

# Pemanfaatan Sistem Panel Surya Berbasis IoT Sebagai Solusi Alternatif Penghematan Listrik Di Green House Kokonat Plant

<sup>1\*</sup>Risa Helilintar, <sup>2</sup>Intan Nur Farida, <sup>3</sup>Julian Sahertian, <sup>4</sup>Ilham Khefi Ramadhanu, <sup>5</sup>Muhammad Choirul Anwar, <sup>6</sup>M. Rizal Umami

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Teknik Informatika, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: <sup>1</sup>risahelilintar@unpkediri.ac.id, <sup>2</sup>intannf@unpkediri.ac.id, <sup>3</sup>juliansahertian@unpkediri.ac.id, <sup>4</sup>ilhamramadhanu25@gmail.com, <sup>5</sup>muhamadkhorul2018@gmail.com, <sup>6</sup>mrizalumami27@gmail.com

\*Corresponding Author

**Abstrak**— Kokonat Indonesia, sebuah *green house* yang berfokus pada ekspor tanaman hias tropis, menghadapi tantangan biaya operasional tinggi akibat konsumsi listrik yang besar dan praktik pemantauan kualitas tanaman yang masih manual. Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini bertujuan untuk mengatasi masalah tersebut melalui penerapan inovasi teknologi digital. Solusi yang ditawarkan meliputi: (1) pengembangan Prototipe Sistem Panel Surya Berbasis IoT untuk otomatisasi dan monitoring energi terbarukan, dan (2) penciptaan Aplikasi Desktop dengan Sistem AI berbasis YOLOv8 untuk pemantauan kualitas dan deteksi kesehatan tanaman ekspor secara otomatis. Metode PkM dilakukan melalui empat tahapan, yaitu sosialisasi dan FGD, penerapan teknologi, pelatihan dan pendampingan, serta keberlanjutan program. Hasil PkM menunjukkan bahwa Prototipe IoT secara signifikan meningkatkan efisiensi energi dengan memprioritaskan sumber surya dan memungkinkan monitoring *real-time*. Sementara itu, Aplikasi AI menyediakan deteksi cepat dan akurat, awalnya untuk kondisi kebersihan panel surya dengan akurasi 92,7%, yang kemudian diadaptasi untuk pemantauan kesehatan tanaman. Simpulan dari kegiatan ini adalah bahwa penerapan sistem terintegrasi IoT dan AI sangat efektif dalam mencapai kemandirian energi dan meningkatkan kontrol kualitas produk di *Green House* Kokonat Plant, mendukung keberlanjutan operasional berstandar ekspor. **Kata Kunci**— Panel Surya, IoT, YOLOv8, *Green House*, Efisiensi Energi, Kecerdasan Buatan

**Abstract**— Kokonat Indonesia, a greenhouse focusing on the export of tropical ornamental plants, faces challenges related to high operational costs due to substantial electricity consumption and manual plant quality monitoring practices. This Community Service (PkM) activity aims to address these issues through the implementation of digital technology innovation. The solutions offered include: (1) the development of an IoT-Based Solar Panel System Prototype for automation and renewable energy monitoring, and (2) the creation of a YOLOv8-based AI Desktop Application for automatic quality monitoring and health detection of export plants. The PkM method was carried out through four stages: socialization and FGD, technology implementation, training and mentoring, and program sustainability. The results show that the IoT Prototype significantly increases energy efficiency by prioritizing solar sources and enabling real-time monitoring. Meanwhile, the AI Application provides fast and accurate detection, initially for solar panel cleanliness conditions with 92.7% accuracy, which is then adapted for plant health monitoring. The conclusion of this activity is that the application of an integrated

