

Pemberdayaan PKK melalui Sistem Hidroponik Menggunakan Energi Matahari Mewujudkan Ketahanan Pangan di Desa Tebul, Bangkalan

Empowering PKK through a Hydroponic System Using Solar Energy to Achieve Food Security in Tebul Village, Bangkalan

¹Hendi Wicaksono Agung, ²Fenny Irawati, ¹Rafina Destiarti Ainul, ¹Joy Apul Pardede, ¹Petra Dony Kurniawan, ¹Tri Esti Yustini

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya, Surabaya

²Program Studi Biologi, Fakultas Teknobiologi, Universitas Surabaya, Surabaya

Korespondensi: H. W. Agung, hendi@staff.ubaya.ac.id

Abstract. This community service program started with a deep concern over the limited access to healthy food and the high risk of stunting in Bangkalan. The primary challenges faced by the partners include a heavy reliance on expensive external food supplies, restricted access to clean water especially during the dry season, and a collective anxiety regarding the additional electricity costs that often come with modern agricultural. Therefore, the main objective of this initiative is to bolster household food security through the implementation of appropriate technology in the form of an energy-efficient hydroponic system powered by solar energy. The program employed a participatory approach divided into five systematic stages: socialization to align perceptions and needs, technical training on solar panel assembly, integrated system installation in yards, cultivation mentoring, and a final evaluation. The outputs of this activity include the development of a training module and the submission of IPR for the system design. The applied technology utilizes the DFT supported by a 100 WP solar panel and a 12V DC pump, ensuring nutrient circulation without imposing any operational financial burden on the residents. The results of this service demonstrate a tangible transformation among the partners, characterized by a significant improvement in technical skills for autonomous equipment operation and the successful cultivation of lettuce and water spinach through to a high-quality initial harvest. Beyond the physical results, this program has fostered social cohesion, a spirit of mutual cooperation, and newfound self-confidence among the women of the PKK in managing environmentally friendly technology. This success proves that integrating renewable energy into the household agricultural sector is a sustainable solution to improve health standards and the economic independence.

Keywords: *Hydroponics, solar power plant, community empowerment, renewable energy, food security.*

Abstrak. Program pengabdian masyarakat ini lahir dari kegelisahan mendalam akan terbatasnya akses pangan sehat dan tingginya risiko stunting di Kabupaten Bangkalan, khususnya di kawasan marginal. Permasalahan utama yang dihadapi mitra meliputi ketergantungan pada pasokan pangan luar yang mahal, keterbatasan akses air bersih terutama saat musim kemarau, serta kekhawatiran kolektif akan beban biaya listrik tambahan jika menerapkan sistem pertanian modern. Oleh karena itu, tujuan utama kegiatan ini adalah memperkuat ketahanan pangan rumah tangga melalui implementasi teknologi tepat guna berupa sistem hidroponik hemat energi berbasis PLTS. Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan partisipatif yang terbagi dalam lima tahapan sistematis, yaitu sosialisasi untuk menyelaraskan persepsi dan kebutuhan, pelatihan teknis perakitan *solar panel*, instalasi sistem terintegrasi di lahan pekarangan, pendampingan budidaya, serta evaluasi akhir. Output dari kegiatan ini mencakup pembuatan modul pelatihan dan pengajuan HKI atas desain sistem. Teknologi yang

diterapkan menggunakan teknik DFT dengan dukungan *solar panel* 100 WP dan pompa DC 12V untuk menjamin efisiensi sirkulasi nutrisi tanpa memberikan beban biaya operasional bagi warga. Hasil pengabdian menunjukkan transformasi nyata pada mitra, yang ditandai dengan peningkatan signifikan pada keterampilan teknis pengoperasian alat secara mandiri serta keberhasilan siklus budidaya tanaman selada dan kangkung hingga tahap panen perdana yang berkualitas tinggi. Lebih dari sekadar hasil fisik, program ini telah memicu tumbuhnya kohesi sosial, semangat gotong royong, dan kepercayaan diri para ibu PKK dalam mengelola teknologi ramah lingkungan. Keberhasilan ini membuktikan bahwa integrasi energi terbarukan pada sektor pertanian rumah tangga merupakan solusi strategis yang berkelanjutan untuk meningkatkan taraf kesehatan serta kemandirian ekonomi masyarakat.

Kata Kunci: *Hidroponik, PLTS, pemberdayaan komunitas, energi terbarukan, ketahanan pangan.*

Pendahuluan

Jauh dari keramaian pusat kota Bangkalan, di atas tanah berbukit Dusun Jalang, Desa Tebul, berdiri kawasan pemukiman yang menjadi tempat bernaung bagi lebih dari 150 kepala keluarga. Perumahan Kokoh City bukan sekedar bangunan rumah subsidi yang berjajar rapi, melainkan ekosistem kehidupan bagi masyarakat berpenghasilan rendah yang berjuang menata masa depan. Namun, di balik ketenangan perbukitan Kwanyar tersebut, tersimpan tantangan yang cukup berat bagi para penghuninya, terutama bagi kaum ibu penanggung jawab urusan dapur dan gizi keluarga.

