

Pendampingan Digitalisasi Proses Produksi UMKM Melalui Sistem Informasi Berbasis ESP E21

¹⁾Ifan Ali Muntaha, ²⁾Jarwo, ³⁾Dwi Wibowo, ⁴⁾Taufik Rachman

^{1,2,3)}Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Pomosda, Nganjuk

⁴⁾Program Studi Teknik Informatika, STT STIKMA Internasional, Malang

e-mail: ²⁾jarwo@stt-pomosda.ac.id, ³⁾wibowo@stt-pomosda.ac.id, ⁴⁾ktopik@gmail.com

e-mail correspondensing: ifans.ali@gmail.com

Abstrak

Keterbatasan efisiensi produksi pada UMKM di Desa Prambon masih ditandai dengan proses operasional yang dilakukan secara manual, minimnya sistem monitoring real-time, serta kurang optimalnya pengendalian peralatan produksi yang berdampak pada rendahnya efektivitas kerja dan produktivitas usaha. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan efisiensi produksi UMKM melalui pendampingan implementasi Smart Integrated System (SIS) berbasis ESP E21 yang terintegrasi dengan sistem monitoring dan kontrol otomatis berbasis Internet of Things (IoT). Sistem yang diterapkan memungkinkan pemantauan kondisi operasional secara real-time, pengendalian perangkat produksi secara lebih efektif, serta penyajian data monitoring yang dapat diakses melalui perangkat digital. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan efisiensi proses produksi, efektivitas pengawasan operasional, serta peningkatan pemahaman dan keterampilan mitra UMKM dalam mengoperasikan teknologi SIS berbasis IoT untuk mendukung produktivitas usaha secara berkelanjutan.

Kata kunci: Internet of Things, Smart Integrated System, ESP E21, Efisiensi Produksi UMKM

Abstract

Limitations in production efficiency amongst MSMEs in Prambon Village are still characterised by manual operational processes, a lack of real-time monitoring systems, and sub-optimal control of production equipment, which result in low work effectiveness and business productivity. This community service initiative aims to improve the production efficiency of MSMEs through guidance on the implementation of the Smart Integrated System (SIS) based on ESP E21, which is integrated with an automated monitoring and control system based on the Internet of Things (IoT). The implemented system enables real-time monitoring of operational conditions, more effective control of production equipment, and the presentation of monitoring data that can be accessed via digital devices. The results of the initiative demonstrate an improvement in production process efficiency, the effectiveness of operational supervision, as well as an enhanced understanding and skills among MSME partners in operating IoT-based SIS technology to support sustainable business productivity.

Keywords: Internet of Things, Smart Integrated System, ESP E21, MSME Production Efficiency

1. Pendahuluan

Transformasi digital dalam dekade terakhir telah mendorong integrasi antara sistem fisik dan teknologi informasi melalui konsep Internet of Things (IoT). Konektivitas antarperangkat memungkinkan pertukaran data secara real-time sehingga menciptakan sistem yang lebih responsif dan adaptif terhadap perubahan lingkungan. Perkembangan ini tidak hanya memperluas fungsi perangkat konvensional, tetapi juga menghadirkan peluang otomatisasi berbasis data yang lebih efisien dan terukur. Dalam konteks tersebut, IoT menjadi fondasi penting dalam membangun sistem cerdas yang mampu meningkatkan kinerja operasional di berbagai sektor (Al-Fuqaha et al., 2023). Selain itu, kajian terbaru menegaskan bahwa arsitektur IoT terus berkembang dengan dukungan teknologi komputasi terdistribusi dan integrasi sistem siber-fisik yang semakin kompleks (Choudhary, 2024).

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan efisiensi dan akurasi dalam pengelolaan sumber daya, penerapan IoT mulai diadopsi secara luas pada sektor pertanian, khususnya dalam sistem irigasi. Keterbatasan metode konvensional yang masih mengandalkan pengamatan manual

seringkali menyebabkan ketidaktepatan dalam penentuan kebutuhan air tanaman. Kondisi ini berimplikasi pada pemborosan sumber daya serta penurunan produktivitas lahan. Dengan adanya teknologi IoT, proses pemantauan dapat dilakukan secara kontinu melalui sensor yang terhubung dengan sistem kendali otomatis (Khan et al., 2022). Lebih lanjut, implementasi IoT juga memberikan fleksibilitas dalam pengelolaan sistem produksi berbasis data yang adaptif terhadap perubahan kondisi lingkungan (Atmasani, 2024).

