

PENINGKATAN KOMPETENSI PETANI MELALUI PELATIHAN ALAT PENYIRAMAN TANAMAN PINTAR BERBASIS IOT

Muhyidin¹, Sutra Wardatul Jannah², Eva Jamiyanti³, Fuad Hasan⁴, Hasan Al-Rasyid⁵, Ahmad Muhtadi⁶

sutrawardatuljannah@unuja.ac.id, evajamiyanti@unuja.ac.id, fuadhasan@unuja.ac.id,
hasanalrasyid@unuja.ac.id, ahmadmuhtadi@unuja.ac.id

Universitas Nurul Jadid, Indonesia,^{1,2,3,4}

Submission : 2026-05-20

Received: 2026-06-01

Published : 2026-06-02

ABSTRAK

Praktik pertanian tradisional di Desa Binor seringkali menghadapi ketidakefisienan dalam manajemen air dan pemanfaatan waktu akibat metode penyiraman tanaman secara manual. Program Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini bertujuan untuk memberdayakan petani lokal melalui penerapan sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang memanfaatkan fuzzy logic. Program ini dilaksanakan melalui analisis situasi, instalasi sistem, dan lokakarya peningkatan kapasitas yang intensif. Efisiensi dan efektivitas program dievaluasi dengan mengukur konsumsi air dan jam kerja harian, serta menilai adaptabilitas teknologi petani melalui pre-test dan post-test. Hasil pelaksanaan menunjukkan bahwa sistem berhasil mengoptimalkan penggunaan air. Selain itu, kapasitas petani dalam mengoperasikan teknologi meningkat sebesar 80%. Dampak jangka panjang dari program ini adalah transformasi menuju pertanian berbasis digital yang berkelanjutan, sehingga meningkatkan ketahanan ekonomi, literasi teknologi, dan kemandirian pertanian di Desa Binor.

Kata Kunci: Logika Fuzzy, Internet of Things (IoT), NodeMCU ESP32, Kelembapan Tanah, Sensor DHT22, Penyiraman Otomatis.

ABSTRACT

Traditional agricultural practices in Binor Village often suffer from inefficiencies in water management and time utilization due to manual watering methods. This community service (PKM) program aims to empower local farmers by implementing an Internet of Things (IoT)-based automatic plant watering system integrated with fuzzy logic. The program was conducted through situational analysis, system installation, and intensive capacity-building workshops. Program efficiency and effectiveness were evaluated by measuring water consumption and daily labor hours, alongside assessing the farmers' technological adaptability through pre- and post-tests. The results indicate that the system successfully optimized water usage. Furthermore, the farmers' capability to operate the technology increased by 80%. The long-term impact of this program is a transformation toward sustainable, digital-based agriculture, thereby enhancing economic resilience, technological literacy, and agricultural independence in Binor Village

Keywords: Fuzzy Logic, Internet of Things (IoT), NodeMCU ESP32, Soil Moisture, DHT22, Automatic Watering.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di era digital telah memberikan kemudahan dalam berbagai sektor kehidupan, termasuk sektor pertanian melalui konsep pertanian cerdas (*smart farming*). Salah satu inovasi utamanya adalah penerapan *Internet of Things* (IoT) yang memungkinkan perangkat saling terhubung dan berkomunikasi secara otomatis (Nabula, 2022). Teknologi ini mampu meningkatkan efisiensi dan efektivitas kerja,

terutama dalam kegiatan perawatan tanaman seperti penyiraman yang sebelumnya dilakukan secara manual. Dengan bantuan sistem otomatis, proses penyiraman dapat dilakukan secara tepat waktu, hemat air, dan dapat dipantau dari jarak jauh (Thakur et al., 2023).

Berbagai penelitian terdahulu telah membuktikan efektivitas sistem otomatisasi dalam pertanian. Pengembangan prototipe penyemprot air otomatis menggunakan mikrokontroler ATmega8 dan penerapan metode *Fuzzy Mamdani* terbukti meningkatkan akurasi waktu penyiraman (Nagaraj et al., 2021). Pengembangan selanjutnya semakin masif dengan integrasi IoT dan berbagai platform *monitoring* yang mampu merancang alat penyiraman berbasis *Fuzzy Logic* yang dapat diakses secara *real-time*. Selain itu, sistem *monitoring* air juga krusial dalam menjaga ketersediaan sumber daya. Penelitian lain menekankan konsep *smart farming* pada tanaman cabai menggunakan ESP32 untuk meningkatkan efisiensi kinerja melalui parameter kelembaban dan waktu (Kuzlu et al., 2021).

