



Pengembangan Aplikasi Berbasis Android untuk Sistem Irigasi pada Sistem Pertanian Cerdas Menggunakan Flutter

Wahyu Nur Laeli Septi Ningrum, Kurniawan Dwi Irianto*

Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Informatika, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

Email: ¹22523028@students.uii.ac.id, ^{2,*}k.d.irianto@uii.ac.id

Email Penulis Korespondensi: k.d.irianto@uii.ac.id

Abstrak—Sektor pertanian memiliki peran penting dalam mendukung ketahanan pangan nasional. Namun, pengelolaan irigasi yang masih dilakukan secara manual sering menimbulkan berbagai permasalahan seperti pemborosan air, penyiraman yang kurang optimal, serta tingginya kebutuhan waktu dan tenaga petani dalam memantau kondisi lahan. Berdasarkan hasil observasi lapangan, proses penyiraman masih dilakukan secara manual sehingga sering terjadi keterlambatan penyiraman dan penggunaan air yang tidak terkontrol. Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) memberikan peluang untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan irigasi melalui sistem pemantauan dan pengendalian otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi sistem irigasi cerdas pada pertanian berbasis android yang dapat membantu petani dalam memantau kondisi lahan dan pengendalian sistem irigasi secara jarak jauh. Metode pengembangan yang digunakan adalah *Prototype*, metode *prototype* merupakan pendekatan pengembangan sistem yang terdiri atas tahap komunikasi, perencanaan cepat, perancangan, pembuatan prototipe dan pengujian. Aplikasi dikembangkan menggunakan Flutter dan *Firebase Realtime Database* serta diintegrasikan dengan perangkat IoT untuk menampilkan data kelembapan tanah, mengontrol pompa irigasi, menampilkan riwayat penyiraman, dan menyediakan informasi cuaca secara *real-time*. Pengujian sistem dilakukan menggunakan *Black Box Testing* untuk menguji fungsionalitas aplikasi dan *System Usability Scale* (SUS) yang melibatkan 10 responden untuk mengevaluasi tingkat kegunaan aplikasi. Hasil pengujian *Black Box Testing* menunjukkan seluruh fungsi aplikasi berjalan dengan tingkat keberhasilan 100% sedangkan pengujian *System Usability Scale* (SUS) menghasilkan skor rata-rata sebesar 83 yang termasuk kategori Excellent dan Grade A. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi berhasil dikembangkan dan mampu terhubung dengan sistem IoT secara *real-time* sehingga dapat membantu proses pemantauan lahan dan pengelolaan irigasi secara lebih efektif dan efisien. Kontribusi penelitian ini adalah menghasilkan aplikasi sistem irigasi cerdas berbasis Android yang mengintegrasikan pemantauan kelembapan tanah, pengendalian pompa otomatis dan manual, penjadwalan penyiraman, notifikasi, riwayat penyiraman, serta informasi cuaca secara *real-time* dalam satu platform yang terhubung dengan *Internet of Things* (IoT).

Kata Kunci: Irigasi Cerdas; Aplikasi Android; Internet of Things; Firebase Realtime Database; Flutter; System Usability Scale

Abstract—The agricultural sector plays a crucial role in supporting national food security. However, irrigation management that is still carried out manually often gives rise to various problems, such as water wastage, suboptimal watering, and the high time and labor demands on farmers in monitoring field conditions. Based on field observations, the watering process is still conducted manually, frequently resulting in delayed watering and uncontrolled water usage. The advancement of Internet of Things (IoT) technology provides opportunities to improve irrigation management efficiency through automated monitoring and control systems. This study aims to develop an Android-based smart irrigation system application for agriculture that can assist farmers in monitoring field conditions and controlling the irrigation system remotely. The development method employed is the Prototype model, which is a system development approach consisting of communication, quick planning, design, prototype construction, and testing phases. The application was developed using Flutter and Firebase Realtime Database and integrated with IoT devices to display soil moisture data, control irrigation pumps, display watering history, and provide real-time weather information. System testing was conducted using Black Box Testing to evaluate application functionality and the System Usability Scale (SUS) involving 10 respondents to assess the application's usability level. The Black Box Testing results demonstrated that all application functions operated with a 100% success rate, while the System Usability Scale (SUS) testing yielded an average score of 83, which falls into the Excellent category and Grade A. The findings indicate that the application was successfully developed and is capable of connecting with the IoT system in real-time, thereby facilitating more effective and efficient land monitoring and irrigation management. The contribution of this research is the development of an Android-based smart irrigation system application that integrates soil moisture monitoring, automatic and manual pump control, watering scheduling, notifications, watering history, and real-time weather information within a single platform connected to the Internet of Things (IoT).

Keywords: Smart Irrigation; Android Application; Internet of Things; Firebase Realtime Database; Flutter; System Usability Scale

1. PENDAHULUAN

Sektor pertanian merupakan salah satu pilar utama dalam ketahanan pangan nasional Abrar & Tukino, (2023). Pertanian sampai saat ini memiliki peran strategis sebagai pemasok bahan baku pangan di Indonesia, oleh sebab itu Indonesia disebut sebagai negara agrari (Putri dkk., 2024). Sementara itu, menurut Panunggul dkk., (2023), pertanian merupakan penggunaan sumber daya alam oleh manusia yang melalui berbagai budidaya tanaman yang produktif dan dapat dikembangkan seumur hidup. Salah satu tonggak sejarah terpenting dalam perkembangan pertanian adalah ditemukannya pertanian berbasis air atau pertanian irigasi. Peran petani sangat penting untuk pemenuhan kebutuhan pangan bagi masyarakat. Namun demikian, permasalahan yang hingga kini masih dihadapi adalah pengukuran jumlah air, manajemen waktu petani dalam mengelola lahan pertanian dan khususnya pada aspek pengelolaan air atau irigasi (Hasibuan, 2023). Sistem irigasi manual masih banyak digunakan oleh petani di desa yang cenderung tidak efektif, karena membutuhkan tenaga kerja yang besar dan tentunya menyita banyak waktu. Dengan permasalahan tersebut, *smart farming* dapat membantu untuk memanfaatkan penerapan teknologi informasi dan komunikasi di bidang pertanian untuk membantu petani dalam meningkatkan produktivitas dan ekonomi masyarakat (Irianto, 2022a).