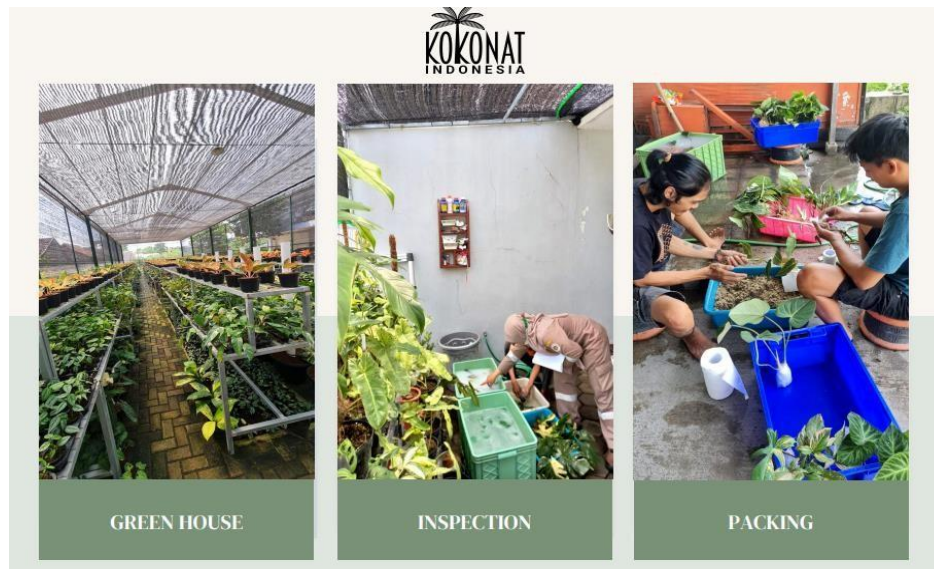
*IoT and AI system is highly effective in achieving energy self-sufficiency and enhancing product quality control at the Kokonat Plant Greenhouse, supporting sustainable export-standard operations.*

**Keywords—** *Solar Panel, IoT, YOLOv8, Greenhouse, Energy Efficiency, Artificial Intelligence.*

## 1. PENDAHULUAN

Kokonat Indonesia merupakan salah satu pelaku usaha hortikultura terdepan di bidang tanaman hias tropis hidup yang telah berhasil menembus pasar internasional dengan prestasi membanggakan. Didirikan pada tahun 2019 oleh tiga *entrepreneur* muda yaitu Made Dara, Dwi, dan Deni, Kokonat Indonesia merupakan kelanjutan dari aktivitas pengumpulan dan budidaya tanaman hias dalam ruangan telah dimulai sejak tahun 2017. Berlokasi strategis di Kabupaten Kediri, Jawa Timur, *greenhouse* ini telah memperoleh sertifikasi resmi sebagai pembibitan tanaman dari Kementerian Pertanian Republik Indonesia, menjadi bukti kredibilitas dan standar kualitas produksi yang diakui secara nasional. Pencapaian mengesankan dari Kokonat Indonesia terlihat dari kemampuannya mengeksport berbagai jenis tanaman tropis hidup premium seperti *Aglaonema*, *Monstera*, *Philodendron*, *Syngonium*, dan spesies eksotis lainnya ke lebih dari 10 negara tujuan di berbagai benua, meliputi Amerika Serikat, Kanada, negara-negara Timur Tengah, Asia Tenggara, Eropa, dan Afrika. Keberhasilan penetrasi pasar global ini menunjukkan kualitas produk yang memenuhi standar internasional dan kemampuan manajemen yang profesional dalam mengelola rantai pasok ekspor yang kompleks.

Dengan visi sebagai penyedia tanaman tropis hidup berkualitas global yang berkelanjutan, *greenhouse* Kokonat Indonesia memiliki potensi besar yang dapat dikembangkan lebih lanjut, yaitu sumber daya manusia berpengalaman, keragaman jenis tanaman unggulan, maupun *track record* ekspor yang telah teruji di pasar internasional. Di tengah meningkatnya permintaan pasar global dan intensifikasi aktivitas produksi, terdapat permasalahan mendasar dan nyata yang dihadapi perusahaan, terutama berkaitan dengan konsumsi listrik sangat tinggi untuk menunjang operasional *greenhouse* modern seperti sistem pengkabutan otomatis, sistem pendinginan udara terkontrol, pencahayaan tambahan, sistem irigasi otomatis, dan peralatan monitoring lingkungan lainnya.