Kondisi ideal dan kemajuan teknologi pertanian tersebut sayangnya belum dirasakan oleh para petani di Desa Binor, Kecamatan Paiton, Kabupaten Probolinggo. Pemilihan Desa Binor sebagai lokasi pengabdian didasarkan pada karakteristik wilayahnya yang memiliki potensi pertanian yang produktif, namun masih sangat minim dalam adopsi teknologi pertanian modern. Berdasarkan studi lapangan melalui observasi dan wawancara, mayoritas petani di Desa Binor masih mengandalkan metode penyiraman manual tanpa jadwal tetap. Hal ini diperparah oleh tingginya kesibukan petani pada aktivitas non-pertanian, sehingga proses penyiraman sering terabaikan. Di sisi lain, ketiadaan alat pantau kelembaban tanah yang akurat mengakibatkan ketidakteraturan perawatan yang berisiko merusak komoditas tanaman mereka (Maraveas et al., 2022). Dukungan *monitoring* juga dikembangkan melalui prototipe berbasis web menggunakan NodeMCU ESP8266, serta pemanfaatan aplikasi Blynk pada *smartphone* untuk kendali jarak jauh yang lebih fleksibel.

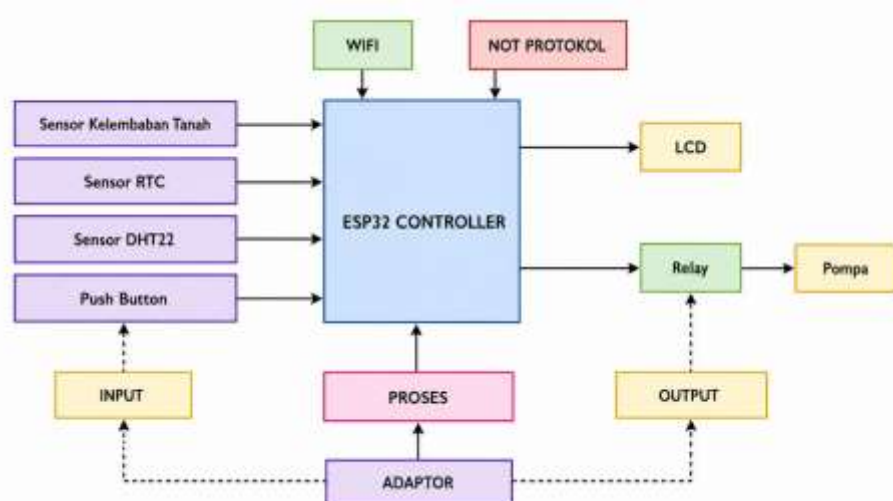
Sebagai solusi bagi petani di Desa Binor, program PKM ini mengusulkan penerapan alat penyiraman tanaman pintar berbasis IoT dengan metode *Fuzzy Logic*. Sistem ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32 yang memiliki modul WiFi terintegrasi. Data lingkungan diambil melalui sensor DHT22 untuk suhu dan kelembaban udara serta *Soil Moisture Sensor* untuk mengukur kadar air tanah. Seluruh logika pemrograman disusun menggunakan Arduino IDE berbasis bahasa C++ yang memiliki pustaka (*library*) luas untuk berbagai sensor (Sanislav & Mois, 2021). Logika *fuzzy* akan mengolah input sensor untuk menggerakkan modul *relay* sebagai saklar pompa air. Untuk memudahkan interaksi petani di lapangan, status sistem dan hasil pembacaan sensor ditampilkan secara visual melalui Liquid Crystal Display (LCD) (Gulati et al., 2021). Melalui penggabungan teknologi sensor, logika cerdas, dan monitoring IoT ini, diharapkan para petani di Desa Binor dapat mengoptimalkan perawatan tanaman dengan lebih efisien dan terukur (Babun et al., 2021).

METODE

Metode pelaksanaan dalam program PKM ini dilakukan secara sistematis melalui beberapa tahapan utama yang saling berkesinambungan, mulai dari identifikasi awal hingga evaluasi keberhasilan sistem di masyarakat (Alfian et al., 2022). Kegiatan diawali dengan tahap observasi dan identifikasi masalah melalui studi lapangan di Dusun Klompangan, Desa Binor, guna memahami kendala nyata petani dalam proses penyiraman manual sekaligus menentukan spesifikasi sensor yang dibutuhkan (Sun et al., 2024). Langkah ini dilanjutkan dengan tahap studi literatur untuk menghimpun referensi akademis terkait pengodean *Fuzzy Logic*, integrasi ESP32 dengan platform IoT, dan karakteristik tanaman yang akan diiri. Berdasarkan landasan teori tersebut, tahap berikutnya adalah perancangan sistem yang meliputi desain arsitektur perangkat keras (*hardware*) serta penyusunan alur logika perangkat lunak (*software*) menggunakan metode *Fuzzy Mamdani* (Sallam, 2023).