Penggunaan air dalam sektor pertanian menjadi tantangan serius bagi petani, terutama di wilayah dengan ketersediaan air terbatas (Anggraini dkk., 2025). Penggunaan air yang tidak terkontrol dapat berdampak pada berkurangnya produktivitas lahan pertanian. Tanaman yang kekurangan air akan mengalami stres sehingga menghambat pertumbuhan, sementara tanaman yang mendapatkan air berlebih berpotensi mengalami pembusukan akar. Maka dengan itu, dibutuhkan solusi yang dapat membantu petani dalam mengatur pemberian air sesuai kebutuhan tanaman secara tepat waktu dan tepat jumlah air yang harus dikeluarkan.

Menurut Anggraeni dkk., (2024), irigasi merupakan salah satu bagian penting dari sistem pertanian, terutama bagi daerah yang memiliki curah hujan yang terlalu tinggi atau panjang. Dengan adanya irigasi dan kelembaban tanah yang ideal, maka pertumbuhan dan perkembangan tanaman dapat berlangsung dengan sempurna. Terdapat beberapa metode irigasi, yaitu irigasi permukaan, irigasi bawah-permukaan, irigasi curah dan irigasi tetes (Budiman dkk., 2024). Sistem irigasi yang umum digunakan oleh petani di Indonesia adalah irigasi permukaan. Irigasi permukaan adalah sistem irigasi yang mendistribusikan air ke lahan pertanian yang mengikuti gaya gravitasi bumi, yaitu air akan mengalir dari dataran tinggi ke dataran yang lebih rendah (Haris dkk. 2022).

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) membuka peluang solusi berupa sistem irigasi cerdas. Teknologi pertanian diharapkan dapat memberikan manfaat nyata dalam pertanian Indonesia, diantaranya dapat meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman serta dapat meningkatkan tingkat kesuburan tanah. Potensi *Internet of Things* dalam bidang pertanian bertujuan untuk membantu meningkatkan hasil panen dan efisiensi waktu kerja petani dengan teknologi yang lebih modern (Dianta & Winarto, 2025). Selain diterapkan pada sistem irigasi, teknologi IoT juga telah digunakan dalam konsep smart agriculture untuk mendukung otomatisasi berbagai aktivitas pertanian. Pengembangan sistem FARMEYE-AI berbasis Edge AI dan IoT yang mampu melakukan pemantauan area persawahan serta pengendalian hama secara otomatis menunjukkan bahwa integrasi IoT dan kecerdasan buatan dapat meningkatkan efektivitas pengelolaan lahan pertanian serta mengurangi ketergantungan terhadap pemantauan manual oleh petani (Wicaksana & Irianto, 2026). Teknologi *Long Range* (LoRa) pada sistem irigasi pertanian berbasis *Internet of Things* (IoT) dapat diterapkan di pertanian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa LoRa mampu mendukung komunikasi jarak jauh pada lahan pertanian dengan konsumsi daya yang rendah, sehingga sesuai untuk implementasi sistem pemantauan dan pengendalian irigasi secara *real-time* (Irianto, 2022b). Temuan tersebut menunjukkan bahwa integrasi teknologi komunikasi nirkabel dalam sistem irigasi cerdas dapat meningkatkan efektivitas pemantauan kondisi lahan pertanian. Dengan sensor kelembaban tanah yang terhubung dengan mikrokontroler dan aplikasi android, petani dapat memantau kondisi lahan secara *real-time* dan mengatur penyiraman secara otomatis dimanapun petani berada. Menurut Ariawan, (2024) menunjukkan bahwa sistem irigasi cerdas dapat mengurangi tingkat konsumsi air hingga 30% apabila dibandingkan dengan metode irigasi konvensional tanpa harus mengorbankan produktivitas tanaman.

Teknologi IoT telah banyak dikembangkan dalam berbagai sektor. Potensi aplikasi berbasis IoT sangat luas, hampir semua aspek kehidupan dan industri menggunakan aplikasi yang berbasis IoT (Djamen & Kamasi, 2025a). Namun, penerapan IoT dalam bentuk aplikasi yang mudah digunakan oleh pengguna terutama petani masih sangat terbatas. Sejauh ini, sebagian besar sistem irigasi otomatis masih berfokus pada perangkat keras, sementara aspek pengoperasian belum mendapat perhatian optimal. Padahal, mayoritas petani kini sudah mulai mengikuti perkembangan zaman, mayoritas petani sudah mulai menggunakan smartphone dalam kegiatan sehari-hari. IoT memungkinkan pengumpulan data *real-time* melalui sensor yang dapat memberikan informasi mengenai keadaan lahan pertanian (Goda & Neta, 2024).

Kemajuan teknologi dapat dimanfaatkan untuk mengatasi kekurangan sistem irigasi yang kurang efektif. Dalam konteks irigasi modern, aplikasi yang terintegrasi dengan sistem IoT memungkinkan terciptanya sistem irigasi pintar (Djamen & Kamasi, 2025b). Ditengah tuntutan peningkatan hasil pertanian, perubahan iklim, minimnya tenaga kerja dan kebutuhan efisiensi air, maka keberadaan Aplikasi Sistem Irigasi Cerdas berbasis Android sangat penting untuk dikembangkan. Melalui penelitian ini, peneliti akan mengembangkan Aplikasi Sistem Irigasi Cerdas pada Pertanian berbasis Android. Aplikasi ini akan berfungsi sebagai aplikasi pembantu petani dalam memantau kondisi PH tanah lahan, mengontrol pompa secara otomatis, dan dapat menampilkan riwayat penyiraman. Inovasi ini diharapkan dapat melahirkan sebuah Aplikasi Sistem Irigasi Cerdas berbasis Android dan menjadi solusi tepat bagi petani dalam mendukung pertanian dan penggunaan air di era digital.