Secara geografis, lokasi perumahan berada pada posisi yang cukup dilematis. Kontur tanah yang bergelombang dan akses jalan yang belum sepenuhnya beraspal seringkali menjadi penghambat bagi kelancaran distribusi logistik pangan. Jarak yang jauh dari pasar tradisional membuat warga sangat bergantung pada pedagang sayur keliling yang melintas. Masalah muncul ketika pilihan sayuran yang dibawa pedagang sangat terbatas dan harganya seringkali lebih mahal dibandingkan harga pasar. Bagi ibu-ibu yang tergabung dalam kelompok Pemberdayaan dan Kesejahteraan Keluarga Perumahan Rakyat atau PKKPR, situasi ini memaksa mereka berpikir lebih keras memastikan kebutuhan pangan keluarga tetap terpenuhi di tengah keterbatasan finansial (Bangun dkk., 2025).

Kemandirian pangan di Kokoh City merupakan sebuah kebutuhan yang mendesak. Rendahnya akses terhadap sayuran segar berdampak langsung pada nutrisi yang dikonsumsi warga. Hal ini menjadi krusial mengingat Kabupaten Bangkalan masih berjuang menekan angka stunting yang membayangi pertumbuhan anak-anak (Mairo & Jeniawaty, 2024; Sari dkk., 2022). Meski secara statistik angka stunting di Bangkalan menunjukkan tren penurunan, upaya pencegahan harus tetap dilakukan secara konsisten melalui penyediaan sumber pangan sehat yang mudah dijangkau (Seo & Park, 2021).

Selain tantangan geografis dan gizi, alam di Desa Tebul memberikan ujian tambahan berupa keterbatasan sumber air bersih. Meskipun pemerintah daerah telah menyediakan bantuan sumur bor, distribusinya belum merata ke seluruh rumah warga. Puncaknya terjadi saat musim kemarau tiba, di mana warga harus rela mengantri panjang demi mendapatkan beberapa liter air untuk kebutuhan pokok. Dalam kondisi yang serba terbatas ini, keinginan warga untuk bercocok tanam secara konvensional di pekarangan rumah menjadi mustahil dilakukan. Air yang tersedia harus dihemat sedemikian rupa, sehingga aktivitas menyiram tanaman seringkali dianggap sebagai pemborosan yang tidak perlu.

Persoalan ini sebenarnya bisa diatasi dengan teknologi hidroponik yang dikenal hemat air (GAGEANU dkk., 2024; Hasan dkk., 2025; Kumar & Singh, 2024). Namun, warga menghadapi hambatan psikologis berupa kekhawatiran akan beban biaya listrik. Di mata masyarakat berpenghasilan rendah, menjalankan pompa air selama 24 jam adalah sebuah kemewahan karena akan menaikkan tagihan listrik bulanan

mereka (Pomoni dkk., 2023). Akibatnya, pekarangan rumah yang seharusnya bisa menjadi sumber pangan produktif justru dibiarkan gersang.

Di tengah hambatan fisik dan ekonomi tersebut, ada pula dinamika sosial yang perlu diperhatikan. Sebagai kawasan perumahan baru, interaksi antarwarga seringkali masih bersifat formal dan kaku. Kurangnya kegiatan produktif yang dilakukan bersama-sama membuat ikatan sosial antar tetangga belum terjalin kuat. Kondisi ini diperparah dengan adanya kekhawatiran mengenai isu keamanan dan potensi konflik sosial di lingkungan perumahan. Warga membutuhkan sebuah wadah kegiatan yang tidak hanya bermanfaat secara ekonomi, tetapi juga mampu mencairkan ketegangan sosial dan membangun rasa saling memiliki di antara mereka.

Berawal dari kegelisahan-kegelisahan itulah, program pengabdian masyarakat ini dirancang untuk hadir sebagai solusi yang menyentuh akar permasalahan. Sebuah inovasi yang memadukan teknologi hidroponik metode *Deep Flow Technique* (DFT) dengan sumber energi tenaga surya. Dengan memanfaatkan limbah energi matahari di Bangkalan melalui *solar panel* 100 WP, sistem ini mampu menggerakkan pompa air tanpa membebani tagihan listrik warga (Ihsan dkk., 2021; Silalahi dkk., 2021; Windarta dkk., 2022). Sinar matahari menjadi berkah yang mengalirkan nutrisi ke setiap lubang tanam di pekarangan rumah mereka.

Penerapan teknologi melibatkan ibu-ibu PKKPR secara aktif dari tahap awal hingga tahap panen. Selain memberikan teknologi, juga menularkan semangat bahwa keterbatasan lahan dan air bukanlah halangan. Saat ibu-ibu ini berkumpul untuk menyemai benih kangkung atau selada, terjadi interaksi sosial yang jauh lebih bermakna daripada sekadar pertemuan rutin. Di sela-sela aktivitas budidaya, mereka saling berbagi cerita, saling membantu menjaga tanaman, dan secara perlahan membangun kohesi sosial yang lebih kuat (Perrigo dkk., 2025).

Kegiatan ini bertujuan memperkuat ketahanan pangan rumah tangga warga Kokoh City melalui implementasi teknologi tepat guna berupa sistem hidroponik hemat energi berbasis PLTS. Melalui sayuran hijau yang tumbuh subur dari energi matahari, warga belajar bahwa solusi atas masalah pangan dan gizi ada di tangan mereka sendiri. Program ini wujud nyata dari sebuah pengabdian yang tidak hanya mengandalkan teknologi, tetapi juga mengutamakan pemberdayaan manusia. Sebuah harapan, dari sebuah pemukiman di atas bukit ini, akan tumbuh generasi yang lebih sehat dan komunitas yang lebih solid, yang mampu mandiri melalui harmoni antara teknologi dan alam.

