

Smart Hidroponik Bertenaga Surya Terintegrasi Internet of Things Guna Peningkatan Ekonomi dan Ketahanan Pangan ***Smart Solar-Powered Hydroponics Integrated with the Internet of Things to Boost the Economy and Food Security***

Darto¹, Nunung Cipta Dainy², Helfi Gustia³, Raisa Ardiyanti¹, Farah Aurellia Sasikirana¹, Niken Wulandari Dyrin³, Graisedl Raissa Erwanto³

¹Program Studi Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Muhammadiyah Jakarta

²Program Studi Gizi, Fakultas Kedokteran dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Jakarta

³Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Jakarta

darto@umj.ac.id, nciptadainy@umj.ac.id, helfi.gustia@umj.ac.id, ardiyantiraisa@gmail.com, farahaurellias@gmail.com, wulandariniken920@gmail.com, graiseldraissa04@gmail.com

*Corresponding author: darto@umj.ac.id

ABSTRAK

Pertanian perkotaan menghadapi tantangan berupa keterbatasan lahan dan waktu, sehingga diperlukan teknologi inovatif seperti hidroponik untuk mendukung sistem pertanian berkelanjutan. Salah satu komponen utama hidroponik adalah pompa air yang berfungsi mendistribusikan larutan nutrisi, namun penggunaannya bergantung pada listrik sehingga menimbulkan biaya operasional yang cukup tinggi. Pemanfaatan panel Surya terintegrasi *Internet of Things* (IoT) sebagai sumber energi alternatif menawarkan solusi untuk menekan biaya sekaligus mendorong efisiensi energi. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan bersama kelompok tani Hidroponik Generik di Pesanggrahan pada Agustus–September 2025. Metode kegiatan berupa pengadaan sarana panel surya dan IoT serta pelatihan dan pendampingan mitra terkait dengan penerapan teknologi sistem tenaga surya dan IoT. Tujuan utama kegiatan ini adalah menciptakan kemandirian energi, meningkatkan produktivitas, serta memperkuat kapasitas mitra dalam memanfaatkan teknologi berkelanjutan. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa penerapan pompa bertenaga surya dengan kapasitas panel 800 WP yang menghasilkan 1.400 WH per hari mampu mengoperasikan sistem hidroponik pada rak dengan 1000 lubang tanam. Selain itu teknologi IoT sangat membantu mitra dalam memantau kualitas aliran air hidroponik cukup melalui *smartphone*. Program ini berhasil menurunkan biaya operasional listrik sebesar 30%. Secara keseluruhan, kegiatan ini dinilai berhasil karena mitra menyatakan puas terhadap manfaat yang diperoleh.

Kata Kunci: hidroponik; IoT; panel surya; pertanian berkelanjutan.

ABSTRACT

Urban agriculture faces challenges such as limited land and time, requiring innovative technologies like hydroponics to support sustainable farming systems. A key component of hydroponics is the water pump, which distributes nutrient solutions but relies on electricity, resulting in high operational costs. The use of solar panels integrated with IoT as an alternative energy source offers a solution to reduce costs while enhancing energy efficiency. This community service program was conducted with the Hydroponic Generik farmer group in Pesanggrahan during August–September 2025. The activities included the provision of solar panel and IoT facilities, along with training and mentoring on the application of solar power systems and IoT technology. The main objectives were to achieve energy independence, increase productivity, and strengthen partner capacity in adopting sustainable technologies. The results showed that a solar-powered pump supported by an 800 WP panel producing 1,400 WH per day successfully operated a hydroponic rack with 1,000 planting holes. Moreover, IoT technology enabled partners to monitor hydroponic water flow quality conveniently via *smartphone*. This program also reduced electricity costs by 30%. Overall, the activity was considered successful, as partners expressed satisfaction with the benefit obtained.

Keywords: hydroponics; IoT; solar panel; sustainable agriculture

PENDAHULUAN

Pusat Pelatihan Pertanian dan Pedesaan (P4S) Hidroponik Generik di Pesanggrahan,

Jakarta Selatan, merupakan kelompok tani yang beranggotakan lebih dari sepuluh petani aktif dengan fokus pada budidaya

sayuran daun, terutama bayam merah dan bayam hijau. Kelompok ini mengelola lahan seluas 200 m² dengan kapasitas produksi mencapai 600 kg per bulan. Sistem budidaya yang digunakan adalah metode *Deep Flow Technique* (DFT) dan *Nutrient Film Technique* (NFT). Selain melakukan produksi sayuran, mitra juga mengembangkan usaha jasa berupa instalasi hidroponik, pelatihan, dan konsultasi budidaya bagi masyarakat luas. Dengan profil usaha yang terintegrasi antara produksi, pelatihan, dan jasa, kelompok tani ini memiliki potensi besar untuk menjadi model pertanian urban yang berdaya saing dan berkelanjutan (Amala et al., 2025).