Menurut (Qodriyah dkk., 2025), pengembangan sistem irigasi cerdas pada *green house* melalui aplikasi mobile berbasis IoT yang menggunakan metode *prototype* mampu melakukan penyiraman otomatis berdasarkan kondisi tanah, dan efisiensi penggunaan air meningkat dibanding sistem irigasi konvensional. Namun, penelitian tersebut belum menyediakan fitur informasi cuaca, riwayat penyiraman, maupun kontrol manual dan penjadwalan penyiraman dalam satu aplikasi. Menurut (Ary Esta Dewi Wirastuti dkk., 2022), aplikasi yang dikembangkan berhasil memonitor kondisi air subak secara *real time*, namun aplikasi tidak menyediakan fitur kontrol otomatis. Menurut (Suwardoyo & Mk, 2025), aplikasi mampu melakukan monitoring dan penyiraman otomatis melalui aplikasi android, namun belum menyediakan analisis data dan riwayat yang lengkap. Sedangkan menurut Suryanti dkk. (2024), penerapan teknologi irigasi tetes pada kegiatan masyarakat berhasil dilakukan, monitoring menunjukkan perbaikan dalam distribusi air dan terdapat peningkatan pemahaman dan penggunaan teknologi irigasi oleh masyarakat namun tidak memiliki pengukuran kuantitatif yang rinci dan pengujian spesifik hanya pada lokasi tertentu. Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, masih terdapat kesenjangan penelitian berupa belum tersedianya aplikasi Android yang mengintegrasikan monitoring kelembaban tanah, pengendalian pompa secara otomatis maupun manual, penjadwalan penyiraman, riwayat penyiraman, notifikasi, dan informasi cuaca dalam satu platform yang terhubung secara *real-time* dengan sistem IoT.



Penelitian ini berupaya mengisi kesenjangan tersebut melalui pengembangan aplikasi berbasis Flutter yang terintegrasi dengan *Firestore Realtime Database* dan perangkat IoT sehingga mampu mendukung pengelolaan irigasi secara lebih efektif dan efisien.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan aplikasi sistem irigasi cerdas pada pertanian berbasis android yang terintegrasi langsung dengan sistem *Internet of Things*. Aplikasi dikembangkan menggunakan Flutter dan terintegrasi dengan *Firestore Realtime Database* untuk menampilkan informasi kelembaban tanah, pengendalian pompa, notifikasi, riwayat penyiraman, dan informasi cuaca. Penelitian ini bertujuan menghasilkan aplikasi yang dapat membantu petani dalam memantau kondisi lahan dan mengelola sistem irigasi secara lebih efektif, efisien, dan fleksibel. Penelitian ini berhasil menghasilkan aplikasi sistem irigasi cerdas berbasis Android yang mengintegrasikan pemantauan kelembaban tanah, pengendalian pompa otomatis dan manual, penjadwalan penyiraman, notifikasi, riwayat penyiraman, serta informasi cuaca secara real-time dalam satu platform yang terhubung dengan *Internet of Things* (IoT).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian yang berfokus pada pengembangan aplikasi sistem irigasi cerdas pada pertanian berbasis android. Dalam proses pengembangan aplikasi, pengembang menggunakan metode *prototype*. Metode *prototype* merupakan metode pengembangan perangkat lunak yang dilakukan dengan membuat *mockup* atau rancangan awal sistem untuk menggambarkan kebutuhan pengguna sebelum sistem dikembangkan secara penuh. Metode ini cocok digunakan pada penelitian ini dikarenakan metode *Prototype* memungkinkan pengembang berinteraksi langsung selama proses pengembangan sehingga kebutuhan sistem dapat diidentifikasi dan disesuaikan dengan kondisi lapangan.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2025 hingga Mei 2026 yang dilakukan di Desa Ngemplak Kecamatan Ngemplak, Sleman dan di Desa Patukrejo, Kecamatan, Bonorowo Kebumen. Data yang digunakan pengembang berasal dari hasil observasi langsung ke lapangan dan wawancara dengan petani yang merupakan pengguna aplikasi. Target utama dalam penelitian ini adalah menghasilkan aplikasi sistem irigasi cerdas berbasis android yang dapat digunakan petani dalam pengendalian sistem irigasi yang terintegrasi langsung dengan sistem *Internet of Things* (IoT).

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan perangkat lunak *Prototype* untuk mengembangkan aplikasi Sistem Irigasi Cerdas pada Pertanian Berbasis Android. Berikut merupakan rincian tahap *prototype* yang dilakukan oleh pengembang.

a. Communication

Tahap *communication* dilakukan untuk memahami kebutuhan pengguna dan mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada pengguna dalam pengelolaan irigasi. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data melalui observasi langsung dan wawancara langsung dengan petani. Informasi yang diperoleh digunakan sebagai dasar dalam pengembang menentukan kebutuhan sistem. Proses wawancara melibatkan 10 petani. Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur dengan menggali informasi mengenai jenis tanaman yang biasa dibudidayakan, cara petani menentukan waktu penyiraman, kendala yang sering dihadapi dalam proses pengairan lahan, pandangan petani terhadap pentingnya aplikasi yang mampu memberikan informasi kelembaban tanah serta mengontrol pompa secara otomatis, fitur-fitur yang diharapkan tersedia pada aplikasi, dan berbagai saran maupun masukan terkait pengembangan sistem irigasi cerdas.

b. Quick Plan

Tahap *quick plan* dilakukan dengan menyusun kebutuhan sistem berdasarkan hasil observasi dan wawancara. Tahap ini bertujuan untuk menentukan kebutuhan fungsional dan non-fungsional aplikasi yang dibutuhkan pengguna sehingga proses pengembangan memiliki arah yang jelas. Kebutuhan fungsional berkaitan langsung dengan fitur-fitur yang harus tersedia pada aplikasi, sementara kebutuhan non-fungsional berkaitan dengan performa, kemudahan pengguna dalam menggunakan aplikasi dan keamanan.

c. Modelling Quick Design

Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem menggunakan *Unified Modeling Language* (UML), *Entity Relationship Diagram* (ERD), dan *Wireframe* antarmuka aplikasi. Perancangan digunakan untuk memastikan bahwa kebutuhan pengguna yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya dapat diterjemahkan ke dalam bentuk rancangan yang terstruktur dan mudah dipahami oleh pengembang. UML digunakan untuk pemodelan sistem sedangkan ERD digunakan untuk menggambarkan hubungan antar data yang disimpan pada *database* dan *Wireframe* digunakan untuk menggambarkan tata letak komponen.