Metode Pelaksanaan

Tempat dan Waktu. Program dilaksanakan di Perumahan Kokoh City, Dusun Jalang, Desa Tebul, Kecamatan Kwanyar, Kabupaten Bangkalan, Jawa Timur. Lokasi ini berjarak sekitar 28 km dari kampus Universitas Surabaya dan dapat ditempuh dalam waktu sekitar 1 jam. Kegiatan berlangsung selama empat bulan, mulai Agustus hingga November 2025.

Khalayak Sasaran. Khalayak sasaran kegiatan ini adalah komunitas ibu-ibu rumah tangga yang tergabung dalam PKKPR Kokoh City, sebanyak 25 peserta aktif. Komunitas ini dikenal aktif dalam kegiatan sosial dan memiliki keinginan kuat untuk memanfaatkan pekarangan rumah sebagai sumber pangan mandiri, meskipun masih memiliki keterbatasan akses teknologi dan sumber daya.

Metode Pengabdian. Metode Kegiatan dilaksanakan melalui lima tahapan utama. Tahapan pertama adalah tahapan sosialisasi dan koordinasi. Minggu pertama difokuskan pada sosialisasi program, pemilihan lokasi pekarangan yang akan dijadikan lokasi instalasi hidroponik, dan penyampaian desain sistem PLTS yang akan diterapkan. Koordinasi dilakukan dengan pengurus PKK dan tokoh masyarakat

setempat. Selanjutnya, tahapan pelatihan teknis. Dua sesi pelatihan teknis dilaksanakan pada minggu kedua dan ketiga. Materi pelatihan meliputi perakitan sistem hidroponik berbasis DFT (Silva dkk., 2020), penggunaan pompa DC 12 V, pemasangan *solar panel* 100 WP, serta pemberian nutrisi tanaman dengan larutan *AB Mix*. Untuk mengantisipasi keterbatasan pasokan daya saat cuaca mendung, sistem hidroponik dilengkapi dengan *timer* otomatis yang mengatur siklus menyala-padam pompa air nutrisi. *Timer* ini dikonfigurasi agar sistem tetap dapat berfungsi hingga dua hari hanya dengan daya cadangan dari baterai. Pendekatan ini sesuai dengan karakteristik teknik DFT, yang menyisakan lapisan larutan nutrisi dalam pipa sehingga akar tanaman tetap terhidrasi meskipun aliran pompa bersifat intermiten. Pelatihan dirancang secara praktis dengan pendekatan partisipatif dan langsung (*hands-on learning*) agar mudah dipahami oleh peserta (Apriani dkk., 2024). Dilanjutkan dengan tahapan ketiga yaitu tahapan penerapan teknologi. Pada minggu keempat hingga kesepuluh, sistem hidroponik dipasang di rumah warga dan lokasi demonstrasi sekretariat PKK. Tahapan ini mencakup penyemaian benih (selada, kangkung, bayam), perawatan harian, dan pencatatan log pertumbuhan tanaman. Pendampingan intensif dilakukan untuk memastikan seluruh peserta mampu mengoperasikan sistem secara mandiri. Tahapan keempat adalah monitoring dan evaluasi. Monitoring dilakukan pada minggu kesebelas hingga keempat belas, melalui *pre-post test* keterampilan peserta, wawancara mendalam, observasi langsung, dan pengumpulan data performa alat. Evaluasi dilakukan untuk mengukur efektivitas pelatihan dan keberhasilan penerapan teknologi dalam meningkatkan kemandirian pangan. Tahapan terakhir adalah menjamin keberlanjutan dan replikasi. Tahap terakhir difokuskan pada penyusunan modul pelatihan hidroponik PLTS, penyusunan Hak Kekayaan Intelektual (HKI) atas desain sistem, serta perencanaan replikasi kegiatan ke kelompok PKK dan RT lain di Desa Tebul. Replikasi dilakukan untuk memperluas dampak program secara kolektif dan berkelanjutan.

Indikator Keberhasilan. Keberhasilan program ini diukur melalui sejumlah indikator utama yang mencerminkan pencapaian teknis maupun peningkatan kapasitas masyarakat. Indikator pertama adalah keberhasilan dalam memasang dan mengoperasikan sistem hidroponik berbasis PLTS secara fungsional di area percontohan, yang menunjukkan kesiapan teknologi dalam menjawab tantangan lokal. Selain itu, partisipasi aktif minimal 25 ibu rumah tangga dalam pelatihan dan praktik teknis juga menjadi tolok ukur penting keberhasilan pemberdayaan komunitas. Peningkatan keterampilan peserta diukur melalui hasil *pre-post test* yang menunjukkan adanya pemahaman dan penguasaan teknis yang lebih baik. Indikator selanjutnya adalah terlaksananya siklus produksi pangan rumah tangga secara mandiri, dimulai dari penyemaian benih hingga panen awal, yang menjadi bukti implementasi nyata teknologi tepat guna di lingkungan rumah warga. Sebagai bentuk keberlanjutan, keberhasilan program juga ditandai dengan tersusunnya modul pelatihan hidroponik PLTS serta pengajuan Hak Kekayaan Intelektual (HKI) atas sistem yang dikembangkan.

