

**PENGEMBANGAN APLIKASI SISTEM PERTANIAN  
CERDAS BERBASIS MOBILE**



Disusun Oleh:

N a m a : Nurandra Satya Adhi  
NIM : 22523171

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA – PROGRAM SARJANA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
2026**

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PENGEMBANGAN APLIKASI SISTEM PERTANIAN  
CERDAS BERBASIS MOBILE**

TUGAS AKHIR



الجمهورية الإسلامية الإندونيسية

Yogyakarta, 22 Desember 2025

Pembimbing,

( Kurniawan Dwi Irianto, S.T., M.Sc.)

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**PENGEMBANGAN APLIKASI SISTEM PERTANIAN  
CERDAS BERBASIS MOBILE**

**TUGAS AKHIR**

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer dari Program Studi Informatika – Program Sarjana di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 13 Januari 2026

Tim Penguji

Kurniawan Dwi Irianto, S.T., M.Sc.

Anggota 1

Ari Sujarwo, S.Kom., M.I.T.

Anggota 2

Ahmad Fathan Hidayatullah, S.T., M.Cs.,

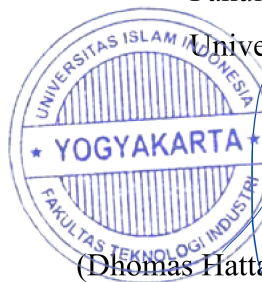
Ph.D.

الجمعة الائمة الاندية  
Mengetahui,

Ketua Program Studi Informatika – Program Sarjana

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



(Dhomas Hatta Fudholi, S.T., M.Eng., Ph.D.)

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurandra Satya Adhi

NIM : 22523171

Tugas akhir dengan judul:

### **PENGEMBANGAN APLIKASI SISTEM PERTANIAN CERDAS BERBASIS MOBILE**

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, tugas akhir yang diajukan sebagai hasil karya sendiri ini siap ditarik kembali dan siap menanggung risiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 22 Desember 2025



(Nurandra Satya Adhi)

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia, serta petunjuk-Nya, sehingga laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Dengan penuh rasa hormat dan terima kasih yang mendalam, penulis menyampaikan apresiasi kepada kedua orang tua tercinta atas doa yang tidak pernah terputus, dukungan yang tulus, serta kasih sayang yang senantiasa mengiringi setiap langkah penulis. Tanpa pengorbanan, kesabaran, dan motivasi yang diberikan, penyusunan laporan ini tidak mungkin dapat terwujud. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Kurniawan Dwi Irianto, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, memberikan arahan, masukan, serta ilmu yang sangat berharga selama proses penyusunan laporan tugas akhir ini. Ucapan terima kasih turut disampaikan kepada seluruh dosen Program Studi Informatika Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan dan keterampilan selama masa perkuliahan. Di samping itu, penulis mengapresiasi sahabat serta rekan-rekan seperjuangan yang telah memberikan dukungan moral, semangat, diskusi yang konstruktif, serta kebersamaan yang bermakna selama proses akademik berlangsung. Penulis juga ingin memberikan penghargaan kepada diri sendiri atas usaha, ketekunan, dan komitmen dalam menghadapi berbagai tantangan hingga laporan ini dapat diselesaikan. Akhir kata, penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan serta menjadi pijakan awal dalam pengembangan diri penulis di masa mendatang. Aamiin ya Rabbal 'Alamin.

## HALAMAN MOTO

“Sampai kapan kau diam di kepala  
Sedang dunia begitu luasnya  
Jangan mati membusuk di sana  
Biarkan kakimu mengembara”  
(The Jeblogs)

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.”  
(QS. Al-Insyirah 6 )

## KATA PENGANTAR

### **Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh**

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga tercurah kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat Islam menuju kehidupan yang berlandaskan ilmu, iman, dan akhlak mulia.

Penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Maka itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas pertolongan dan kemudahan-Nya.
2. Ayah (Hartono), Ibu (Indiati Prihastuti), serta Kakak (Nur Arifa Rohmaningsiatas) atas doa, kasih sayang, dan dukungan yang diberikan.
3. Bapak Kurniawan Dwi Irianto, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing atas arahan dan bimbingannya selama penyusunan Tugas Akhir.
4. Ketua Jurusan Informatika Universitas Islam Indonesia bapak Dr. Raden Teduh Dirgahayu, S.T., M.Sc. dan Ketua Program Studi Informatika Universitas Islam Indonesia bapak Dhomas Hatta Fudholi, S.T., M.Eng., Ph.D. atas dukungan akademik yang diberikan.
5. Muhammad Daffa Ramadan selaku partner penelitian atas kerja sama, diskusi, dan kontribusi selama pelaksanaan penelitian dan Muhammad Dzaky Adrian sebagai teman seperjuangan dalam menyusun skripsi atas dukungan, semangat, dan kebersamaan selama proses pengerjaan.
6. Sahabat dan rekan-rekan seperjuangan lainnya yang telah memberikan bantuan, semangat, dan motivasi.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki keterbatasan, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat.

### **Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh**

Yogyakarta, 22 Desember 2025



(Nurandra Satya Adhi)

## SARI

Sektor pertanian merupakan salah satu penopang utama ketahanan pangan dan perekonomian nasional, namun hingga saat ini masih dihadapkan pada sejumlah permasalahan, antara lain tingkat produktivitas yang belum optimal, pemanfaatan teknologi yang terbatas, serta rendahnya literasi digital di kalangan petani. Perkembangan teknologi digital, khususnya perangkat mobile dan *Internet of Things* (IoT), membuka peluang penerapan konsep pertanian cerdas yang lebih efektif, efisien, dan berbasis data. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan aplikasi Sistem Pertanian Cerdas berbasis mobile yang terintegrasi dengan teknologi IoT untuk memantau kondisi lingkungan pertanian secara waktu nyata. Aplikasi ini dirancang dengan antarmuka yang sederhana agar mudah digunakan oleh petani dalam memantau parameter lingkungan, meliputi kelembapan tanah, suhu udara, serta intensitas cahaya. Metode pengembangan yang diterapkan adalah metode *Prototype*, yang menekankan keterlibatan pengguna secara aktif melalui tahapan pengumpulan kebutuhan, perancangan sistem, evaluasi, dan penyempurnaan. Aplikasi dikembangkan menggunakan Flutter sebagai antarmuka pengguna dan Firebase sebagai layanan *backend*. Pengujian sistem dilakukan melalui *black box testing* untuk menjamin fungsi aplikasi berjalan dengan baik, serta *System Usability Scale* (SUS) untuk menilai tingkat kegunaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi mampu menampilkan data sensor secara *real-time*, menyajikan informasi dalam bentuk grafik, serta memberikan notifikasi terkait kondisi lahan pertanian. Evaluasi usability menggunakan metode SUS menghasilkan skor sebesar 86, yang mengindikasikan bahwa aplikasi memiliki tingkat kegunaan yang sangat baik dan dapat diterima oleh pengguna. Dengan demikian, aplikasi ini berpotensi membantu petani dalam pengambilan keputusan serta meningkatkan efisiensi pengelolaan pertanian.

Kata kunci: *Smart farm*, aplikasi *mobile*, *Internet of Things* (IoT), *System Usability Scale* (SUS)

## GLOSARIUM

<i>Black Box</i>	Metode pengujian perangkat lunak dengan mengujikan sistem berdasarkan tampilan jalannya aplikasi tanpa berfokus pada struktur atau kode program di dalam sistem.
<i>Entity Relationship Diagram (ERD)</i>	diagram yang dipakai untuk menggambarkan hubungan antar entitas atau tabel dalam membantu perancangan dan pengelolaan basis data beserta atribut dan relasinya.
Firestore	Layanan <i>Backend as a Service</i> (BaaS) dari Google yang menyajikan database <i>real-time</i> , autentikasi pengguna, dan layanan notifikasi untuk aplikasi <i>mobile</i> .
Flutter	Framework <i>open-source</i> dari Google yang untuk membuat aplikasi (Android, iOS, web) dengan satu basis kode. sehingga pengembangan aplikasi menjadi lebih cepat dan efisien.
<i>Internet of Things (IoT)</i>	Konsep teknologi yang memungkinkan perangkat fisik seperti sensor terhubung ke internet untuk mengumpulkan dan mengirim data secara otomatis.
<i>Prototype</i>	Model awal atau purwarupa sistem yang dibuat untuk memberikan gambaran fungsi dan tampilan aplikasi sebelum dikembangkan secara penuh.
<i>User Experience (UX)</i>	Pengalaman keseluruhan pengguna saat berinteraksi dengan aplikasi, mencakup kemudahan, kenyamanan, dan kepuasan penggunaan.
<i>User Interface (UI)</i>	Diagram UML yang menggambarkan interaksi antara pengguna (aktor) dan fungsi-fungsi yang tersedia dalam sistem.
<i>Wireframe</i>	Rancangan awal antarmuka aplikasi yang menunjukkan struktur dan tata letak elemen sebelum desain visual final dibuat.
<i>System Usability Scale (SUS)</i>	Metode evaluasi <i>usability</i> berupa kuesioner dengan 10 pertanyaan untuk menilai tingkat kemudahan penggunaan suatu sistem.

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
HALAMAN MOTO .....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
SARI.....	viii
GLOSARIUM .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat penelitian .....	3
1.6 Metodologi Penelitian Secara Umum.....	3
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	6
2.1 Kontekstualisasi Masalah Pengembangan Sistem Pertanian Cerdas Berbasis Mobile ....	6
2.2 Metode Pengembangan Perangkat Lunak .....	8
2.3 Prototype sebagai Metodologi Pengembangan Sistem Informasi .....	10
2.3.1 Relevansi Metode Prototype dengan Pengembangan Sistem Pertanian Cerdas Berbasis <i>Mobile</i> .....	10
2.3.2 Pengujian pada Metode Prototype .....	11
2.4 User Interface (UI) dan User Experience (UX).....	12
2.5 Flutter .....	14
2.6 Firebase.....	15
2.7 Black box.....	15
2.8 System Usability Scale.....	15

BAB III METODE PENELITIAN .....	16
3.1 Metode Penelitian.....	16
3.2 Komunikasi.....	18
3.3 Quick Plan .....	22
3.4.1 Arsitektur Diagram .....	24
3.4.2 Use Case Diagram.....	25
3.4.3 Diagram ERD.....	26
3.5 Construction of Prototype.....	26
3.6 Deployment Delivery & Feedback .....	31
3.6.1 Pengujian Aplikasi .....	31
3.6.2 Menyiapkan Kuesioner .....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Metode Implementasi Aplikasi Sistem Pertanian Cerdas Berbasis Mobile .....	33
4.1.1 Halaman Login dan Daftar.....	33
4.1.2 Halaman Dashboard.....	34
4.1.3 Halaman Profil dan Kontrol Sensor .....	36
4.1.4 Halaman Notifikasi .....	37
4.2 Pengujian Black Box .....	38
4.3 Pengujian UX (User Experience) .....	38
4.3.1 Hasil Kuesioner UX.....	39
4.3.2 Pembahasan Penilaian Responden .....	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	42
5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran .....	42
DAFTAR PUSTAKA.....	44
LAMPIRAN .....	48

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Perbandingan Metodologi Pengembangan Perangkat Lunak .....	8
Tabel 2.2 Perbandingan UI/UX Beberapa Aplikasi Pertanian <i>Mobile</i> .....	13
Tabel 3.1 Wawancara dengan petani .....	19
Tabel 3.2 Indikator dan Parameter Uji Coba .....	23
Tabel 4.1 Pengujian Black Box Testing .....	38
Tabel 4.2 Tabel Skala Penilaian.....	38
Tabel 4.3 Identitas Responden.....	39
Tabel 4.4 Hasil kuesioner .....	40
Tabel 4.5 Aspek Positif.....	41
Tabel 4.6 Aspek negatif.....	41