Pemanfaatan sensor dalam sistem IoT memungkinkan akuisisi data lingkungan secara presisi, seperti kelembaban tanah, suhu, dan kondisi cuaca. Data tersebut kemudian diolah untuk menghasilkan keputusan yang bersifat adaptif terhadap kebutuhan tanaman. Integrasi antara sensor dan aktuator menjadikan sistem mampu bekerja secara otomatis tanpa intervensi manusia secara langsung. Hal ini memberikan keuntungan dalam bentuk efisiensi waktu dan tenaga, sekaligus meningkatkan akurasi dalam pengelolaan irigasi (Sicari et al., 2023). Di sisi lain, pengembangan teknologi sensor yang semakin akurat turut memperkuat kemampuan sistem dalam melakukan monitoring berbasis data real-time (Choudhary, 2024).

Di balik keunggulan tersebut, pengembangan sistem IoT juga menghadapi berbagai tantangan, terutama terkait dengan aspek komunikasi data dan keamanan jaringan. Keterbatasan sumber daya pada perangkat IoT menuntut penggunaan protokol komunikasi yang ringan namun tetap andal. Selain itu, meningkatnya konektivitas antarperangkat juga membuka potensi risiko keamanan yang perlu diantisipasi melalui mekanisme proteksi yang memadai. Oleh karena itu, desain sistem IoT harus mempertimbangkan aspek efisiensi dan keamanan secara simultan (Al-Fuqaha et al., 2023). Penelitian lain juga menekankan pentingnya penguatan aspek keamanan dan privasi sebagai bagian integral dalam pengembangan ekosistem IoT yang berkelanjutan (Khan et al., 2022).

Implementasi IoT dalam sistem penyiraman otomatis menjadi salah satu solusi yang relevan untuk mengatasi permasalahan irigasi konvensional. Sistem ini memungkinkan pengendalian pompa air berdasarkan data kelembaban tanah yang diperoleh secara real-time, sehingga distribusi air dapat disesuaikan dengan kebutuhan aktual tanaman. Selain itu, integrasi dengan platform digital memungkinkan pengguna melakukan pemantauan dan pengendalian dari jarak jauh secara fleksibel. Pendekatan ini menunjukkan bahwa IoT tidak hanya berperan sebagai alat monitoring, tetapi juga sebagai sistem kontrol yang adaptif (Atmasani, 2024). Hal serupa juga ditunjukkan dalam studi yang menyoroti peningkatan efisiensi operasional melalui penerapan sistem berbasis IoT pada berbagai sektor (Sicari et al., 2023).

Dengan demikian, pengembangan sistem berbasis IoT dalam bidang pertanian memiliki potensi besar dalam meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan pengelolaan sumber daya air. Integrasi teknologi sensor, komunikasi data, dan sistem kendali otomatis mampu menciptakan solusi yang lebih efektif dibandingkan metode konvensional. Selain memberikan kemudahan dalam operasional, sistem ini juga berkontribusi terhadap peningkatan produktivitas serta pengurangan pemborosan sumber daya. Oleh karena itu, eksplorasi dan pengembangan IoT menjadi langkah strategis dalam mendukung transformasi menuju sistem pertanian cerdas yang berkelanjutan (Choudhary, 2024). Pendekatan ini juga diperkuat oleh temuan penelitian lain yang menegaskan peran IoT dalam mendorong inovasi sistem berbasis data di era industri modern (Al-Fuqaha et al., 2023).

2. Metode Pelaksanaan

Metode pengabdian dilakukan dengan pendekatan pemberdayaan partisipatif melalui identifikasi kebutuhan mitra, perencanaan program, serta pelatihan dan pendampingan implementasi Smart Integrated System (SIS) berbasis ESP E21 pada UMKM di Desa Prambon. Kegiatan difokuskan pada penerapan sistem monitoring real-time, otomatisasi pengendalian operasional, serta peningkatan pemahaman mitra terhadap teknologi Internet of Things (IoT). Setelah pelaksanaan program, dilakukan monitoring dan evaluasi untuk mengukur efektivitas implementasi sistem, kemudian dilanjutkan dengan pendampingan keberlanjutan agar mitra mampu mengoperasikan dan mengelola sistem secara mandiri.