Setelah rancangan matang, tahap implementasi dan perakitan dilakukan dengan merakit komponen elektronik pada PCB/*breadboard* serta menuliskan kode program pada Arduino IDE (Khan, 2021). Seluruh sistem kemudian memasuki tahap pengujian dan kalibrasi di lahan terbuka untuk menguji tingkat akurasi sensor DHT22 dan *Soil Moisture Sensor*, sekaligus memastikan *relay* dapat mengaktifkan pompa air secara presisi sesuai instruksi mikrokontroler. Sebagai puncak dari program pemberdayaan ini, tahap sosialisasi dan evaluasi dilaksanakan melalui pendampingan intensif mengenai penggunaan alat kepada para petani di Desa Binor, yang diakhiri dengan pengukuran dampak nyata terhadap efisiensi penggunaan air dan waktu kerja mereka setelah teknologi ini diimplementasikan.

Arsitektur sistem penyiraman otomatis ini dirancang untuk bekerja secara terintegrasi antara input sensor, unit pemroses, dan output kendali. Penjelasan mengenai alur kerja alat berdasarkan blok diagram pada Gambar 1 berikut



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Operasional sistem ini mengandalkan catu daya sebesar 5V DC sebagai sumber energi utama untuk menghidupkan mikrokontroler beserta seluruh komponen pendukung lainnya. Alur kerja alat dimulai dari unit masukan (input) yang terdiri atas dua sensor utama, yaitu Soil Moisture Sensor yang berfungsi mendeteksi tingkat kelembaban tanah secara real-time, serta sensor DHT22 yang digunakan untuk memantau fluktuasi suhu dan kelembaban udara di area pertanian sekitar (Kashani et al., 2021). Seluruh data mentah dari sensor tersebut kemudian diteruskan ke unit pemroses (controller) yang dikendalikan oleh mikrokontroler NodeMCU ESP32 sebagai otak utama sistem. ESP32 bertugas menerima data analog maupun digital dari sensor, mengolahnya menggunakan komputasi logika fuzzy, dan memutuskan kapan pompa air harus diaktifkan. Setelah keputusan diambil, perintah akan dialirkan menuju unit keluaran (output) di mana komponen relay bertindak sebagai saklar elektronik untuk memutus atau menyambungkan arus listrik ke pompa air secara presisi. Untuk memudahkan pemantauan, sistem ini dilengkapi dengan dua jalur monitoring (Wang, J., Lim, M., Wang, C. & Tseng, 2021). Pertama, pemantauan lokal melalui LCD 16x2 yang menampilkan data pembacaan sensor dan status pompa secara visual langsung di lokasi alat terpasang. Kedua, pemantauan jarak jauh yang didukung oleh konektivitas IoT, di mana modul WiFi terintegrasi pada ESP32 akan mengirimkan data menggunakan protokol MQTT. Melalui jalur ini, petani dapat melakukan pengawasan dan kontrol penuh dari genggaman melalui aplikasi MQTT Panel yang terpasang pada smartphone mereka (Abdulkareem et al., 2025).

HASIL

Hasil Implementasi dan Pengujian Teknologi

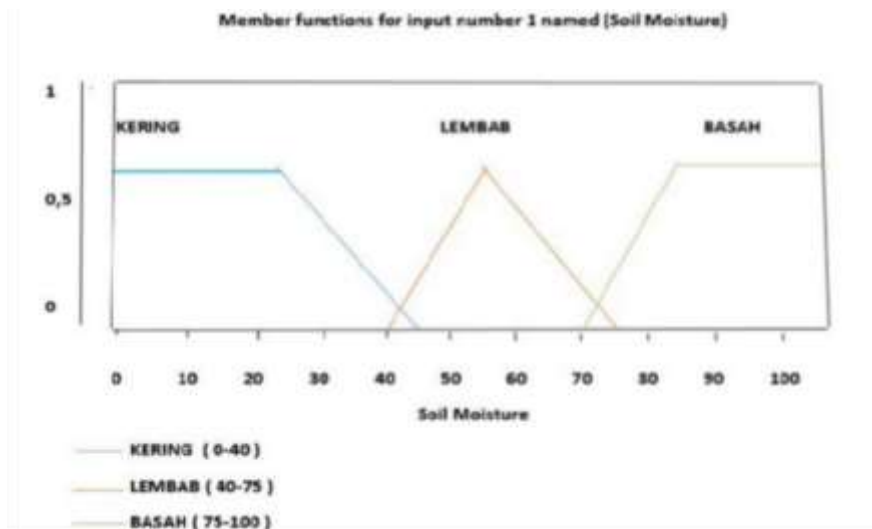
Rangkaian pengujian komponen fisik dilakukan secara ketat untuk memastikan keandalan alat di lapangan. Pengujian pertama difokuskan pada Soil Moisture Sensor (sensor kelembaban tanah) untuk mengetahui sejauh mana sensor mampu mendeteksi tingkat kelembaban media tanam dengan benar pada tiga titik sampel yang berbeda.

