



Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring Tanaman Kopi Berbasis Website untuk Pertanian Pedesaan: Studi Kasus di Gunung Manik

Tashia Indah Nastiti¹, Sintha Wahjusaputri², Bunyamin³

¹Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta, Indonesia

^{2,3}Magister Administrasi Pendidikan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Jakarta, Indonesia

Email author: tashia.indahnastiti@unindra.ac.id, sinthaw@uhamka.ac.id, bunyamin@uhamka.ac.id

Article Info

Article history:

Received Januari 3, 2025

Revised Februari 17, 2025

Accepted June 28, 2025

Keywords:

coffee plantation
Internet of Things
real-time monitoring
precision agriculture
web-based system

ABSTRACT

The coffee farming sector in Gunungmanik Village, Indonesia, plays a significant role in the local economy. However, the monitoring and management of coffee crops remain largely manual and conventional, making it difficult for farmers to respond quickly to environmental threats such as drought, pests, or sudden temperature shifts. This research presents the development of iotgm.id, a web-based monitoring system integrated with Internet of Things (IoT) devices designed to provide real-time environmental data for coffee plantations. The system measures key parameters including temperature, soil moisture, and motion detection (as a proxy for pest activity), and delivers this data via a user-friendly web interface. It also features digital farm record management, real-time alerts for abnormal conditions, and data visualization through interactive dashboards. Field testing with local farmers showed that the system improves decision-making, speeds up responses to environmental changes, and reduces the need for direct field visits. Unlike earlier systems that often required technical expertise or focused on single parameters, this system offers multi-parameter monitoring and is accessible to farmers without advanced digital literacy. The system bridges the gap between sophisticated agricultural technologies and practical field-level application. It contributes to the adoption of precision agriculture in rural areas, offering a scalable model for broader implementation in similar contexts.

Corresponding Author:

Sintha Wahjusaputri,

Magister Administrasi Pendidikan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Prof. Dr. Hamka, Jakarta, Indonesia

Jl. Buncit Raya, RT.2/RW.5, Kalibata, Jakarta Selatan, DKI Jakarta

Email: sinthaw@uhamka.ac.id



1. PENDAHULUAN

Desa Gunungmanik merupakan salah satu wilayah agraris di Indonesia yang memiliki potensi ekonomi besar dalam komoditas kopi. Budidaya kopi telah menjadi sumber penghidupan utama bagi

sebagian besar masyarakat setempat dan berkontribusi signifikan terhadap kesejahteraan ekonomi desa (Dermawansyah & Rizqi, 2019). Namun demikian, proses pengelolaan dan pemantauan kondisi tanaman kopi di desa ini hingga saat ini masih dilakukan secara manual dan konvensional. Petani umumnya melakukan pengecekan langsung ke lahan untuk mengetahui kondisi tanaman, tanpa adanya dukungan sistem informasi berbasis data real-time (Kurniawan & Hastuti, 2017). Metode tradisional semacam ini memiliki keterbatasan dalam mendeteksi masalah secara dini, seperti kekeringan, serangan hama, atau perubahan cuaca ekstrem yang dapat berdampak signifikan terhadap produktivitas dan kualitas hasil panen.

Permasalahan utama yang dihadapi petani adalah keterbatasan informasi yang cepat, akurat, dan menyeluruh mengenai kondisi lingkungan tempat tanaman tumbuh. Kondisi ini menyebabkan tindakan pencegahan atau penanganan terhadap masalah tanaman sering kali terlambat dilakukan, sehingga menimbulkan potensi kerugian baik secara ekonomi maupun kualitas hasil pertanian (Zhang et al., 2024). Oleh karena itu, diperlukan solusi berbasis teknologi informasi yang mampu menjawab kebutuhan tersebut. Salah satu pendekatan yang potensial adalah pengembangan sistem pemantauan berbasis website yang terhubung dengan perangkat Internet of Things (IoT) (Hakim et al., 2021). Sistem ini diharapkan mampu menyediakan data lingkungan secara waktu nyata (real-time), memberikan notifikasi dini terhadap kondisi abnormal, serta memungkinkan akses informasi secara mudah dan cepat bagi petani. Dengan demikian, pengelolaan kebun kopi dapat dilakukan secara lebih efektif, efisien, dan berbasis data.