Metode Evaluasi. Evaluasi dilakukan secara formatif dan sumatif. Evaluasi formatif dilakukan selama proses pelatihan dan implementasi, melalui observasi langsung dan pendampingan teknis. Sementara evaluasi sumatif dilaksanakan pada akhir program melalui instrumen *pre-post test* untuk menilai peningkatan pengetahuan dan keterampilan, log pertumbuhan tanaman, serta wawancara terhadap mitra untuk mengidentifikasi dampak sosial dan kebermanfaatannya program.

Hasil dan Pembahasan

A. Sosialisasi dan Pelatihan Teknis

Awal mula keberhasilan sebuah pengabdian masyarakat tidak pernah ditentukan oleh seberapa canggih peralatan yang dibawa, melainkan oleh seberapa kuat jembatan kepercayaan yang dibangun antara tim pengabdian dan masyarakat. Tahap sosialisasi di Perumahan Kokoh City, Desa Tebul, dilakukan dengan suasana kekeluargaan yang kental di salah satu rumah warga. Tim menyadari bahwa ibu-ibu yang tergabung dalam PKK merupakan pengambil keputusan utama dalam urusan domestik, sehingga meyakinkan mereka adalah langkah krusial (Pradana dkk, 2025). Dalam pertemuan pertama tersebut, tim tidak langsung memaparkan data teknis yang rumit, melainkan mendengarkan keluhan warga mengenai mahalnya harga sayuran dan keraguan mereka untuk mulai menanam di lahan kering. Keraguan terbesar yang muncul adalah tentang operasional listrik. Mereka merasa khawatir jika sistem hidroponik justru akan menambah beban ekonomi melalui tagihan listrik bulanan yang membengkak. Pertemuan dengan ibu-ibu PKK diabadikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Sosialisasi program bersama pengurus PKKPR Kokoh City

Merespons kegelisahan tersebut, tim memberikan penjelasan mendalam mengenai peran matahari sebagai sumber energi yang berlimpah di Bangkalan. Kami meyakinkan para peserta bahwa sistem ini dirancang untuk mandiri secara energi (Wachjoe dkk, 2025). Transisi dari rasa skeptis menjadi rasa ingin tahu mulai terlihat saat tim menunjukkan *solar panel* yang akan digunakan. Pelatihan teknis kemudian dilakukan bukan dalam bentuk kuliah formal yang menjemukan, melainkan melalui sesi demonstrasi yang interaktif, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Ibu-ibu diajak untuk menyentuh langsung komponen-komponen sistem, mulai dari *solar panel*, baterai, hingga pengatur arus. Tim melihat ada semangat baru saat mereka menyadari bahwa teknologi ini sebenarnya sangat logis dan bisa dikuasai oleh siapa saja, asalkan ada kemauan untuk belajar bersama.



Gambar 2. Sesi pelatihan teknis perakitan sistem hidroponik DFT berbasis PLTS



Gambar 3. Praktik pengenalan *solar panel* dan pompa DC oleh peserta pelatihan

Peningkatan kapasitas mitra diukur melalui pendekatan evaluasi sebelum dan sesudah kegiatan (Janelli & Lipnevich, 2021). Pada awalnya, sebagian besar peserta hanya mengenal hidroponik dari media sosial tanpa memahami cara kerja nutrisi atau kebutuhan oksigen tanaman. Melalui pelatihan yang intensif, pemahaman mereka bergeser ke arah yang lebih teknis namun tetap praktis. Mereka mulai memahami bahwa air bukan sekadar media, melainkan pembawa kehidupan bagi tanaman (Silva dkk., 2020). Antusiasme terpancar saat sesi praktik pencampuran nutrisi dilakukan, di mana ketelitian ibu-ibu dalam mengukur takaran air dan pupuk menunjukkan bahwa mereka benar-benar ingin memastikan tanaman

mereka nantinya tumbuh dengan sempurna, seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Proses belajar ini menjadi ruang diskusi yang hidup, di mana setiap pertanyaan dijawab dengan praktik langsung di lapangan.

Penggunaan *solar panel* 100 WP dan pompa arus searah 12 V terbukti menjadi kombinasi yang sangat harmonis. Tanpa sambungan ke jaringan listrik PLN, sistem ini mampu bekerja secara otomatis mengikuti siklus matahari. Pemasangan di pekarangan warga dilakukan dengan memperhatikan estetika lingkungan agar keberadaan instalasi ini tidak mengganggu mobilitas namun tetap mendapatkan paparan cahaya yang optimal. Gambar 5 memperlihatkan instalasi *solar panel* sebagai sumber energi utama sistem. Saat air mulai bersirkulasi untuk pertama kalinya, muncul kebanggaan kolektif di tengah warga. Mereka melihat sebuah inovasi hijau yang berdiri tegak di halaman rumah mereka sendiri, siap untuk memberikan hasil nyata bagi dapur keluarga.