Meskipun memiliki potensi produksi yang baik, kelompok tani mitra menghadapi kendala serius dalam aspek energi. Biaya listrik untuk mengoperasikan pompa hidroponik menjadi salah satu komponen pengeluaran terbesar setelah tenaga kerja, sehingga menekan margin keuntungan. Selain itu, ketergantungan pada pasokan listrik PLN secara signifikan berdampak pada kualitas tanaman hidroponik, terutama karena gangguan dalam pengiriman nutrisi yang disebabkan oleh pemadaman listrik. Sistem hidroponik, seperti yang menggunakan NFT atau DFT, memerlukan pengoperasian pompa terus menerus untuk mengedarkan larutan nutrisi; gangguan apa pun dapat menyebabkan stres atau kematian tanaman (Herdhiansyah et al., 2023; Riansyah et al., 2023). Penelitian menunjukkan bahwa mengintegrasikan sumber energi alternatif, seperti sistem fotovoltaik, dapat

mengurangi risiko ini dengan menyediakan catu daya yang andal, sehingga meningkatkan efisiensi operasional dan pertumbuhan pabrik (Hidayanti, 2023; Zaini et al., 2021) Misalnya, sistem bertenaga surya telah menunjukkan peningkatan laju pembuangan air, secara positif mempengaruhi karakteristik tanaman seperti panjang akar dan perkembangan daun (Puspita et al., 2023). Akibatnya, ketergantungan pada listrik PLN dapat menghambat produktivitas hidroponik, sementara solusi energi alternatif dapat mendorong kesehatan dan hasil tanaman yang lebih baik.

Sebagai bentuk solusi awal, telah dilakukan program pemanfaatan energi surya dengan memasang solar panel untuk mendukung operasional pompa hidroponik. Program ini berhasil mengurangi beban biaya listrik hingga lebih dari 25 persen, meningkatkan produktivitas kelompok, serta memberikan pemahaman dasar kepada petani tentang pemanfaatan energi terbarukan (Haryanto et al., 2024). Keberhasilan tersebut menunjukkan bahwa energi surya merupakan alternatif yang layak dan potensial dalam mendukung pertanian hidroponik perkotaan. Namun demikian, sistem solar panel yang terpasang masih belum memenuhi kebutuhan pasokan Listrik secara keseluruhan, selain itu, system system NFT dan DFT masih

dikelola secara manual, sehingga masih menimbulkan keragaman dalam jumlah dan dosis nutrisi yang dialirkan pada instalasi hidroponik. Untuk menjawab keterbatasan tersebut, diperlukan penambahan solar panel dan pengembangan system NFT dan DFT terintegrasi *Internet of Things* (IoT). Sistem ini memungkinkan pemantauan dan pengendalian kinerja solar panel, inverter, baterai, serta pompa nutrisi hidroponik melalui perangkat digital secara real time. Dengan adanya integrasi IoT, data mengenai intensitas cahaya matahari, kapasitas baterai, penggunaan daya, serta kestabilan aliran nutrisi dapat terekam dan diakses secara langsung. Sistem pemantauan ini juga dapat diprogram untuk memberikan peringatan dini ketika terjadi anomali, seperti penurunan kapasitas baterai atau gangguan distribusi nutrisi, sehingga langkah perbaikan dapat dilakukan lebih cepat (J, 2025; Jagruti Tushar Badgajar et al., 2025; Orakwue et al., 2022).

Penerapan solar panel dan system nutrisi dengan IoT diharapkan dapat memberikan manfaat signifikan bagi mitra dalam aspek teknis, ekonomis, dan keberlanjutan dengan memaksimalkan pemanfaatan energi terbarukan sekaligus meningkatkan kapasitas literasi digital petani. Integrasi solar panel dan IoT tidak hanya meningkatkan produktivitas dan efisiensi usaha tani hidroponik, tetapi juga memperkuat daya saing mitra dalam menghadapi tantangan

pertanian perkotaan modern (Al-Fuqaha et al., 2015; J, 2025).

METODE

Kegiatan diawali dengan survei pendahuluan pada Februari hingga Maret 2025 dan dilanjutkan pada Agustus hingga September 2025. Tim pelaksana merupakan gabungan antara dosen dan mahasiswa. Peserta pelatihan adalah mitra binaan dari Pusat Pelatihan Pertanian dan Pedesaan Swadaya (P4S) Hidroponik Generik (HG) sebanyak 11 orang anggota. Lokasi kegiatan berada di Jln. Manunggal 2, RT 03/RW 02, Kelurahan Petukangan Selatan, Kecamatan Pesanggrahan.