Berbagai penelitian terdahulu telah mengangkat topik pengembangan sistem monitoring berbasis IoT di sektor pertanian. Nugroho et al. (2021) mengembangkan sistem pemantauan kelembaban tanah untuk tanaman padi dan berhasil meningkatkan efisiensi penggunaan air hingga 30% (Nugroho & Anjani, 2021). Rahman et al. (2022) mengembangkan sistem pemantauan suhu dan kelembaban untuk tanaman cabai yang beroperasi secara real-time, namun belum dilengkapi dengan fitur notifikasi otomatis yang dinilai penting untuk mempercepat respon petani (Rahman et al., 2021).

Dari tinjauan literatur tersebut, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar sistem yang dikembangkan masih memiliki keterbatasan dalam hal jumlah parameter yang dipantau, kemampuan deteksi dini, dan kemudahan akses antarmuka oleh petani. Belum banyak sistem yang secara komprehensif mengintegrasikan pemantauan multi-parameter lingkungan seperti suhu, kelembaban tanah, dan deteksi hama, disertai penyimpanan data historis, sistem peringatan otomatis, serta visualisasi data informatif melalui platform website (Noviana Widyaningrum & Unan Yusmaniar Oktiawati, 2020). Kesenjangan inilah yang menjadi dasar penelitian ini, untuk menjawab kebutuhan lapangan dan mengisi celah yang belum terakomodasi dalam studi sebelumnya.

Penelitian ini berlandaskan pada teori dasar Internet of Things (IoT), sistem informasi berbasis web, dan konsep pertanian presisi (*precision agriculture*). IoT didefinisikan sebagai jaringan perangkat fisik yang dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, dan konektivitas untuk mengumpulkan dan bertukar data secara otomatis melalui internet (Ayaz et al., 2019). Dalam konteks pertanian, teknologi ini digunakan untuk memantau kondisi lingkungan dan pertumbuhan tanaman secara real-time guna meningkatkan efisiensi pengelolaan lahan. Sistem informasi berbasis web berperan dalam menyajikan data dari perangkat IoT dalam format yang mudah diakses, dengan komponen utama berupa antarmuka pengguna (*frontend*), server aplikasi (*backend*), dan basis data (Putra & Lolly, 2021). Keunggulan sistem ini meliputi fleksibilitas akses, skalabilitas, dan kemudahan integrasi lintas perangkat. Sedangkan konsep pertanian presisi menekankan pengambilan keputusan berdasarkan data aktual dan historis yang dikumpulkan dari lingkungan tumbuh tanaman, sehingga penggunaan sumber daya dapat dilakukan secara lebih terukur dan efisien (Zhang et al., 2024).

Berdasarkan latar belakang dan tinjauan literatur yang telah disampaikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah masih terbatasnya sistem pemantauan pohon kopi yang dirancang secara utuh dan dapat langsung digunakan oleh petani di lapangan. Sistem yang dibutuhkan harus mampu mengintegrasikan data lingkungan secara real-time, menyediakan notifikasi otomatis terhadap kondisi kritis, memiliki fitur manajemen kebun digital, dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data historis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem pemantauan pohon kopi berbasis website yang terintegrasi dengan perangkat IoT, dengan studi kasus di Desa Gunungmanik. Sistem ini diharapkan mampu mempercepat respon petani terhadap permasalahan yang

terjadi di lapangan, meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan kebun, serta mendukung praktik pertanian presisi yang berkelanjutan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata terhadap transformasi digital sektor pertanian di wilayah pedesaan dan menjadi model solusi teknologi yang dapat direplikasi di daerah lain dengan karakteristik serupa.

2. METODE

Metode pengembangan website dalam penelitian ini menggunakan pendekatan Waterfall yang terdiri dari beberapa tahapan sistematis, dimulai dari analisis kebutuhan hingga implementasi dan pengujian system (Fajarwati et al., 2020). Pendekatan ini dipilih karena bersifat terstruktur dan memudahkan pengendalian proses pengembangan untuk menghasilkan produk akhir yang sesuai dengan kebutuhan pengguna.