Gambar 1. Greenhouse kokonat plant

Beban biaya listrik yang terus meningkat secara signifikan menjadi tantangan finansial tersendiri yang mengancam efisiensi biaya produksi dan keberlanjutan usaha jangka panjang, khususnya pada kondisi kenaikan tarif dasar listrik yang tidak dapat diprediksi dan ketergantungan penuh pada pasokan listrik konvensional yang bersumber dari bahan bakar fosil sehingga tidak ramah lingkungan. Kondisi ini semakin diperparah dengan adanya risiko pemadaman listrik yang dapat mengganggu kondisi optimal pertumbuhan tanaman dan berpotensi menyebabkan kerugian produksi yang substansial[6].

Dari aspek geografis dan klimatologis, Kabupaten Kediri memiliki keunggulan komparatif berupa potensi penyinaran matahari yang sangat tinggi dengan intensitas rata-rata 4-6 kWh/m<sup>2</sup>/hari hampir sepanjang tahun, yang merupakan peluang emas untuk penerapan teknologi energi terbarukan berbasis panel surya fotovoltaik. Namun, ironisnya hingga saat ini pemanfaatan energi terbarukan di sektor hortikultura, khususnya pada usaha green house tanaman hias, masih sangat minim dan belum dioptimalkan. Hal ini menjadi tantangan sekaligus peluang strategis untuk menghadirkan solusi teknologi inovatif yang mampu meningkatkan efisiensi energi secara signifikan dan sekaligus mendukung komitmen terhadap praktik pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan.

Salah satu solusi alternatif yang dapat dimanfaatkan adalah penerapan teknologi panel surya sebagai sumber energi alternatif di greenhouse. Selain itu teknologi IoT juga dapat dimanfaatkan sebagai solusi kontrol dan monitoring secara realtime untuk perawatan

panel surya tersebut. Penerapan sistem panel surya berbasis Internet of Things (IoT) di green house Kokonat Plant menjadi pilihan solusi yang sangat relevan, strategis, dan futuristik. Teknologi revolusioner ini tidak hanya akan menyediakan sumber energi alternatif yang hemat biaya dan ramah lingkungan, tetapi juga dilengkapi dengan kemampuan monitoring dan kontrol konsumsi energi secara real-time sehingga memungkinkan pengelola green house memantau, menganalisis, dan mengoptimalkan konsumsi serta efisiensi listrik setiap harinya, sekaligus meminimalisir kehilangan daya dan pemborosan energi.

Kondisi eksisting dari green house Kokonat Indonesia menunjukkan adanya kegiatan produksi dan perawatan tanaman hias skala ekspor yang memerlukan pengaturan parameter lingkungan seperti suhu ( $22-28^{\circ}\text{C}$ ), kelembaban (70-85%), dan pencahayaan secara stabil dan terus menerus selama 24 jam. Sistem pengkabutan dan sirkulasi udara dengan kipas angin berjalan pada waktu-waktu tertentu dalam satu hari sesuai dengan kebutuhan biologis tanaman. Sebenarnya sistem perawatan tanaman sudah berjalan dengan teratur berdasarkan waktu akan tetapi terdapat sedikit kelemahan yaitu tidak adanya sistem pemantauan kesehatan tanaman seperti mengetahui tanaman rusak atau tidak[8]. Hal ini menjadi penting karena produk utama Kokonat Plant adalah tanaman ekspor sehingga kualitasnya perlu dijaga dengan baik. Salah satu solusi dengan pendekatan teknologi yaitu dengan menggunakan teknologi AI berbasis kamera sehingga monitoring kualitas tanaman bisa dilakukan secara cepat dan efisien.

Tujuan utama dari kegiatan ini adalah meningkatkan efisiensi energi secara signifikan dan mengurangi ketergantungan terhadap listrik konvensional dengan memanfaatkan sumber daya matahari secara optimal melalui sistem energi terbarukan berbasis IoT yang cerdas dan adaptif selain itu tujuan lainnya adalah membuat monitoring kualitas tanaman menggunakan teknologi AI[2]. Tujuan strategis ini sejalan dengan Sustainable Development Goals (SDGs) terutama poin ke-7 (Energi Bersih dan Terjangkau), poin ke-9 (Inovasi dan Infrastruktur Industri), dan poin ke-12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab). Kegiatan ini juga mendukung pencapaian Indikator Kinerja Utama (IKU) perguruan tinggi, yaitu IKU 2 (pengalaman mahasiswa di luar kampus), IKU 3 (kegiatan dosen di industri), dan IKU 5 (hasil kerja sama terukur dengan dunia industri).