Gambar 4. Proses pemasangan rangka sistem hidroponik oleh peserta



Gambar 5. Instalasi *solar panel* untuk menggerakkan pompa air nutrisi

Kegiatan budidaya dimulai dengan tahap penyemaian yang membutuhkan kesabaran luar biasa. Ibu-ibu PKK belajar cara meletakkan benih kangkung, selada, dan bayam pada media tanam dengan penuh kelembutan (Gambar 6). Momen ketika kecambah pertama mulai muncul dari permukaan media adalah titik balik emosional yang meningkatkan komitmen warga untuk merawat sistem ini secara berkelanjutan.



Gambar 6. Hasil proses penyemaian bibit sayuran oleh ibu-ibu PKK

Selama masa pertumbuhan, pendampingan dilakukan secara berkala untuk memastikan keseimbangan nutrisi tetap terjaga. Kami melihat pemandangan indah setiap sore, di mana ibu-ibu berkumpul di sekitar pipa hidroponik untuk mengecek pertumbuhan daun dan mendiskusikan perkembangan tanaman masing-masing (Gambar 7). Aktivitas ini secara tidak langsung menciptakan ruang sosial baru yang positif, di mana warga saling berbagi tips dan pengalaman dalam merawat tanaman mereka, memperkuat rasa persaudaraan di lingkungan perumahan yang sebelumnya terasa kaku.

C. Penyusunan Modul dan Persiapan HKI

Keberhasilan sebuah program pengabdian harus memiliki jejak permanen agar ilmu yang dibagikan tidak hilang setelah tim pengabdian kembali ke kampus. Oleh karena itu, penyusunan modul pelatihan menjadi prioritas yang tidak kalah penting. Modul ini disusun bukan sebagai naskah akademik yang berat (Jordaan, 2012), melainkan sebagai panduan praktis yang memiliki nyawa komunikasi sehari-hari (Gambar 8). Tim memasukkan masukan-masukan dari pengalaman ibu-ibu selama praktik di lapangan, seperti cara sederhana membersihkan pipa yang efektif. Bahasa yang digunakan dalam modul ini untuk orang awam, dengan instruksi yang jelas dan banyak gambar pendukung, sehingga siapa pun anggota warga yang baru ingin mencoba dapat mengikutinya dengan mudah tanpa harus kesulitan oleh istilah teknis.



Gambar 7. Kondisi tanaman setelah dua minggu budidaya dengan sistem PLTS

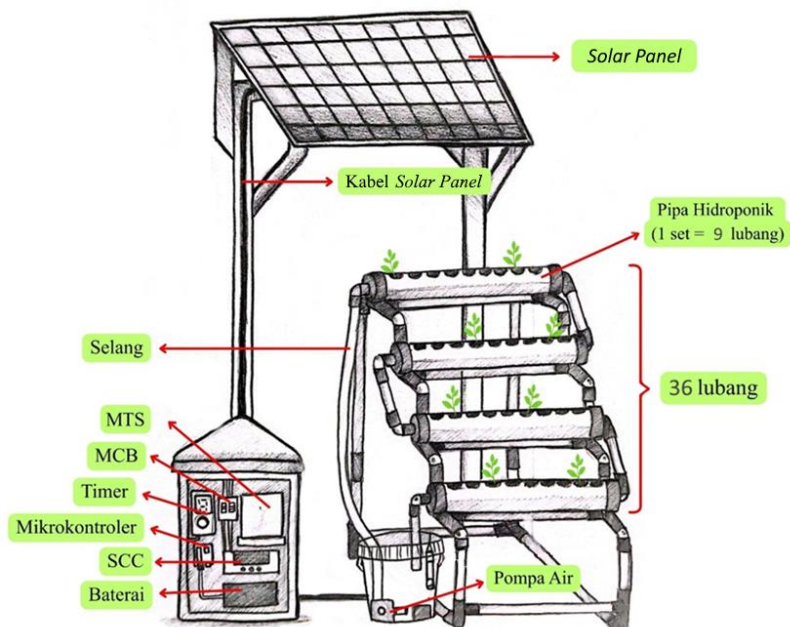
PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT MODUL PELATIHAN Pengembangan Sistem Hidroponik Hemat Energi Berbasis Panel Surya sebagai Solusi Pangan Terjangkau dan Berkelanjutan bagi Komunitas PKK di Desa Tebul, Bangkalan MITRA: Komunitas PKK Perumahan Kokoh City Cluster Lombok, Bangkalan  Hendi Wicaksono Agung, Ph.D. (0706008102) Fenny Irawati, S.Si., M.Si. (0707077001) Rafina Desiliani Ainul, S.ST., M.T. (0614129302) Joy Apul Pardede (160124035) Petra Dony Kurniawan (160124028) Trainer: Tri Esti INTELLIGENT ROBOTICS RENEWABLE ENERGY BIOMEDICAL ENGINEERING PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SURABAYA		DAFTAR ISI DAFTAR ISI 2 BAB 1 PENDAHULUAN 4 1.1 Latar Belakang 4 1.2 Perumusan Masalah 5 1.3 Tujuan 6 BAB 2 PRINSIP DASAR SISTEM DFT DAN PLTS MINI 7 2.1 Prinsip Dasar Sistem DFT (Deep Flow Technique) 7 2.2 Prinsip Dasar Sistem PLTS Mini (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) 9 2.3 Integrasi Sistem DFT dan PLTS Mini 10 BAB 3 PRAKTIK PENYEMAIAN 12 3.1 Tujuan Penyemai 12 3.2 Alat dan Bahan yang Diperlukan 12 3.3 Langkah-langkah Penyemai 13 3.4 Tipe Penyemai 14 3.5 Kegiatan Hands-On Peserta 15 3.6 Evaluasi Praktik 16 BAB 4 PRAKTIK PINDAH TANAM 17 4.1 Tujuan Pindah Tanam 17 4.2 Waktu dan Kondisi Ideal untuk Pindah Tanam 17 4.3 Alat dan Bahan yang Diperlukan 18 4.4 Langkah-langkah Pindah Tanam 18 4.5 Perawatan Awal Setelah Pindah Tanam 20 4.6 Evaluasi Kegiatan Praktik 20 4.7 Tipe Tambahan 20 BAB 5 OPERASIONAL DFT HARIAN 22 5.1 Tujuan Operasional Harian 22 5.2 Jadwal dan Pola Kerja Pompa 22 5.3 Kegiatan Pemeriksaan Harian (5-10 Menit per hari) 23 5.4 Penambahan dan Penggantian Larutan Nutrisi 24 5.5 Pemeliharaan dan Pemeliharaan Sistem 24 5.6 Pemantauan Mingguan 24 5.7 Troubleshooting Cepas Operasional Harian 25 5.8 Penyusunan Operasional Musiman 25 5.9 Catatan Dokumentasi Harian 26 BAB 6 PENUTUP 27	
---	--	--	--