Pelaksanaan kegiatan diawali dengan diskusi dan perancangan program bersama mitra, yang difokuskan pada efisiensi energi listrik dan keseragaman nutrisi tanaman hidroponik. Metode yang dipilih adalah pelatihan dan pengadaan sarana panel surya dan IoT. Program ini mencakup penerapan sistem hidroponik vertikal dan sistem panel surya terintegrasi dengan IoT. Adapun material untuk instalasi panel surya terdiri dari empat panel surya monocrystalline 200 watt merek ST Solar, dua baterai 12V/100A merek VMP, solar charge controller 60A merek VOZ, serta inverter 12V/1000W merek Solar Land PWM. Spesifikasi IoT yang digunakan adalah Spesifikasi sistem monitoring IoT yang digunakan adalah

menggunakan mikroprosesor ESP-32D yang ditambah dengan Breakout Board GPIO Expansion Serta dilengkapi oleh 5 (lima) sensor yaitu : Sensor pH 4502C, Sensor TDS Meter, Sensor Suhu Air DS18B20, Sensor Suhu dan Kelembaban DHT22, dan Sensor Intensitas Cahaya BH1750.

Tahapan kegiatan pada program ini meliputi sosialisasi, pelatihan, penerapan teknologi, pendampingan, serta evaluasi untuk menjamin keberlanjutan. Sosialisasi dilakukan melalui edukasi manfaat dan instalasi dan penggunaan panel surya serta *Internet of Things* (IoT). Rincian tahapan kegiatan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Kegiatan	Aktivitas	Waktu	Tujuan
1. Sosialisasi Program	Diskusi mengenai permasalahan dan sosialisasi program bersama mitra	Minggu ke-3 Juli 2025	Penyampaian tujuan dan sosialisasi program pengabdian kepada mitra
2. Peningkatan Manajemen Usaha	Pelatihan dan pendampingan penyusunan pembukuan Keuangan menggunakan Aplikasi SIAPIK	Minggu ke-4 Juli 2025	Penyusunan pembukuan usaha bidang pertanian
3. Instalasi Panel Surya	Pemasangan panel surya dan IoT pada pompa air hidroponik - Supervisi pekerjaan	Minggu ke-1 s.d. ke-2 September 2025	Panel surya terpasang pada sistem hidroponik pada rak tanam (1000 lubang) dan berfungsi efektif
4. Instalasi IoT	Pemasangan instalasi IoT pada tandon air hidropinik	Minggu ke-3 September 2025	Penyaluran air hidroponik terintegasi IoT berfungsi efektif
5. Monitoring dan evaluasi Sistem Hidroponik & Panel Surya	- Uji aliran air hidroponik tersinkronisasi dengan energi surya - Pemantauan kendala aliran air - Rekapitulasi	Minggu ke-4 September 2025	Data usaha tani telah dihitung

terintegrasi IoT	catatan keuangan (biaya & pendapatan)
------------------	---------------------------------------

Evaluasi keberhasilan program menggunakan tiga kriteria yakni, 1) kesesuaian dengan jadwal kegiatan serta jumlah sesi yang telah ditetapkan, yang menuntut adanya kolaborasi efektif antara tim pelaksana dan peserta; 2) peningkatan kemampuan mitra dalam penggunaan panel surya dan IoT; dan 3) penilaian survei kepuasan mitra terhadap program yang dilakukan. Keberlanjutan program setelah kegiatan selesai meliputi: (1) Menetapkan Hidroponik Generik sebagai mitra universitas untuk pemasaran bayam hijau di pasar universitas; (2) Melakukan pemilihan mitra secara berkala sebagai pusat kegiatan kolaboratif pengabdian kepada masyarakat yang didukung oleh pendanaan internal universitas; dan (3) Bermitra dengan Dinas Pertanian untuk mengembangkan teknologi di kelompok tani wilayah Jakarta Selatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sosialisasi Program

Pelaksanaan sosialisasi program dan penandatanganan nota kesepahaman Kerjasama dilakukan pada tanggal 24 Juli 2025 (Gambar 1) yang dihadiri oleh seluruh tim pengabdian kepada Masyarakat baik dosen maupun mahasiswa, ketua kelompok mitra beserta anggota kelompok mitra dengan jumlah total sebanyak 15 orang.



Gambar 1. Dokumentasi sosialisasi program dan penandatanganan kerjasama
Instalasi hidroponik vertical tower

Hidroponik vertikal tower menggunakan sistem NFT (Nutrient Film Technique) dengan aliran nutrisi tipis untuk membasahi rockwool dan menyusunnya dalam posisi vertikal. Proses dalam budidaya hidroponik meliputi penyemaian benih, pemindahan bibit ke dalam sistem hidroponik, dan panen.

Tahapan instalasi adalah sebagai berikut:

(1) Persiapan Struktur. Rangka galvalum dibuat sesuai desain hidroponik dan dipasang dalam konfigurasi vertikal dan modular; (2) Pemasangan Pipa PVC. Pipa PVC berdiameter 2,5 inci dipotong sesuai panjang yang dibutuhkan untuk setiap tingkat. Dengan menggunakan bor, pipa dilubangi dengan jarak 15–20 cm untuk net pot, sehingga lubang cukup untuk net pot berukuran 2 cm; (3) Pemasangan Netpot. Net pot ditempatkan pada lubang-lubang yang telah dibuat pada pipa; (4) Persiapan Media Tanam.