Gambar 2.1 Alur Pendampingan Implementasi SIS

Alur pengabdian dimulai dari tahap identifikasi dan analisis kebutuhan melalui survei, observasi, serta diskusi dengan mitra UMKM untuk mengetahui permasalahan operasional dan kebutuhan sistem. Tahap selanjutnya adalah perencanaan program dengan menyusun tujuan kegiatan, merancang solusi Smart Integrated System (SIS) berbasis ESP E21, serta menyiapkan perangkat dan platform pendukung. Setelah itu dilakukan implementasi sistem berupa perakitan perangkat, pembuatan sistem monitoring dan kontrol berbasis Internet of Things (IoT), serta pengujian sistem agar berjalan optimal. Kegiatan kemudian dilanjutkan dengan pelatihan dan pendampingan kepada mitra terkait penggunaan dan pengoperasian sistem. Selanjutnya, sistem diterapkan secara langsung pada proses operasional UMKM untuk mendukung monitoring real-time dan efisiensi produksi. Pada tahap akhir dilakukan monitoring dan evaluasi untuk mengukur efektivitas sistem serta pendampingan keberlanjutan agar mitra mampu mengelola dan mengembangkan sistem secara mandiri.

3. Hasil dan Pembahasan

Pelaksanaan program pengabdian berhasil mengidentifikasi kebutuhan utama mitra melalui observasi dan wawancara langsung, khususnya terkait manajemen produksi, pencatatan, dan promosi yang masih dilakukan secara manual. Proses pemetaan kebutuhan ini memungkinkan penyusunan intervensi yang lebih tepat sasaran, sejalan dengan prinsip pengabdian berbasis kebutuhan masyarakat dalam pendekatan partisipatif (Awa et al., 2025).

Kegiatan pelatihan dan pendampingan yang meliputi manajemen produksi, digitalisasi pencatatan, dan pengelolaan informasi produksi memberikan dampak signifikan terhadap kinerja mitra. Setelah memperoleh pelatihan, mitra mampu mengoperasikan sistem pencatatan digital, mengelola data produksi secara terstruktur, dan meningkatkan efisiensi operasional. Efektivitas digitalisasi seperti ini juga ditemukan dalam studi pemberdayaan UMKM berbasis teknologi (Fitriyana et al., 2025).

Di bidang pemasaran, pengabdian menghasilkan berbagai produk promosi seperti katalog digital, desain branding, serta pembuatan profil usaha berbasis website. Hasil ini meningkatkan kemampuan mitra dalam memperluas jangkauan pemasaran dan menampilkan produk secara lebih profesional. Upaya ini selaras dengan temuan penelitian lain bahwa digital marketing meningkatkan visibilitas dan daya saing UMKM lokal (Susilaningtyas Budiana et al., 2025).

Monitoring dan evaluasi setelah pelaksanaan program menunjukkan perubahan positif yang berkelanjutan, seperti meningkatnya kualitas produk, lebih tertibnya sistem pencatatan, serta meningkatnya kepercayaan diri mitra dalam mengelola unit produksi. Pendampingan berkelanjutan berperan penting dalam membantu mitra mempertahankan sistem baru dan meningkatkan kapasitas usaha mereka, sebagaimana ditegaskan dalam penelitian mengenai keberlanjutan program pemberdayaan berbasis komunitas (Hidayat et al., 2024).

a. Tahapan/Prosedur Pelaksanaan

Pelaksanaan kegiatan dimulai dari observasi kebutuhan mitra, dilanjutkan dengan perencanaan program yang sesuai kondisi lapangan. Tahap berikutnya adalah implementasi kegiatan melalui pelatihan atau pendampingan, kemudian dilakukan monitoring dan evaluasi untuk menilai hasil serta memperbaiki kekurangan agar tujuan program tercapai secara optimal.