Gambar 8. Modul pelatihan yang dibagikan kepada peserta

Selain sebagai alat pembelajaran, modul ini juga menjadi dasar bagi penguatan perlindungan kekayaan intelektual atau HKI. Tim pengabdian mempersiapkan dokumen Hak Cipta atas modul dan desain sistem hidroponik tenaga surya ini (Gambar 9) sebagai bentuk pengakuan atas inovasi yang telah lahir dari kerja keras bersama. Proses persiapan HKI ini melibatkan pencatatan detail mengenai spesifikasi teknis dan keunikan adaptasi sistem di lingkungan Desa Tebul. Bagi warga, mengetahui bahwa sistem yang ada di rumah mereka adalah sebuah karya yang diakui secara legal memberikan rasa bangga tersendiri. Hal ini meningkatkan rasa memiliki warga terhadap fasilitas yang ada, sehingga mereka merasa bertanggung jawab untuk menjaga dan merawatnya demi masa depan komunitas.

Dokumentasi yang rapi selama proses pengabdian menjadi bahan utama dalam penyusunan laporan dan pengajuan kekayaan intelektual tersebut. Tim mencatat setiap perubahan perilaku mitra dan setiap data pertumbuhan tanaman sebagai

bukti bahwa integrasi teknologi tenaga surya pada pertanian skala rumah tangga adalah solusi yang valid. Modul yang telah dicetak kemudian dibagikan kepada pengurus PKK agar dapat dijadikan kurikulum internal bagi warga baru di masa mendatang. Dengan adanya modul ini, keberlanjutan program menjadi lebih terjamin karena transfer pengetahuan dapat dilakukan secara mandiri dari warga kepada warga lainnya, menciptakan sebuah siklus edukasi yang tidak pernah putus.



Gambar 9. *Blueprint* desain sistem hidroponik PLTS untuk HKI

D. Keberhasilan Kegiatan

Keberhasilan program pengabdian ini diukur melalui pencapaian indikator teknis dan transformasi kapasitas masyarakat yang dievaluasi secara sistematis pada setiap tahapan metode. Berdasarkan hasil evaluasi sumatif melalui instrumen *pre-test* dan *post-test*, terdapat peningkatan signifikan pada pengetahuan dan keterampilan teknis mitra.

Secara kuantitatif, efektivitas tahapan sosialisasi dan pelatihan teknis terlihat dari lonjakan pemahaman warga mengenai integrasi teknologi. Sebelum kegiatan (*pre-test*), hanya 44.1% peserta yang mengetahui bahwa *solar panel* dapat digunakan sebagai sumber energi pengganti listrik PLN untuk sistem hidroponik. Namun, setelah mengikuti seluruh rangkaian kegiatan, tingkat pemahaman ini meningkat drastis menjadi 100%, di mana seluruh peserta (termasuk 40% yang baru mengetahuinya saat pelatihan) kini memahami peran strategis PLTS dalam efisiensi energi.

Peningkatan juga terjadi pada aspek manajemen nutrisi dan kemandirian budidaya. Jika pada awalnya hanya 23.5% warga yang pernah mencoba menanam secara hidroponik, hasil evaluasi pasca-kegiatan menunjukkan bahwa 90% peserta kini memahami cara menanam secara hidroponik dan merasa mampu melakukannya secara mandiri. Hal ini membuktikan bahwa tahapan pendampingan budidaya berhasil mentransfer keterampilan teknis, dari yang sebelumnya merasa asing menjadi terampil dalam mengatur kepekatan cairan nutrisi sesuai jenis tanaman.

