
Android-Based IoT Smart Farming Device Monitoring and Controlling Application (Case Study: Borneo Agricola)

Muhammad Rizky Wijaya¹⁾, Ita Arfyanti²⁾, dan Wahyuni³⁾

^{1,2}Teknik Informatika, STMIK Widya Cipta Dharma

³Program Studi, Perguruan Tinggi Peneliti 3

^{1,2,3}alamat, kota, kodepos

E-mail: 2243067@wicida.ac.id¹⁾, ita@wicida.ac.id²⁾, wahyuni@wicida.ac.id³⁾

ABSTRACT

The Borneo Agricola integrated farming area implements a circular system whose sustainability heavily relies on microclimate stability, particularly soil moisture and temperature. Conventional management relying on manual inspection and timer-based watering is considered imprecise and highly prone to human negligence. Therefore, this study aims to design and develop an Android-based Internet of Things (IoT) smart farming monitoring and controlling application. This application serves as a portable command center to monitor biophysical parameters in real-time and reconstruct irrigation logic into an adaptive closed-loop threshold system. The software development adopts the Waterfall Software Development Life Cycle (SDLC) method, encompassing Communication, Planning, Modeling, Construction, and Deployment phases. The system is built utilizing the Flutter framework for the mobile interface, Python-based FastAPI for back-end services, and MySQL as the relational database. The data communication architecture employs a hybrid approach, integrating REST API for structured historical data management and the MQTT protocol for instantaneous transmission of water pump actuator control instructions. The evaluation results indicate that the application was successfully implemented with an adaptive irrigation threshold calibration feature. Functional testing using Black-Box Testing validated that all interface features operated 100% validly. The internal structure audit through White-Box Testing using the Basis Path technique on the configuration module yielded a Cyclomatic Complexity $V(G)$ value of 4, proving the logic flow is free from logic bugs. Ultimately, this implementation has proven reliable in executing remote control with an operational latency of under 0.5 seconds, effectively maintaining the precision of the agricultural ecosystem.

Keywords: Android, Borneo Agricola, Flutter, Internet of Things, Smart Farming.

Aplikasi Monitoring dan Controlling Perangkat IoT Smart Farming Berbasis Android (Studi Kasus: Borneo Agricola)

ABSTRAK

Kawasan pertanian terpadu Borneo Agricola menerapkan sistem sirkular yang keberlangsungannya sangat bergantung pada kestabilan iklim mikro, khususnya kelembapan dan suhu tanah. Pengelolaan konvensional yang mengandalkan inspeksi manual dan penyiraman jadwal waktu dinilai kurang presisi dan rentan terhadap kelalaian manusia. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun aplikasi monitoring dan controlling perangkat Internet of Things (IoT) smart farming berbasis Android. Aplikasi ini difungsikan sebagai pusat kendali untuk mengawasi parameter biofisik secara real-time dan merekonstruksi logika irigasi menjadi sistem closed-loop threshold adaptif. Pengembangan perangkat lunak mengadopsi metode Software Development Life Cycle (SDLC) model Waterfall, yang meliputi tahapan Communication, Planning, Modeling, Construction, dan Deployment. Sistem dibangun menggunakan kerangka kerja Flutter untuk antarmuka seluler, FastAPI berbasis Python untuk layanan back-end, serta MySQL sebagai basis data relasional. Arsitektur komunikasi data menggunakan pendekatan hibrida, yaitu integrasi REST API untuk manajemen data riwayat secara terstruktur, serta protokol MQTT untuk transmisi instruksi kendali aktuator pompa air secara seketika. Hasil penelitian menunjukkan aplikasi berhasil diimplementasikan dengan fitur kalibrasi ambang batas irigasi adaptif. Pengujian fungsional menggunakan Black-Box Testing memvalidasi bahwa seluruh fitur antarmuka berjalan 100% valid sesuai spesifikasi. Sementara itu, audit struktur internal melalui White-Box Testing dengan teknik Basis Path pada modul konfigurasi menghasilkan nilai Kompleksitas Siklomatis $V(G)$ sebesar 4, membuktikan bahwa alur percabangan program terbebas dari cacat logika (logic bug). Kesimpulannya, implementasi ini terbukti andal dalam mengeksekusi kendali pompa jarak jauh dengan latensi di bawah 0,5 detik, sehingga efektif menjaga stabilitas ekosistem pertanian secara presisi.