Selanjutnya, inisiatif ini mendukung Asta Cita ke-6 tentang kemandirian ekonomi melalui penguatan agribisnis berbasis teknologi dan Asta Cita ke-5 tentang peningkatan daya saing masyarakat melalui adopsi teknologi digital. Dalam konteks riset nasional, kegiatan ini berkontribusi pada Rencana Induk Riset Nasional (RIRN) bidang energi dan keteknikan sebagai implementasi nyata transformasi hijau di sektor pertanian.

## 2. METODE

Metode pelaksanaan PKM dilakukan secara bertahap dan direncanakan. Hal ini dilakukan agar mendapatkan hasil sesuai dengan yang diharapkan terutama bagi pihak Green House Kokonat Plant. Berikut adalah tahapan yang akan dilakukan :



Gambar 2. Rencana Kegiatan Pelaksanaan PKM

### a. Sosialisasi

Pada tahap ini tim PKM melaksanakan sosialisasi dalam beberapa tahap. Lebih tepatnya FGD analisa kebutuhan sistem dan perancangan bisnis. Sosialisasi dilakukan untuk memberikan pemahaman kepada mitra tentang penerapan alat prototype Sistem Panel Surya Berbasis IoT, aplikasi desktop dengan sistem AI pemantauan Kualitas Tanaman dan diskusi perbaikan berdasarkan kebutuhan mitra. Alat ini merupakan solusi dari diskusi sosialisasi sehingga mitra berperan dalam perubahan yang ada dalam alat. Tema pembahasan FGD yang terakhir, tim akan mensosialisasikan pendekatan pemecahan masalah yang kedua. Yaitu aplikasi desktop dengan sistem AI pemantauan Kualitas Tanaman.

**b. Pelatihan**

Pada tahapan ini TIM PKM memberikan pelatihan kepada pihak Kelompok Kokonat Indonesia. Hal ini dilakukan untuk memberikan pemahaman baik penggunaan maupun perawatan alat. Pelatihan dilakukan satu kali. Pelatihan kepada mitra untuk memberikan pemahaman baik dari *prototype* Sistem Panel Surya Berbasis IoT, dan aplikasi desktop dengan sistem AI pemantauan Kualitas Tanaman.

**c. Penerapan**

Teknologi Dalam tahapan sebelumnya pihak mitra memiliki potensi masalah yang harus diselesaikan. Berikut adalah tahapan pemecahan 2 permasalahan yang dihadapi oleh pihak mitra.

- 1) Pemanfaatan Panel Surya berbasis IoT sebagai solusi Efisiensi Energi Listrik  
Penerapan sistem panel surya dilakukan pada bulan ke-2 sampai dengan bulan ke-3. Alat ini dibuat semaksimal mungkin sesuai dengan kebutuhan perkembangan kedepan. Alat yang sudah ada akan dikembangkan lebih lanjut agar memenuhi kebutuhan mitra agar menjadi lebih sempurna dan tepat sasaran.
- 2) Aplikasi Desktop dengan sistem AI pemantauan Kualitas Tanaman Setelah tahapan implementasi alat Sistem Panel Surya Berbasis IoT selesai. Proses dilanjutkan dengan penerapan desktop sistem pemantauan berbasis AI. Aplikasi ini juga terintegrasikan dengan alat Panel Surya Berbasis IoT.

**d. Pendampingan dan Evaluasi**

Pada proses ini, tim akan berbagi keilmuan baik mengenai teknologi, perawatan sistem maupun analisis data manajemen yang dapat dibaca dari sistem aplikasi. Kegiatan Penyerahan inovasi dan pelatihan kepada mitra untuk melakukan perawatan alat dan aplikasi desktop dilaksanakan pada bulan ke 3. Alat yang bagus adalah alat yang dievaluasi baik perancang, pembuat maupun pihak pengguna. Sehingga, masukan dari pihak mitra sangat diharapkan agar alat yang dibangun mendekati sempurna.