2.1. Analisis Kebutuhan

Tahap awal meliputi pengumpulan kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem melalui wawancara dan observasi langsung kepada petani dan pihak terkait di Desa Gunung Manik. Kebutuhan utama yang dikumpulkan adalah fitur pemantauan data sensor kelembaban tanah, suhu udara, serta deteksi gerakan hama, dengan data yang harus disajikan secara real-time dan mudah dipahami oleh pengguna non-teknis.

2.2. Desain Sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan arsitektur sistem yang mengintegrasikan sensor IoT dengan server dan website. Desain meliputi diagram alur data (data flow diagram), struktur database, serta rancangan antarmuka website (wireframe dan mockup). Fokus desain antarmuka adalah membuat tampilan yang responsif dan user-friendly sehingga petani dapat mengakses data dengan mudah menggunakan perangkat komputer maupun smartphone.

2.3. Implementasi

Implementasi sistem dilakukan dengan membangun backend dan frontend website menggunakan teknologi web modern. Backend dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan framework Django (atau Node.js, sesuai kebutuhan), yang berfungsi untuk menerima, menyimpan, dan memproses data sensor yang dikirim oleh perangkat IoT. Frontend dibuat menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript (bisa dengan framework seperti React.js atau Vue.js) untuk menghasilkan tampilan yang interaktif dan responsif. Komunikasi antara perangkat IoT dan server dilakukan melalui protokol HTTP atau MQTT agar data sensor dapat diterima secara real-time.

2.4. Integrasi dengan Perangkat IoT

Sensor kelembaban tanah, suhu udara, dan sensor gerak hama dipasang di lokasi perkebunan kopi. Perangkat IoT yang digunakan dilengkapi modul Wi-Fi untuk mengirimkan data secara otomatis ke server pusat. Sistem website menerima data tersebut, kemudian memproses dan menampilkannya dalam bentuk grafik, indikator kondisi lingkungan, dan notifikasi apabila terdeteksi kondisi abnormal.

2.5. Pengujian Sistem

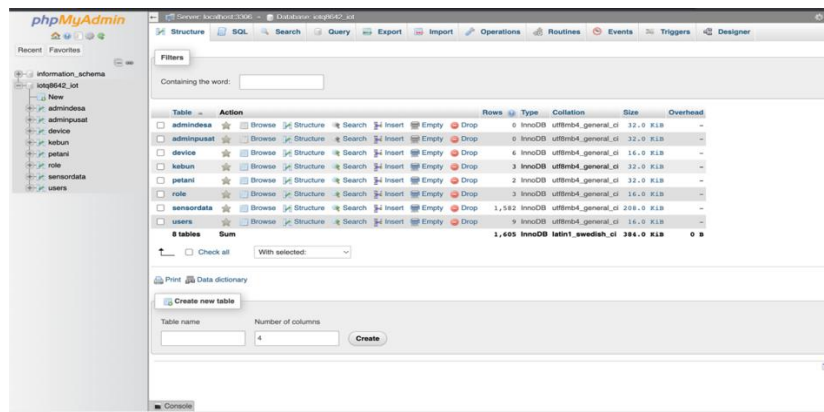
Pengujian dilakukan untuk memastikan fungsi website berjalan sesuai spesifikasi. Pengujian meliputi uji fungsionalitas (mengecek semua fitur bekerja dengan baik), uji responsivitas antarmuka, dan uji performa pengiriman data real-time dari sensor ke website. Selain itu, dilakukan pengujian penggunaan (user acceptance test) dengan melibatkan petani untuk menguji kemudahan akses dan pemahaman tampilan website.

2.6. Evaluasi dan Perbaikan

Berdasarkan hasil pengujian dan masukan dari pengguna, dilakukan evaluasi sistem untuk mengidentifikasi kekurangan dan kebutuhan tambahan. Perbaikan dilakukan untuk meningkatkan stabilitas, kecepatan akses, serta kemudahan penggunaan website. Proses evaluasi ini bersifat iteratif sampai sistem dinyatakan siap digunakan secara operasional.