Rockwool dibasahi dan digunakan untuk penyemaian benih. Setelah cukup tumbuh, media rockwool beserta bibit dipindahkan ke net pot; (5) Pemasangan Flanel. Kain flanel dipasang pada pipa PVC dari atas hingga bawah. Flanel akan menyerap larutan nutrisi dan menjaga kelembapan tanaman; (6) Pemasangan Pompa Air. Pompa air menyalurkan larutan nutrisi melalui selang yang terhubung ke pipa PVC; (7) Persiapan Larutan Nutrisi. Larutan nutrisi campuran AB (AB mix) diformulasikan dan disimpan dalam tangki nutrisi sebelum digunakan; (8) Pengujian dan Pemeliharaan. Konsentrasi larutan nutrisi secara rutin diukur menggunakan alat *Total Dissolved Solids* (TDS) meter.



Gambar 2. Hidroponik vertical tower
Instalasi Panel Surya

Panel surya sebanyak empat buah telah berhasil dipasang pada tanggal 6 September 2025, sehingga total panel surya yang telah terpasang sebanyak delapan buah (Gambar 2). Pemasangan panel surya

di kebun hidroponik telah disesuaikan dengan kebutuhan dan mempertimbangkan berbagai aspek untuk memastikan operasi dan keberlanjutan yang efisien. Berdasarkan Rumambi et al., 2023; Wahyu et al., 2024 elemen yang perlu diperhatikan dalam pemasangan panel surya untuk pembangkit energi yakni, pengontrol muatan surya untuk mengelola pengisian baterai, dan baterai untuk penyimpanan energi. Selain itu, diperlukan inverter untuk mengubah daya DC ke AC (Rumambi et al., 2023). Kinerja panel surya dalam sistem hidroponik dipengaruhi oleh beberapa faktor yang saling terkait, termasuk kondisi lingkungan, parameter pemasangan, dan praktik pemeliharaan. Faktor lingkungan utama termasuk radiasi matahari, suhu, dan akumulasi debu, yang secara signifikan dapat mempengaruhi output energi; misalnya, suhu tinggi dapat mengurangi efisiensi, memerlukan solusi pendinginan seperti sistem air tetes yang dapat disesuaikan yang dapat menurunkan suhu panel dan meningkatkan output daya hampir 8% (Kareem et al., 2025). Faktor pemasangan seperti sudut kemiringan dan orientasi sangat penting, dengan konfigurasi optimal diidentifikasi pada kemiringan 60° dan sudut azimuth 45° dari selatan, yang memaksimalkan paparan matahari ((Almusaied et al., 2018). Selain itu, perawatan rutin untuk membersihkan panel dan mengurangi efek naungan sangat penting untuk menjaga efisiensi (Fouad et al., 2017; Kareem et al., 2025) Pendekatan desain holistik yang mempertimbangkan faktor-faktor

ini dapat mengoptimalkan kinerja panel surya dalam sistem hidroponik, memastikan pembangkit energi yang efektif untuk praktik pertanian berkelanjutan.



Gambar 3. Proses Pemasangan Panel Surya Instalasi *Internet of Things* (IoT)

Pelaksanaan instalasi IoT dilakukan pada tanggal 20 September 2025 (Gambar 3). Integrasi teknologi IoT dalam sistem bertenaga surya untuk pertanian hidroponik dan fertisasi dapat meningkatkan hasil

panen sekaligus mengurangi biaya operasional. Sistem fertigasi menggunakan teknologi IoT pada tahap awal ini dilakukan pada satu rak hidroponik dari total 12 rak yang terdapat di kebun mitra. Hal ini mempertimbangkan perlunya adaptasi dan pembelajaran mitra terhadap teknologi IoT. Jika mitra berhasil dalam pengelolaan fertigasi hidroponik dengan menggunakan IoT maka pemanfaatannya akan diperluas ke rak-rak hidroponik yang lain. Adapun rak yang dipasang IoT adalah rak ukuran paling besar dengan 1000 lubang tanam. Hal ini mempertimbangkan potensi listrik panel surya yang telah terpasang sebelumnya.