**e. Keberlanjutan Program**

Program kerjasama melalui PKM ini dapat berlanjut hingga beberapa tahapan kedepan. Implementasi teknologi tidak hanya mempertimbangkan penggunaan teknologi dalam Panel Surya Berbasis IoT dan Aplikasi Desktop dengan sistem AI pemantauan

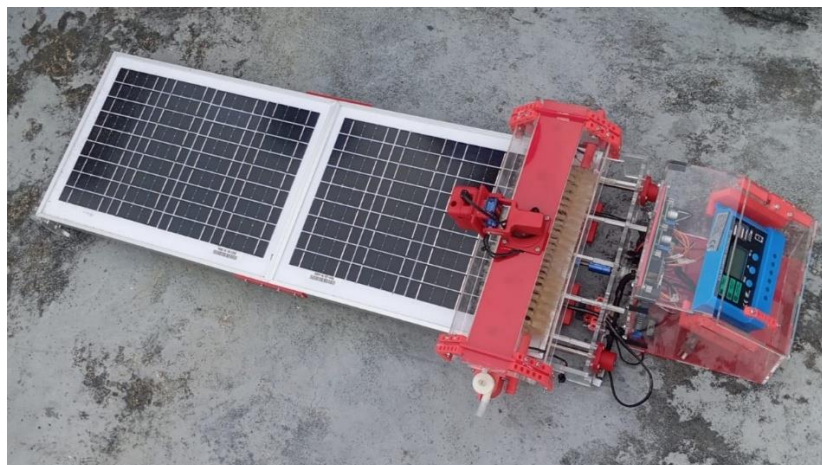


Kualitas Tanaman. Namun juga semua aspek pertanian khususnya Greenhouse Kokonat Indonesia dapat dicakup mulai dari sisi pertanian itu sendiri baik pertumbuhan maupun kesehatannya, monitoring kualitas tanaman dan lain sebagainya dapat tercakup menjadi satu alat dan sistem yang terintegrasi. PKM ini juga merupakan wujud penerapan nyata untuk mencapai Sustainable Development Goals Energi Bersih dan Terjangkau, Inovasi dan Infrastruktur Industri, Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### a. Hasil Implementasi Sistem Panel Surya Berbasis IoT

Program pengabdian kepada masyarakat ini telah berhasil mengimplementasikan sistem panel surya berbasis IoT di Green House Kokonat Plant. Prototipe sistem yang dikembangkan terdiri dari komponen terintegrasi yang dikemas dalam kotak akrilik berukuran 15cm x 15cm x 17cm, meliputi mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, baterai, Solar Charge Controller (SCC), Stepdown, dan driver motor L298N. Panel surya dengan slider pembersih berukuran 90cm x 30cm dipasang untuk mengoptimalkan pengumpulan energi matahari.



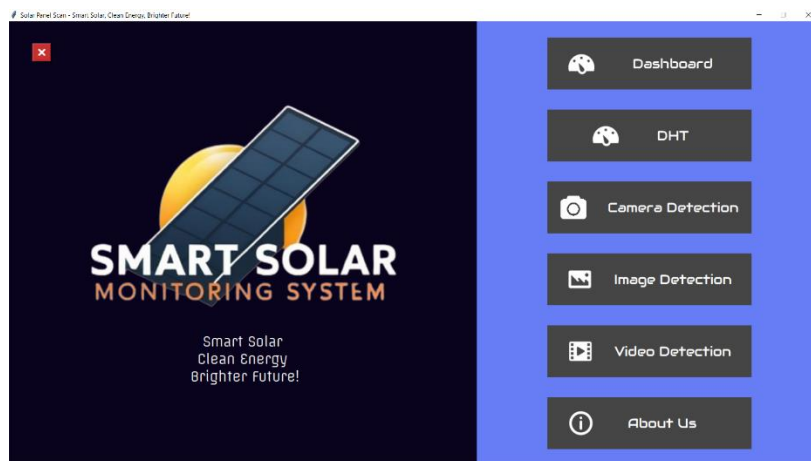
Gambar 3. Prototipe Sistem Panel Surya Berbasis IoT

Sistem otomasi transfer beban yang dikembangkan mampu secara cerdas memindahkan sumber energi dari PLN ke panel surya berdasarkan ketersediaan daya secara real-time. ESP32 terintegrasi dengan sensor arus dan sensor tegangan untuk memonitor produksi dan konsumsi energi. Data dikirimkan melalui WiFi ke dashboard yang dapat diakses melalui komputer.