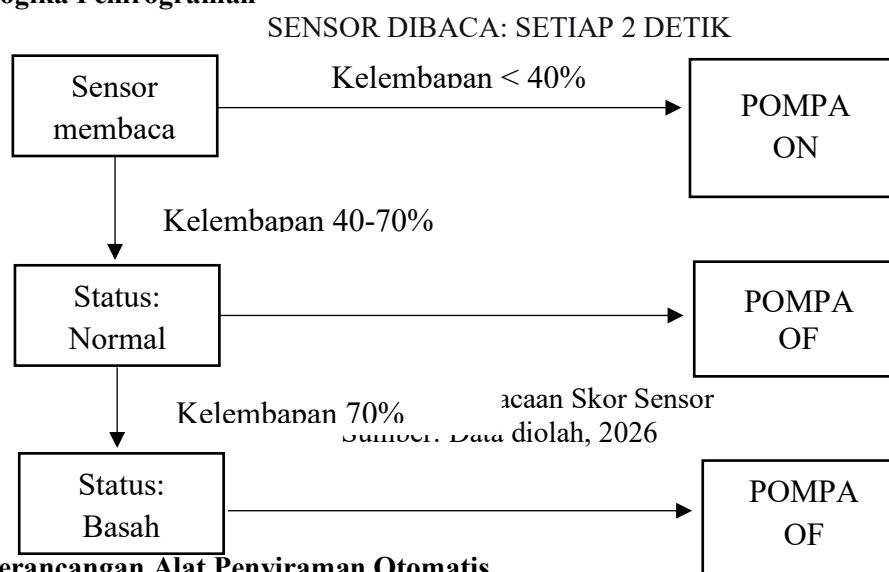
b. Rangkaian Hardware

Tabel 3.1 Rangkaian Kebutuhan Hardware
ESP E21 MODE MCU

PIN	KOMPONEN TERHUBUNG
3.3v	→ VCC Sensor Soil Moisture
GND	→ GND Sensor Soil Moisture
A0	→ AO Sensor (Output Analog)
D5	→ IN Relay → Pompa Air
5V	→ VCC Relay Module
GND	→ GND Relay Module

Sumber: Data diolah, 2026

c. Logika Pemrograman



d. Perancangan Alat Penyiraman Otomatis

Setelah perancangan dan implementasi Smart Integrated System (SIS), sistem berhasil berjalan sesuai tujuan, dengan pengujian pada berbagai kondisi kelembapan tanah untuk memastikan kinerja optimal.



Gambar 3.2 Hasil Rangkaian Alat Penyiraman Otomatis

e. Hasil Pengujian Sensor Soil Moisture

- a) Tanah Basah
 - 1) Nilai ADC: rendah ($\pm 300-400$)
 - 2) Persentase kelembapan: $\pm 70-90\%$
 - 3) Status pada web: Basah
 - 4) Pompa: OFF
- b) Tanah Normal
 - 1) Nilai ADC: sedang ($\pm 500-700$)
 - 2) Persentase kelembapan: $\pm 40-70\%$
 - 3) Status pada web: Normal
 - 4) Pompa: OFF
- c) Tanah Kering
 - 1) Nilai ADC: tinggi ($\pm 800-1023$)
 - 2) Persentase kelembapan: $< 40\%$
 - 3) Status pada web: Kering
 - 4) Pompa: ON (mode otomatis)

Sensor berhasil membaca data setiap 2 detik dan mengirimkan data secara real-time ke web server dalam format JSON.

f. Hasil Pengujian Mode Otomatis

Pada mode otomatis:

- 1. Jika kelembapan $< 40\%$, pompa menyala secara otomatis.
- 2. Jika kelembapan $\geq 40\%$, pompa mati.
- 3. Hasil menunjukkan bahwa sistem mampu:
- 4. Mencegah tanaman terlalu kering.
- 5. Menghentikan penyiraman ketika tanah sudah cukup lembap.
- 6. Mengurangi pemborosan air.



Gambar 3.3 Pengujian Alat Sensor Otomatis Terhadap Media

g. Hasil Pengujian Mode Manual

1. Pengguna dapat menyalakan dan mematikan pompa melalui dashboard web.
2. Perintah dari web berhasil diterima oleh ESP E21 melalui jaringan WiFi.
3. Respon sistem relatif cepat (kurang dari 1–2 detik tergantung kestabilan jaringan).



Gambar 3.4 Pengujian Alat terhadap Media Tanah

h. Hasil Integrasi IoT

1. Terhubung ke jaringan WiFi.
2. Menjalankan web server pada port 80.
3. Menampilkan data kelembapan dan status pompa.
4. Mengontrol relay sebagai saklar pompa air.