Kata Kunci: Android, Borneo Agricola, Flutter, Internet of Things, Smart Farming.

1. PENDAHULUAN

Sektor pertanian memegang peranan vital dalam menjaga ketahanan pangan nasional secara berkelanjutan. Namun, anomali iklim yang sulit diprediksi menuntut transisi dari pengelolaan konvensional menuju rekayasa pertanian presisi. Pendekatan mutakhir ini telah diadaptasi oleh Borneo Agricola, sebuah ekosistem Pertanian Terpadu di Samarinda yang memadukan komoditas polikultur, peternakan, serta perikanan ke dalam satu ruang lingkup bersistem sirkular. Keunggulan kawasan inovatif ini terletak pada prinsip kemandirian organik yang sangat bergantung pada kestabilan iklim mikro. Keterlambatan penyiraman bukan hanya membuat tanaman layu, melainkan berpotensi mematikan agen biologis tanah yang pada akhirnya meruntuhkan seluruh siklus sirkular ekosistem tersebut.

Mengingat tingginya risiko tersebut, manajemen operasional yang masih mengandalkan inspeksi fisik konvensional dinilai sangat rentan terhadap kelalaian pengawasan dan menguras tenaga. Kesenjangan komunikasi antara aliran data mentah di peladen dengan kebutuhan pengelola akan informasi yang terpusat dan interaktif menjadi persoalan utama.

Penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) pada sektor agrikultur terus berkembang. Pada penelitian sebelumnya oleh Adhi & Irianto (2025), telah dikembangkan purwarupa aplikasi pemantauan pertanian pintar berbasis seluler, namun pendekatan tersebut masih bersifat purwarupa umum dan belum menyentuh aspek pengendalian aktuator jarak jauh. Sementara itu, penelitian Ardianto dkk. (2025) telah menerapkan otomatisasi fisik irigasi mutakhir, akan tetapi ruang lingkupnya lebih menitikberatkan pada infrastruktur perangkat keras dan efisiensi panel surya, belum berfokus pada pengembangan rekayasa antarmuka seluler mandiri.

Sebagai solusi komprehensif untuk menjembatani celah penelitian tersebut, diperlukan integrasi sistem yang mampu memvisualisasikan analitik sekaligus memberikan akses kendali jarak jauh. Penelitian ini menghadirkan kebaruan dengan merancang aplikasi seluler secara utuh menggunakan *framework* Flutter. Aplikasi ini tidak hanya menyajikan data sensor menggunakan REST API, tetapi juga mengintegrasikan protokol komunikasi ringan MQTT untuk memberikan fitur kontrol sakelar pompa (*actuators*) yang sangat responsif, guna menjaga stabilitas ekosistem Borneo Agricola.

2. RUANG LINGKUP

2.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah adalah Bagaimana merancang dan membangun Aplikasi Monitoring dan Controlling Perangkat IoT Smart Farming Berbasis Android (Studi Kasus: Borneo Agricola) menggunakan framework Flutter yang mampu mengintegrasikan data sensor via

REST API dan kendali aktuator via protokol MQTT secara responsif?