Dashboard monitoring menyajikan informasi meliputi produksi energi dari panel surya, konsumsi energi total greenhouse, status sumber energi aktif, level kapasitas baterai, grafik historis produksi dan konsumsi energi, serta estimasi penghematan [12]. Fitur notifikasi otomatis terintegrasi untuk memberikan peringatan ketika terjadi kondisi yang tidak normal.

#### b. Hasil Implementasi Aplikasi Desktop dengan Sistem AI

Aplikasi desktop dengan sistem AI dikembangkan menggunakan algoritma YOLOv8 yang dikenal sangat cepat dan akurat [8]. Sistem memanfaatkan ESP32-CAM sebagai perangkat penangkap citra terletak diatas panel dengan metode IP Camera untuk streaming real-time.



Gambar 4. Tampilan Aplikasi Desktop Monitoring

Aplikasi memiliki tujuh menu utama: Dashboard untuk memonitoring arus listrik yang dihasilkan panel, DHT untuk monitoring suhu dan kelembapan di area *Greenhouse*, *Camera Detection* untuk deteksi real-time, *Image Detection* untuk analisis gambar terekam, *Video Detection* untuk analisis video periode tertentu, dan *About Us* untuk informasi sistem. Sistem AI awalnya dilatih mendeteksi kondisi kebersihan panel surya dengan dataset 4.013 gambar dalam berbagai kondisi. Model YOLOv8 menunjukkan performa dengan akurasi 92,7%, precision 91,3%, recall 89,8%, dan F1-score 90,5% [3,4].



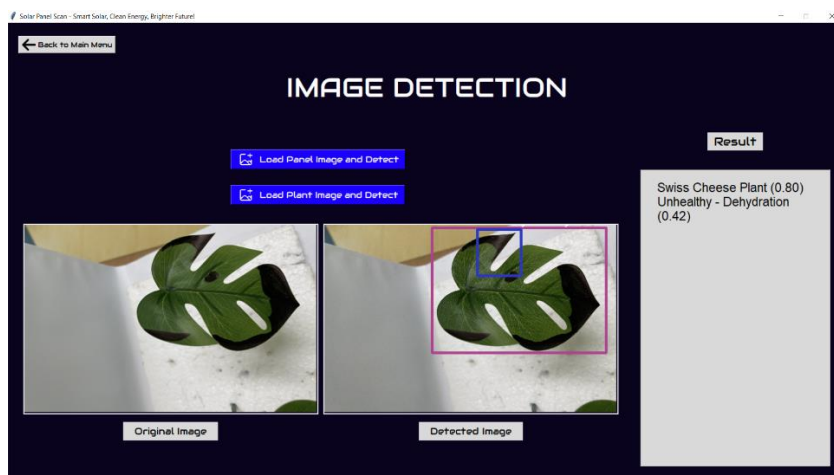
Tabel 1 Performa Model YOLOv8

Metrik	Nilai	Keterangan
Precision	85,6%	Tingkat ketepatan deteksi
Recall	79%	Tingkat pengenalan objek
mAP50	82,5%	Tingkat akurasi deteksi model
mAP50-90	62,6%	Tingkat rata-rata akurasi deteksi mode

Model kemudian diadaptasi untuk pemantauan kesehatan tanaman dengan pendekatan transfer learning, menggunakan dataset gambar tanaman dalam berbagai kondisi kesehatan .

### c. Hasil Monitoring Kesehatan Tanaman Berbasis AI

Sistem AI untuk monitoring kesehatan tanaman meningkatkan efisiensi *quality control* produk ekspor secara signifikan. Kamera ESP32-CAM dipasang pada jarak optimal 30-50 cm terhadap tanaman . Sistem mengambil snapshot setiap 2 jam selama jam operasional (06.00-18.00) dan memproses gambar untuk mengidentifikasi kondisi tanaman. Jika terdeteksi kondisi abnormal, notifikasi otomatis dikirimkan kepada petugas.