3. HASIL DAN ANALISIS

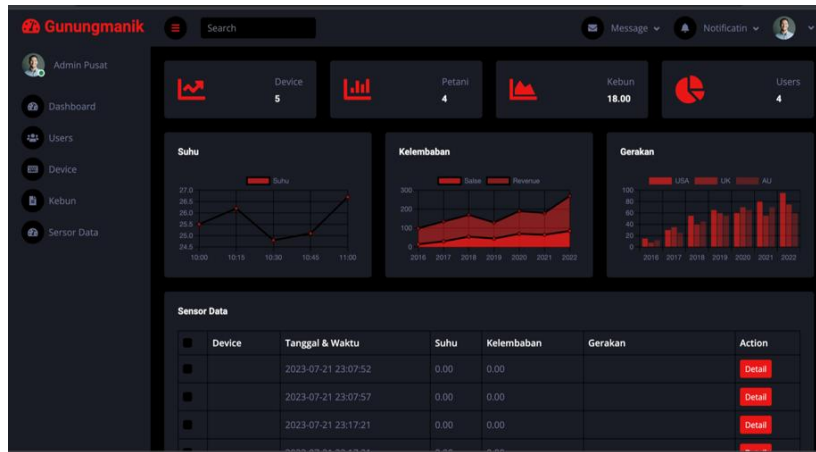
Arsitektur sistem monitoring pertanian berbasis web yang dikembangkan melalui platform *iotgm.id* dirancang secara menyeluruh untuk mendukung kebutuhan pemantauan kondisi lingkungan kebun kopi secara real-time. Sistem ini terdiri dari empat komponen utama, yaitu perangkat Internet of Things (IoT) yang terpasang di lapangan, server API, basis data (database), dan antarmuka website. Perangkat IoT, yang dipasang langsung di area kebun petani, berfungsi untuk mengukur sejumlah parameter lingkungan penting seperti suhu udara, kelembapan tanah, dan pergerakan yang dapat mengindikasikan adanya hama. Data hasil pengukuran dikirim secara berkala melalui Write API menuju server pusat yang berfungsi sebagai pengelola komunikasi dan penyimpanan data. Selanjutnya, data tersebut disimpan dalam sistem basis data untuk keperluan pencatatan, analisis historis, dan pemantauan.



Gambar 1. Halaman Database dengan PhpMyAdmin

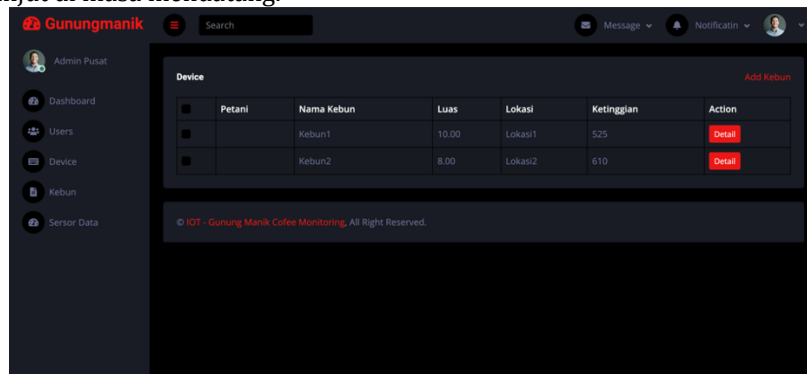
Website *iotgm.id* kemudian memanfaatkan Read API untuk mengambil data yang tersimpan dan menyajikannya kepada pengguna melalui antarmuka grafis berbasis web. Setiap kebun yang dimonitor teridentifikasi melalui kanal unik (unique channel), yang disediakan oleh platform untuk memisahkan dan mengorganisasi data berdasarkan lokasi dan perangkat. Dalam struktur antarmuka sistem, terdapat dua peran utama pengguna, yakni administrator dan petani. Administrator memiliki hak akses penuh untuk mengelola pengguna, menambahkan atau menghapus perangkat IoT, menetapkan ambang batas parameter lingkungan ideal, serta mengatur sistem notifikasi ketika terjadi deviasi dari kondisi normal. Sementara itu, petani memiliki akses terhadap data kebun miliknya dan dapat memantau kondisi lingkungan secara langsung melalui fitur-fitur yang tersedia di dalam sistem.