2.2 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini ditetapkan sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada rekayasa perangkat lunak antarmuka pengguna (Android) menggunakan bahasa Dart dan framework Flutter.
2. Komunikasi data menggunakan dua jalur utama: REST API untuk penarikan riwayat data, dan protokol MQTT untuk transmisi seketika.
3. Visualisasi data dibatasi pada kelembapan udara, kelembapan tanah, pH tanah, dan suhu udara, serta indikator status pompa air.
4. Implementasi fisik difokuskan pada Zona 1 (ESP32-ZONA-01) untuk komoditas Cabai, dengan parameter kalibrasi ambang batas (threshold) irigasi antara 60% hingga 75%.

2.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membangun aplikasi seluler berbasis Android menggunakan framework Flutter yang difungsikan sebagai pusat kendali (command center) bagi pengelola lahan. Aplikasi ini bertujuan untuk memantau kondisi biofisik ekosistem tanah secara transparan serta mengakomodasi pengendalian instrumen perangkat keras IoT secara nirkabel pada sistem pertanian terpadu di Borneo Agricola. Tujuan teknis lainnya adalah mengimplementasikan arsitektur komunikasi hibrida (REST API dan MQTT) guna menghasilkan latensi eksekusi pompa air sekecil mungkin.

2.4 Manfaat

1. Bagi Mitra
Menghadirkan efisiensi operasional melalui kemudahan pemantauan dan kendali lahan secara jarak jauh. Fitur peringatan dini dan otomatis irigasi ini sangat krusial untuk memitigasi risiko kerusakan ekosistem tanpa harus melakukan inspeksi keliling secara manual terus-menerus.
2. Bagi Mahasiswa
Menjadi wadah penerapan ilmu rekayasa perangkat lunak pada studi kasus nyata, mulai dari perancangan antarmuka front-end hingga pengelolaan infrastruktur IoT di layanan peladen back-end.
3. Bagi Perguruan Tinggi
Memperkaya literatur akademik serta menjadi portofolio nyata yang membuktikan kontribusi institusi STMIK Widya Cipta Dharma dalam menghadirkan solusi teknologi cerdas untuk sektor agrikultur di Kalimantan Timur.

3. BAHAN DAN METODE

3.1 Internet of Things (IoT) dan Smart Farming

Menurut Lestari (2026), Internet of Things (IoT) pada era 4.0 adalah jaringan infrastruktur yang menghubungkan berbagai perangkat keras dan sensor melalui internet untuk menjalankan fungsi pemantauan serta pengendalian otomatis. Sementara itu, menurut

Dirayati dkk. (2025), IoT mengintegrasikan sensor fisik dengan jaringan awan untuk menciptakan pertanian cerdas yang mengubah pengelolaan konvensional menjadi berbasis data. Dari beberapa pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa IoT dan Smart Farming merupakan fondasi teknologi yang bertindak sebagai jembatan komunikasi dua arah untuk mentransformasikan lahan pertanian dari sistem manual menjadi sistem manajemen presisi yang responsif.

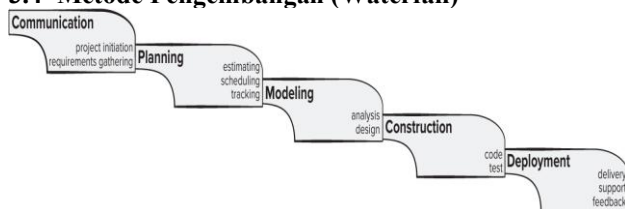
3.2 REST API dan MQTT

Menurut Pratama dkk. (2025), REST API adalah antarmuka yang memiliki sifat stateless, di mana setiap interaksi komunikasi bersifat mandiri sehingga sangat efektif untuk mengintegrasikan berbagai platform sistem secara terstruktur. Sementara itu, menurut Umam dkk. (2022), MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) merupakan protokol komunikasi mesin-ke-mesin (M2M) dengan arsitektur publish-subscribe yang dirancang khusus untuk jaringan dengan lebar pita (bandwidth) terbatas. Dari penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa penggabungan keduanya menciptakan arsitektur komunikasi hibrida yang tangguh; REST API mengelola penarikan riwayat data secara terstruktur, sedangkan MQTT menjamin transmisi instruksi kendali aktuator pompa tersampaikan secara seketika (real-time).