Berdasarkan hasil-hasil penelitian IoT mampu memfasilitasi pemantauan real-time dan otomatisasi parameter pertumbuhan kritis seperti suhu, kelembaban udara, intensitas cahaya yang penting untuk mengoptimalkan kesehatan dan produktivitas tanaman (Salim Wardhana et al., 2025; Zamani et al., 2024)). Pemanfaatan energi matahari pada sistem ini menurunkan ketergantungan pada listrik konvensional, sehingga mengurangi biaya energi dan dampak lingkungan (Kathiresan et al., 2023; Sayankar et al., 2024). Sistem irigasi otomatis dengan IoT yang didukung oleh panel surya dapat mengoptimalkan penggunaan air, mencegah penyiraman yang berlebihan dan menghemat sumber daya, yang sangat penting untuk pertanian berkelanjutan (Zamani et al., 2024). Selain itu, kemampuan untuk memantau dan mengontrol sistem ini dari jarak jauh melalui aplikasi seluler

meningkatkan efisiensi operasional dan pengambilan keputusan, yang pada akhirnya mengarah pada peningkatan manajemen tanaman dan hasil yang lebih tinggi (Sayankar et al., 2024). Oleh karena itu, kombinasi IoT dan energi matahari dalam praktik pertanian menghadirkan jalan yang menjanjikan untuk solusi pertanian berkelanjutan.



Gambar 4. Instalasi IoT pada rak hidroponik

Dampak (Kemanfaatan dan Produktivitas)

Sistem pemompaan air dapat memberikan manfaat pada panel surya dengan sangat baik. Panel surya dengan kapasitas 800 wp panel surya menghasilkan 1.600 wh listrik per hari, cukup untuk mengoperasikan pompa secara terus menerus pada dua rak hidroponik selama

dua belas hingga tiga belas jam. Program ini memberikan manfaat meliputi; 1) menghemat 10% biaya listrik karena penggunaan panel surya, dan 2) menambah rak produksi hidroponik vertikal yang terhubung panel surya, sehingga mengurangi kerusakan pada rak. Selain itu, program layan pelatihan memberikan manfaat tidak langsung bagi petani.

Jumlah pengeluaran bulanan turun 10% karena adanya penurunan biaya sebesar Rp 365.000. Dengan mengatur aliran air, sistem panel surya mengurangi resiko kerusakan hingga 9%. Pelatihan hidroponik vertikal dengan potensi pendapatan Rp 2.400.000 per bulan meningkatkan diversifikasi usaha dan meningkatkan hasil sebesar 4,8% dari 250 kg. Program ini memproyeksikan peningkatan pendapatan usaha tani sebesar 25.7% setiap bulan.

Tabel 2. Perubahan Produksi dan Pendapatan

Komponen Bulanan	Sebelum	Setelah	Perubahan	
			Unit	%
Penjualan produk (Rp)	15.702.500	17.300.000	1.597.500	10,2
Pelatihan (Rp)	1.000.000	2.400.000	1.400.000	140,0
Total Pendapatan (Rp)	16.702.500	19.700.000	2.997.500	17,9
Biaya listrik	550.000	185.000	- 365.000	-66,4
Total biaya produksi	3.600.000	3.235.000	- 365.000	-10,1
Produk cacat (kg)	27,50	25	-2,5	-9,1
Produksi (hidroponik vertikal)	250	262	12	4,8
Total Pendapatan Bersih (Rp)	13.102.500	16.465.000	3.362.500	25,7

Pendapatan usaha tani merupakan selisih antara penerimaan dan pengeluaran usaha tani kelompok Hidroponik Generik. Tim pengabdian melaksanakan program yang bukan hanya fokus pada produksi, namun juga manajemen usaha.

Dampak program terhadap usaha tani diukur dari aspek jumlah produksi, pengurangan biaya listrik, pengurangan hasil panen yang rusak, serta potensi pelatihannya. Usaha mitra menjadi berkembang sejak adanya pendampingan. Penerimaan usaha tani disajikan pada Tabel 3 sedangkan Pengeluaran usaha tani disajikan pada Tabel 4.

Tabel 3. Penerimaan Usaha tani Sebelum dan Sesudah Program

No	Item	Harga (Rp)	Sebelum	
			Jml	Total (Rp)
1	Penjualan Bayam	15.500	245	3.797.500
2	Penjualan Bayam	15.500	750	11.625.000
3	Tambahan (binaan) Penjualan Bayam (<i>reject</i> supermarket)	10.000	28	280.000
4	Pelatihan	500.000	2	1.000.000
Total penerimaan				16.702.500

No	Item	Harga (Rp)	Sesudah	
			Jml	Total (Rp)
1	Penjualan Bayam	15.500	300	4.650.000
2	Penjualan Bayam	15.500	800	12.400.000
3	Tambahan (binaan) Penjualan Bayam (<i>reject</i> supermarket)	10.000	25	250.000
4	Pelatihan	500.000	4	2.400.000
Total penerimaan				19.700.000

Tabel 4. Pengeluaran Usaha tani Sebelum dan Sesudah Program

No	Item	Harga	Sebelum	
			Jml	Total (Rp)
1	Rockwoll	390.000	1	390.000
2	Nutrisi	100.000	5	500.000
3	Benih	12.000	20	240.000
Total biaya variabel				1.130.000
1	Listrik		1	540.000
2	Transportasi		1	1.000.000