d. Construction of Prototype

Tahap ini merupakan proses implementasi *prototype* menggunakan Flutter sebagai *framework* pengembangan aplikasi dan *Firestore Realtime Database* sebagai media penyimpanan data secara *real-time*. Sistem aplikasi akan di hubungkan dengan perangkat sistem IoT agar pengguna dapat menggunakan aplikasi yang terhubung langsung dengan sistem IoT. Data kelembaban tanah dibaca oleh sensor soil moisture dan diproses oleh NodeMCU ESP32. Selanjutnya data dikirimkan melalui jaringan internet menuju *Firestore Realtime Database*. Aplikasi Android yang terhubung ke *Firestore* akan menampilkan data tersebut secara real-time. Sebaliknya, perintah pengendalian pompa yang diberikan pengguna melalui aplikasi akan disimpan pada *Firestore* dan diteruskan ke NodeMCU ESP32 untuk



mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air. Tahap ini memungkinkan pengembang untuk memperbaiki sistem aplikasi secara bertahap agar sesuai dengan kebutuhan pengguna.

e. *Deployment and Feedback*

Pada tahap ini, *prototype* yang telah berhasil diuji kepada pengguna untuk memperoleh masukan dan evaluasi digunakan untuk memperbaiki sistem agar lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pengujian dilakukan dengan metode *Black Box Testing*, *Black Box Testing* merupakan teknik pengujian yang bertujuan untuk mengidentifikasi kesalahan sistem aplikasi, seperti kesalahan fungsi sistem atau kesalahan dalam menemukan menu yang hilang dalam aplikasi (Suwardoyo & Mk. 2025). Tak hanya menggunakan *Black Box Testing*, untuk memastikan aplikasi sudah sempurna, pengembang juga melakukan pengujian *System Usability Scale* (SUS), pengujian SUS merupakan teknik pengujian yang digunakan untuk mengukur usability pada sistem menurut sudut pandang pengguna.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Implementasi Sistem

Hasil implementasi sistem menunjukkan bahwa aplikasi sistem berhasil dikembangkan sesuai dengan kebutuhan fungsional dan non-fungsional yang telah dianalisis pada tahap perancangan. Aplikasi berhasil dikembangkan menggunakan Flutter dan berhasil terintegrasi langsung dengan *Firestore Realtime Database* sebagai media penyimpanan data. Implementasi sistem mencakup pengembangan fitur utama yang mendukung proses monitoring dan pengendalian pompa irigasi. Fitur monitoring berjalan semestinya dengan memungkinkan pengguna melihat nilai kelembaban tanah yang diperoleh dari sensor secara langsung pada tampilan *dashboard*.

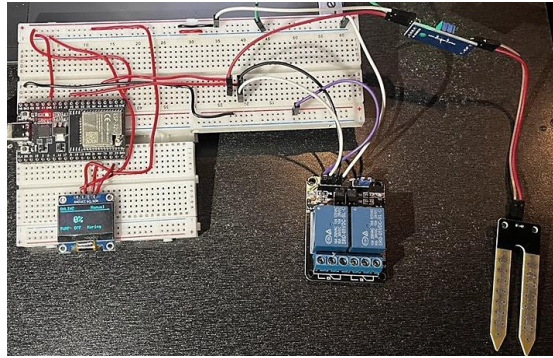
Informasi kelembaban tanah juga berhasil mengimplementasikan mekanisme pengendalian pompa air dalam tiga mode operasi yaitu mode otomatis, mode jadwal, dan mode manual. Pada penelitian ini digunakan nilai ambang batas (*threshold*) kelembaban tanah sebesar 70%. Sistem akan mengaktifkan pompa secara otomatis ketika nilai kelembaban tanah berada di bawah 70% yang menunjukkan kondisi tanah kering. Sebaliknya, pompa akan berhenti beroperasi ketika nilai kelembaban tanah telah mencapai atau melebihi 70%, sehingga penggunaan air dapat dilakukan secara lebih efisien sesuai kondisi lahan. Pada mode otomatis, sistem akan mengaktifkan pompa berdasarkan nilai ambang batas kelembaban tanah yang telah ditentukan. Pada mode manual, pengguna dapat secara langsung mengontrol pompa sesuai kebutuhan. Sedangkan di mode penjadwalan, memungkinkan pengguna untuk menentukan waktu penyiraman, maka secara otomatis pompa akan menyala berdasarkan jadwal yang telah ditentukan oleh pengguna.

Fitur informasi cuaca berhasil diintegrasikan ke dalam aplikasi untuk memberikan informasi tambahan yang dapat membantu pengguna dalam mengambil keputusan terkait penyiraman tanaman. Informasi cuaca berhasil terintegrasi dengan OpenWeather yang merupakan penyedia data cuaca global yang menawarkan informasi cuaca terkini. Informasi cuaca yang ditampilkan meliputi kondisi cuaca terkini dan perkiraan cuaca selama satu minggu kedepan sehingga pengguna dapat mempertimbangkan kemungkinan hujan sebelum melakukan penyiraman. Dengan adanya fitur ini, penggunaan air dapat menjadi lebih efisien dan risiko penyiraman berlebihan dapat diminimalkan.

Implementasi sistem fitur riwayat penyiraman yang berfungsi untuk menyimpan seluruh aktivitas penyiraman yang dilakukan oleh sistem maupun pengguna berhasil digunakan dalam aplikasi. Data riwayat yang tersimpan meliputi waktu penyiraman, nilai kelembaban tanah, dan status pompa. Informasi tersebut dapat digunakan untuk melakukan pemantauan serta evaluasi terhadap pola penyiraman yang telah dilakukan. Dengan demikian, implementasi sistem irigasi cerdas yang dikembangkan telah berhasil memenuhi tujuan penelitian, yaitu menyediakan solusi monitoring dan pengendalian irigasi yang dapat diakses secara mudah melalui perangkat Android, meningkatkan efisiensi penggunaan air, serta membantu pengguna dalam mengelola proses penyiraman tanaman secara lebih efektif.