3.3 Flutter

Menurut Awaludin dkk. (2023), Flutter adalah kerangka kerja (framework) sumber terbuka ciptaan Google untuk mengembangkan aplikasi antarmuka lintas platform menggunakan satu basis kode (codebase) berbasis bahasa pemrograman Dart. Sementara itu, menurut Aditya & Susanty (2022), struktur fundamental Flutter dibangun di atas komponen hierarki widget yang independen serta dilengkapi fitur Hot Reload untuk mempercepat proses uji coba. Dari pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa Flutter adalah kerangka kerja yang paling ideal untuk merancang antarmuka seluler (front-end) yang adaptif, responsif, dan berkinerja tinggi guna memberikan pengalaman navigasi yang lancar bagi pengelola lahan.

3.4 Metode Pengembangan (Waterfall)



Gambar 1. Metode Pengembangan (Waterfall)

Figure 1. Waterfall Development Mode

Menurut Pressman & Maxim (2020), model pengembangan sekuensial linier atau Waterfall memiliki tahapan kerangka kerja proses yang berurutan secara ketat, yaitu Communication, Planning, Modeling, Construction, dan Deployment. Sementara itu, menurut Andrian (2021), penerapan metode Waterfall memastikan setiap fase pengerjaan diselesaikan dan didokumentasikan dengan matang sebelum beralih ke

fase berikutnya. Dari pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa metode Waterfall merupakan pendekatan rekayasa yang sangat sistematis untuk membangun perangkat lunak berskala kompleks guna memastikan stabilitas dan meminimalisasi risiko kegagalan sistem di tahap akhir.

3.5 Black Box dan White Box Testing

Menurut Rahman & Saifudin (2022), Black Box Testing adalah metode pengujian empiris yang berfokus penuh mengevaluasi fungsionalitas sistem berdasarkan masukan (input) dan keluaran (output) antarmuka tanpa perlu meninjau struktur kode internal. Sementara itu, menurut Khamaeni (2023), White-Box Testing adalah pengujian struktural yang membedah kode sumber program untuk mendeteksi cacat logika percabangan menggunakan teknik pengujian jalur dasar (Basis Path Testing) guna mengukur Kompleksitas Siklomatis (V(G)). Dari penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa kolaborasi kedua pengujian ini menghasilkan validasi yang komprehensif; Black Box menjamin kelayakan fungsi eksternal bagi pengguna akhir, sementara White Box membuktikan bahwa algoritma internal berjalan sempurna tanpa adanya cacat logika (logic bug).

4. PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas mengenai tahapan-tahapan yang dilakukan dalam merekayasa sistem perangkat lunak Borneo Agricola.

4.1 Perencanaan (Requirements Planning)

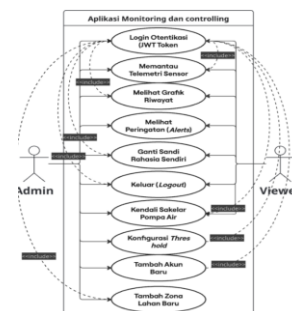
Berdasarkan hasil wawancara dengan pengelola Borneo Agricola, disepakati bahwa sistem kendali aktuator pompa air tidak lagi menggunakan interval waktu (timer), melainkan direkonstruksi menjadi sistem adaptif berbasis ambang batas (closed-loop threshold). Kebutuhan fungsional utama mencakup fitur login dengan otentikasi JWT, monitoring biofisik real-time, kendali sakelar pompa seketika, dan manajemen threshold kalibrasi irigasi.

4.2 Pemodelan (Modeling)

Pemodelan sistem menerjemahkan spesifikasi kebutuhan ke representasi visual terstruktur.

4.2.1 Use Case Diagram:

Menggambarkan dua peran utama, yaitu Admin (hak penuh mengatur ambang batas dan pompa) dan Viewer (akses baca/pantau data riwayat).