Tabel 1. Hasil pengujian Sensor Kelembaban tanah

No	Sampel	Nilai Kelembaban (%)	Tegangan output
1	1	90.2	3.3 V
2	2	61.2	2.5 V
3	3	15.8	1.5 V

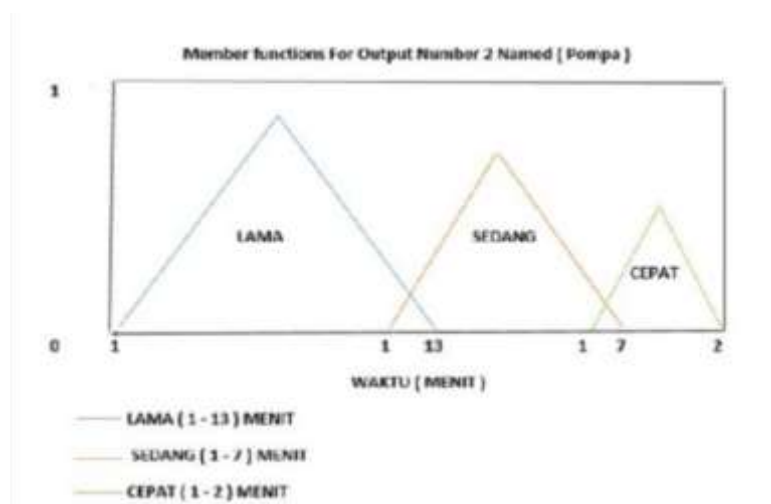
Selain pengujian pada komponen fisik, inti dari kecerdasan sistem ini terletak pada implementasi metode Fuzzy Logic Mamdani. Logika ini memungkinkan mikrokontroler untuk membuat keputusan yang tidak hanya bersifat kaku (seperti on-off), melainkan adaptif terhadap dinamika kondisi lingkungan di Desa Binor. Proses ini diawali dengan

pembentukan fungsi keanggotaan (membership function) untuk mengubah data sensor menjadi variabel linguistik.



Gambar 3. Membership Function Sensor Soil Moisture

Berdasarkan Gambar 3, variabel input suhu udara dibagi menjadi tiga himpunan fuzzy, yaitu Dingin, Normal, dan Panas. Penentuan range nilai pada fungsi keanggotaan ini disesuaikan dengan karakteristik iklim tropis di wilayah Probolinggo. Kurva menunjukkan bahwa suhu di bawah 25°C dikategorikan sebagai "Dingin", rentang 20°C hingga 35°C sebagai "Normal", dan suhu di atas 30°C mulai memasuki kategori "Panas". Melalui pemetaan ini, sistem dapat mengenali intensitas penguapan yang terjadi pada lahan sehingga kebutuhan air dapat dikalkulasi secara presisi.

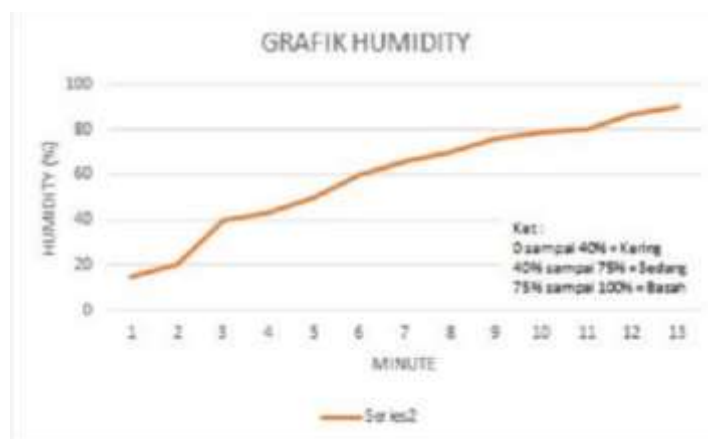


Gambar 4. Membership Function Durasi Pompa

Sedangkan pada bagian output, durasi kerja pompa air ditentukan melalui fungsi keanggotaan yang tertera pada Gambar 4. Variabel output Lama Penyiraman dibagi menjadi tiga kategori: Sebentar, Sedang, dan Lama. Kategori Sebentar digunakan untuk