3	Penyusutan Netpot	6.000	70.000
4	Penyusutan Instalasi Besar	2	350000
5	Penyusutan Intalasi Kecil	8	500.000
Total Biaya tetap			2.470.000
Total biaya			3.60.000

No	Item	Harga	Sesudah	
			Jml	Total (Rp)
1	Rockwoll	390.000	1	390.000
2	Nutrisi	100.000	5	500.000
3	Benih	12.000	20	228.000
Total biaya variabel				1.118.000
1	Listrik		1	185.000
2	Transportasi		1	1.000.000
3	Penyusutan Netpot		6.000	70.000
4	Penyusutan Instalasi Besar		2	350.000
5	Penyusutan Intalasi Kecil		8	500.000
Total Biaya tetap				2.105.000
Total biaya				3.235.000

Monitoring dan Evaluasi

Monitoring hasil program terhadap kegiatan mitra dalam budidaya pertanian hidroponik dilakukan dengan memantau kemampuan mitra untuk memanfaatkan panel surya dan IoT. Pada Gambar 4 terlihat bahwa mitra telah mampu menggunakan IoT dengan mengkases aplikasi pada *smartphone*. Mitra telah mampu mengontrol parameter suhu udara, suhu air, kelembaban udara, indikator Cahaya, nilai TBS, dan nilai pH aliran air hidroponik. Hasil evaluasi terkait dengan penghematan biaya operasional telah dapat dihitung berdasarkan potensi listrik panel surya yang telah terpasang, mitra dapat menurunkan biaya operasional listrik hingga 30%. Adapun terkait dengan kepuasan mitra, didapatkan bahwa mitra menyatakan puas pada program ini.



Gambar 5. Tampilan informasi yang dihasilkan oleh IoT pada *smartphone*

Keterbatasan program ini adalah pemanfaatan IoT masih dilakukan pada satu rak hidroponik. Harapan selanjutnya pemanfaatan IoT dapat dilakukan pada seluruh rak, namun memerlukan pemusatan aliran air hidroponik. Mitra saat ini memiliki total 12 rak dengan jumlah lubang tanam paling sedikit 120 hingga 1000 lubang tanam dengan tandon air yang terpasang pada masing-masing rak. Pemusatan aliran air hidroponik ini memerlukan tandon kapasitas 2000 liter serta perlu instalasi selang air yang baru, sehingga memerlukan persiapan sarana dan prasarana lain yang tidak sedikit.

Evaluasi Program

Tabel 5. Indikator evaluasi program

Indikator 1: Peningkatan pemahaman mitra mengenai hidroponik vertikal pada mitra	Kondisi Sebelum: Mitra memiliki pengetahuan mengenai hidroponik vertikal tetapi belum menerapkannya secara konsisten
	Kondisi Sesudah:

	Mitra memiliki keahlian dalam hidroponik vertikal, mampu mengimplementasikannya, dan menghasilkan tambahan 2 kg bayam per siklus produksi.
Indikator 2: Peningkatan pemahaman panel surya pada mitra	Kondisi Sebelum: Mitra belum memahami penerapan panel surya sebagai energi terbarukan dalam hidroponik
	Kondisi Sesudah: Mitra memahami aplikasi, penggunaan, dan pemeliharaan instalasi panel surya. Mitra memperoleh manfaat dari keandalan energi panel dalam sistem hidroponik saat terjadi gangguan listrik.
Indikator 3: Peningkatan pemahaman IoT	Kondisi Sebelum: Mitra belum memahami manfaat penerapan sistem kontrol <i>Internet of Things</i> (IoT) pada hidroponik.
	Kondisi Sesudah: Mitra memahami manfaat penerapan sistem kontrol <i>Internet of Things</i> (IoT) pada hidroponik meliputi: 1) Monitoring secara Real-Time (pH air, Nutrisi (EC/TDS), Suhu air dan udara, Kelembapan). 2). Efisiensi Penggunaan Air dan Nutrisi. 3) Meningkatkan Produktivitas.
Indikator 4: Peningkatan kapasitas produksi bayam	Kondisi Sebelum: Rata-rata hasil bayam di kebun HG adalah 240 kg per bulan.
	Kondisi Sesudah: Rata-rata produksi bayam bulanan di kebun HG menjadi 248 kg, dengan cacat produk berkurang 7 persen.
Indikator 5: Penurunan biaya listrik akibat pemasangan panel surya	Kondisi Sebelum: Biaya listrik bulanan sebesar IDR 540.000.
	Kondisi Sesudah: Biaya listrik menurun menjadi rata-rata IDR 184.000 per bulan.

Perubahan Pengetahuan Mitra

Hasil pre-test dan post-test digunakan untuk menilai keberhasilan program. Analisis data

dilakukan menggunakan software IBM SPSS versi 27. Uji t sampel berpasangan digunakan untuk mengetahui apakah ada perubahan pengetahuan mitra sebelum dan sesudah program.

