Siswojo, B., & Dwi Nusantara, G. (2025).
- Mufidah, Z., Fil, R., Wayan Arya Utari, N., & Kusmali, M. (2026). Pengembangan sistem urban farming berbasis lele dan hidroponik untuk meningkatkan ketahanan pangan rumah tangga ibu PKK di Kelurahan Kota Sepang. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 1–9.
- Muhammad Arif Haris, A., Saeruddin Mandra, A., Raf, N., Nurlela, A., Usman, M., Nursukmawati, I., Zainul Abidin, M., & Haris, A. (2025). Penyuluhan penerapan urban farming dengan teknik akuaponik di Kelurahan Untia, Makassar. 9(3). <https://doi.org/10.20956/pa.v9i3.42664>
- Rachmat Scabra, A., Marzuki, M., Dwi Hari Setyono, B., & Fitriani Mulyani, L. (2022). Pemanfaatan teknologi budikdamber (budidaya ikan di dalam ember) sebagai model urban farming berkelanjutan. <https://doi.org/10.29303/jpmpti.v3i2.1120>
- Shofwan, M., Budhiyanti Tribhuwaneswari, A., Sagung Alit, A., Dwi Rohmadiani, L., & Nuurlaily Rukmana, S. (2022). Penerapan utilitas solar cell sebagai pendukung konsep smart city di Kelurahan Dukuh Menanggal Kota Surabaya., 5(2). <https://doi.org/10.36456/penamas.vol5.no02.a4184>
- Ulfah, M., Irtawaty, A. S., Armin, A., Sari, D. H., & Khairiyah, N. M. (2023). Penerapan sistem solar cell untuk penerangan lampu jalan dan peningkatan potensi usaha mikro kecil menengah untuk mendukung ketahanan energi dan ekonomi masyarakat Kelurahan Manggar Balikpapan. *Abdimas Universal*, 5(2), 245–251. <https://doi.org/10.36277/abdimasuniversal.v5i2.324>