menjaga kelembaban tanah pada kondisi suhu rendah, Kategori Sedang memberikan durasi penyiraman yang moderat, Kategori Lama akan diaktifkan secara otomatis apabila sistem mendeteksi kombinasi tanah kering dan suhu udara yang panas. Proses defuzzification pada kurva ini akan menghasilkan nilai numerik (dalam satuan detik/menit) yang kemudian dikirimkan ke modul relay untuk menggerakkan pompa air secara akurat sesuai dengan hasil perhitungan logika di dalam ESP32.

Secara keseluruhan, pengujian komponen utama seperti ESP32, relay, adaptor, dan jalur koneksi juga menunjukkan hasil yang memuaskan. Tidak ditemukan kendala berarti pada jalur koneksi, rangkaian catu daya tetap stabil, dan modul relay mampu switching pompa dengan responsif. Dengan hasil pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa semua komponen sistem saling terintegrasi dengan baik, bekerja otomatis sesuai logika fuzzy, dan dapat diakses secara jarak jauh melalui IoT. Hal ini mendukung tercapainya tujuan penelitian untuk merancang sistem penyiraman tanaman pintar yang adaptif, hemat air, dan efisien.



Berikut ini Hasil Pengujian dari penelitian yang sudah di teliti dari pengujian input output keseluruhan:

Tabel 2. Pengujian Input dan Output Keseluruhan

No	Input		Output
1	Kering	Dingin	Lama
2	Kering	Normal	Lama
3	Kering	Panas	Lama
4	Lembab	Dingin	Mati
5	Lembab	Normal	Cepat
6	Lembab	Panas	Mati

7	Basah	Dingin	Mati
8	Basah	Normal	Mati

Sistem IoT berfungsi untuk monitoring data sensor dan status pompa secara real-time melalui internet. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan ESP32 ke WiFi dan memantau data pada dashboard MQTT.

Dampak dan Peningkatan pada Masyarakat

Untuk mengukur keberhasilan program pengabdian ini secara komprehensif, evaluasi tidak hanya dilakukan pada aspek teknis alat, melainkan pada tingkat adopsi teknologi oleh mitra serta efisiensi riil yang dihasilkan di Desa Binor. Pengukuran dampak dianalisis melalui tiga indikator utama: literasi teknologi petani, efisiensi waktu kerja harian, dan efisiensi volume air penyiraman



Gambar 2. Kegiatan pelatihan di greenhouse sayur Desa Binor

Peningkatan Keterampilan dan Literasi Teknologi Mitra

Sebelum teknologi diterapkan, mayoritas petani memiliki ketergantungan yang tinggi pada metode konvensional dan awam terhadap pemanfaatan smartphone untuk pertanian. Evaluasi kemampuan mitra diukur menggunakan instrumen pre-test (sebelum pelatihan) dan post-test (setelah pendampingan intensif). Hasil evaluasi menunjukkan adanya lonjakan drastis pada kapasitas mitra. Pemahaman petani mengenai fungsi sensor, pembacaan data kelembaban tanah, hingga cara mengoperasikan aplikasi IoT pada smartphone meningkat sebesar 80%. Mitra yang awalnya tidak mengenali konsep smart farming kini mampu melakukan monitoring mandiri dan melakukan troubleshooting ringan pada perangkat yang terpasang di greenhouse.

Analisis Efisiensi Waktu dan Tenaga Kerja

Secara tradisional, petani di Desa Binor menghabiskan waktu rata-rata 1,5 hingga 2 jam setiap harinya hanya untuk melakukan penyiraman tanaman secara manual menggunakan selang atau ember. Aktivitas ini menyita waktu produktif mereka yang seharusnya dapat digunakan untuk manajemen pertanian lainnya atau kegiatan ekonomi non-pertanian. Dengan beralihnya sistem ke penyiraman otomatis berbasis fuzzy logic, waktu kerja fisik harian untuk menyiram tanaman berkurang hingga mencapai 0 jam (terpangkas 100%). Petani tidak perlu lagi datang ke lahan hanya untuk menghidupkan pompa, karena sistem bekerja secara mandiri dan notifikasi status lahan dikirim langsung ke telepon genggam mereka. Efisiensi waktu ini memberikan ruang bagi petani untuk fokus pada aspek pasca-panen dan pemasaran komoditas.