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 3.1 Alur Metode Prototype.....	17
Gambar 3.2 Arsitektur Diagram .....	24
Gambar 3.3 Use Case Diagram.....	25
Gambar 3.4 Diagram ERD.....	26
Gambar 3.5 Rancangan Halaman Awal.....	27
Gambar 3.6 Rancangan Input Data Sawah .....	28
Gambar 3.7 Rancangan Menu Utama .....	29
Gambar 3.8 Rancangan Awal Notifikasi .....	30
Gambar 4.1 Uji Coba Aplikasi Ke lapangan .....	33
Gambar 4.2 Halaman Login dan Daftar.....	34
Gambar 4.3 Tampilan Dashboard .....	35
Gambar 4.4 Halaman profil dan kontrol sensor.....	36
Gambar 4.5 Halaman Notifikasi .....	37

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Menurut kementerian pertanian (2022) sektor pertanian punya peran strategis dalam mendukung pertumbuhan ekonomi nasional. Lebih dari 30% penduduk Indonesia bekerja di sektor pertanian, menjadikannya salah satu penyumbang lapangan kerja terbesar di tanah air (Sihite et al., 2025). Namun demikian, meskipun Indonesia merupakan penyedia beras terbesar ketiga di dunia, ketergantungan terhadap impor masih tinggi sehingga menunjukkan tantangan dalam mencapai ketahanan pangan yang berkelanjutan (Kementerian Pertanian, 2024). Menurut kementerian pertanian (2024) survei menunjukkan bahwa hanya sekitar 17% petani yang pernah menggunakan aplikasi pertanian digital, dan mayoritas di antaranya mengalami kesulitan dalam memahami antarmuka aplikasi yang ada. Ini menunjukkan adanya hambatan dalam literasi digital dan akses terhadap teknologi yang sesuai dengan kebutuhan petani.

Memasuki era digital, *Smart farming* mulai diadopsi secara luas dalam berbagai proses pertanian. Sebagai contoh, Sebuah studi dari jurnal pendidikan dan teknologi Indonesia mengembangkan aplikasi konsultasi berbasis *mobile* yang menyajikan layanan informasi teknik pertanian, pemilihan pupuk, hingga pemantauan cuaca, yang dinyatakan mampu menambah keefektivitasan para petani sampai 25% dan mengurangi pemakaian pupuk berlebih sebanyak 15% (Alhafiz & Sela, 2025). Aplikasi *mobile* punya potensi besar untuk menjadi solusi inovatif dalam mendukung pertanian cerdas. Keunggulan seperti portabilitas, kemudahan akses, dan penyajian informasi secara *real-time* menjadikan aplikasi ini relevan untuk kebutuhan petani modern (Alhafiz & Sela, 2025). Aplikasi tersebut dapat menyajikan panduan, layanan konsultasi, dan informasi penting langsung melalui perangkat *smartphone*, tanpa harus bergantung pada metode konvensional.

Adanya inovasi aplikasi *mobile* yang terhubung dengan teknologi *Internet of Things* (IoT) menghadirkan pendekatan baru yang lebih efektif serta efisien. Perangkat sensor yang dipasang di lahan pertanian dapat mengirimkan data secara otomatis ke aplikasi, sehingga petani dapat memantau keadaan kelembapan tanah, suhu, dan intensitas cahaya secara *real-*

*time* (Effendi et al., 2022). Aplikasi *mobile* dalam hal ini berfungsi sebagai pusat kendali dan pengawasan berbasis data yang praktis.

Namun demikian, tantangan besar masih dihadapi dalam hal keterbatasan akses teknologi dan literasi digital. Banyak petani belum terbiasa menggunakan perangkat canggih yang kompleks. Maka itu, aplikasi yang sederhana, intuitif, dan selaras dengan kebutuhan pengguna akan menjadi langkah strategis dalam menjembatani kesenjangan digital di sektor pertanian.

Dari latar belakang tersebut, penelitian ini ditargetkan pada perancangan dan pengembangan aplikasi pertanian cerdas berbasis *mobile* yang terintegrasi dengan sensor IoT, bekerja sama dengan rekan peneliti yang mengembangkan perangkat IoT tersebut. Dalam pengembangan aplikasi pertanian cerdas berbasis *mobile* ini, pemilihan teknologi dilakukan dengan mempertimbangkan kemudahan penggunaan, efisiensi pengembangan, serta kesesuaian dengan kebutuhan petani. *Framework* Flutter dipilih karena mampu menghasilkan aplikasi lintas platform dengan satu basis kode, sehingga lebih efisien dan mudah dikembangkan, serta mendukung pembuatan antarmuka pengguna yang sederhana, responsif, dan *user-friendly*. Hal ini penting untuk mengatasi keterbatasan literasi digital petani. Selain itu, Firebase Realtime Database digunakan sebagai basis pengelolaan data karena mampu menangani pertukaran data secara *real-time* antara sensor IoT dan aplikasi *mobile* secara stabil dan terintegrasi. Kombinasi Flutter, Firebase, dan teknologi IoT diharapkan mampu menghasilkan sistem pertanian cerdas yang praktis, mudah diakses, dan relevan dengan kondisi lapangan, sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan petani secara cepat dan tepat.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, Permasalahan dalam sektor pertanian saat ini adalah belum tersedianya sistem pemantauan kondisi lingkungan lahan pertanian yang terintegrasi, *real-time*, dan mudah diakses oleh petani, sehingga pemantauan suhu udara, kelembaban udara, dan intensitas cahaya masih banyak dilakukan secara manual atau tidak berkelanjutan dan berdampak pada kurang akuratnya informasi dalam pengambilan keputusan pengelolaan dan perawatan tanaman.

Berdasarkan permasalahan tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana mengembangkan sebuah aplikasi sistem pertanian cerdas berbasis *mobile* berbasis IoT yang mampu menyajikan data suhu udara, kelembaban udara, dan intensitas cahaya secara *real-time* dengan tampilan yang informatif dan mudah digunakan oleh petani?

### 1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian dapat terfokus dan dapat dikembangkan secara optimal, maka dibuat batasan-batasan sebagai berikut:

1. Aplikasi ini terintegrasi dengan perangkat IoT sebagai pemantauan kondisi lahan
2. Pengujian sistem dilakukan pada sawah
3. Pengembangan aplikasi dibatasi pada sistem operasi *mobile* Android.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan aplikasi sistem pertanian cerdas berbasis *mobile* yang terintegrasi dengan teknologi Internet of Things (IoT) untuk memantau kondisi lingkungan lahan pertanian. Aplikasi ini dirancang untuk menyajikan data kondisi lingkungan secara *real-time*, meliputi suhu udara, kelembapan udara, intensitas cahaya, dan suhu tanah, melalui antarmuka yang informatif dan fitur yang mudah digunakan. Dengan adanya aplikasi ini, pemantauan kondisi lahan dapat dilakukan secara lebih efektif serta membantu petani dalam pengambilan keputusan di lapangan.

### 1.5 Manfaat penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi petani dengan menghadirkan aplikasi digital yang mudah diakses untuk membantu pengambilan keputusan berbasis data dalam pengelolaan lahan pertanian, khususnya melalui fitur pemantauan suhu, kelembapan tanah, dan intensitas cahaya secara *real-time*.

### 1.6 Metodologi Penelitian Secara Umum

Penelitian ini dilakukan melalui serangkaian langkah sistematis mulai dari identifikasi kebutuhan pengguna hingga implementasi aplikasi. Pendekatan yang dipakai adalah metode *Prototype*, yang bertujuan untuk mengembangkan sebuah aplikasi *mobile* berbasis sistem pertanian cerdas yang terintegrasi dengan sensor IoT. Metode ini dipilih karena mampu memberikan umpan balik langsung dari pengguna (petani) sejak tahap awal pengembangan, sehingga aplikasi yang dirancang selaras dengan kebutuhan mereka di lapangan (Putri et al., 2025). Adapun langkah-langkah umum pada studi ini yakni:

1. Identifikasi Kebutuhan Pengguna

Tahap awal dilakukan dengan metode mengumpulkan data melewati wawancara langsung dengan petani dan studi literatur terkait. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi kebiasaan petani, bahasa yang dipakai, fitur yang dibutuhkan, serta masalah nyata yang mereka hadapi dalam mengelola pertanian.

2. Perancangan Awal dan Pembuatan *Prototype*

Dari hasil identifikasi kebutuhan, dibuatlah rancangan awal aplikasi menggunakan *tools* desain seperti Figma. Pada tahap ini, *prototype* mencakup *wireframe* UI/UX, fitur utama seperti tampilan suhu, kelembapan tanah, intensitas cahaya, dan notifikasi.

3. Evaluasi dan Revisi *Prototype*

*Prototype* yang telah dibuat dievaluasi oleh petani melalui uji coba navigasi, keterbacaan teks, serta kemudahan penggunaan. Masukan dari pengguna digunakan untuk menyempurnakan antarmuka dan alur kerja aplikasi agar lebih selaras dengan kebiasaan petani.

4. Pengembangan Sistem

Setelah *prototype* diuji, dilakukan pengembangan aplikasi menggunakan Flutter sebagai platform pengembangan *frontend* dan Firebase untuk *backend* serta layanan notifikasi *real-time* dan integrasi sensor IoT untuk suhu, kelembapan tanah, dan intensitas cahaya juga dilakukan pada tahap ini.

5. Pengujian dan Implementasi Lapangan

Pengujian dilakukan melalui unit testing, UI testing pada berbagai perangkat, serta implementasi langsung ke perangkat petani di lahan sawah. Uji sistem dilakukan dengan mengamati performa aplikasi, validitas data sensor, dan tingkat kepuasan pengguna melalui kuesioner skala 1–5.

6. Penyempurnaan Aplikasi dan Penyusunan Laporan

Setelah aplikasi diuji coba di lapangan dan memperoleh umpan balik dari pengguna (petani), dilakukan tahap penyempurnaan sistem. Penyempurnaan ini meliputi perbaikan antarmuka dan peningkatan respons sistem. Setelah semua tahapan selesai setiap tahapannya akan disusun menjadi laporan penelitian sebagai dokumen akhir.

## 1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penyusunan pada laporan ini disusun ke dalam beberapa bagian yang menjelaskan rangkaian dari semua masalah dan penyelesaiannya. Susunan penulisan laporan ini terbagi dalam 5 bab sebagai berikut:

### 1. BAB I PENDAHULUAN

Membahas latar belakang digitalisasi pertanian, tantangan akses teknologi bagi petani, rumusan masalah pengembangan aplikasi *mobile*, batasan penelitian, tujuan pembuatan aplikasi, manfaat penelitian, metodologi *prototype*, dan garis besar sistematika penulisan.

### 2. BAB II LANDASAN TEORI

Fokus pada teori aplikasi *mobile* pertanian, desain UI/UX untuk petani, integrasi IoT-*mobile*, dan studi terkait sistem pertanian digital. Teori mendukung pengembangan aplikasi dengan antarmuka sederhana dan fitur *real-time monitoring*.

### 3. BAB III METODOLOGI

Menjelaskan penerapan metode *prototype* dalam 5 tahap: perencanaan kebutuhan petani, desain prototipe, konstruksi aplikasi, serta implementasi ke aplikasi, dan pengujian di lapangan.