Terdapat tiga fitur utama dalam website ini, yaitu Dashboard, Data Kebun (Plantation), dan Data Sensor. Fitur Dashboard berfungsi sebagai antarmuka utama yang memberikan gambaran ringkas tentang kondisi keseluruhan sistem. Di dalamnya ditampilkan informasi jumlah kebun yang dipantau, grafik tren suhu dan kelembapan lingkungan, serta data deteksi gerakan yang dikirim oleh perangkat IoT secara real-time. Melalui tampilan ini, pengguna dapat memantau kondisi umum lahan secara cepat dan efisien tanpa harus mengakses setiap data secara terpisah.



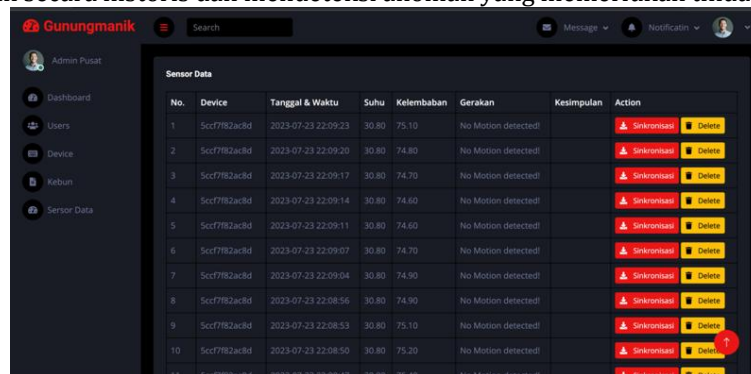
Gambar 2. Halaman Dashboard iotgm.id

Fitur Data Kebun memungkinkan petani untuk memasukkan informasi detail mengenai kebunnya, seperti nama kebun, lokasi geografis, luas lahan, dan ketinggian tempat. Informasi tersebut disimpan secara terstruktur dalam basis data, yang tidak hanya memudahkan pengelolaan banyak kebun, tetapi juga mendukung pelacakan kondisi spesifik berdasarkan karakteristik lokasi. Pengguna juga dapat memperbarui informasi terkait jenis tanaman atau batas wilayah kebun sebagai dasar untuk analisis lebih lanjut di masa mendatang.



Gambar 3. Halaman Data Kebun iotgm.id

Selanjutnya, fitur Data Sensor menyajikan informasi parameter lingkungan dari setiap perangkat IoT yang aktif. Data yang ditampilkan mencakup nilai suhu, kelembapan, dan deteksi gerakan, lengkap dengan ID perangkat, tanggal, dan waktu pengukuran. Antarmuka ini memungkinkan pengguna untuk melihat data baik dalam bentuk tabel maupun grafik, sehingga mereka dapat mengamati fluktuasi kondisi lingkungan secara historis dan mendeteksi anomali yang memerlukan tindakan cepat.



Gambar 4. Halaman Data Sensor iotgm.id

Antarmuka sistem secara keseluruhan dirancang dengan prinsip responsif dan intuitif, mengintegrasikan elemen-elemen visual seperti grafik dinamis, tabel data, dan formulir input yang mudah digunakan. Tampilan grafik pada fitur Dashboard diperbarui secara otomatis untuk memberikan visualisasi data yang mudah dipahami, bahkan oleh pengguna non-teknis. Prinsip User Interface (UI) dan User Experience (UX) yang sederhana namun efektif diterapkan secara konsisten agar sistem ini

dapat diakses oleh petani dengan tingkat literasi digital yang bervariasi. Dengan arsitektur yang terintegrasi dan antarmuka pengguna yang ramah, sistem *iotgm.id* terbukti mendukung kegiatan monitoring pertanian secara efisien, khususnya untuk petani kopi di wilayah pedesaan seperti Desa Gunungmanik.