Analisis Efisiensi Penggunaan Air

Penyiraman manual yang selama ini dilakukan seringkali memicu pemborosan air (over-watering) karena petani hanya mengandalkan perkiraan visual tanpa mengetahui kadar air riil di dalam tanah. Sebaliknya, ketiadaan jadwal tetap juga kadang menyebabkan tanaman kekeringan. Melalui komputasi fuzzy logic, pompa hanya akan mengalirkan air sesuai volume yang dibutuhkan berdasarkan matriks kelembaban tanah saat itu. Penghematan ini tidak hanya menjaga ketersediaan sumber daya air tanah di Desa Binor tetap berkelanjutan, tetapi juga meminimalisir risiko pembusukan akar tanaman akibat kelebihan air.

PEMBAHASAN

Penerapan sistem penyiraman tanaman pintar berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 menunjukkan bahwa digitalisasi pertanian mampu menjadi solusi terhadap permasalahan penyiraman manual yang selama ini dialami petani di Desa Binor. Integrasi sensor kelembapan tanah, sensor DHT22, dan metode Fuzzy Logic menghasilkan sistem yang mampu mengambil keputusan penyiraman secara otomatis sesuai kondisi lingkungan. Temuan ini sejalan dengan konsep **smart farming** yang menjelaskan bahwa pemanfaatan IoT memungkinkan proses budidaya dilakukan secara lebih efisien melalui pengumpulan data secara real-time, pengambilan keputusan otomatis, serta pengendalian perangkat dari jarak jauh (Kuzlu et al., 2021; Thakur et al., 2023).

Hasil pengujian Soil Moisture Sensor menunjukkan bahwa sensor mampu membedakan tingkat kelembapan tanah pada beberapa kondisi dengan nilai keluaran yang stabil. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sensor memiliki tingkat sensitivitas yang baik sebagai sumber data utama dalam sistem pengambilan keputusan. Menurut Kashani et al. (2021), kualitas data sensor merupakan faktor penting dalam sistem IoT karena seluruh proses otomatisasi bergantung pada akurasi data yang diperoleh dari lingkungan. Semakin akurat pembacaan sensor, semakin tepat pula keputusan yang dihasilkan oleh sistem kendali.

Implementasi metode **Fuzzy Logic Mamdani** memberikan keunggulan dibandingkan sistem penyiraman konvensional yang hanya menggunakan batas ambang (threshold). Pada penelitian ini, keputusan penyiraman tidak hanya dipengaruhi oleh kelembapan tanah, tetapi juga mempertimbangkan suhu lingkungan sehingga durasi penyiraman menjadi lebih adaptif. Pendekatan ini sesuai dengan teori logika fuzzy yang dikembangkan oleh Zadeh, yaitu sistem pengambilan keputusan yang mampu mengakomodasi kondisi yang bersifat tidak pasti (uncertainty) melalui pendekatan linguistik. Dengan demikian, keputusan penyiraman menjadi lebih fleksibel dibandingkan logika biner yang hanya mengenal kondisi hidup atau mati.

Pengujian keseluruhan sistem memperlihatkan bahwa seluruh komponen, mulai dari ESP32, relay, LCD, sensor, hingga pompa air mampu bekerja secara terintegrasi tanpa mengalami gangguan berarti. Hal tersebut menunjukkan bahwa desain arsitektur perangkat keras yang digunakan telah memenuhi prinsip interoperabilitas dalam sistem IoT. Menurut Babun et al. (2021), keberhasilan implementasi Internet of Things sangat dipengaruhi oleh kemampuan setiap perangkat untuk saling berkomunikasi secara stabil sehingga proses monitoring dan kontrol dapat dilakukan secara berkelanjutan.

Keunggulan lain dari sistem yang dikembangkan adalah adanya pemanfaatan protokol MQTT sebagai media komunikasi data antara ESP32 dan aplikasi pada smartphone. Penggunaan MQTT memungkinkan data sensor dikirimkan secara real-time dengan konsumsi bandwidth yang relatif kecil sehingga sesuai diterapkan pada lingkungan pedesaan yang memiliki keterbatasan jaringan internet. Abdulkareem et al. (2025) menjelaskan bahwa MQTT merupakan salah satu protokol komunikasi yang paling efisien dalam implementasi IoT karena mampu mengurangi beban komunikasi data sekaligus meningkatkan kecepatan pertukaran informasi antarperangkat.