### 4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menampilkan hasil implementasi aplikasi, data pengujian fungsional, hasil kuesioner kepuasan petani, serta analisis kelebihan dan keterbatasan sistem yang dibangun.

### 5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi poin-poin temuan utama penelitian dan rekomendasi untuk pengembangan fitur lebih lanjut.

## BAB II KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Kontekstualisasi Masalah Pengembangan Sistem Pertanian Cerdas Berbasis Mobile

Pertanian merupakan sektor krusial dalam perekonomian Indonesia, tetapi masih banyak menghadapi berbagai tantangan yaitu ketergantungan pada metode tradisional, rendahnya produktivitas, serta keterbatasan akses informasi dan teknologi di kalangan petani (Ratu, 2024). Transformasi digital menjadi solusi yang menjanjikan untuk menjawab tantangan tersebut, khususnya melalui pendekatan *smart farming* yang mengandalkan teknologi seperti IoT, dan aplikasi *mobile*. Beberapa penelitian sudah dilaksanakan untuk mengembangkan sistem pertanian cerdas berbasis *mobile*, masing-masing menggunakan pendekatan dan metodologi yang berbeda. Berikut beberapa tantangan implementasi teknologi yang dipakai petani di Indonesia.

Penelitian oleh Ginardi (2024) mengembangkan sistem irigasi otomatis menggunakan sensor BME280 dan modul ESP32. Sistem ini memungkinkan penyiraman tanaman secara otomatis berdasarkan data suhu dan kelembapan yang dikirim melalui koneksi Wi-Fi. Teknologi ini sangat membantu dalam efisiensi air dan tenaga kerja. Namun, sistem ini dinilai kurang efektif untuk wilayah dengan keterbatasan jaringan internet dan listrik, yang justru banyak ditemukan di daerah pertanian Indonesia. Di samping itu, belum ada pendekatan UI/UX yang secara eksplisit diterapkan karena fokus penelitian lebih pada aspek perangkat keras.

Sementara itu, studi oleh Alhafiz & Sela (2025) menekankan pada pengembangan aplikasi *mobile* sederhana yang bisa digunakan secara offline, dengan fitur rekomendasi pemupukan berbasis kondisi lahan. Aplikasi ini berhasil meningkatkan hasil pertanian serta efisiensi penggunaan pupuk, serta dinilai mudah digunakan oleh petani karena antarmuka yang sederhana. Namun, penelitian ini juga mengungkapkan bahwa sebagian pengguna mengalami kebingungan dalam memahami istilah teknis, sehingga menunjukkan bahwa aspek user experience (UX) masih perlu ditingkatkan. Sejumlah penelitian telah dilaksanakan untuk mengembangkan sistem pertanian cerdas berbasis *mobile*, masing-masing menggunakan pendekatan dan metodologi yang berbeda.

Studi oleh Rahmawati (2019) mengembangkan sistem TI-FARM berbasis web menggunakan metodologi Agile untuk membantu petani di Singojuruh, Banyuwangi, mendapatkan informasi tentang pertanian organik dan anorganik. Penggunaan Agile dengan praktik seperti timebox planning, daily stand-up, dan retrospektif memungkinkan pengembangan sistem yang adaptif dan responsif terhadap kebutuhan pengguna. Sistem ini mampu memberikan informasi lengkap terkait budidaya tanaman, pengairan, pemupukan, dan pengendalian hama. Namun, koordinasi antara pengembang dan pengguna menjadi tantangan dalam menjaga keberlanjutan sistem.

Penelitian oleh Syahaddan & Waluyo (2023) mengembangkan sistem pemantauan sawah berbasis *mobile* dengan pendekatan Waterfall. Sistem ini memungkinkan petani memantau kondisi sawah dari jarak jauh melalui aplikasi Android yang terhubung dengan perangkat IoT. Keunggulan sistem ini terletak pada kemudahan monitoring serta efisiensi waktu. Namun, pendekatan Waterfall yang bersifat linier kurang fleksibel dalam menghadapi perubahan kebutuhan pengguna selama pengembangan.

Sementara itu, pengembangan aplikasi *mobile* bernama “Jembatani” dengan metode *Prototype*. Aplikasi ini terintegrasi dengan sensor soil moisture, DHT11, dan mikrokontroler NodeMCU ESP32 untuk memantau dan menyiram lahan secara otomatis (Juanto et al., 2022). Metode *prototype* memungkinkan pengembangan secara iterative dan mempercepat proses evaluasi dengan pengguna. Penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi berbasis *prototype* memberikan fleksibilitas lebih baik, meningkatkan efisiensi operasional, dan memudahkan adopsi teknologi oleh petani.

Dari berbagai studi yang telah dikaji, dapat disimpulkan bahwasanya meskipun aplikasi pertanian cerdas berbasis digital dan *mobile* menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan efisiensi, dan produktivitas dalam sektor pertanian, keberhasilan pengembangannya sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor krusial. Faktor-faktor tersebut meliputi:

1. Metodologi pengembangan yang dipakai, apakah cukup fleksibel dan mendukung proses interaktif.
2. Tingkat literasi digital petani sebagai pengguna utama aplikasi.
3. Kondisi infrastruktur pendukung, seperti ketersediaan jaringan internet dan pasokan daya listrik di daerah pedesaan.
4. Desain antarmuka (UI) dan pengalaman pengguna (UX) yang intuitif dan selaras dengan karakteristik petani.

Dengan memahami konteks dan tantangan di lapangan serta menelaah pendekatan dari berbagai penelitian terdahulu, pemilihan metodologi pengembangan aplikasi pertanian cerdas berbasis *mobile* perlu dilakukan secara strategis dan tepat sasaran. Pertimbangan ini akan menjadi dasar dalam pembahasan metodologi pengembangan yang dibahas lebih lanjut pada subbab berikutnya.

## 2.2 Metode Pengembangan Perangkat Lunak

Dalam pengembangan aplikasi, terdapat berbagai metode yang bisa digunakan selaras dengan karakteristik proyek. Setiap metode mempunyai kekurangan dan kelebihan masing-masing, baik dari segi alur kerja, fleksibilitas, keterlibatan pengguna, hingga efisiensi waktu dan biaya. Tabel berikut menyajikan perbandingan beberapa metodologi pengembangan perangkat lunak yang relevan dengan konteks aplikasi pertanian.

Tabel 2.1 Perbandingan Metodologi Pengembangan Perangkat Lunak

Metodologi	Kelebihan	kekurangan
<i>Waterfall</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Metode <i>waterfall</i> menawarkan kemudahan dalam manajemen proyek (Bakri &amp; Nasution, 2024).</li> <li>- Model <i>waterfall</i> lebih sesuai diterapkan pada sistem atau perangkat lunak yang bersifat umum, di mana seluruh kebutuhan dapat ditetapkan sejak awal dan memiliki spesifikasi yang jelas serta terdefinisi dengan baik. (Aprelia &amp; Iskandar, 2024).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dalam pengembangan sistem mempergunakan metode <i>waterfall</i>, diperlukan pendekatan yang terorganisir dan berurutan dalam mengembangkan proyek aplikasi, diawali dari tahap analisis, desain, implementasi, pengujian sampai pemeliharaan,</li> <li>- <i>Waterfall</i> kurang fleksibel terhadap perubahan dan sulit mengakomodasi kebutuhan baru di tengah proyek (Murdiani &amp; Hermawan, 2022).</li> </ul>
<i>Spiral</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Model <i>spiral</i> menggabungkan kelebihan model <i>waterfall</i> dan <i>prototype</i>, serta fokus pada identifikasi dan mitigasi risiko.</li> <li>- Model <i>spiral</i> biasanya digunakan untuk proyek besar yang kompleks, serta evaluasi dan perbaikan dilakukan di setiap siklus (Adiya, 2024)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biaya tinggi karena proses iteratif dan membutuhkan keahlian dalam manajemen risiko (Murdiani &amp; Hermawan, 2022)</li> </ul>

<i>Agile</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Agile</i> merupakan metode yang cocok untuk proyek ukuran kecil-menengah, membuahkan keselarasan yang baik, menekankan produk akhir, dan berulang(Budi et al., 2016).</li> <li>- <i>Agile</i> adaptif terhadap perubahan kebutuhan dan cocok untuk proyek dinamis</li> <li>- (Binuko et al., 2023).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Membutuhkan komitmen tinggi dari seluruh tim dan dokumentasi sering kurang lengkap.</li> <li>- Sulit diterapkan pada tim besar tanpa pengalaman <i>Agile</i> (Budi et al., 2016).</li> </ul>
<i>Rapid Application Development (RAD)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RAD cocok untuk proyek dengan waktu terbatas dan mudah mengakomodasi perubahan selama pengembangan(Budi et al., 2016).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RAD kurang cocok diterapkan pada proyek dengan tingkat risiko yang tinggi(Bakri &amp; Nasution, 2024).</li> <li>- Membutuhkan tim yang berpengalaman(Murdiani &amp; Hermawan, 2022).</li> </ul>
<i>Prototype</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifikasi kebutuhan dapat dilakukan dengan lebih tepat karena adanya evaluasi secara berkala serta masukan dari pemilik proyek terhadap versi awal sistem yang dikembangkan, dan juga Memungkinkan pengujian dan evaluasi awal oleh pengguna sehingga mengurangi</li> <li>- kesalahan di tahap akhir (Budi et al., 2016).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Metode <i>prototype</i> memungkinkan proses identifikasi kebutuhan dilakukan secara berulang, tetapi memerlukan biaya yang relatif lebih besar(Bakri &amp; Nasution, 2024). Bisa menyebabkan fokus pengembang terpecah karena permintaan perubahan yang terus-menerus dari klien (Budi et al., 2016).</li> </ul>

Dari hasil perbandingan berbagai aplikasi pertanian dari sisi UI/UX serta metode pengembangan perangkat lunak yang relevan, dapat disimpulkan bahwa pendekatan *prototyping* dengan desain UI/UX berbasis partisipatif merupakan strategi paling sesuai untuk konteks petani Indonesia. Hal ini disebabkan oleh rendahnya tingkat literasi digital petani, keterbatasan infrastruktur, serta kebutuhan akan solusi yang mudah digunakan namun tetap fungsional.

*Prototyping* memungkinkan keterlibatan langsung petani dalam proses desain dan pengujian, sehingga aplikasi yang dikembangkan dapat disesuaikan dengan kebutuhan nyata di lapangan. Sementara itu, desain UI/UX yang mengutamakan prinsip kesederhanaan, keterbacaan tinggi, serta visual yang intuitif, terbukti meningkatkan kenyamanan penggunaan aplikasi oleh petani. Pendekatan ini juga mampu menjembatani kesenjangan digital dan memperbesar peluang adopsi teknologi di sektor pertanian secara berkelanjutan.

## 2.3 Prototype sebagai Metodologi Pengembangan Sistem Informasi

Metode *prototype* adalah sebuah metode pengembangan aplikasi yang berfokus pada pembuatan model awal desain yang bisa dievaluasi dan diuji sebelum sistem akhir dibangun secara lengkap. Tujuan utama dari metode ini untuk memahami kebutuhan pengguna dengan menyesuaikan sistem secara Berulang berdasarkan masukan yang diterima. Pendekatan *prototyping* sangat cocok dipergunakan dalam pengembangan sistem yang bersifat interaktif karena melibatkan pengguna secara aktif selama proses pengembangan (Jaya & Widyawati, 2019).