Secara kualitatif, dampak sosial yang dihasilkan melalui tahapan instalasi di pekarangan rumah telah menciptakan lingkungan yang lebih hijau di Desa Tebul. Panen perdana sayuran kangkung dan selada memberikan kegembiraan luar biasa

bagi ibu-ibu PKK, yang kini dapat menyajikan pangan sehat bebas pestisida untuk mencegah risiko *stunting* tanpa harus menunggu pedagang keliling. Minat warga untuk menerapkan sistem ini secara berkelanjutan juga tergolong tinggi, dengan skor rata-rata 3.4 dari skala 5, yang menunjukkan kesiapan mereka untuk mereplikasi teknologi ini di rumah masing-masing.

Dampak lebih luas terlihat pada penguatan struktur sosial di Perumahan Kokoh City. Kegiatan merawat hidroponik bersama (Gambar 10) telah mencairkan pembatas antar-tetangga dan menumbuhkan solidaritas sosial yang lebih kuat. Program ini berhasil membuktikan bahwa teknologi tepat guna, ketika dipadukan dengan semangat pemberdayaan melalui lima tahapan sistematis (sosialisasi hingga evaluasi), dapat menciptakan masyarakat yang tidak hanya mandiri secara pangan dan energi, tetapi juga lebih sehat dan rukun.



Gambar 10. Pertumbuhan tanaman sayuran menjelang dua minggu sebelum panen

Di akhir kegiatan, dilakukan dokumentasi foto bersama antara tim pengabdian dan peserta program di lokasi demo plot sebagai bentuk apresiasi dan simbol keberhasilan kolaboratif, sebagaimana terlihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Foto bersama tim pengabdian dan peserta pelatihan di lokasi

Kesimpulan

Program pengabdian ini berhasil menerapkan sistem hidroponik DFT berbasis energi surya (PLTS) sebagai solusi pangan mandiri di Perumahan Kokoh City, Desa

Tebul. Melalui pelatihan intensif, ibu-ibu PKK kini mampu merakit dan mengelola sistem tersebut secara mandiri. Inovasi ini terbukti fungsional bagi lingkungan yang minim akses air dan listrik, sekaligus menjamin ketersediaan sayuran sehat bagi keluarga. Keberhasilan program ini terekam dalam pemasangan unit instalasi, peningkatan skill teknis warga, serta penyusunan modul pelatihan yang kini dalam proses pengajuan HKI. Dampak program menyentuh aspek ekonomi dan sosial secara nyata. Penggunaan PLTS membebaskan warga dari beban tagihan listrik pompa, sehingga hasil panen menjadi keuntungan bersih bagi rumah tangga. Secara sosial, kegiatan ini menghidupkan kembali semangat gotong royong di lingkungan perumahan melalui interaksi rutin warga saat merawat tanaman. Selain memperkuat ketahanan pangan, program ini berhasil membangun kesadaran masyarakat akan pentingnya teknologi energi bersih yang ramah lingkungan. Rencana keberlanjutan program akan berfokus pada integrasi teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk memantau kondisi air dan energi secara otomatis melalui ponsel warga. Selain itu, program ini akan direplikasi ke wilayah RT lain di Desa Tebul dengan target pengembangan ekonomi kreatif melalui penjualan sayuran organik. Melalui kemitraan strategis dengan pemerintah desa dan institusi terkait, model pemberdayaan berbasis teknologi tepat guna ini diharapkan mampu menjadi rujukan nasional bagi komunitas yang adaptif dan mandiri energi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Surabaya pada program Pengabdian Kepada Masyarakat Skema Program Pendampingan Komunitas (PPK) dengan nomor kontrak 006/SPPPM/LPPM-02/Int/FT/IX/2025.

Referensi

- Apriani, D., Robiani, B., Asngari, I., Marissa, F., & Gustriani. (2024). Pemberdayaan sumber daya manusia melalui pelatihan usaha dan keterampilan berbasis kearifan lokal. Human resources empowerment through business training and skills based on local wisdom. *Jurnal Panrita Abdi*, 8(1), 76–85. <http://journal.unhas.ac.id/index.php/panritaabdi>
- Bangun, S. M., I. Lipoeto, N., Masrul, M., Nazir, N., Rasyid, R., & Hardisman, H. (2025). Maternal financial literacy as a determinant of household food security: Evidence from a cross-sectional study in Padang Lawas Regency, Indonesia. *African Journal of Reproductive Health*, 29(10), 125–132. <https://doi.org/10.29063/ajrh2025/v29i10.13>
- Găgeanu, I., Tăbărașu, A.-M., Persu, C., Gheorghe, G., Nițu, M., Cujbescu, D., Ionescu, A., & Anghelache, D. (2024). Hydroponic vertical systems: enhancing climate resilience, water efficiency, and urban agriculture. *Inmateh Agricultural Engineering*, 94–109. <https://doi.org/10.35633/inmateh-73-08>
- Hasan, M., Paradkar, V., & Vinod Kumar, S. (2025). Comparative Study on Resource Efficiency and Environmental Impacts in Vertical Hydroponic Controlled-Environment and Crop Evapotranspiration-Based Drip Irrigation Systems for Bok Choy Cultivation (<scp> *Brassica rapa* </scp> subsp. *chinensis*). *Irrigation and Drainage*. <https://doi.org/10.1002/ird.70036>
- Ihsan, K. T. N., Sakti, A. D., & Wikantika, K. (2021). Geospatial assessment for planning a smart energy city using rooftop solar photovoltaic in bandung city, Indonesia. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLIV-M-3–2, 83–87. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIV-M-3-2021-83-2021>