Sistem berjalan stabil selama pengujian tanpa terjadi crash atau disconnect yang signifikan.



Gambar 3.5 Hasil Smart Irrigation System

i. Analisis Sistem

- a) Beberapa kelebihan sistem:
 - 1) Monitoring real-time berbasis web.
 - 2) Sistem otomatis mengurangi campur tangan manusia.
 - 3) Biaya relatif murah dan mudah dikembangkan.
 - 4) Dapat dikembangkan menjadi sistem skala besar.
- b) Beberapa keterbatasan:
 - 1) Sensor soil moisture tipe resistif mudah korosi jika digunakan lama.
 - 2) Ketergantungan pada koneksi WiFi.
 - 3) Belum ada notifikasi (misalnya via Telegram atau email).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian Smart Integrated System (SIS), dapat disimpulkan bahwa:

- a. Sistem mampu membaca kelembapan tanah secara real-time melalui sensor soil moisture dengan baik.
- b. ESP E21 berfungsi optimal sebagai pusat kendali dalam pemrosesan data sensor, pengaturan pompa, dan penyediaan web server.
- c. Sistem otomatis bekerja sesuai ambang batas kelembapan yang ditentukan (<40%).
- d. Mode manual pada dashboard web memungkinkan pengguna mengontrol sistem secara langsung.
- e. Penerapan IoT pada sistem ini terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi penyiraman serta mencegah overwatering dan underwatering.

Secara keseluruhan, SIS berhasil diterapkan sebagai solusi penyiraman tanaman berbasis IoT yang efisien, praktis, dan mudah diimplementasikan.

Saran

- a. Pengembangan sistem perlu dilanjutkan dengan peningkatan fitur serta pengujian pada berbagai kondisi agar performa semakin optimal.
- b. Integrasi sensor tambahan seperti suhu dan kelembapan udara serta penggunaan cloud computing disarankan untuk meningkatkan akurasi monitoring.
- c. Pengembangan akses berbasis aplikasi mobile dapat meningkatkan fleksibilitas dan kemudahan kontrol sistem.
- d. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan pendekatan kuantitatif atau kombinasi untuk mengukur efektivitas penggunaan air dan dampak terhadap produktivitas.
- e. Implementasi pada skala yang lebih luas serta pendampingan pengguna diperlukan agar sistem dapat dimanfaatkan secara maksimal di lapangan

Daftar Pustaka

- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2023). Internet of Things: A comprehensive survey on enabling technologies, protocols, and applications. *Energies*, 16(8), 3465.
- Atmasani, D. (2024). Peran Internet of Things (IoT) terhadap peningkatan fleksibilitas sistem produksi industri dalam era Industri 4.0. *Jurnal Media Elektronika*.
- Awa, A., Yulianingsih, Y., Ismartaya, I., Marathuzzahrah, M., Ramadani, F. T., Mahmudah, M., & Nenah. (2025). *Agropreneurship empowerment: The application of digitalization in local MSMEs "Tujuh Bersaudara", Karang Tengah Village*. Jurnal Pengabdian Masyarakat, 6(2), 758–765
- Choudhary, A. (2024). Internet of Things (IoT): Overview, architectures, applications, and future directions. *Discover Internet of Things*, 4(31).
- Khan, R., Khan, S. U., Zaheer, R., & Khan, S. (2022). Future Internet: The Internet of Things architecture, possible applications and key challenges. *Procedia Computer Science*, 215, 274–288.
- Sicari, S., Rizzardi, A., Grieco, L. A., & Coen-Porisini, A. (2023). Security, privacy and trust in Internet of Things: The road ahead. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, 3, 1–13.
- FAO. (2024). *The State of Food and Agriculture 2024: Leveraging Digital Agriculture for Sustainable Food Systems*. Rome: Food and Agriculture Organization.
- Kementerian Pertanian RI. (2023). *Statistik Pertanian Indonesia 2023*. Jakarta: Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Misra, N. N., Dixit, Y., Al-Mallahi, A., Bhullar, M. S., Upadhyay, R., & Martynenko, A. (2022). IoT, Big Data and Artificial Intelligence in Agriculture and Food Industry. *IEEE Internet of Things Journal*, 9(9), 6305–6324.