### 2.3.1 Relevansi Metode Prototype dengan Pengembangan Sistem Pertanian Cerdas Berbasis *Mobile*

Metode *prototype* dipilih sebagai pendekatan yang paling relevan dan strategis dalam konteks pengembangan aplikasi sistem pertanian cerdas berbasis *mobile*. Hal ini dilandaskan pada beberapa kesesuaian antara karakteristik metode *prototype* dengan kebutuhan dan tantangan di sektor pertanian, khususnya di wilayah pedesaan Indonesia. Beberapa alasan utama yang memperkuat relevansi metode ini yakni:

1. Partisipasi Langsung Petani dalam Proses Iterasi

Metode *prototype* memungkinkan pelibatan pengguna akhir (petani) secara langsung dalam tahap desain dan pengujian awal sistem. Hal ini penting karena sebagian besar petani memiliki literasi digital yang terbatas, sehingga masukan langsung dari mereka sangat dibutuhkan untuk menjamin aplikasi mudah dipergunakan dan benar-benar sesuai kebutuhan mereka di lapangan.

2. Menyesuaikan dengan Keterbatasan Infrastruktur

Aplikasi pertanian di pedesaan harus dapat berjalan dalam kondisi terbatas, seperti akses internet yang minim atau tidak stabil. Dengan menggunakan *prototype*, pengembang bisa dengan cepat menguji dan menyesuaikan fitur agar tetap dapat digunakan secara *offline* atau pada perangkat dengan spesifikasi rendah.

3. Responsif terhadap Perubahan Kebutuhan

Pertanian merupakan sektor yang sangat dinamis dan tergantung musim, cuaca, serta tren pasar. Metode *prototype* mendukung pengembangan sistem yang fleksibel dan

bertahap, sehingga memudahkan dalam penyesuaian fitur saat ada perubahan kebutuhan atau umpan balik dari pengguna di lapangan.

#### 4. Efisiensi dalam Sumber Daya

Dibandingkan dengan pendekatan tradisional seperti *Waterfall* yang membutuhkan perencanaan matang di awal, *prototyping* memungkinkan pengembangan bertahap sehingga menghemat waktu dan biaya, terutama jika sumber daya terbatas, seperti pada pengembangan sistem di sektor publik atau komunitas petani.

#### 5. Peningkatan UX dan UI yang Relevan secara Kontekstual

Fokus metode *prototyping* pada *user feedback* sangat mendukung penciptaan UI/UX yang intuitif dan familiar bagi petani, yang sebagian besar lebih terbiasa dengan interaksi visual sederhana daripada istilah teknis. Ini memperkuat aspek adopsi teknologi secara berkelanjutan.

Dengan mempertimbangkan semua aspek tersebut, penerapan metode *prototype* pada studi ini tidak sekadar logis secara teknis, namun juga strategis dan terarah. Maka itu, metode *prototype* menjadi fondasi utama dalam tahapan pengembangan aplikasi sistem pertanian cerdas berbasis *mobile* yang dirancang pada studi ini.

### 2.3.2 Pengujian pada Metode Prototype

Tahap pengujian merupakan komponen krusial dalam pendekatan *prototyping*, khususnya dalam pengembangan aplikasi digital berbasis *mobile* yang ditujukan untuk pengguna dengan karakteristik khusus seperti petani. Pengujian tidak sekadar berfungsi untuk mengevaluasi fungsionalitas sistem, namun juga untuk mengidentifikasi seberapa jauh desain UI/UX mampu memberikan pengalaman penggunaan yang intuitif, efisien, dan selaras dengan kondisi lapangan.

Dalam metode *prototype*, proses pengujian dilakukan secara bertahap diawali dari prototipe awal hingga mendekati versi akhir sistem. Hal ini memungkinkan tim pengembang memperoleh umpan balik langsung dari pengguna (petani) untuk melakukan perbaikan secara cepat dan tepat sasaran. Salah satu metode pengujian yang dilakukan adalah *usability testing* (pengujian kegunaan), yang bertujuan mengevaluasi kemudahan dan efisiensi penggunaan aplikasi oleh petani. Aspek yang diuji meliputi kemudahan navigasi, keterbacaan teks, kejelasan ikon, dan kecepatan pemahaman fitur. Pengujian ini sangat berkaitan dengan temuan

pada Subbab 2.4, di mana desain yang tidak ramah pengguna, seperti ukuran teks kecil, warna tidak kontras, atau menu tersembunyi, terbukti menghambat kenyamanan penggunaan aplikasi.

Dengan demikian, pengujian dalam metode prototyping bukan hanya sebagai evaluasi teknis, melainkan menjadi alat untuk mengintegrasikan pengalaman pengguna ke dalam proses pengembangan. Ini menjadikan metode *prototype* sangat relevan dan efektif dalam menciptakan aplikasi pertanian cerdas berbasis *mobile* yang tidak sekadar canggih dari sisi teknologi, namun juga benar-benar bisa diterima dan digunakan oleh petani.

## 2.4 User Interface (UI) dan User Experience (UX)

Sebagai lanjutan dari proses pengujian prototipe, perhatian terhadap aspek UI (*User Interface*) dan UX (*User Experience*) menjadi hal yang sangat penting dalam konteks pengembangan aplikasi digital, khususnya di sektor pertanian. UI/UX merupakan faktor penentu seberapa jauh teknologi dapat diadopsi oleh petani, yang sebagian besar mungkin belum terbiasa dengan perangkat digital akibat keterbatasan literasi teknologi, faktor usia, atau kondisi kerja di lapangan yang kurang mendukung.

Keberhasilan aplikasi pertanian digital tidak sekadar ditetapkan oleh fitur yang baik, namun juga oleh seberapa jauh antarmuka pengguna (UI) dan pengalaman pengguna (UX) dirancang selaras dengan karakteristik dan kebutuhan petani. UI/UX punya peran sentral dalam menjamin aplikasi dapat diakses dan digunakan secara optimal, terutama oleh petani yang belum terbiasa dengan teknologi digital. Desain UX yang efektif tidak sekadar memperindah tampilan aplikasi, melainkan juga menjembatani kesenjangan antara teknologi dan pengguna akhir dengan mempertimbangkan metode petani berinteraksi serta tantangan sehari-hari yang mereka hadapi (Yunianto and Wahyudi, 2024).

Untuk itu, diperlukan pendekatan desain yang memahami pola perilaku pengguna, kesulitan literasi digital, dan lingkungan kerja mereka di lapangan. Aplikasi pertanian yang inklusif perlu memperhatikan aspek keterbacaan teks, kesederhanaan navigasi, serta visualisasi informasi yang mudah dicerna. Contohnya adalah penggunaan bahasa sehari-hari yang tidak teknis, ikon yang intuitif, dan *layout* yang tidak membingungkan.

Berdasarkan studi ada beberapa prinsip desain UI/UX yang terbukti efektif bagi petani, di antaranya adalah penggunaan navigasi linear maksimal tiga langkah per fitur serta pemilihan warna kontras tinggi, seperti kombinasi biru dan kuning untuk menjamin visibilitas yang baik di lingkungan luar ruangan. Prinsip-prinsip ini penting untuk mengurangi

kebingungan pengguna dan meningkatkan efisiensi dalam menggunakan aplikasi (Fathasyah, 2023). Temuan ini diperkuat oleh hasil analisis beberapa aplikasi pertanian lain sebagaimana ditampilkan sebagai berikut.

Tabel 2.2 Perbandingan UI/UX Beberapa Aplikasi Pertanian *Mobile*

<b>Aplikasi</b>	<b>Fitur</b>	<b>Warna</b>	<b>Keterangan UX</b>
Sobatani (Rama & Setiawan, 2024)	Menghubungkan petani dengan penyuluh, edukasi pertanian, forum diskusi, jadwal penyuluhan, kantor BPP terdekat.	Hijau (melambangkan pertanian), kuning (padi).	UI efektif dengan rata-rata skor SEQ 6.6.
Pasar Tani (Al Faridzi et al., 2023)	Jual beli hasil pertanian berbasis <i>mobile</i> , <i>prototype</i> desain UI/UX yang layak digunakan.	Hijau sebagai identitas visual petani, kuning untuk padi.	Desain UI/UX sudah layak dan mudah digunakan, hasil usability testing positif, cocok untuk digitalisasi pasar tani.
FarmCare (Yunianto & Wahyudi, 2024)	Manajemen pertanian dengan berbagai fitur pendukung.	Didominasi oleh Warna hijau yang sering dikaitkan dengan tumbuhan, alam, serta unsur lingkungan, yang sangat relevan dengan konteks pertanian.	mendapatkan rating 4.2/5 namun memiliki kelemahan pada menu yang tersembunyi.
AgriGuide (Fathasyah, 2023)	Panduan pertanian dan informasi terkait.	Warna hijau memiliki efek yang nyaman bagi mata serta menimbulkan kesan rapi dan menenangkan bagi pengguna.	hanya mendapat rating 3.5/5 akibat ukuran teks yang terlalu kecil.

Temuan dari tabel di atas menunjukkan bahwasanya meskipun fitur-fitur aplikasi pertanian umumnya sudah selaras dengan kebutuhan pengguna, kegagalan dalam desain UI/UX dapat secara signifikan menghambat pemanfaatannya secara maksimal. Kelemahan seperti navigasi yang tidak intuitif, ukuran teks yang tidak ramah pengguna, atau menu yang

tersembunyi berdampak negatif terhadap kenyamanan dan keberlanjutan penggunaan aplikasi oleh petani. Maka itu, pendekatan desain antarmuka yang benar-benar berpusat pada pengguna (*user-centered design*), khususnya petani, menjadi kebutuhan mendesak dalam pengembangan aplikasi digital untuk sektor pertanian

Untuk merancang antarmuka aplikasi yang efektif dan sesuai kebutuhan petani, pendekatan berbasis data lapangan menjadi sangat krusial. Studi partisipatif melalui wawancara langsung, observasi di lokasi pertanian, serta analisis literatur memberikan wawasan mendalam mengenai kebiasaan, preferensi, serta hambatan yang dihadapi petani saat menggunakan aplikasi digital. Melalui pendekatan ini, dikembangkan purwarupa antarmuka yang mengutamakan kemudahan penggunaan (*user-friendly*) bagi seluruh pemangku kepentingan (Fathasyah, 2023). Visual antarmuka juga disesuaikan dengan lingkungan kerja petani, termasuk pemilihan warna hijau yang menenangkan dan penggunaan elemen ikon yang mudah dikenali. Dengan demikian, rekomendasi UI/UX yang dihasilkan dari studi lapangan dapat menjadi solusi nyata dalam meningkatkan adopsi teknologi digital oleh petani secara lebih luas, sekaligus mendukung keberhasilan implementasi pertanian cerdas di Indonesia.

## 2.5 Flutter

Flutter adalah *framework open-source* Google yang dipakai untuk membuat tampilan aplikasi dengan metode yang lebih mudah dan efisien. Dengan Flutter, pengembang bisa membuat aplikasi untuk berbagai platform sekaligus, seperti Android, iOS, web, dan desktop, hanya dengan satu kode program. Hal ini tentu menghemat waktu dan usaha karena tidak perlu membuat kode terpisah untuk setiap platform (Purwoko et al., 2025).

Salah satu keunggulan utama Flutter adalah sistem widget-nya. Semua elemen tampilan dalam Flutter seperti tombol, teks, gambar, hingga tata letak dibuat menggunakan widget. Widget ini bisa disesuaikan sesuai kebutuhan, baik dari segi tampilan maupun fungsinya. Jika ada perubahan yang dilakukan pada widget, hasilnya akan langsung terlihat pada tampilan aplikasi secara otomatis, sehingga memudahkan proses pengujian dan perbaikan. Flutter juga dikenal karena memberikan performa yang baik, proses pengembangan yang konsisten, dan dukungan komunitas yang aktif. Karena itulah, Flutter banyak dipilih oleh para pengembang untuk membuat aplikasi lintas platform dengan cepat dan tampilan yang menarik (Sari et al., 2022).