- Janelli, M., & Lipnevich, A. A. (2021). Effects of pre-tests and feedback on performance outcomes and persistence in Massive Open Online Courses. *Computers & Education*, 161, 104076. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104076>
- Jordaan, M. (2012). Ensuring sustainability in a community-based project module. *Acta Academica: Critical views on society, culture and politics*, 44(1), 224–246. <https://doi.org/10.38140/aa.v44i1.1346>
- Kumar, P., & Singh, J. (2024). *Hydroponic: An Eco-friendly Future* (hal. 223–267). https://doi.org/10.1007/978-3-031-53258-0_9
- Mairo, Q. K. N., & Jeniawaty, S. (2024). Effectiveness of Training for Cadres in Stunting Prevention Efforts in the Bangkalan District Area. *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences*, 20, 159–162. <https://doi.org/10.47836/mjmhs.20.s9.26>
- Perrigo, J. L., Ginther, A., Syeda, H. S., Shier, V., & Datar, A. (2025). Community Social Cohesion During a Large Public Housing and Neighborhood Redevelopment: A Mixed Methods Study. *Societies*, 15(5), 140. <https://doi.org/10.3390/soc15050140>
- Pomoni, D. I., Koukou, M. K., Vrachopoulos, M. G., & Vasiliadis, L. (2023). A Review of Hydroponics and Conventional Agriculture Based on Energy and Water Consumption, Environmental Impact, and Land Use. *Energies*, 16(4), 1690. <https://doi.org/10.3390/en16041690>
- Pradana, A. G. R., Pranata, M. F. Y., Wijayanti, B. T., Nurhidayati, F., Adillah, A., Suprihatin, D. N., Suryadi, D., Hantari, D., & Seto, R. Y. (2025). Pemberdayaan Perempuan Melalui Penguatan Ketahanan Pangan: Peran Kelompok Wanita Tani (KWT) dan Penggiat PKK dalam Pengembangan Komoditas Hortikultura Berbasis Urban Farming di Desa Cemani, Grogol, Sukoharjo. *Adi Widya: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 9(1), 1–13. <https://doi.org/10.33061/awpm.v9i1.11879>
- Sari, A. N., Qurotu'ain, D. H., Harianto, F., & Jannah, S. Z. (2022). Regional mapping in bangkalan district based on potential indicators of total stunting using k-mode cluster algorithm. *Media Gizi Indonesia*, 17(1SP), 76–82. <https://doi.org/10.20473/mgi.v17i1SP.76-82>
- Seo, B. K., & Park, G.-R. (2021). Food insecurity and housing affordability among low-income families: does housing assistance reduce food insecurity? *Public Health Nutrition*, 24(13), 4339–4345. <https://doi.org/10.1017/S1368980021001002>
- Silalahi, D. F., Blakers, A., Stocks, M., Lu, B., Cheng, C., & Hayes, L. (2021). Indonesia's Vast Solar Energy Potential. *Energies*, 14(17), 5424. <https://doi.org/10.3390/en14175424>
- Silva, M. G. da, Soares, T. M., Gheyi, H. R., Costa, I. P., & Vasconcelos, R. S. (2020). Growth, production and water consumption of coriander grown under different recirculation intervals and nutrient solution depths in hydroponic channels *. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 281. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2020.v32.i4.2094>
- Wachjoe, C. K., Zein, H., Suprianti, Y., Hernawan, K., Utami, S., & Yulistiani, F. (2025). Techno-economic acceptability of integrated photovoltaic and hydroponics systems for economic development in rural areas. *Journal of Applied Aquaculture*, 1–17. <https://doi.org/10.1080/10454438.2025.2558766>
- Windarta, J., Denis, Firmansyah, A., Avinda, A. I., & Kusuma, I. A. (2022). Technical study of 1.2 KWP solar plant on tanbihul ghofilin islamic boarding school Banjarnegara. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 969(1), 012031. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/969/1/012031>

Penulis:

Hendi Wicaksono Agung, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya, Surabaya. E-mail: hendi@staff.ubaya.ac.id

Fenny Irawati, Program Studi Biologi, Fakultas Teknobiologi, Universitas Surabaya, Surabaya. E-mail: fenny_i@staff.ubaya.ac.id

Rafina Destiarti Ainul, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya, Surabaya. E-mail: rafina@staff.ubaya.ac.id

Joy Apul Pardede, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya, Surabaya. E-mail: s160124035@student.ubaya.ac.id

Petra Dony Kurniawan, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya, Surabaya. E-mail: s160124028@student.ubaya.ac.id

Tri Esti Yustini, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya, Surabaya. E-mail: estiyusti@staff.ubaya.ac.id

Bagaimana men-sitasi artikel ini:

Agung, H.W., Irawati, F., Ainul, R.D., Pardede, J.A., Kurniawan, P.D., & Yustini, T.E. (2026). Pemberdayaan PKK melalui Sistem Hidroponik Menggunakan Energi Matahari Mewujudkan Ketahanan Pangan di Desa Tebul, Bangkalan. *Jurnal Panrita Abdi*, 10(3), 559-572.