3.2. Diskusi

Hasil pengembangan sistem *iotgm.id* menunjukkan keselarasan yang kuat dengan berbagai temuan dalam studi sebelumnya mengenai penerapan Internet of Things (IoT) dalam bidang pertanian. Sistem ini memungkinkan pemantauan parameter lingkungan secara waktu nyata, seperti suhu, kelembapan tanah, dan gerakan yang mengindikasikan keberadaan hama. Kemampuan ini mendukung konsep pertanian presisi yang bertumpu pada data lapangan aktual sebagai dasar pengambilan keputusan. Fitur dashboard yang interaktif tidak hanya mempermudah petani dalam memantau kondisi lahan, tetapi juga membantu dalam mengoptimalkan penggunaan sumber daya pertanian, seperti air dan pupuk, dengan mengacu pada pembacaan sensor secara real-time. Pendekatan berbasis data (data-driven) ini memungkinkan petani merespon lebih cepat terhadap perubahan kondisi lingkungan, dan mengatur jadwal penyiraman atau perlakuan lainnya secara lebih efektif.

Jika dibandingkan dengan sistem yang dikembangkan oleh Selvanarayanan et al. (2024), yang mengintegrasikan pemodelan prediktif berbasis RNN dan logika counterfactual untuk pengambilan keputusan agronomis, *iotgm.id* menawarkan pendekatan yang lebih langsung dan operasional (Selvanarayanan et al., 2024). Keunggulan sistem ini meliputi kemampuannya dalam menyediakan pemantauan multi-parametrik secara real-time dalam satu platform terpadu. Penggunaan antarmuka web yang dirancang secara user-friendly memungkinkan petani untuk dengan mudah menginput data kebun dan membaca hasil pengukuran sensor tanpa memerlukan keahlian teknis yang tinggi.

Dari sisi arsitektural, pemanfaatan server terpusat yang terintegrasi dengan API memastikan sistem memiliki skalabilitas tinggi serta mendukung pengelolaan data yang aman dan efisien. Penggunaan pendekatan ini juga mencerminkan adopsi praktik terbaik dalam sistem berbasis IoT, di mana pemantauan dapat dilakukan dari jarak jauh melalui antarmuka berbasis web yang responsif. Hal ini sejalan dengan literatur yang menunjukkan bahwa integrasi sensor cerdas dalam sistem pertanian dapat berkontribusi besar terhadap peningkatan produktivitas dan efisiensi sumber daya. Selain itu, dibandingkan dengan penelitian Rosdiana et al. (2024) yang terbatas pada pengendalian lingkungan rumah kaca, *iotgm.id* dirancang untuk kondisi lapangan terbuka, serta dilengkapi dengan sistem manajemen kebun, notifikasi otomatis, dan tampilan data historis dalam format grafis yang mudah dibaca (Rosdiana et al., 2025). Dalam konteks ini, *iotgm.id* memfokuskan diri pada parameter fisik yang lebih stabil dan aplikatif untuk tindakan cepat, seperti suhu dan kelembapan, serta deteksi gerakan untuk indikasi dini terhadap serangan hama.

Namun demikian, implementasi sistem *iotgm.id* juga menghadapi beberapa tantangan yang perlu diperhatikan untuk pengembangan lanjutan. Salah satu hambatan utama adalah keterbatasan infrastruktur jaringan di beberapa wilayah kebun, yang menyebabkan gangguan pada proses pengiriman data secara real-time (Septiawan & Syamsuar, 2021). Di samping itu, kebutuhan akan perangkat keras (sensor, mikrokontroler, modul komunikasi) memerlukan investasi awal yang relatif tinggi, serta biaya pemeliharaan berkala. Tingkat literasi teknologi petani yang masih beragam juga menjadi tantangan tersendiri dalam adopsi sistem ini secara menyeluruh. Masalah lain yang tidak kalah penting adalah isu keamanan data, di mana sistem IoT sering kali rentan terhadap kebocoran informasi dan potensi serangan siber. Temuan-temuan ini selaras dengan berbagai studi terdahulu yang mengidentifikasi hambatan umum dalam penerapan teknologi IoT di sektor pertanian, seperti keterbatasan pengetahuan pengguna, tingginya biaya awal, serta belum optimalnya infrastruktur pendukung di daerah pedesaan.