## 2.6 Firebase

Firestore adalah layanan *Backend as a Service* (BaaS) dari Google. Layanan ini menyajikan berbagai fitur untuk membantu pengembang dalam membuat aplikasi, terutama dalam hal pengelolaan data dan komunikasi secara *real-time*. Salah satu contohnya, Firestore dapat digunakan untuk menyimpan informasi secara langsung, seperti data kapasitas tempat sampah yang terus diperbarui, serta mengirimkan notifikasi otomatis kepada pengguna ketika tempat sampah sudah penuh (Panjaitan & Pakpahan, 2021). Dengan kemampuannya ini, Firestore sangat cocok dipergunakan dalam aplikasi yang membutuhkan pembaruan data secara langsung dan respons cepat terhadap kondisi tertentu.

## 2.7 Black box

Metode black box adalah teknik pengujian perangkat lunak yang berfokus pada fungsi atau perilaku sistem, tanpa melihat isi atau struktur kode di dalamnya. Dalam pengujian ini, penguji memberikan berbagai input ke dalam aplikasi dan mengecek apakah hasil keluarannya selaras dengan yang diharapkan berdasarkan fungsi yang telah ditetapkan (Purwoko et al., 2025). Metode ini sering dipakai pada tahap pengujian sistem dan penerimaan pengguna (*user acceptance testing*), karena merefleksikan bagaimana aplikasi akan digunakan secara langsung oleh pengguna dalam kehidupan nyata.

## 2.8 System Usability Scale

*System Usability Scale* (SUS) pertama kali diperkenalkan oleh Brooke pada tahun 1986 sebagai metode penilaian yang sederhana dan andal untuk pengukuran tingkat kegunaan suatu sistem berdasarkan perspektif pengguna (Mulia et al., 2023). Setelah data didapat, dilakukan perhitungan SUS dan hasilnya diinterpretasikan berdasarkan dua kelompok aspek, yaitu aspek positif yang berkaitan dengan pertanyaan nomor 1, 3, 5, 7, dan 9, dan aspek negatif yang berkaitan dengan pertanyaan nomor 2, 4, 6, 8, dan 10 (Soejono et al., 2018). Secara global, skor rata-rata SUS berada pada nilai 68, yang dipakai sebagai ambang batas minimum bagi suatu sistem agar dapat diterima oleh pengguna. (Asrori et al., 2024).

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini mempergunakan metode *prototype* dalam proses pengembangan aplikasi sistem pertanian cerdas berbasis *mobile*. Metode ini dipilih karena mampu memberikan gambaran awal dari pembuatan aplikasi melalui pembuatan *prototype*, sehingga petani dapat memberikan umpan balik sejak awal dan aplikasi yang di kembangkan benar benar selaras dengan kebutuhan mereka.

Melalui metode *prototype*, peneliti dapat melakukan iterasi cepat antara pengembang dan pengguna. Artinya, setiap hasil rancangan awal atau *prototype* yang dibuat akan langsung diuji oleh pengguna (petani), kemudian diperbaiki berdasarkan umpan balik yang diberikan. Proses ini berulang hingga sistem yang dihasilkan benar-benar memenuhi harapan pengguna. Dengan metode ini, potensi kesalahan desain atau fitur yang tidak relevan dapat diminimalkan sejak awal, sehingga efisiensi waktu dan biaya pengembangan juga meningkat.

Dengan demikian, penggunaan metode *prototype* pada studi ini bertujuan untuk menciptakan aplikasi yang user-friendly, responsif terhadap kebutuhan lapangan, dan mampu membantu petani dalam memantau kondisi pertanian secara real-time. Pendekatan ini sejalan dengan pernyataan (Putri et al., 2025), yang menjelaskan bahwasanya metode *prototype* memungkinkan iterasi cepat dan penyesuaian sistem berdasarkan masukan pengguna sebelum aplikasi dikembangkan secara penuh. Untuk memperjelas penggunaan metode *prototype* dalam penelitian ini, alur proses pengembangan aplikasi disajikan dalam bentuk diagram. Diagram alur metode *prototype* ditampilkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alur Metode *Prototype*

Sumber: Pressman (2010)

Tahapan proses Metode *prototype* terdiri dari lima langkah utama (Pressman, 2010), yaitu:

1. *Communication*  
Pengembang berkolaborasi dengan pengguna untuk memahami tujuan proyek serta mengumpulkan kebutuhan sistem (*system requirements*).
2. *Quick Plan*  
Menyusun rencana kerja yang mencakup tugas-tugas, potensi risiko, sumber daya yang diperlukan, hasil yang diharapkan, dan rangkaian kegiatan sebagai panduan pelaksanaan proyek.
3. *Modeling Quick design*  
Membuat model atau rancangan awal untuk memahami struktur sistem, Membuat rancangan awal sistem berupa use case diagram, dan ERD,
4. *Construction of prototype*  
*wireframe* UI/UX menggunakan Figma untuk memberikan gambaran awal kepada pengguna
5. *Deployment Delivery & Feedback*  
Penerapan hasil *prototype* ke Flutter dan Firebase, Melakukan uji coba lapangan dan *black box testing*. Aplikasi diuji langsung oleh petani, dan umpan balik digunakan untuk memperbaiki serta menyempurnakan sistem.

### 3.2 Komunikasi

Wawancara merupakan salah satu metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengidentifikasi permasalahan serta kebutuhan pengguna dalam pengembangan sistem. Pada tahap pengumpulan kebutuhan, tim pengembang terjun langsung ke lapangan dan berinteraksi dengan petani padi sebagai pengguna utama guna memahami kebiasaan kerja, cara pemantauan lahan, tingkat pemahaman teknologi, serta kebutuhan petani terhadap fitur dan tampilan aplikasi yang akan dikembangkan.

Pemilihan tanaman padi sebagai objek kasus dalam penelitian ini didasarkan pada beberapa pertimbangan utama. Padi merupakan komoditas pertanian yang paling dominan dan mudah dijumpai di lingkungan sekitar peneliti serta menjadi tanaman utama yang dibudidayakan oleh mayoritas petani di Indonesia, sehingga penelitian ini memiliki tingkat relevansi dan keterwakilan yang tinggi terhadap kondisi pertanian nasional. Selain itu, pemilihan tanaman padi juga dilakukan berdasarkan arahan dan pertimbangan dosen pembimbing untuk memastikan penelitian dengan kemudahan dalam proses observasi dan pengambilan data di lapangan. Tanaman padi memiliki ketergantungan yang tinggi terhadap parameter lingkungan seperti suhu udara dan kelembapan tanah, yang sangat memengaruhi proses pertumbuhan dan hasil panen, sehingga tepat digunakan sebagai objek uji penerapan sistem pemantauan berbasis *Internet of Things* (IoT).

Responden dalam penelitian ini, yaitu petani aktif yang terlibat langsung dalam pengelolaan lahan sawah, karena kelompok ini merupakan calon pengguna utama aplikasi pertanian cerdas berbasis *mobile* yang dikembangkan. Pemilihan responden dengan rentang usia 20-70 tahun, serta pengalaman bertani yang beragam bertujuan untuk memperoleh gambaran karakteristik pengguna, mulai dari petani konvensional dengan pengalaman panjang hingga petani yang lebih muda dan terbuka terhadap pemanfaatan teknologi digital untuk mencapai tampilan antarmuka yang informatif dan *user-friendly*. Selain itu, sebagian besar responden masih menerapkan metode pemantauan lahan secara manual dan berbasis pengalaman (ilmu titen), sehingga wawancara ini mampu menggambarkan permasalahan nyata di lapangan serta kebutuhan terhadap sistem pemantauan berbasis teknologi.

Pertanyaan wawancara tidak hanya berfokus pada aspek teknis, tetapi juga mencakup pengalaman bertani serta kendala utama yang sering dihadapi petani sehari-hari. Adapun aspek yang digali dalam wawancara antara lain:

1. Usia petani : Memberikan gambaran karakteristik pengguna yang berpengaruh terhadap tingkat penerimaan teknologi dan desain antarmuka aplikasi.
2. Pengalaman Bertani : Menunjukkan tingkat pengalaman petani dalam mengelola lahan, yang memengaruhi pola pengambilan keputusan dan kebutuhan fitur aplikasi.
3. Metode pemantauan saat ini : Sebagian besar masih manual (datang ke tempat saat pagi dan sore) dan mengandalkan insting/kebiasaan ("ilmu titen"), bukan alat ukur pasti.
4. Permasalahan Lapangan: Menggambarkan permasalahan nyata yang dihadapi petani dalam kegiatan pertanian sehari-hari.
5. Kebutuhan dan fitur: Menjadi dasar dalam menentukan kebutuhan sistem serta perancangan fitur aplikasi *Smart Farming* yang selaras dengan kebutuhan pengguna .

Selain itu, wawancara juga digunakan untuk mengevaluasi respons awal petani terhadap prototipe aplikasi yang diperkenalkan, khususnya terkait manfaat aplikasi dalam menghemat waktu, mengurangi frekuensi kunjungan ke sawah, serta membantu pengambilan keputusan dalam pengelolaan lahan. Hasil wawancara yang diperoleh kemudian dirangkum dan disajikan dalam bentuk tabel untuk memudahkan proses analisis dan menjadi dasar dalam perancangan fitur serta antarmuka aplikasi agar selaras dengan kebutuhan dan karakteristik pengguna. Ringkasan hasil wawancara petani disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Wawancara dengan petani

No	Nama Petani	Umur	Lama Bertani	Masalah Utama	Fitur yang Diinginkan
1	Untung	53 Tahun	5 Tahun	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tanaman sering mati/garing saat masa tanam</li> <li>2. Rumput/<i>suket</i> sulit dikendalikan</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Monitoring suhu udara</li> <li>2. Monitoring kelembaban tanah</li> <li>3. Monitoring intensitas cahaya</li> <li>4. Notifikasi kondisi lahan</li> <li>5. Grafik riwayat sensor</li> </ol>
2	Supardi	58 Tahun	5 Tahun	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hama sundep</li> <li>2. Masalah tanah “asem-aseman”.</li> <li>3. Harus memantau sawah setiap hari secara langsung</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lokasi lahan di Turi</li> <li>2. Memiliki dua patok sawah</li> <li>3. Tidak merasa aplikasi rumit</li> <li>4. Tidak membutuhkan bantuan orang lain</li> </ol>
3	Siswanto	59 Tahun	10 Tahun	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rumput/<i>suket</i> sangat banyak di lokasi Turi</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Monitoring kelembaban tanah</li> </ol>