Gambar 5. Hasil Deteksi Kondisi Kesehatan Tanaman

Perbandingan dengan inspeksi manual menunjukkan sistem AI dapat melakukan jauh lebih cepat dari inspeksi manual yang memakan waktu yang lebih lama. Akurasi deteksi sistem AI lebih baik dan konsisten dibandingkan inspeksi manual.

#### d. Hasil Pelatihan dan Transfer Teknologi kepada Mitra

Pelatihan dilaksanakan dengan melibatkan personel Kokonat Indonesia sebagai operator dan teknisi sistem. Kegiatan dilakukan secara intensif dengan menggabungkan sesi teori dan praktik langsung. Materi pelatihan mencakup pengoperasian dashboard monitoring, prosedur maintenance rutin, troubleshooting dasar, serta interpretasi data dan pengambilan keputusan berdasarkan informasi dari sistem [11,13].



Gambar Kegiatan Pelatihan kepada Mitra

Evaluasi sebelum dan sesudah pelatihan menunjukkan peningkatan kompetensi yang signifikan pada semua aspek. Pemahaman tentang konsep IoT dan AI meningkat dengan baik, menunjukkan transfer pengetahuan yang efektif. Kemampuan operasional dashboard juga meningkat drastis, membuktikan bahwa interface yang dikembangkan cukup user-friendly dan materi pelatihan tersampaikan dengan baik. Kompetensi troubleshooting mengalami peningkatan signifikan, memberikan kemandirian kepada mitra dalam mengatasi masalah teknis sederhana tanpa harus selalu bergantung pada tim pengembang.

Hasil wawancara dengan mitra setelah masa implementasi menunjukkan tingkat kepuasan yang tinggi terhadap sistem yang dikembangkan. Direktur CV Kokonat Indonesia menyatakan bahwa sistem ini sangat membantu dalam mengoptimalkan efisiensi operasional dan meningkatkan kontrol kualitas produk. Sistem deteksi dini masalah kesehatan tanaman terbukti mengurangi tingkat reject produk ekspor secara signifikan dan mengurangi risiko kerugian produksi.

Implementasi sistem juga memberikan dampak positif dari berbagai aspek. Pemanfaatan energi terbarukan yang meningkat berkontribusi pada pengurangan emisi karbon, sejalan dengan komitmen Sustainable Development Goals (SDGs). Transfer teknologi melalui program ini meningkatkan literasi digital mitra dan menciptakan model percontohan yang telah menarik minat pelaku usaha hortikultura lainnya di wilayah Kediri untuk mengadopsi teknologi serupa.

#### 4. KESIMPULAN

Program pengabdian kepada masyarakat ini telah berhasil mengimplementasikan sistem terintegrasi panel surya berbasis IoT dan aplikasi desktop dengan AI di Green House Kokonat Plant. Sistem panel surya berbasis IoT dengan kemampuan otomasi transfer beban dan dashboard monitoring real-time terbukti meningkatkan efisiensi pemanfaatan energi terbarukan secara signifikan. Aplikasi desktop dengan sistem AI berbasis YOLOv8 mampu mendeteksi kondisi kebersihan panel surya dan kondisi kesehatan tanaman dengan akurasi tinggi, meningkatkan efisiensi quality control jauh lebih cepat dibandingkan inspeksi manual dengan konsistensi yang lebih baik.

Kegiatan pelatihan dan pendampingan berhasil meningkatkan kompetensi mitra dalam pengoperasian sistem pada berbagai aspek kompetensi. Sistem deteksi ini berhasil mengurangi tingkat reject produk ekspor secara signifikan. Program ini sejalan dengan SDGs terutama poin 7 (Energi Bersih dan Terjangkau), poin 9 (Inovasi dan Infrastruktur Industri), dan poin 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab), serta berkontribusi pada transformasi hijau di sektor pertanian. Keberhasilan program ini menjadikan Green House Kokonat Plant sebagai model percontohan yang dapat diadopsi oleh pelaku usaha hortikultura lainnya dalam pemanfaatan teknologi IoT dan AI untuk meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas produk ekspor yang berkelanjutan.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Almanda, D., Saputra, R., & Wirawan, Y. (2024) 'Rancang bangun robot pembersih panel surya menggunakan metode dry cleaning berbasis fuzzy logic controller', *Jurnal Teknologi & Inovasi*, 8(1), pp. 55–67.