Untuk itu, sejumlah rekomendasi pengembangan perlu dikemukakan guna meningkatkan kinerja dan adopsi sistem ini di masa mendatang. Pertama, perlu dilakukan integrasi modul penyimpanan lokal (buffering) pada perangkat IoT untuk mengantisipasi gangguan jaringan, sehingga data tetap tersimpan dan dapat dikirim ulang ketika koneksi tersedia. Kedua, sistem komunikasi dapat ditingkatkan dengan memanfaatkan teknologi LoRa (Long Range), yang dikenal hemat energi dan mampu menjangkau area yang luas meskipun berada di lokasi terpencil. Ketiga, sistem ini dapat diperluas dengan penambahan algoritma analitik atau kecerdasan buatan (AI) untuk memprediksi kondisi tanaman dan memberikan rekomendasi tindakan otomatis, seperti penyiraman atau pemupukan, berdasarkan pola data yang terbaca. Keempat, pengembangan aplikasi mobile khusus dengan antarmuka sederhana dapat meningkatkan aksesibilitas dan pengalaman pengguna, khususnya

bagi petani yang lebih familiar dengan ponsel pintar. Kelima, sistem sebaiknya dilengkapi dengan sensor tambahan, seperti pH tanah, intensitas cahaya, atau kadar nutrisi, untuk menciptakan sistem monitoring yang lebih komprehensif dan presisi. Terakhir, aspek sosialisasi dan pelatihan petani harus menjadi bagian integral dari pengembangan sistem, disertai dukungan kolaboratif dengan pihak pemerintah atau dinas pertanian agar adopsi teknologi ini dapat berlangsung secara berkelanjutan.

Secara keseluruhan, sistem *iotgm.id* telah memberikan kontribusi yang nyata dalam memperkuat sistem pemantauan pertanian di Desa Gunungmanik. Dengan menyajikan data lingkungan yang akurat, sistem ini tidak hanya mendukung proses pengambilan keputusan yang lebih baik, tetapi juga membuka peluang besar untuk mendorong transformasi digital di sektor pertanian menuju arah pertanian cerdas (*smart farming*) yang lebih efektif, efisien, dan berkelanjutan..

4. KONKLUSI

Penelitian ini telah menghasilkan sebuah sistem pemantauan pohon kopi berbasis website yang terintegrasi dengan perangkat Internet of Things (IoT), yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan petani di Desa Gunungmanik dalam memperoleh informasi lingkungan kebun secara real-time dan akurat. Sistem yang dikembangkan, yaitu *iotgm.id*, mampu memantau suhu, kelembaban tanah, serta mendeteksi gerakan yang berpotensi menunjukkan keberadaan hama. Data yang dikumpulkan oleh sensor dikirimkan ke server dan ditampilkan dalam antarmuka website yang responsif, lengkap dengan grafik visual, data historis, dan fitur notifikasi otomatis. Hasil implementasi dan uji coba menunjukkan bahwa sistem ini dapat meningkatkan efisiensi pemantauan lahan dan membantu petani dalam merespon kondisi kritis secara lebih cepat. Selain itu, sistem ini menyediakan fitur manajemen data kebun, yang memungkinkan petani untuk mencatat dan melacak informasi agronomis secara digital dan terpusat.