				<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Harus memantau sawah setiap hari pagi–sore</li> <li>3. Menentukan kondisi tanah dilakukan langsung di lapangan</li> <li>4. Ketergantungan pada “ilmu <i>titen</i>” (pengamatan alam)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Monitoring intensitas cahaya</li> <li>3. Notifikasi kondisi tanah kering/basah</li> <li>4. Grafik pemantauan (opsional, tidak terlalu dibutuhkan karena sudah ada BPR)</li> <li>5. Informasi tambahan seperti cuaca (tidak terlalu penting karena sudah ada di HP)</li> </ol>
4	Sukarjo	48 Tahun	20 Tahun	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hama sundep</li> <li>2. Pemulihan tanah membutuhkan biaya besar</li> <li>3. Ketergantungan pupuk &amp; obat kimia</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Monitoring suhu</li> <li>2. Monitoring kelembapan tanah</li> <li>3. Monitoring intensitas cahaya</li> <li>4. Notifikasi kondisi tanah terlalu basah</li> <li>5. Pemilihan sensor on/off untuk hemat baterai</li> </ol>
5	Soekardi	71 Tahun	50 Tahun	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Perbedaan kondisi tanah antar titik lahan (kelembapan tidak merata)</li> <li>2. Kesulitan memonitor tanah</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sensor suhu tanah</li> <li>2. Sensor kelembapan tanah</li> <li>3. Sensor cahaya</li> <li>4. Notifikasi kondisi ekstrem (panas, redup, tanah terlalu basah)</li> <li>5. Fitur pengecekan pH tanah (yang diharapkan)</li> </ol>
6	Anung Kurniawan	23 Tahun	2 Tahun	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lahan sawah tersebar di beberapa lokasi dan cukup luas sehingga sulit dipantau</li> <li>2. Harus memantau sawah secara langsung ke lokasi</li> <li>3. Sering tidak menyadari kondisi tanah kering, terutama saat musim kemarau</li> <li>4. Pernah mengalami gagal panen akibat keterlambatan pengairan</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aplikasi pemantauan kondisi lahan jarak jauh</li> <li>2. Informasi/kesimpulan dari sensor yang memberikan solusi atau tindakan yang harus dilakukan</li> <li>3. Pemantauan kondisi tanah (terutama kelembapan)</li> <li>4. Aplikasi yang mudah digunakan tanpa perlu bantuan orang lain</li> </ol>

7	Supardi	58 Tahun	20 Tahun	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Serangan hama tikus pada tanaman padi</li> <li>2. Kesulitan ketersediaan air saat musim kemarau</li> <li>3. Harus datang ke sawah setiap hari untuk menjamin kondisi lahan</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Monitoring kondisi tanah (terutama kadar/kelembapan tanah), Monitoring suhu dan intensitas cahaya</li> <li>2. Notifikasi ketika kondisi lahan tidak normal</li> </ol> <p>Aplikasi yang mudah dipahami dan tidak rumit</p>
8	Ngadimin	54 Tahun	25 Tahun	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Petani konvensional belum mengetahui kadar kelembaban tanah dan pH tanah secara pasti</li> <li>2. Ketergantungan pada pengamatan alam (ilmu <i>titen</i>) dalam menentukan kondisi lahan</li> <li>3. Kesulitan mendeteksi hama secara dini</li> <li>4. Pemantauan kondisi lahan masih dilakukan secara manual</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Monitoring pH tanah</li> <li>2. Monitoring kelembaban tanah</li> <li>3. Deteksi atau informasi terkait hama tanaman</li> <li>4. Monitoring suhu dan intensitas cahaya</li> <li>5. Notifikasi kondisi lahan tidak normal</li> <li>6. Aplikasi yang mudah dioperasikan</li> </ol>

Kesimpulan : Petani membutuhkan aplikasi dengan bahasa non-teknis, notifikasi penting berupa suhu, kelembapan tanah dan intensitas cahaya.

Pemilihan kondisi lingkungan yang dimonitor dalam penelitian ini didasarkan pada hasil studi literatur yang menunjukkan bahwa beberapa parameter lingkungan memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi. Oleh karena itu, sistem pemantauan difokuskan pada parameter-parameter utama yang paling relevan dan berpengaruh secara langsung terhadap kondisi tanaman. Salah satu parameter penting yang dipantau adalah suhu udara. Berdasarkan studi literatur, suhu udara yang melebihi 30°C pada fase reproduksi tanaman padi dapat menyebabkan penurunan hasil panen hingga 40–50% akibat terjadinya sterilitas biji. Selain itu, suhu ekstrem di atas 35°C atau di bawah 20°C dapat mengganggu proses fotosintesis dan pengisian biji, sehingga berpotensi menurunkan produktivitas tanaman. Oleh karena itu, pemantauan suhu udara diperlukan sebagai upaya mitigasi terhadap dampak perubahan iklim terhadap tanaman padi (Xia et al., 2024). Parameter berikutnya adalah kelembapan tanah, yang berperan penting dalam menjaga ketersediaan air bagi tanaman.

Kelembapan tanah yang ideal untuk tanaman padi berada pada nilai Volumetric Water Content (VWC) berkisar antara 45% hingga 60%, tergantung pada tingkat porositas tanah. Nilai kelembapan tanah yang berada di luar rentang tersebut dapat menyebabkan stres air pada tanaman, baik kekurangan maupun kelebihan air, sehingga pemantauan kelembapan tanah menjadi parameter yang penting dalam sistem ini (Kar et al., 2007). Selain itu, intensitas cahaya juga menjadi parameter yang dipantau karena berpengaruh langsung terhadap proses fotosintesis. Informasi intensitas cahaya yang diperoleh dapat dimanfaatkan oleh petani sebagai dasar dalam mengatur waktu pemupukan agar tidak dilakukan saat radiasi matahari berada pada kondisi ekstrem. Tanaman padi membutuhkan intensitas cahaya sekitar 30.000 hingga 50.000 lux untuk mencapai pertumbuhan yang optimal. Intensitas cahaya yang terlalu rendah maupun terlalu tinggi dapat menghambat pertumbuhan tanaman, sehingga pemantauan intensitas cahaya diperlukan untuk memastikan kondisi pencahayaan berada dalam kisaran yang sesuai dengan kebutuhan tanaman (Barmudoi & Bharali, 2016).

Berdasarkan pertimbangan tersebut, parameter suhu udara, kelembapan tanah, dan intensitas cahaya dipilih sebagai variabel utama dalam pengembangan sistem pemantauan pertanian berbasis mobile, karena terbukti memiliki pengaruh besar terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi.

### 3.3 Quick Plan

Setelah proses wawancara dan pengumpulan kebutuhan pengguna dilaksanakan, tahap selanjutnya adalah *Quick Plan*, yaitu menyusun langkah kerja dalam pengembangan aplikasi sistem pertanian cerdas berbasis *mobile*. Tahap ini bertujuan untuk menetapkan arah, strategi pelaksanaan, serta pembagian aktivitas secara jelas dan terstruktur, sehingga proses pengembangan dapat berjalan lebih efektif, terarah, dan selaras dengan kebutuhan pengguna. Pada tahap *Quick Plan*, disusun rencana kegiatan yang meliputi tahapan berikut:

1. Perancangan Sistem

Pada tahap ini disusun model dan struktur awal sistem, meliputi Pembuatan diagram *use case* yang menggambarkan interaksi antara pengguna dan sistem. Kemudian penyusunan *Entity Relationship Diagram* (ERD) untuk memodelkan hubungan data.

2. Pembuatan *Prototype*

Desain awal perancangan antarmuka berupa *wireframe* dan UI/UX dibuat sebagai gambaran alur penggunaan aplikasi serta representansi awal dari sistem yang akan

dikembangkan. *Prototype* tersebut kemudian diimplementasikan ke dalam aplikasi untuk menghasilkan tampilan dan alur penggunaan yang selaras dengan desain yang telah direncanakan.

### 3. Pengembangan Sistem

Tahap ini mencakup proses implementasi aplikasi menggunakan Flutter dan Firebase. Integrasi sensor IoT juga dilaksanakan untuk memungkinkan pembacaan data suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya secara *real-time*.

### 4. Pengujian Sistem

Pengujian dilaksanakan untuk menjamin aplikasi berjalan sesuai kebutuhan dan spesifikasi. Pengujian meliputi:

Uji fungsional untuk menjamin setiap fitur bekerja dengan benar.

Uji coba lapangan untuk mengevaluasi kinerja aplikasi dalam kondisi nyata.

Evaluasi pengguna untuk menilai kemudahan penggunaan, manfaat, dan efektivitas fitur aplikasi.

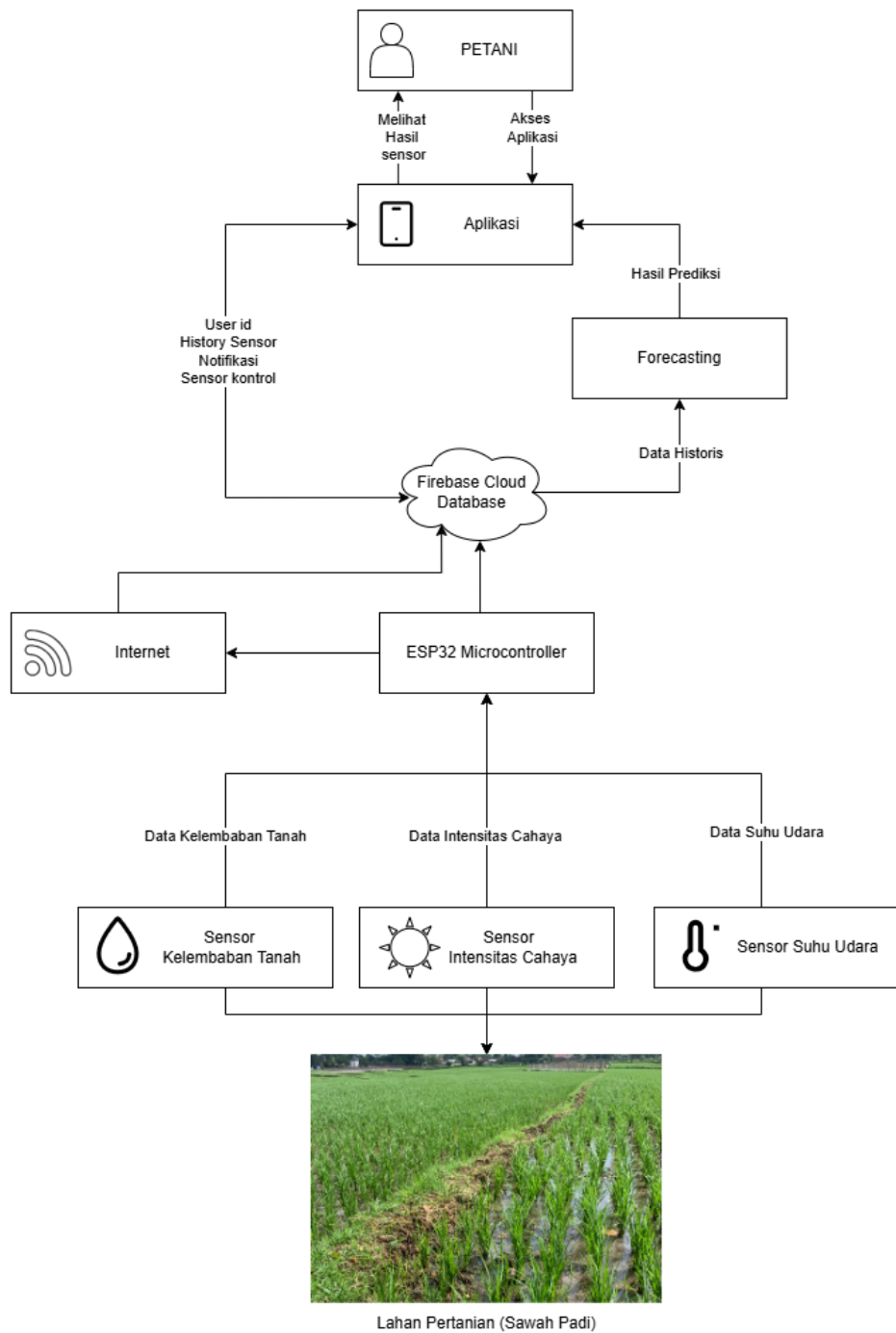
Tabel 3.2 Indikator dan Parameter Uji Coba

<b>Kategori</b>	<b>Indikator</b>	<b>Parameter/Variabel</b>	<b>Sumber Data</b>
Kebutuhan Pengguna	Kemudahan navigasi	Ukuran tombol, bahasa non-teknis	Wawancara petani
Kinerja Sistem	Keakuratan data sensor	Data sensor menunjukkan kesesuaian dengan kondisi lahan yang diuji.	Uji lapangan
Kepuasan Pengguna	Skor kuesioner (1-5)	Dengan mempergunakan metode SUS dengan minimal nilai 68	Kuesioner Pengguna

### 3.4 Modelling Quick Design

Perancangan sistem adalah tahap penting dalam membuat aplikasi karena membantu menggambarkan metode kerja sistem dan bagaimana pengguna berinteraksi dengannya. tahap dibuat rancangan seperti arsitektur sistem, use case diagram dan diagram ERD untuk memudahkan memahami alur kerja dan susunan data yang akan dipergunakan dalam sistem.