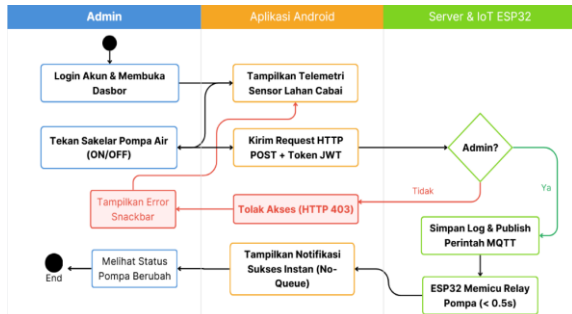


Gambar 2. Use Case Diagram

Figure 2. Use Case Diagram

4.2.2 Activity Diagram:

Digunakan untuk memodelkan alur kerja sistem. Salah satu alur terpenting adalah saat Admin melakukan sinkronisasi kendali pompa secara *real-time*.

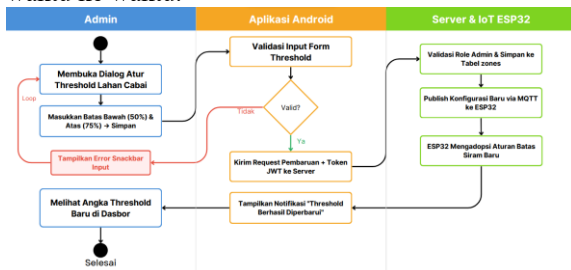


Gambar 3. Activity Diagram

Figure 3. Activity Diagram

4.2.3 Sequence Diagram:

Memperlihatkan interaksi pesan HTTP REST API dan muatan MQTT yang melintasi partisipan sistem (Aplikasi, Server, Database, Broker, dan ESP32) dari waktu ke waktu.

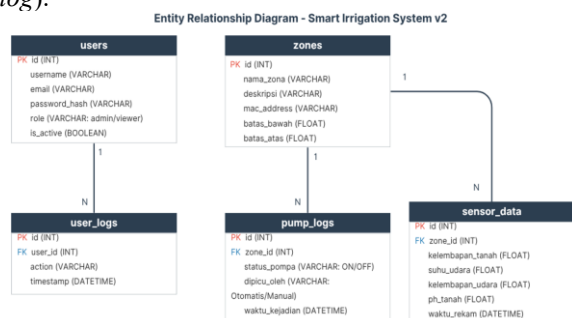


Gambar 4. Sequence Diagram

Figure 4. Sequence Diagram

4.2.4 Entity Relationship Diagram (ERD):

Memodelkan struktur penyimpanan relasional MySQL yang menghubungkan entitas pengguna, zona lahan, sensor, hingga riwayat aktivitas (*audit log*).



Gambar 5. Entity Relationship Diagram (ERD)

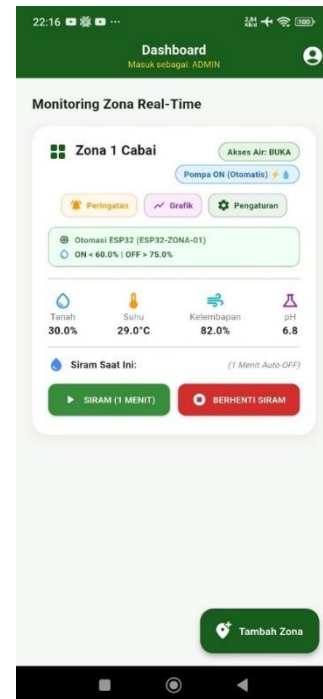
Figure 5. Entity Relationship Diagram (ERD)

4.3 Implementasi (Construction)

4.3.1 Antarmuka Dasbor Utama

Halaman pusat pemantauan menampilkan antarmuka yang bersih dan interaktif. Data empat sensor divisualisasikan dalam bentuk kartu (card) yang

langsung merespons pembaruan MQTT setiap detik.