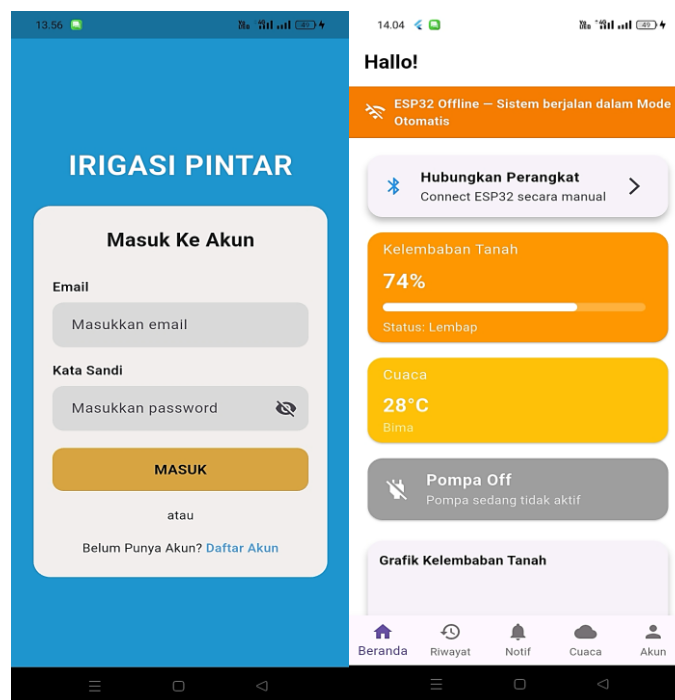
3.2 Hasil Implementasi Antarmuka

Implementasi antarmuka aplikasi dilakukan untuk menerjemahkan hasil perancangan sistem ke dalam bentuk tampilan yang dapat digunakan secara langsung oleh pengguna. Antarmuka aplikasi dikembangkan menggunakan framework Flutter dengan mempertimbangkan aspek kemudahan penggunaan (*usability*), konsistensi tampilan, responsivitas, dan kenyamanan pengguna dalam mengakses informasi. Seluruh halaman dirancang dengan tampilan yang sederhana sehingga dapat digunakan oleh pengguna dari berbagai kalangan, termasuk petani yang belum terbiasa menggunakan aplikasi berbasis teknologi. Aplikasi sistem irigasi cerdas terdiri atas beberapa halaman utama, yaitu halaman *login*, *dashboard*, riwayat penyiraman, notifikasi, informasi cuaca, dan akun pengguna. Seluruh halaman tersebut saling terhubung dan terintegrasi dengan *Firestore Realtime Database* sehingga data yang ditampilkan dapat diperbarui secara *real-time* sesuai kondisi sistem IoT di lapangan.



Gambar 1. Perangkat Sistem Irigasi Cerdas

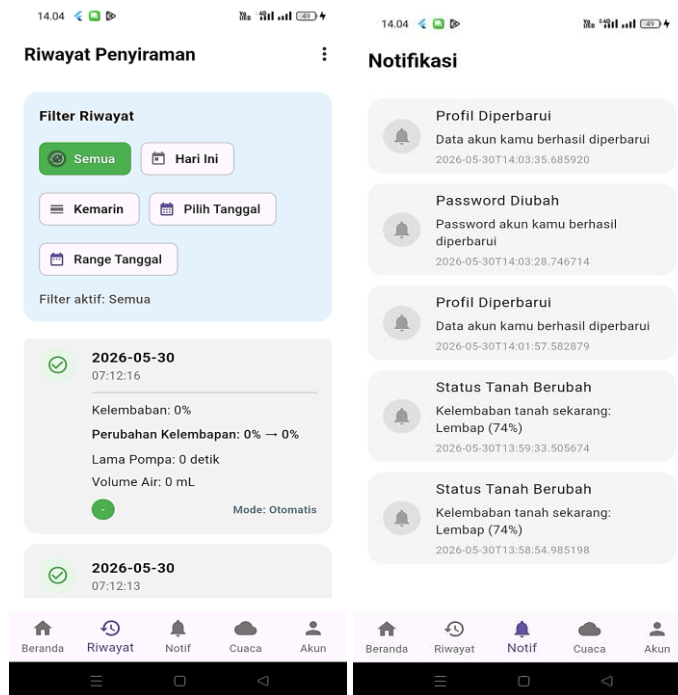
Gambar 1 menunjukkan perangkat sistem irigasi cerdas yang digunakan pada penelitian ini. Perangkat terdiri dari NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler utama, sensor kelembaban tanah sebagai perangkat *input*, *relay* sebagai penghubung pompa air, serta pompa yang digunakan untuk proses penyiraman tanaman. Seluruh perangkat tersebut terhubung dengan jaringan internet sehingga mampu mengirimkan data kondisi lahan ke *Firestore Realtime Database* dan menerima perintah dari aplikasi Android. Implementasi perangkat keras ini menjadi bagian penting dalam mendukung proses monitoring dan pengendalian irigasi secara jarak jauh.



Gambar 2. Tampilan Halaman Login dan Dashboard

Pada Gambar 2 ditampilkan halaman *login* dan *dashboard* aplikasi. Halaman *login* merupakan halaman pertama yang akan diakses oleh pengguna ketika membuka aplikasi. Halaman ini menyediakan kolom email dan *password* yang digunakan untuk proses autentikasi pengguna. Selain itu, tersedia pula tombol registrasi bagi pengguna baru yang belum memiliki akun. Implementasi halaman login bertujuan untuk menjaga keamanan data pengguna serta memastikan bahwa hanya pengguna yang memiliki akun yang dapat mengakses fitur-fitur pada aplikasi. Setelah proses login berhasil dilakukan, pengguna akan diarahkan menuju halaman *dashboard*. *Dashboard* berfungsi sebagai pusat informasi utama yang menampilkan berbagai data penting terkait kondisi lahan pertanian. Informasi yang ditampilkan meliputi nilai kelembaban tanah, status kondisi tanah, status pompa air, serta mode penyiraman yang sedang aktif. Data yang ditampilkan pada *dashboard* diperoleh secara langsung dari *Firestore Realtime Database* sehingga pengguna dapat memantau kondisi lahan secara *real-time* tanpa perlu melakukan penyegaran halaman secara manual.