### 3.4.1 Arsitektur Diagram



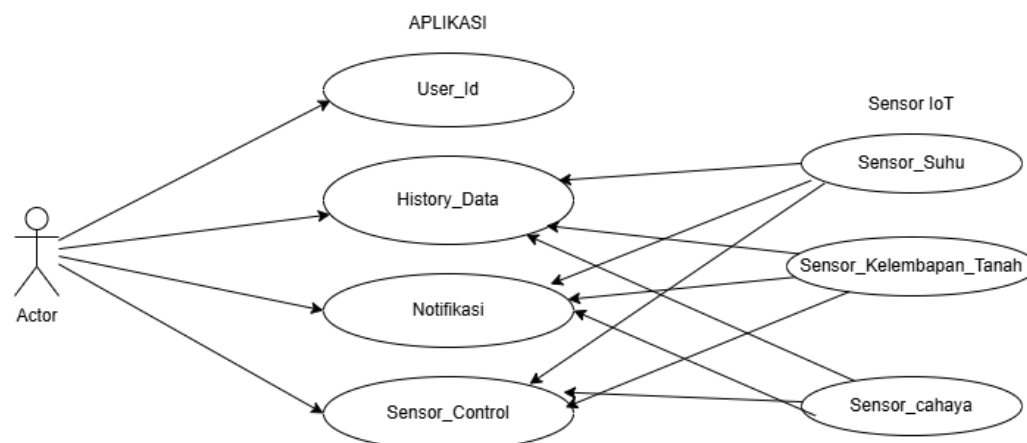
Gambar 3.2 Arsitektur Diagram

Arsitektur sistem aplikasi menjelaskan alur kerja sistem mulai dari pengambilan data di lahan pertanian padi hingga informasi ditampilkan kepada petani melalui aplikasi *mobile*. Sistem ini menggunakan perangkat Internet of Things (IoT) berupa *mikrokontroler* ESP32 yang terhubung dengan sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembaban udara, sensor BH1750 untuk mengukur intensitas cahaya, serta sensor *soil moisture* untuk mengukur

kelembaban tanah, yang seluruhnya dipasang di lahan pertanian padi untuk memantau kondisi lingkungan secara langsung. Data hasil pembacaan sensor dikirimkan oleh ESP32 melalui jaringan internet ke Firebase Cloud Database menggunakan mekanisme *Database Secrets* sehingga perangkat IoT dapat mengirimkan data secara otomatis ke dalam basis data, di mana proses pembuatan alat IoT ini dikerjakan oleh rekan peneliti.

Selain data real-time, sistem juga menyimpan data historis hasil pemantauan dari waktu ke waktu dan dilengkapi dengan keterangan kondisi, kemudian menyediakan tips berdasarkan analisis data sensor, menerapkan *user ID* agar data tiap petani bersifat khusus, menampilkan notifikasi peringatan saat kondisi kritis, serta menyediakan kontrol untuk mengaktifkan atau menonaktifkan sensor sesuai kebutuhan pengguna. Sistem ini juga menyediakan fitur peramalan (*forecasting*) kondisi lingkungan yang dilakukan menggunakan Firebase Admin SDK di sisi database dengan memanfaatkan data historis sebagai dasar perhitungan prediksi, kemudian hasil peramalan tersebut disimpan kembali ke Firebase Cloud Database, dan proses implementasi *forecasting* ini juga dikerjakan oleh rekan peneliti. Seluruh data yang tersimpan di Firebase kemudian diakses melalui aplikasi *mobile* sehingga petani dapat melihat hasil pemantauan, data historis, hasil *forecasting*, notifikasi, serta rekomendasi peringatan secara *real-time* untuk membantu pengelolaan dan perawatan lahan pertanian.

### 3.4.2 Use Case Diagram

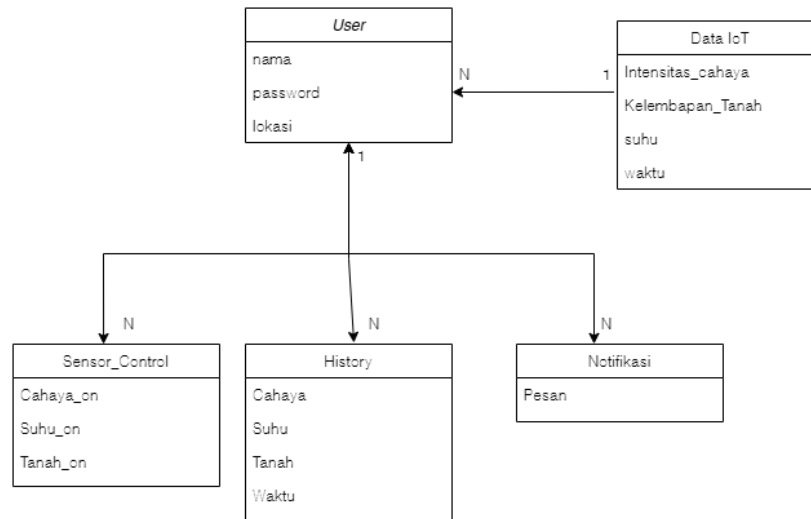


Gambar 3.3 Use Case Diagram

*Use case* diagram adalah model yang dipakai untuk menunjukkan bagaimana pengguna berinteraksi dengan fungsi-fungsi yang ada di dalam sistem. Pada tahap ini, *use case* diagram

dibuat menggunakan notasi dari *Unified Modeling Language* (UML). Dalam sistem ini, aktor utamanya adalah petani.

### 3.4.3 Diagram ERD



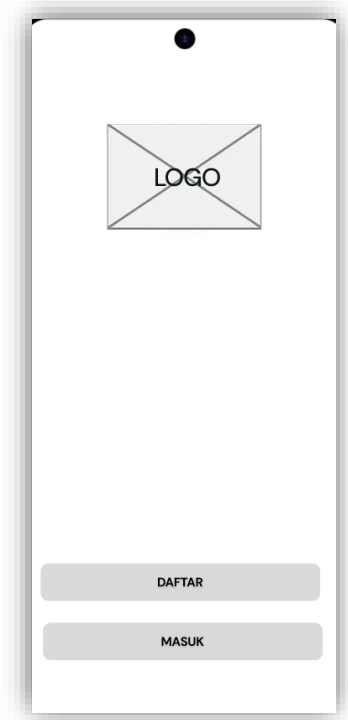
Gambar 3.4 Diagram ERD

ERD (*Entity Relationship Diagram*) adalah diagram gambar yang dipakai untuk menjelaskan hubungan antara data atau tabel di dalam sistem. Diagram ini membantu menggambarkan struktur basis data sehingga lebih mudah dipahami dan dirancang. Dalam sistem ini, ERD akan dibuat untuk menunjukkan bagaimana data-data yang berhubungan dengan petani, saling terhubung dan disimpan di dalam basis data.

### 3.5 Construction of Prototype

Setelah menentukan *use case* diagram, peneliti membuat *prototype* desain user interface berdasarkan *use case* diagram yang telah di buat menggunakan *tool* figma. Berikut desain *wireframe* yang dibuat dengan menyesuaikan kebutuhan *user*. Berikut desain *Wireframe* UI/UX meliputi :

## 1. Halaman Awal



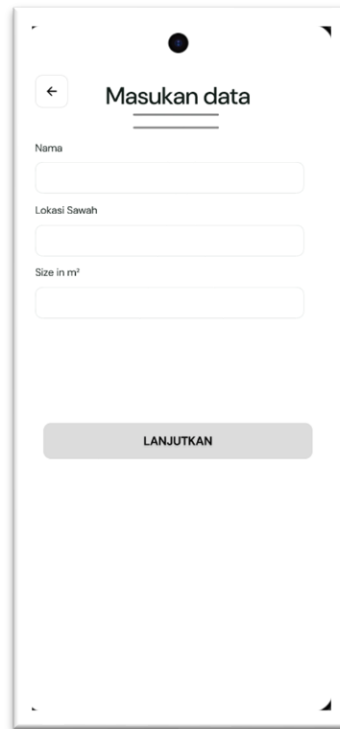
Gambar 3.5 Rancangan Halaman Awal

Tujuan : Menyambut pengguna bahwa aplikasi ini di gunakan untuk pertanian

Elemen yang ditampilkan:

- Logo aplikasi dan nama sistem
- Tombol masuk
- Tombol Daftar

## 2. Input Data Sawah



The image shows a mobile application interface for entering data. The screen is titled "Masukan data" (Enter data) and features a back arrow icon in the top left corner. Below the title, there are three input fields: "Nama" (Name), "Lokasi Sawah" (Rice Field Location), and "Size in m²". At the bottom of the form, there is a button labeled "LANJUTKAN" (Continue).

Gambar 3.6 Rancangan Input Data Sawah

Tujuan : Memberi *input* data lahan pertanian untuk dimasukkan dalam database

*Input* yang dimasukkan :

- Nama petani
- Password
- Lokasi lahan

### 3. Home Page



Gambar 3.7 Rancangan Menu Utama

Tujuan menjadi pusat tampilan informasi utama berbasis sensor

Elemen yang di tampilkan :

- Tips  
Fitur tips berfungsi untuk memberikan rekomendasi atau saran kepada pengguna berdasarkan kesimpulan dari data sensor yang dibaca oleh sistem. Tips ini dihasilkan dengan menganalisis kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan tanah, dan intensitas cahaya, sehingga dapat membantu petani dalam mengambil tindakan yang sesuai terhadap kondisi lahan.
- Suhu  
Informasi suhu menampilkan nilai suhu lingkungan dalam bentuk angka yang diperbarui secara real-time. Data ini digunakan untuk mengetahui kondisi panas atau dingin pada area pertanian yang dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman.
- Kelembapan Tanah  
Elemen kelembapan tanah menampilkan nilai kelembapan tanah dalam bentuk

angka secara real-time. Informasi ini penting untuk membantu petani mengetahui kondisi kadar air tanah sehingga dapat menentukan kebutuhan penyiraman tanaman.

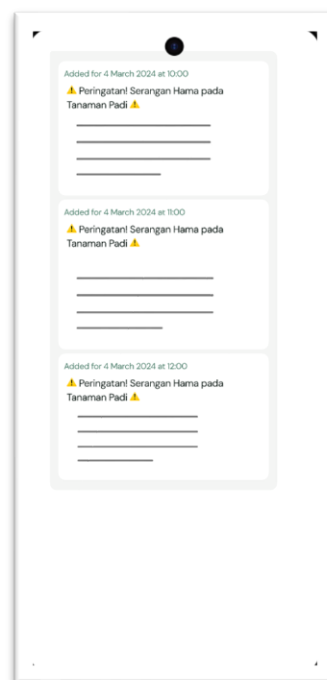
- Intensitas Cahaya

Informasi intensitas cahaya menampilkan nilai tingkat pencahayaan yang diterima oleh tanaman secara real-time. Data ini berguna untuk mengetahui apakah tanaman memperoleh cahaya yang cukup sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan.