Gambar 6. Tampilan Antarmuka Dasbor Utama

Figure 6. Tampilan Antarmuka Dasbor Utama

4.3.2 Modul Kalibrasi Ambang Batas (Threshold)

Fungsi konfigurasi ambang batas (update zone config) diimplementasikan pada layanan back-end FastAPI. Admin dapat mengatur batas bawah (pemicu pompa menyala) dan batas atas (pemicu pompa mati) secara nirkabel (zero-code reconfiguration).



Gambar 7. Kalibrasi Ambang Batas (Threshold)

Figure 7. Kalibrasi Ambang Batas (Threshold)

4.4 Pengujian Sistem (Deployment / Cutover)

4.4.1 Black Box Testing

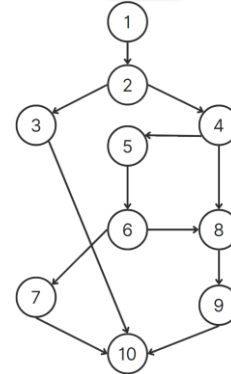
Pengujian empiris dilakukan untuk memvalidasi kesesuaian respons sistem terhadap input pengguna. Seluruh fitur mulai dari otentikasi, tampilan grafik, kendali pompa, hingga proteksi penolakan *MAC Address* duplikat berhasil dieksekusi 100% tanpa galat fungsional.

Tabel 1. Hasil Pengujian Blackbox
Tabel 1. Hasil Pengujian Blackbox)

No	Skenario Pengujian	Masukan (Input)	Harapan Hasil (Output)	Status
1	Login Valid	Input kredensial terdaftar.	Menerbitkan token JWT & masuk Dasbor.	Valid
2	Login Salah	Input kredensial salah/tidak terdaftar.	Akses ditolak & muncul notifikasi galat.	Valid
3	Kendali Pompa (Manual)	Tekan sakelar ON/OFF di Dasbor.	Server kirim perintah ke alat via MQTT.	Valid
4	Proteksi Akses (Viewer)	Login dengan peran (role) Viewer.	Menu administrasi disembunyikan.	Valid
5	Monitoring Telemetry	Akses halaman Dasbor Utama.	Menampilkan parameter aktual real-time.	Valid
6	Set Threshold Valid	Batas bawah (60) < batas atas (75).	Data tersimpan & diterapkan via MQTT.	Valid
7	Set Threshold Salah	Batas bawah (80) > batas atas (40).	Sistem memblokir & tampilkan galat.	Valid
8	Irigasi Otomatis	Kelembapan tanah < 60% (Batas Bawah).	Pompa ON otomatis hingga menyentuh 75%.	Valid
9	Pengaman Aliran Air	Tombol Akses Air dimatikan.	Sistem memblokir paksa penyiraman pompa.	Valid

4.4.2 Whitebox Testing

Pengujian struktural White Box difokuskan pada modul kritis peladen, yaitu fungsi `update_zone_config`. Kode diekstraksi ke dalam bentuk Flowgraph untuk menghitung Kompleksitas Siklomatis (Cyclomatic Complexity).



Gambar 8. Flowgraph Konfigurasi Ambang Batas

Figure 8. Flowgraph Konfigurasi Ambang Batas

$$V(G) = R \quad V(G) = E - N + 2 \quad V(G) = P + 1$$

Berdasarkan struktur *Flowgraph*, diperoleh jumlah simpul ($N=10$) dan busur ($E=12$). Menggunakan rumus matematis $V(G) = E - N + 2$, maka $V(G) = 12 - 10 + 2 = 4$ jalur independen. Keempat kemungkinan alur eksekusi logika (*Basis Paths*) tersebut adalah sebagai berikut:

1. Jalur 1 (1-2-3-10): Kondisi di mana ID Zona tidak ditemukan di dalam basis data (Sistem menolak dengan pesan *HTTP 404*).
2. Jalur 2 (1-2-4-5-6-7-10): Kondisi di mana *MAC Address* baru yang diinputkan ternyata duplikat/sudah dipakai zona lain (Sistem memblokir penyimpanan dengan pesan *HTTP 400*).
3. Jalur 3 (1-2-4-5-6-8-9-10): Kondisi sukses di mana Admin memperbarui *MAC Address* valid sekaligus mengatur ambang batas irigasi baru (Sistem menyimpan data dan membalas *HTTP 200 OK*).
4. Jalur 4 (1-2-4-8-9-10): Kondisi sukses di mana Admin hanya memperbarui angka ambang batas irigasi tanpa merubah *MAC Address* (Sistem menyimpan data dan membalas *HTTP 200 OK*).

Setelah seluruh Basis Paths berhasil dipetakan, tahap selanjutnya adalah merancang dan mengeksekusi skenario kasus uji (test case) yang secara spesifik merujuk pada keempat jalur tersebut. Pengujian ini bertujuan untuk memvalidasi secara empiris apakah keluaran aktual (actual output) dari aplikasi benar-benar selaras dengan hasil yang diharapkan (expected output) pada perancangan awalnya. Evaluasi mendalam terhadap keempat jalur ini membuktikan bahwa mekanisme penanganan galat (error handling) beroperasi secara presisi dan sistem penyimpanan logika aplikasi terbukti solid serta terbebas dari cacat fungsi (logic bug). Rincian skenario beserta status pengujiannya disajikan secara komprehensif pada Tabel 2.

Tabel 2. Test Case Pengujian Konfigurasi Threshold & Perangkat IoT

Tabel 2. Test Case Pengujian Konfigurasi Threshold & Perangkat IoT

Jalur	Skenario Pengujian	Masukan (Input)	Harapan Hasil (Output)	Status	Jalur
1	ID Zona Tidak Ditemukan	zone_id: 999	Sistem menolak proses & balas HTTP 404.	Valid	1
2	MAC Address Duplikat	mac: "MAC ZONA-2"	Sistem memblokir data & balas HTTP 400.	Valid	2
3	Update MAC & Threshold	mac: "AA:BB..", batas: 60-75	Data baru tersimpan & balas HTTP 200.	Valid	3
4	Update Threshold Saja	batas: 60-75 (tanpa MAC)	Batas siram diperbarui & balas HTTP 200.	Valid	4

5. Kesimpulan

Aplikasi seluler Smart Farming berbasis Android berhasil dibangun dan diimplementasikan untuk ekosistem Borneo Agricola menggunakan kerangka kerja Flutter dan peladen FastAPI. Arsitektur komunikasi hibrida (REST API dan MQTT) terbukti sangat andal dalam memfasilitasi monitoring biofisik real-time dan mengeksekusi kendali aktuator pompa air dengan latensi operasional di bawah 0,5 detik. Selain itu, evaluasi perangkat lunak menggunakan Black Box Testing dan White Box Testing (Cyclomatic Complexity bernilai 4) memvalidasi bahwa sistem beroperasi 100% sesuai spesifikasi, terbebas dari cacat logika fungsional, dan sangat efektif dalam mendigitalisasi pengelolaan irigasi adaptif.

6. SARAN

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengintegrasikan model *Machine Learning* seperti *Long Short-Term Memory* (LSTM) pada peladen *back-end* guna memprediksi tren penurunan kelembapan tanah, sehingga irigasi dapat dilakukan secara preventif. Pengimplementasian layanan notifikasi latar belakang (*Push Notification*) juga krusial agar pengelola menerima peringatan darurat seketika, meskipun aplikasi dalam keadaan tertutup.