Setelah program dilaksanakan, skor tes menunjukkan peningkatan yang signifikan dibandingkan dengan pengetahuan awal peserta. Hasil uji t menunjukkan bahwa skor pre-test rata-rata 70.83 dan skor post-test rata-rata 95.00.

Perubahan skor tercermin dalam selisih rata-rata berpasangan sebesar - 24,167 dari 12 peserta. Uji Paired Samples Test menunjukkan bahwa perbedaan ini signifikan secara statistik (Sig. 2-tailed = 0,001 < 0,05). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan signifikan dalam pemahaman peserta mengenai aplikasi panel surya dan IoT sebelum dan sesudah program. Hal ini membuktikan bahwa program bekerja dengan baik untuk meningkatkan pengetahuan peserta.

Tabel 5. Analisis Data

The image shows two screenshots from an SPSS output window. The top screenshot is titled "Paired Samples Statistics" and shows the following data:

Paired T	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
sebelum_pelatihan_jst	70.83	12	9.907	1.723
sesudah_pelatihan_jst	95.00	12	9.015	1.970

The bottom screenshot is titled "Paired Samples Test" and shows the following data:

Paired T	Mean	Std. Deviation	df	Sig. (2-tailed)	Sig. (1-tailed)	Lower Tail	Upper Tail
sebelum_pelatihan_jst - sesudah_pelatihan_jst	-24.167	11.114	11	.001	.001	.001	.001

Peningkatan level keberdayaan pada bidang manajemen usaha dan produksi

Keberdayaan masyarakat pada bidang manajemen usaha dan produksi diukur dari

nilai pre-test dan post-testnya. Dasar pengukuran ini adalah membandingkan kinerja atau kondisi awal dan akhir. Hasil test menunjukkan adanya peningkatan level pengetahuan mitra adalah 24%. Berikut adalah grafik hasil peningkatan keberdayaan mitra.



Gambar 6. Grafik peningkatan level keberdayaan
SIMPULAN

Program pertanian hidroponik dengan menggunakan panel surya dan terintegrasi dengan IoT telah berhasil dimanfaatkan oleh mitra Hidroponik Generik Kelurahan Pertukangan Pesanggrahan Jakarta Selatan. Program ini dapat berpotensi menurunkan biaya Listrik konvensional hingga 10% dan memudahkan manajemen aliran air hidroponik pada rak dengan kapasitas 1000 lubang tanam. Tindak lanjut kedepannya diperlukan pemusatan tandon air hidroponik agar teknologi IoT dapat dimanfaatkan secara menyeluruh pada semua rak hidroponik yang dimiliki oleh mitra.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM) Direktorat Jendral Riset dan Pengembangan

Kemdiktisaintek selaku instansi pemberi dana dengan Nomor kontrak Induk 120/C3/DT.05.00/PM/2025 (28 Mei 2025) Nomor Kontrak Turunan 1057/LL3/DT.06.01/2025 (4 dan 5 Juni 2025), dan 72/R-UMJ/VI/2025, LLDIKTI wilayah III, Universitas Muhammadiyah Jakarta (UMJ), Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM), Mitra P4S Hidroponik Generik, Fakultas Ekonomi dan Bisnis UMJ atas fasilitasnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 17(4), 2347–2376. <https://doi.org/10.1109/COMST.2015.2444095>
- Almusaied, Z., Asiabanpour, B., & Aslan, S. (2018). Optimization of Solar Energy Harvesting: An Empirical Approach. *Journal of Solar Energy*, 2018, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2018/9609735>
- Amala, A., Anil Kumar, P., Solanki, K., Goud, S. E., V, R. S., & Nikhil, G. (2025). Integrated Solar Powered Smart Hydroponics System For Sustainable Indoor Agriculture. *Journal of Science Engineering Technology and Management Science*, 02, 478–485. <https://doi.org/10.63590/jsetms.2025.v02.i07.478-485>
- Fouad, M. M., Shihata, L. A., & Morgan, E. S. I. (2017). An integrated review of factors influencing the performance of photovoltaic panels. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 80, pp. 1499–1511). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.141>