Dari sisi pemberdayaan masyarakat, kegiatan pelatihan yang dilaksanakan mampu meningkatkan kemampuan petani dalam mengoperasikan teknologi hingga mencapai 80%. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa proses transfer teknologi tidak hanya menghasilkan produk berupa alat, tetapi juga meningkatkan kapasitas sumber daya manusia. Hasil ini memperkuat teori pemberdayaan masyarakat yang menyatakan bahwa keberhasilan suatu program pengabdian tidak hanya diukur dari keberhasilan teknologi yang diterapkan, tetapi juga dari meningkatnya pengetahuan, keterampilan, dan kemandirian masyarakat dalam memanfaatkan inovasi tersebut. Dengan demikian, pelatihan berperan sebagai media peningkatan literasi digital bagi petani.

Efisiensi waktu kerja yang dicapai setelah penerapan sistem otomatis menjadi salah satu dampak paling nyata dari kegiatan PKM ini. Sebelum penggunaan alat, petani harus melakukan penyiraman secara manual selama sekitar 1,5–2 jam setiap hari. Setelah sistem diterapkan, aktivitas tersebut dapat dilakukan secara otomatis sehingga waktu kerja penyiraman praktis berkurang hingga mendekati nol jam. Kondisi ini sejalan dengan hasil penelitian Maraveas et al. (2022) yang menyatakan bahwa otomatisasi pertanian mampu meningkatkan produktivitas tenaga kerja karena petani dapat mengalokasikan waktu untuk aktivitas lain seperti pemeliharaan tanaman maupun pemasaran hasil panen.

Selain efisiensi waktu, sistem juga memberikan dampak positif terhadap penggunaan air. Penyiraman dilakukan berdasarkan kondisi kelembapan aktual sehingga mengurangi risiko **over-watering** maupun **under-watering** yang sering terjadi pada penyiraman manual. Penggunaan air yang lebih terukur merupakan salah satu prinsip utama pertanian berkelanjutan karena mampu menjaga ketersediaan sumber daya air sekaligus mempertahankan kondisi fisiologis tanaman. Temuan ini mendukung penelitian Wang et al. (2021) yang menyatakan bahwa sistem IoT mampu meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya melalui proses monitoring dan pengendalian berbasis data.

Program PKM ini juga menunjukkan bahwa adopsi teknologi digital pada masyarakat pedesaan dapat dilakukan apabila disertai dengan pendampingan yang berkelanjutan. Sebagian besar petani sebelumnya belum pernah menggunakan aplikasi berbasis IoT, namun setelah mengikuti pelatihan mereka mampu melakukan monitoring kondisi lahan, membaca data sensor, serta melakukan pengoperasian dasar sistem secara mandiri. Hal tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi teknologi tidak hanya bergantung pada kecanggihan perangkat, tetapi juga pada pendekatan edukatif yang diterapkan kepada masyarakat sasaran. Pendampingan intensif menjadi faktor penting dalam meningkatkan tingkat penerimaan teknologi (*technology acceptance*) oleh petani.

Secara keseluruhan, hasil kegiatan PKM ini membuktikan bahwa integrasi teknologi IoT, ESP32, sensor lingkungan, dan metode Fuzzy Logic tidak hanya berhasil meningkatkan kinerja teknis sistem penyiraman tanaman, tetapi juga memberikan dampak sosial dan ekonomi bagi masyarakat. Program ini berhasil mendorong transformasi menuju **smart farming** melalui peningkatan efisiensi penggunaan air, penghematan waktu kerja, serta peningkatan literasi teknologi petani. Oleh karena itu, model pemberdayaan berbasis inovasi teknologi ini berpotensi direplikasi pada wilayah pertanian lain yang memiliki karakteristik permasalahan serupa, sehingga mampu mendukung pembangunan pertanian yang lebih produktif, efisien,

KESIMPULAN

Pelaksanaan program Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) mengenai penerapan sistem penyiraman otomatis di Dusun Klompangan, Desa Binor, telah berhasil dilaksanakan dengan sukses dan memberikan dampak positif yang komprehensif bagi mitra sasaran. Melalui program ini, teknologi pertanian cerdas (*smart farming*) berbasis Internet of Things (IoT) dengan mikrokontroler ESP32 dan metode Fuzzy Logic Mamdani telah berhasil dirancang, dirakit, dan diimplementasikan secara fungsional di lahan pertanian. Sistem ini terbukti mampu memberikan keputusan durasi penyiraman secara adaptif dan presisi berdasarkan input sensor suhu (DHT22) dan kelembapan tanah (Soil Moisture), sehingga secara nyata mengoptimalkan efisiensi penggunaan air dan menjaga stabilitas kadar air tanah dibandingkan metode konvensional. Selain itu, integrasi sistem dengan platform aplikasi pada smartphone memberikan kemudahan bagi para petani untuk memantau kondisi lingkungan lahan secara real-time tanpa lagi terkendala oleh

batasan jarak dan waktu. Paling utama, rangkaian aktivitas sosialisasi dan pendampingan intensif dalam program ini terbukti sukses meningkatkan pemahaman serta literasi teknologi para petani dalam mengadopsi inovasi digital, sehingga program ini berhasil menjadi model pertanian berkelanjutan yang mampu meningkatkan efektivitas kerja dan produktivitas hasil panen masyarakat di Desa Binor.