7. REFERENSI

- Adhi, N. S., & Irianto, K. D. (2025). A Prototype of Mobile-Based Application for Smart Agriculture System. *International Journal of Informatics and Computation* (IJICOM). <https://engrxiv.org/preprint/view/6092/10067>
- Aditya, M. D., & Susanty, M. (2022). Studi Komparasi Maintainability Antara Aplikasi yang

Dikembangkan dengan Framework Flutter dan React Native. *Jurnal Informatika*, 9(2), 159–171. <https://www.semanticscholar.org/reader/f34bce5658e1cc00f8f889691ef0057ad4f1caa3>

- AL Khamaeni, M. G. (2023). Implementasi White Box Testing Berbasis Path Pada Aplikasi Berbasis Web. *Jurnal Siliwangi*, 9(1), 8–13. <https://jurnal.unsil.ac.id/index.php/jssainstek/article/download/4109/3152>

- Andrian, D. (2021). Penerapan Metode Waterfall Dalam Perancangan Sistem Informasi Pengawasan Proyek Berbasis Web. *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak*, 2(1), 85-93. Andrian, D. (2021). [Penerapan Metode Waterfall Dalam Perancangan Sistem Informasi Pengawasan Proyek Berbasis Web. Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak](https://www.semanticscholar.org/reader/f34bce5658e1cc00f8f889691ef0057ad4f1caa3), 2(1), 85-93.

- Ardianto, F., Rahmasari, E. S., & Pratama, A. P. (2025). Smart Irrigation System Berbasis IoT dengan Sensor Soil Moisture dan DHT22 Menggunakan Sumber Daya Terbarukan. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Bisnis (SENATIB)*, 1(1), 500–511. <https://ojs.udb.ac.id/Senatib/article/view/5404/3610>

- Awaludin, A. W., Ashari, A., Aziz, A., Lubis, G. A. F., & Suryaningrat, S. (2023). Pengembangan Mobile Hybrid Apps Dengan Flutter. *Jurnal Cahaya Mandalika*, 3(2), 1433–1436. <https://ojs.cahayamandalika.com/index.php/jcm/article/view/2289/1798>

- Dirayati, F., Sari, R. A., & Purnomo, R. F. (2025). Perancangan dan Implementasi Sistem Smart Agriculture Berbasis Internet of Things untuk Meningkatkan Produktivitas Pertanian. *Jurnal Media Informatika*, 6(2), 863–872. <https://ejournal.sisfokomtek.org/index.php/jumin/article/view/4982/3376>

- Lestari, N. R. (2026). Analisis Penerapan Internet Of Things (IoT) dalam Pertanian Cerdas di Era 4.0. *Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi*, 9(1), 231-239. <https://ejournal.hamzanwadi.ac.id/index.php/infotek/article/view/33209/7969>

- Pratama, M. F., Andriyanto, T., & Wardani, A. S. (2025). Rancang Bangun Sistem Integrasi Data Berbasis RESTful API. *Jurnal NOE (Nusantara of Engineering)*, 8(1), 55-64. https://repository.unpkediri.ac.id/13591/3/RAMA_57201_2013030009_0701117802_0713018402_01_front_ref.pdf

- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2020). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (9th ed.). McGraw-Hill Education.

- Rahman, S., & Saifudin, A. (2022). Pengujian Black Box Testing pada Aplikasi Inventori Barang Berbasis Web di PT. AINO Indonesia. *LOGIC : Jurnal Ilmu Komputer Dan Pendidikan*, 1(1), 1–5.

<https://journal.mediapublikasi.id/index.php/logic/article/view/1262/615>

Umam, M. S., Wibowo, S. A., & Pranoto, Y. A. (2022). Implementasi Protokol MQTT Pada Aplikasi Smart Garden Berbasis IoT (Internet Of Things). JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika), 6(1).
<https://www.semanticscholar.org/paper/IMPLEMENTASI-PROTOKOL-MQTT-PADA-APLIKASI-SMART-IOT-Umam-Wibowo/ba5005244606eb968d513bd40c14f41414313f66>