Dibandingkan dengan beberapa penelitian terdahulu, sistem *iotgm.id* menunjukkan keunggulan dalam hal integrasi fungsi, kemudahan akses, serta fleksibilitas penggunaan. Sistem ini menjadi wujud nyata penerapan pertanian presisi berbasis teknologi informasi di lingkungan pedesaan. Namun demikian, masih terdapat beberapa tantangan seperti ketergantungan pada konektivitas internet yang stabil dan keterbatasan fitur analisis prediktif berbasis data historis. Oleh karena itu, direkomendasikan pengembangan lanjutan dengan menambahkan teknologi komunikasi jarak jauh seperti LoRa, penguatan sistem keamanan data, serta pengembangan fitur berbasis kecerdasan buatan yang mampu memberikan rekomendasi otomatis kepada petani. Selain itu, pengembangan aplikasi mobile, pelatihan berkelanjutan bagi petani, dan kolaborasi dengan dinas pertanian daerah juga menjadi strategi penting untuk memperluas adopsi sistem ini. Dengan demikian, sistem *iotgm.id* diharapkan dapat menjadi model pengelolaan kebun kopi berbasis teknologi yang efektif, efisien, dan berkelanjutan, serta dapat direplikasi di wilayah lain yang memiliki karakteristik serupa.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayaz, M., Ammad-uddin, M., Sharif, M., Mansour, A., & Aggoune, E.-H. M. (2019). Internet-of-Things (IoT)-based smart agriculture: Toward making the fields talk. *IEEE Access*, 7, 129551–129583.
- Dermawansyah, M., & Rizqi, R. M. (2019). Analisis Strategi Komunikasi Pemasaran Melalui Digital Marketing Pada Home Industri Kopi Cahaya Robusta Sumbawa. *Jurnal Manajemen Ekonomi Dan Bisnis*, 1–5.
- Fajarwati, L., Hidayat, R., & Budiarti, Y. (2020). Sistem Informasi Rekrutmen Karyawan Baru pada PT Karya Putra Sapta Manunggal Berbasis Web. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi Dan Aplikasi*, 3(4), 237. <https://doi.org/10.32493/jtsi.v3i4.7468>
- Hakim, I. M., Singgih, M. L., & Gunarta, I. K. (2021). Critical success factors for implementation of internet of things (IoT) in automotive companies: A literature review. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 1, 5199–5207. <https://doi.org/10.46254/an11.20210881>
- Kurniawan, W. M., & Hastuti, K. (2017). Penentuan Kualitas Biji Kopi Arabika Dengan Menggunakan Analytical Hierarchy Process (Studi Kasus Pada Perkebunan Kopi Lereng Gunung Kelir Jambu Semarang). *Simetris : Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 8(2), 519. <https://doi.org/10.24176/simet.v8i2.1358>
- Noviana Widyaningrum, & Unan Yusmaniar Oktiawati. (2020). Sistem Pemantauan dan Pengendalian Debit Fluida Berbasis Arduino dan Website. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, 9(3), 287–295. <https://doi.org/10.22146/v9i3.261>
- Nugroho, W., & Anjani, R. (2021). Pengembangan Sistem Monitoring Kelembaban Tanah Berbasis IoT untuk Tanaman Padi. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 14(2), 101–110.
- Putra, M. Y., & Lolly, R. W. R. (2021). Sistem Aplikasi Penjualan Souvenir Berbasis Web Menggunakan Metode Rapid Application Development (RAD). *INFORMATION SYSTEM FOR EDUCATORS AND PROFESSIONALS : Journal of*

- Information System*, 5(2), 151. <https://doi.org/10.51211/isbi.v5i2.1548>
- Rahman, M. F., Budiman, F., & Fuadi, A. Z. (2021). *Sistem Monitoring Keadaan Tanah Berbasis Iot Iot Based Soil State Monitoring System*. 8(2), 1039–1050.
- Rosdiana, E., Ali, F. Y., Pristiwaningsih, E. R., & Purbaningtyas, R. (2025). *IoT for Agricultural Innovation : Enhancing Robusta Coffee Seedling Growth in Controlled Environments with Intelligent Air Quality Control System (IAQCS)*. 2(1), 1–9.
- Selvanarayanan, R., Rajendran, S., Algburi, S., Khalaf, O., & Hamam, H. (2024). Empowering coffee farming using counterfactual recommendation based RNN driven IoT integrated soil quality command system. *Scientific Reports*, 14. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-56954-x>
- Septiawan, D., & Syamsuar, D. (2021). Peningkatan Kualitas Jaringan 4G LTE Menggunakan Metode Optimasi Teknik Traffic Sharing. *Jurnal Telekomunikasi Dan Komputer*, 11(3), 177. <https://doi.org/10.22441/incomtech.v11i3.10612>
- Zhang, X., Feng, G., & Sun, X. (2024). Advanced technologies of soil moisture monitoring in precision agriculture: A Review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 18, 101473. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101473>