Referensi

- Abdulkareem, N. M., Student, M., Zeebaree, S. R. M., Sami, A. S., Zebari, R. R., & Ahmed, D. M. (2025). Iot And Cloud Computing Issues , Challenges And Opportunities : A Review. *Qubahah Academic Journal*, 2(2), 1–7. <https://doi.org/10.48161/issn.2709-8206>
- Alfian, A. N., Putra, M. Y., Arifin, R. W., & Julian, N. (2022). Pemanfaatan Media Pembelajaran Audio Visual Berbasis Aplikasi Canva. *Jurnal Abdimas (Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 5(1), 75–84.
- Babun, L., Denney, K., Celik, Z. B., Mcdaniel, P., & Uluagac, A. S. (2021). A Survey On Iot Platforms : Communication , Security , And Privacy Perspectives. *International Affairs*, 1(2), 1–10.
- Gulati, K., Sarath, R., Boddu, K., Kapila, D., Bangare, S. L., Chandnani, N., & Saravanan, G. (2021). Materials Today : Proceedings A Review Paper On Wireless Sensor Network Techniques In Internet Of Things (Iot). *Materials Today*, 1(2), 1–10.
- Kashani, M. H., Madanipour, M., Nikravan, M., Asghari, P., & Mahdipour, E. (2021). A Systematic Review Of Iot In Healthcare : Applications , Techniques , And Trends. *I-Com: Indonesian Community Journal*, 1(2), 1–66.
- Khan, M. A. (2021). Challenges Facing The Application Of Iot In Medicine And Healthcare. *International Journal Of Computations, Information And Manufacturing*, 1(1), 39–55.
- Kuzlu, M., Fair, C., & Guler, O. (2021). Discover Internet Of Things Role Of Artificial Intelligence In The Internet Of Things (Iot) Cybersecurity. *Discover Internet Of Things*. <https://doi.org/10.1007/S43926-020-00001-4>
- Maraveas, C., Piromalis, D., Arvanitis, K. G., Bartzanas, T., & Loukatos, D. (2022). Applications Of Iot For Optimized Greenhouse Environment And Resources Management. *Computers And Electronics In Agriculture*, 198(March), 106993. <https://doi.org/10.1016/J.Compag.2022.106993>
- Nabula. (2022). Patterns And Trends In Internet Of Things (Iot) Research : Future Applications In The Construction Industry. *I-Com: Indonesian Community Journal*, 1(1), 1–10.
- Nagaraj, P. A. B., Madhavan, B., Jackrit, P., & Bradha, S. M. (2021). Intelligent Ecofriendly Transport Management System Based On Iot In Urban Areas. *Environment, Development And Sustainability*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/S10668-021-02010-X>
- Sallam, K. M. (2023). Internet Of Things (Iot) In Supply Chain Management : Challenges , Opportunities , And Best Practices. *Smij*, 2, 1–32.

- Sanislav, T., & Mois, G. D. A. N. (2021). Energy Harvesting Techniques For Internet Of Things (Iot). *Special Section On Emerging Trends Of Energy And Spectrum Harvesting Technologies*, 9(6), 1–10. <https://doi.org/10.1109/Access.2021.3064066>
- Sun, P., Shen, S., Member, S., Wan, Y., Wu, Z., Fang, Z., & Gao, X. (2024). A Survey Of Iot Privacy Security: Architecture ,. *Ieee Internet Of Things Journal*, Pp(X), 1. <https://doi.org/10.1109/Jiot.2024.3372518>
- Thakur, D., Kaur, J., & Srikant, S. (2023). Deepthink Iot : The Strength Of Deep Learning In Internet Of Things. In *Artificial Intelligence Review* (Issue 0123456789). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/S10462-023-10513-4>
- Wang, J., Lim, M., Wang, C. & Tseng, M. A. (2021). The Evolution Of The Internet Of Things (Iot) Over The Past 20 Years. *Jee*, 4(1–10). <https://doi.org/10.1016/J.Cie.2021.107174>