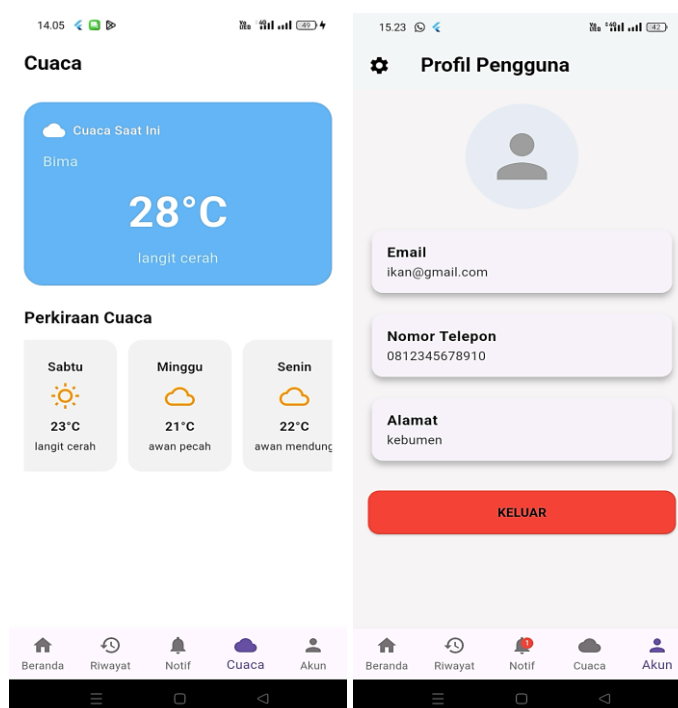
Selain menampilkan informasi kelembaban tanah, *dashboard* juga menyediakan kontrol pompa yang memungkinkan pengguna mengelola sistem irigasi secara langsung. Pengguna dapat memilih mode otomatis, mode manual, maupun mode penjadwalan sesuai kebutuhan. Pada mode otomatis, pompa akan bekerja berdasarkan nilai kelembaban tanah yang terdeteksi oleh sensor. Pada mode manual, pengguna dapat menyalakan atau mematikan pompa melalui aplikasi. Sedangkan pada mode penjadwalan, pengguna dapat menentukan waktu tertentu untuk melakukan penyiraman secara otomatis.



Gambar 3. Tampilan Halaman Riwayat dan Notifikasi

Gambar 3 menunjukkan tampilan halaman riwayat penyiraman dan halaman notifikasi. Halaman riwayat penyiraman digunakan untuk menampilkan seluruh aktivitas penyiraman yang pernah dilakukan oleh sistem maupun pengguna. Data yang tersimpan meliputi waktu penyiraman, nilai kelembaban tanah saat penyiraman berlangsung, dan status pompa. Informasi tersebut dapat digunakan pengguna untuk memantau pola penyiraman yang telah dilakukan serta membantu dalam proses evaluasi penggunaan air pada lahan pertanian. Dengan adanya fitur riwayat, pengguna dapat mengetahui kapan penyiraman terakhir dilakukan dan bagaimana kondisi lahan pada saat itu.

Sementara itu, halaman notifikasi berfungsi untuk memberikan informasi penting kepada pengguna mengenai kondisi sistem. Notifikasi akan muncul ketika terjadi perubahan kondisi tanah, perubahan status pompa, maupun perubahan informasi pengguna. Implementasi fitur notifikasi bertujuan agar pengguna dapat memperoleh informasi secara cepat tanpa harus terus-menerus membuka aplikasi. Dengan adanya notifikasi, pengguna dapat segera mengambil tindakan apabila terjadi kondisi yang memerlukan perhatian, seperti tanah yang terlalu kering atau perubahan status sistem yang tidak sesuai dengan kondisi yang diharapkan.



Gambar 4. Tampilan Halaman Cuaca dan Akun



Pada Gambar 4 ditampilkan halaman informasi cuaca dan halaman akun pengguna. Halaman cuaca berhasil diintegrasikan dengan layanan OpenWeather API yang menyediakan data cuaca secara *real-time*. Informasi yang ditampilkan meliputi kondisi cuaca saat ini, suhu udara, tingkat kelembaban udara, serta prakiraan cuaca untuk beberapa hari ke depan. Keberadaan fitur cuaca sangat membantu pengguna dalam menentukan strategi penyiraman yang tepat. Sebagai contoh, apabila prakiraan cuaca menunjukkan kemungkinan hujan dalam waktu dekat, pengguna dapat menunda penyiraman sehingga penggunaan air menjadi lebih efisien.

Halaman akun pengguna digunakan untuk menampilkan informasi identitas pengguna yang telah terdaftar pada sistem. Pada halaman ini pengguna dapat melihat dan memperbarui data profil sesuai kebutuhan. Fitur edit profil memungkinkan pengguna mengubah informasi pribadi seperti nama, alamat email, maupun data lainnya yang berkaitan dengan akun pengguna. Implementasi fitur ini bertujuan untuk meningkatkan fleksibilitas pengguna dalam mengelola informasi akun secara mandiri.

3.3 Hasil Pengujian

3.3.1 Black Box Testing

Pengujian *Black Box Testing* dilakukan dengan menguji fungsi-fungsi utama aplikasi tanpa melihat struktur kode program. Hasil pengujian *Black Box Testing* menunjukkan bahwa semua fungsi sudah berjalan sesuai semestinya.

Tabel 1. Hasil Pengujian *Black Box Testing*

No	Fitur Yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Uji	Keterangan
1	Login	Email dan Password benar	Masuk ke halaman <i>Dashboar</i>	Berhasil	Valid
2	Login	Email dan Password salah	Muncul pesan <i>error</i>	Berhasil	Valid
3	Registrasi	Mengisi data diri	Akun berhasil dibuat	Berhasil	Valid
4	Dashboard	Membuka aplikasi setelah <i>login</i>	Data tampil lengkap	Berhasil	Valid
5	Hubungkan Perangkat	Menghubungkan perangkat android ke sistem IoT	Perangkat dapat terhubung dengan sistem IoT	Berhasil	Valid
6	Kontrol Pompa	Tombol <i>ON/OFF</i> ditekan	Pompa berubah status	Berhasil	Valid
7	Notifikasi	Status tanah berubah	Notifikasi muncul	Berhasil	Valid
8	Notifikasi	Edit informasi pengguna	Notifikasi muncul	Berhasil	Valid
9	Cuaca	Membuka menu cuaca	Data cuaca tampil	Berhasil	Valid
10	Edit Profil Pengguna	Mengubah data diri	Data berhasil diubah	Berhasil	Valid

Berdasarkan hasil pengujian *Black Box Testing* yang disajikan pada Tabel 1 terhadap 10 skenario pengujian, seluruh fitur memperoleh hasil valid dengan hasil uji berhasil. Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi mampu menjalankan seluruh fungsi utama sesuai kebutuhan pengguna dan spesifikasi sistem yang telah dirancang.