- Haryanto, L. I., Hendrawati, T. Y., Darto, D., Yani, F., Listanto, F. A., & Pratama, D. Y. P. (2024). Utilization of solar energy in hydroponic systems for enhancing energy independence in farming communities. *Abdimas: Jurnal Pengabdian Masyarakat Universitas Merdeka Malang*, 9(4), 853–867.
<https://doi.org/10.26905/abdimas.v9i4.14545>
- Herdhiansyah, D., Asriani, A., & Midi, L. O. (2023). Penerapan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Tanaman Hidroponik. *Jurnal Abdi Insani*, 10(1), 118–127.
<https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v10i1.838>
- Hidayanti, F. (2023). Peningkatan Produktivitas Tanaman Hidroponik Menggunakan Tenaga Surya. *Jurnal Ilmiah Sains & Rekayasa*, 1(1).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
- J, S. S. (2025). Smart Hydroponic Farming: Integrating IoT Automation and Solar Energy for Sustainable, Off-Grid Agricultural Production. In *International Journal of Scientific Development and Research* (Vol. 10). www.ijedr.org
- Jagruti Tushar Badgujar, Prof. Swati Deshmukh, Dr. Prabhat Pallav, & Prof. M.U Inamdar. (2025). A Comprehensive Review on IoT-Based Hydroponic Farming Systems: Trends, Technologies, and Challenges. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 1–10. <https://doi.org/10.48175/ijarsct-24401>
- Kareem, P. R., Hasan, F. H., Algburi, S., & Ezzat, S. B. (2025). Investigating the Impact of Internal and External Factors on Solar Cell Performance to Enhance Energy Conversion Efficiency. *NTU Journal for Renewable Energy*, 8(1), 14–23.
<https://doi.org/10.56286/ntujre.v8i1>
- Kathiresan, R., Janani, M., Naveen, K., Narashimabalaji, E., & Rasiga, R. (2023). Solar Energy Based Smart Irrigation System using IoT. *Journal of ISMAC*, 5(2), 83–99.
<https://doi.org/10.36548/jismac.2023.2.001>
- Orakwue, S. I., Al-Khafaji, H. M. R., Ikenyiri, V. C., & Godson, V. C. (2022). Solar Powered Automated Hydroponic Farming System with IoT Feedback. *Journal of Information Technology Management*, 14(3), 26–38.
<https://doi.org/10.22059/jitm.2022.87261>
- Puspita, T., Denny, Y. R., & Darmawan, I. A. (2023). Pres (Photovoltaic Renewable Energy Resources): Rancang Bangun Esp Berbasis Modul Surya 50 WP Pada Sistem Hidroponik DFT (Deep Flow Technique). *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Tanaman (JURRIT)*, 2(1).
<https://doi.org/10.55606/jurrit.v2i1.1770>
- Riansyah, A., Sagaf, M., & Ismail, M. (2023). Penerapan Teknologi Smart Greenhouse Berbasis Photovoltaic dan IoT pada Budidaya Sayuran Hidroponik di Desa Pekalongan Jepara. *Abdimas Universal*, 5(2), 284–288.
<https://doi.org/10.36277/abdimasuniversal.v5i2.342>
- Rumambi, D. P., Ludong, D. P., & Paat, F. J. (2023). Application Of Solar Panels As A Source Of Electricity For Hydroponic Irrigation Systems. *Jurnal Agroekoteknologi Terapan*, 4(1), 122–129.
<https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/samrat-agrotek/article/view/46703/41697>
- Salim Wardhana, A., Ferdiansyah, M., Kholifah, S. K., Studi Teknik Elektro, P., Tinggi Teknologi Nusantara Lampung, S., Bandar Lampung, K., Lampung, P., & Studi Teknik Industri, P. (2025). Desain dan Prototipe Integrasi IoT dalam Pertanian Hidroponik Cerdas Berbasis Energi Terbarukan. In *Jurnal Indonesia: Manajemen Informatika dan Komunikasi (JIMIK)* (Vol. 6, Issue 1).
<https://journal.stmiki.ac.id>
- Sayankar, R. P., Bihune, G. K., Dongare, T. A., Harane, S. A., Gondhule, S. S., & Rahangdale, M. P. (2024). Design and

Control of IoT Based Solar Power Monitoring Systems Application in Hydroponic Farming. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 5(4), 595–597.

<https://doi.org/10.55248/gengpi.5.0424.0912>

Wahyu, S., Purwalaksana, A. Z., Ritonga, A. F., Suharmanto, P., Kusumadjati, A., Akbar, A. M., & Sujadi, T. (2024). Optimization of a Smart Greenhouse with a Solar Energy System for Floating Raft Hydroponic Cultivation: Implementation and Performance Evaluation. *Journal of Physics: Conference Series*, 2866(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2866/1/012098>

Zaini, Dibyo Laksono, H., Kurnia, R., Muharram, M., Syamsuddin, S., Nofendra, R., & Ilhamdi Rusydi, M. (2021). *Penerapan Sel Surya sebagai Energi Listrik Alternatif di Alfi Hidroponik Padang*. 1(2), 71–75. <http://jarpet.ft.unand.ac.id/>

Zamani, Z. B., Mohamad, A. N., Sabirullah, N. A., & Sarnin, S. S. (2024). A Cost-Effective Approach to Sustainable Agriculture through Implementing Solar Energy in Iot- Enabled Fertigation Systems for Enhanced Crop Productivity. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 14(12). <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v14-i12/24392>