- [2] Hidayatullah, M., Suryani, L., & Prasetyo, A. (2020) 'Sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sebagai solusi energi di daerah terpencil dan penunjang sistem energi nasional', *Jurnal Energi Terbarukan*, 12(3), pp. 45–58.
- [3] Pratama, A., Nugraha, D., & Lestari, R. (2023) 'Implementasi computer vision untuk deteksi kerusakan infrastruktur dengan YOLOv8', *Jurnal Teknik Informatika*, 20(4), pp.123–135.
- [4] Rahman, F. & Kusumawati, S. (2023) 'Penerapan YOLOv8 dalam deteksi kerusakan panel surya di PLTS Cirata', *Jurnal Kecerdasan Buatan & Energi Terbarukan*, 5(2), pp. 89–97.
- [5] Rumbayan, M. & Wasiu, R. (2018) 'Analisis efisiensi panel surya terhadap akumulasi debu di wilayah tropis', *Jurnal Rekayasa Energi*, 6(2), pp. 102–110.
- [6] Saputra, H., Nugroho, B., & Firmansyah, Y. (2023) 'Sistem kendali pembersih panel surya menggunakan rolling brush dan wiper berbasis Arduino', *Jurnal Teknik Elektro & Otomasi*, 17(3), pp. 142–150.
- [7] Septiadi, R., Hidayanto, A., & Maulana, R. (2021) 'Optimasi pemeliharaan panel surya dengan metode monitoring berbasis IoT di PLTS Kupang', *Jurnal Teknologi Energi*, 14(1), pp. 75–88.
- [8] Jocher, G., Chaurasia, A., Qiu, J. & Stoken, A. (2023) Ultralytics YOLOv8 documentation. Available at: <https://docs.ultralytics.com> (Accessed: 20 March 2025).
- [9] Espressif Systems (2021) ESP32-CAM technical reference manual. Available at: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32> (Accessed: 20 March 2025).
- [10] Mawarni R, Wulanningrum R, Helilintar R. Implementasi Metode CNN Pada Klasifikasi Penyakit Jagung. InProsiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional inovasi Teknologi) 2023 Jul 26 (Vol. 7, No. 3, pp. 1256-1263).
- [11] Annisa F, Farida IN, Sahertian J, Yahya NH, Septiawan I, Salsabila AM, Setiawan B. Sistem Controlling Pembuatan Pakan Ternak Silase Menggunakan ESP32 Berbasis IoT. *Generation Journal*. 2025 Mar 8;9(1):58-70.
- [12] Khotmuniza, Muzan Ihda, Julian Sahertian, and Risa Helilintar. "Sistem Parkir Menggunakan OCR (Optical character recognition) plat nomer Dan IOT (internet of things)." (2020): 363-366.
- [13] Novianto AD, Farida IN, Sahertian J. Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Metode Fuzzy Logic. InProsiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi) 2021 Aug 6 (Vol. 5, No. 1, pp. 315-320).
- [14] Setiawan H, Sahertian J, Widyadara MA. Rancang Bangun Sistem Monitoring Penyiram Tanaman Padi Berbasis IoT (Internet Of Things). InProsiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi) 2021 Aug 16 (Vol. 5, No. 2, pp. 166-173).

- [15] Putra SA, Kasih P, Sahertian J. Implementasi Pola Penjualan Barang di Minimarket Menggunakan Metode Apriori. InProsiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi) 2019 (Vol. 3, No. 1, pp. 181-186).
- [16] Kurniawan CM, Sahertian J, Sanjaya A. Sistem Monitoring dan Pemberian Pakan Otomatis pada Budidaya Ikan Lele Berbasis Internet of Things. InProsiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi) 2020 Dec 17 (Vol. 4, No. 1, pp. 224-228).