3.3.2 System Usability Scale Testing

Pengujian *System Usability Scale* (SUS) dilakukan untuk mengetahui tingkat usability aplikasi berdasarkan persepsi pengguna. Pengujian dilakukan menggunakan kuesioner yang terdiri dari 10 pertanyaan dengan skala penilaian 1 sampai 5.

Tabel 2. Pengujian *System Usability Scale*

Responden	SKOR										Jumlah	Jumlah*2,5
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
R1	3	4	3	2	3	4	3	3	4	4	33	82,5
R2	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	38	95
R3	4	4	4	0	4	2	4	4	4	4	34	85
R4	3	4	3	2	4	4	2	1	4	4	31	77,5
R5	4	1	4	2	4	4	4	3	4	4	34	85
R6	4	3	4	2	4	3	3	4	4	4	35	87,5
R7	4	4	4	0	4	2	4	2	4	4	32	80
R8	4	3	4	3	4	4	2	4	4	3	35	87,5
R9	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	37	92,5
R10	4	2	3	1	3	0	1	3	4	2	23	57,5
Rata-Rata												83

Berdasarkan hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 2 diperoleh nilai rata-rata SUS sebesar 83. Berdasarkan standar interpretasi SUS, nilai tersebut termasuk kategori *Acceptable*, memperoleh Grade A, dan berada pada tingkat penilaian *Excellent*. Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi memiliki tingkat *usability* yang tinggi dan mudah digunakan oleh pengguna.



3.4 Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi sistem irigasi cerdas yang dikembangkan memiliki tingkat *usability* yang tinggi dengan nilai *System Usability Scale* (SUS) sebesar 83 yang termasuk kategori *Acceptable*, *Grade A*, dan berada pada tingkat penilaian *Excellent*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pengguna dapat menggunakan aplikasi dengan mudah serta memahami fungsi-fungsi yang tersedia tanpa mengalami kesulitan yang berarti. Tingginya nilai SUS yang diperoleh menunjukkan bahwa antarmuka aplikasi telah dirancang sesuai dengan kebutuhan pengguna sehingga mampu memberikan pengalaman penggunaan yang baik.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Qodriyah dkk., (2025) yang mengembangkan sistem irigasi cerdas berbasis IoT dan aplikasi mobile untuk mendukung proses penyiraman otomatis berdasarkan kondisi tanah. Namun, aplikasi yang dikembangkan pada penelitian ini memiliki fitur yang lebih lengkap karena tidak hanya mendukung monitoring dan penyiraman otomatis, tetapi juga menyediakan fitur kontrol manual, penjadwalan penyiraman, notifikasi kondisi lahan, riwayat penyiraman, serta informasi cuaca yang terintegrasi dalam satu aplikasi. Jika dibandingkan dengan penelitian Ary Esta Dewi Wirastuti dkk., (2022), penelitian tersebut berfokus pada monitoring pengairan sawah berbasis Android untuk menampilkan kondisi pengairan secara *real-time*. Sementara itu, aplikasi yang dikembangkan pada penelitian ini tidak hanya melakukan monitoring, tetapi juga memungkinkan pengguna mengendalikan pompa air secara langsung melalui aplikasi Android. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan memberikan fleksibilitas yang lebih tinggi dalam pengelolaan irigasi pertanian.

Selain memiliki tingkat *usability* yang baik, sistem yang dikembangkan juga menunjukkan kinerja fungsional yang sangat baik. Berdasarkan hasil *Black Box Testing*, seluruh fitur memperoleh hasil *valid* dengan tingkat keberhasilan 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi antara Flutter, *Firestore Realtime Database*, dan perangkat IoT berupa NodeMCU ESP32 serta sensor kelembapan tanah mampu menghasilkan sistem yang stabil dan dapat digunakan sesuai kebutuhan pengguna. Temuan ini mendukung Irianto, (2022c) yang menyatakan bahwa penerapan IoT pada sistem irigasi mampu meningkatkan efektivitas monitoring dan pengelolaan lahan pertanian melalui pemanfaatan data sensor secara *real-time*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa aplikasi sistem irigasi cerdas pada pertanian berbasis Android berhasil dikembangkan sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem yang dibangun mampu mengintegrasikan perangkat Internet of Things (IoT) berupa sensor kelembapan tanah dan NodeMCU ESP32 dengan aplikasi mobile sehingga pengguna dapat melakukan monitoring kondisi lahan dan pengendalian proses irigasi secara *real-time* melalui perangkat Android. Aplikasi juga mampu terintegrasi langsung dengan API OpenWeather penyedia data cuaca global yang menawarkan informasi cuaca terkini. Berdasarkan hasil pengujian *Black Box Testing*, seluruh fungsi utama sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah dirancang. Pengujian menunjukkan bahwa aplikasi mampu menampilkan data kelembapan tanah dengan benar, mengendalikan pompa air sesuai perintah pengguna maupun kondisi otomatis yang telah ditentukan, menampilkan informasi cuaca, mengirimkan notifikasi, serta menyimpan dan menampilkan data riwayat penyiraman dengan baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat fungsionalitas yang baik dan siap digunakan sesuai tujuan pengembangannya. Pada pengujian *System Usability Scale* (SUS) yang melibatkan 10 responden. Hasil pengujian memperoleh nilai rata-rata SUS sebesar 82,5 yang termasuk dalam kategori *Acceptable*, memperoleh *Grade A*, dan berada pada tingkat penilaian *Excellent*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa aplikasi memiliki tingkat kemudahan penggunaan yang tinggi, mudah dipahami oleh pengguna, serta mampu memberikan pengalaman penggunaan yang baik dalam mendukung aktivitas monitoring dan pengelolaan irigasi pertanian. Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil menghasilkan aplikasi sistem irigasi cerdas berbasis Android yang mampu membantu petani dalam melakukan monitoring kondisi lahan dan pengelolaan irigasi secara lebih efektif, efisien, dan terintegrasi. Pemanfaatan teknologi IoT dan aplikasi mobile pada sistem ini juga berpotensi meningkatkan efisiensi penggunaan air serta mendukung penerapan pertanian modern berbasis teknologi. Kontribusi penelitian ini terletak pada pengembangan aplikasi sistem irigasi cerdas berbasis Android yang mengintegrasikan pemantauan kelembapan tanah, pengendalian pompa secara otomatis maupun manual, penjadwalan penyiraman, notifikasi, riwayat penyiraman, serta informasi cuaca secara *real-time* dalam satu platform yang terhubung dengan *Internet of Things* (IoT). Integrasi berbagai fitur tersebut memberikan solusi yang lebih komprehensif dibandingkan penelitian terdahulu yang umumnya masih berfokus pada fungsi monitoring atau penyiraman otomatis saja, sehingga dapat membantu petani dalam mengelola sistem irigasi secara lebih efektif, efisien, dan fleksibel. Untuk pengembangan selanjutnya, sistem diharapkan dapat diimplementasikan pada lahan pertanian yang lebih luas dan berbagai jenis tanaman guna memperoleh hasil evaluasi yang lebih komprehensif.

REFERENCES

- Abrar, A., & Tukino, T. (2023). Pengembangan sistem pengontrolan irigasi cerdas dengan teknologi Internet of Things (IoT). *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Sosial dan Teknologi (SNISTEK)*, 5, 286–293. <https://doi.org/10.33884/psnistek.v5i.8096>



- Anggraeni, N. M., Kinasih, R. E., & Ayuningtiyas, L. (2024). Analisis konsep penerapan mekanika dalam sistem irigasi pertanian berbasis teknologi. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(2), 248–257. <https://doi.org/10.37478/optika.v8i2.4222>
- Anggraini, L., Maharani, Z. M. L., Sonadinata, H., Zulfari, S. Z., & Budiawati, Y. (2025). Literature review: Analisis implementasi IoT pada sistem irigasi cerdas untuk efisiensi penggunaan air. *Integrative Perspectives of Social and Science Journal*, 2(03), 3601–3611. <https://ipssj.com/index.php/ojs/article/view/471>
- Ariawan, A. (2024). Smart Sprout: Irigasi cerdas berbasis AIoT untuk pertanian modern dan ramah lingkungan. *Bit-Tech*, 7(2), 434–444. <https://doi.org/10.32877/bt.v7i2.1841>
- Ary Esta Dewi Wirastuti, N. M., Zamani Noor, Z., & Oka Saputra, K. (2022). Aplikasi sistem monitoring pengairan sawah Subak berbasis Android. *Journal of Computer Science and Informatics Engineering (J-Cosine)*, 6(2), 123–132. <https://doi.org/10.29303/jcosine.v6i2.449>
- Budiman, D. F., Misbahuddin, M., Iqbal, M. S., Rachman, A. S., & Akbar, L. A. S. I. (2024). Implementasi Internet of Things (IoT) dalam sistem irigasi tetes cerdas: Program pelatihan di SMK PP Negeri Mataram. *Jurnal Abdi Insani*, 11(4), 2278–2285. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v11i4.2005>
- Dianta, I. A., & Winarto, Y. (2025). Sistem irigasi cerdas berbasis IoT untuk mendukung ketahanan pangan di Desa Pentur. *Elkom: Jurnal Elektronik dan Komputer*, 18(1), 286–293. <https://doi.org/10.51903/pws77s68>
- Djamen, A., & Kamasari, N. V. V. (2025). Pengembangan smart farming berbasis IoT untuk meningkatkan optimalisasi irigasi pertanian dalam mendukung ketahanan pangan nasional. *Eduetik: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 5(6), 2234–2249. <https://calamus.id/index.php/edutik/article/view/213>
- Goda, K. D., & Neta, A. D. P. S. (2024). Kajian pengembangan Internet of Things (IoT) pada sektor pertanian di Kabupaten Ngada, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Kridatama Sains dan Teknologi*, 6(02), 478–493. <https://doi.org/10.53863/kst.v6i02.1233>
- Haris, A., Anggraini, N., & Sikumbang, H. (2022). Teknologi irigasi cerdas pada sistem irigasi drip dengan algoritma Ant Colony Optimization. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 9(6), 1289–1296. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2022955871>
- Hasibuan, M. R. R. (2023). Evaluasi efisiensi penggunaan air dalam pertanian berbasis teknologi irigasi modern. *Open Science Framework*. <https://doi.org/10.31219/osf.io/kcvfy>
- Irianto, K. D. (2022). Design of smart farm irrigation monitoring system using IoT and LoRA. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 6(1), 47–56. <https://doi.org/10.29207/resti.v6i1.3707>
- Irianto, K. D. (2022). Performance evaluation of LoRa in farm irrigation system with Internet of Things. *Kinetik: Game Technology, Information System, Computer Network, Computing, Electronics, and Control*. <https://doi.org/10.22219/kinetik.v7i4.1551>
- Panunggul, V. B., Yusra, S., Khaerana, K., Tuhuteru, S., Fahmi, D. A., Laeshita, P., Rachmawati, N. F., Putranto, A. H., Ibrahim, E., Kamarudin, A. P., Sulthoniyah, S. T. M., & Firmansyah, F. (2023). *Pengantar ilmu pertanian*. Penerbit Widina.
- Putri, R. N., Rozaki, Z., Wulandari, R., & Suryani, C. A. (2024). Aplikasi petani millennial meningkatkan produktivitas bidang pertanian: Millennial farmer app improves productivity in agriculture. *Proceedings of Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Graduate Conference*, 3(2). <https://doi.org/10.18196/umygrace.v3i2.635>
- Qodriyah, L., Walid, M., & Ariyanto, F. (2025). Pengembangan sistem irigasi cerdas pada green house melalui aplikasi mobile berbasis IoT.
- Suryanti, S., Mawandha, H. G., Himawan, A., & Widyasaputra, R. (2024). Aplikasi teknologi irigasi tetes pada kegiatan budidaya tanaman vanili di rumah kaca Dusun Sinogo, Pagerharjo, Samigaluh, Kulon Progo, Yogyakarta. *Jurnal Abdi Insani*. <https://abdiinsani.unram.ac.id/index.php/jurnal/article/view/1351>
- Suwardoyo, U., & Mk, R. S. (2025). Monitoring irigasi otomatis berbasis IoT dan Android. *Jurnal Sintaks Logika*, 5(1), 104–115. <https://doi.org/10.31850/jsilog.v5i1.3606>
- Wicaksana, M. H. A., & Irianto, K. D. (2026). FarmEye-AI: Bird pest repellent system based on edge AI and IoT in paddy fields for smart agriculture. *Simtek: Jurnal Sistem Informasi dan Teknik Komputer*, 11(1), 77–83. <https://doi.org/10.51876/simtek.v11i1.1738>