- Forecasting

Fitur forecasting berfungsi untuk menampilkan prediksi kondisi lingkungan berdasarkan data yang tersimpan di Firebase. Data forecasting ini diambil dari basis data Firebase yang telah disiapkan oleh rekan peneliti, sehingga dapat digunakan sebagai informasi pendukung bagi petani dalam perencanaan dan pengambilan keputusan ke depan.

#### 4. Notifikasi



Gambar 3.8 Rancangan Awal Notifikasi

Tujuan : Memberi peringatan terhadap kondisi terkini pada lahan

Isi halaman : Daftar notifikasi yang muncul dengan berdasarkan waktu dan penyebabnya.

Berdasarkan rancangan prototype antarmuka yang telah disusun, tahap selanjutnya adalah melakukan evaluasi terhadap prototype tersebut. Evaluasi dilakukan untuk memastikan bahwa desain yang dibuat telah sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan pengguna, khususnya petani, sebelum sistem dikembangkan lebih lanjut. Evaluasi pada metode *prototyping* bertujuan untuk menjamin desain *prototype* sudah selaras dengan kebutuhan petani sebelum sistem dibuat secara penuh. Proses ini dilakukan setiap kali ada perkembangan pada *prototype*, sehingga perbaikan bisa langsung dilakukan berdasarkan masukan dari pengguna. Evaluasi dilakukan dengan mengamati langsung dan melakukan wawancara sederhana kepada petani sebagai pengguna utama. Fokusnya adalah menjamin teks mudah dibaca, ikon sederhana, menu mudah dipahami, dan informasi yang ditampilkan bermanfaat bagi petani. Setelah mendapatkan masukan, *prototype* akan diperbaiki hingga selaras dengan kebutuhan petani.

### 3.6 Deployment Delivery & Feedback

Setelah *wireframe* disetujui, dilakukan pengembangan sistem secara penuh dengan memanfaatkan teknologi multi-platform dan layanan *cloud*. Sistem dirancang untuk mengintegrasikan aplikasi *mobile* dengan sensor IoT serta menyajikan notifikasi berbasis data lingkungan.

Teknologi yang dipakai :

- *Frontend*: Flutter digunakan sebagai framework pengembangan antarmuka.
- *Backend*: Firebase digunakan untuk layanan Realtime Database sensor dan pengiriman notifikasi.
- Sensor IoT: Digunakan untuk mendeteksi suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya di lahan pertanian.

Integrasi Data dan Simulasi pada tahap awal ketika sensor belum terhubung secara langsung, dipergunakan data dummy untuk mensimulasikan alur kerja sistem. Hal ini mempermudah pengujian awal dan validasi tampilan data di aplikasi.

#### 3.6.1 Pengujian Aplikasi

Pengujian aplikasi dilaksanakan untuk menjamin sistem berjalan secara optimal, baik dari aspek fungsional teknis maupun pengalaman pengguna. Metode pengujian yang dipakai meliputi *black box testing* dan *System Usability Scale* (SUS). Pengujian *black box* difokuskan

pada evaluasi fungsi-fungsi aplikasi tanpa meninjau kode program, yang diawali dengan pengujian *input form* dan validasi data, kemudian dilanjutkan dengan pengujian tampilan serta responsivitas antarmuka pada perangkat *mobile*. Selanjutnya, pengujian pengalaman pengguna dilakukan mempergunakan metode SUS. Di samping itu, dilakukan memasang sensor IoT langsung di lahan pertanian dan membacanya sensor lewat *mobile* untuk memantau kondisi lingkungan secara nyata.

### **3.6.2 Menyiapkan Kuesioner**

Selanjutnya, dilakukan evaluasi sistem dengan metode *System Usability Scale* (SUS) melalui umpan balik petani menggunakan kuesioner skala 1–5 untuk menilai kemudahan penggunaan, manfaat, dan kepuasan terhadap fitur aplikasi. Dan menilai apa aplikasi layak atau tidak dengan nilai minimum SUS 68.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Metode Implementasi Aplikasi Sistem Pertanian Cerdas Berbasis Mobile

Bagian ini menjelaskan hasil implementasi dari aplikasi yang telah dikembangkan. Aplikasi *smart farming* berbasis *mobile* ini dibangun untuk memonitor kondisi lingkungan lahan pertanian secara *real-time*, menampilkan data historis dalam bentuk grafik, memberikan notifikasi kondisi kritis, serta menyajikan fitur edukasi mengenai *smart farming*. Seperti pada gambar 4.1 ini yang di uji langsung ke lapangan dengan alat IoT.



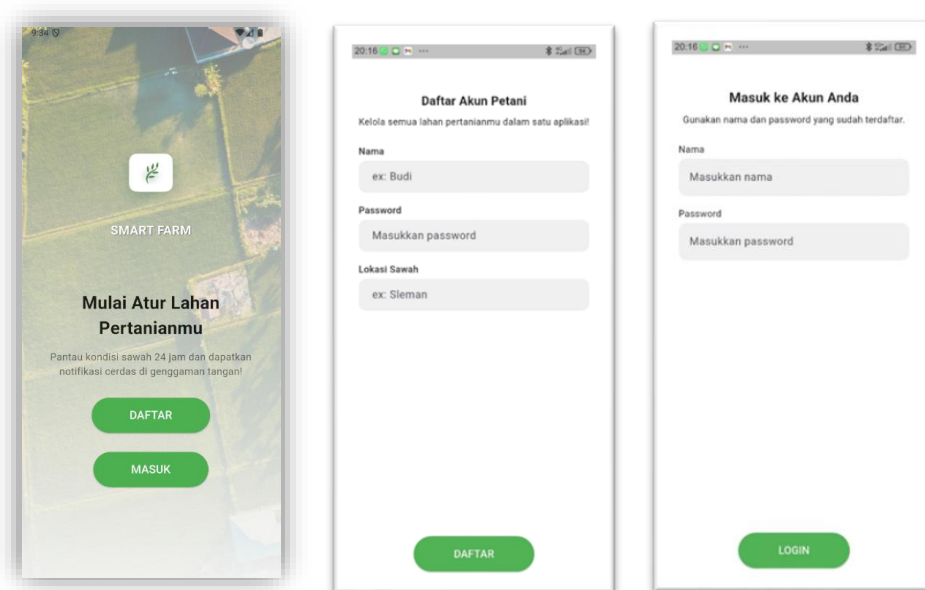
Gambar 4.1 Uji Coba Aplikasi Ke lapangan

##### 4.1.1 Halaman Login dan Daftar

Halaman login dan registrasi digunakan untuk memastikan bahwa hanya pemilik akun yang dapat mengakses, mengubah, dan menghapus data pada aplikasi. Setiap petani memiliki kondisi lahan yang berbeda, sehingga data yang tersimpan bersifat spesifik untuk masing-masing pengguna. Dengan adanya autentikasi pengguna, data tidak dapat diakses atau dihapus oleh pengguna lain, serta sistem dapat memberikan informasi dan rekomendasi tindakan yang sesuai dengan kondisi lahan masing-masing petani secara tepat. Fitur yang diimplementasikan antara lain:

- Validasi input Username dan kata sandi

- Autentikasi melalui Firebase Authentication
- Pesan error jika input tidak sesuai



Gambar 4.2 Halaman Login dan Daftar

#### 4.1.2 Halaman Dashboard

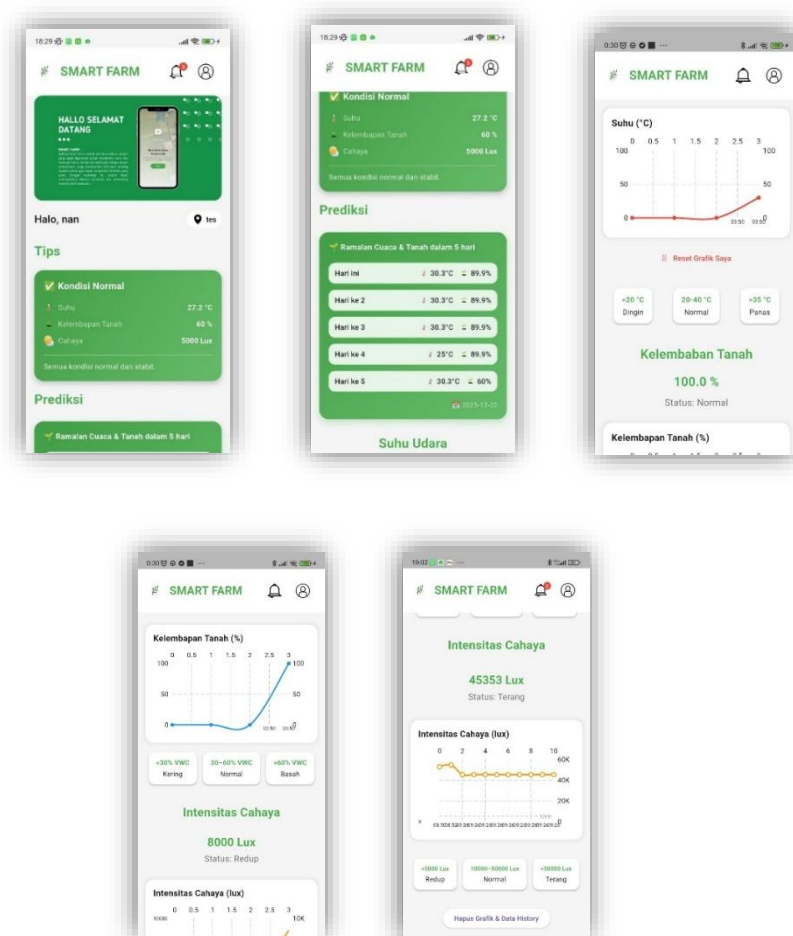
Halaman *dashboard* merupakan halaman utama yang ditampilkan setelah pengguna berhasil melakukan *login* ke dalam aplikasi. Halaman ini berfungsi sebagai pusat informasi yang menyajikan ringkasan kondisi lingkungan lahan pertanian secara langsung, terintegrasi, dan mudah dipahami. Data yang ditampilkan pada *dashboard* didapat dari *Firestore Realtime Database* dan diperbarui secara *real-time* selaras dengan pembacaan sensor yang terpasang di lapangan. Parameter lingkungan yang dimonitor pada halaman dashboard meliputi:

- Tips
- Suhu udara
- Kelembaban udara
- Intensitas cahaya
- Suhu tanah
- *Forecasting* 5 hari kedepan

Selain menampilkan nilai sensor terkini, halaman dashboard juga dilengkapi dengan fitur tips pada halaman dashboard, yang berfungsi untuk memberikan saran tindakan kepada petani berdasarkan hasil pembacaan data sensor. Proses rekomendasi dilakukan dengan cara

membandingkan nilai sensor yang terbaca secara real-time dengan nilai ambang batas yang telah ditentukan berdasarkan studi literatur dan referensi pertanian yang relevan. Apabila nilai sensor berada dalam kondisi normal, sistem akan menampilkan informasi bahwa kondisi lahan masih sesuai. Namun, jika nilai sensor melebihi atau berada di bawah ambang batas yang ditentukan, maka sistem secara otomatis menampilkan tips atau rekomendasi tindakan yang perlu dilakukan oleh petani. Dengan adanya fitur rekomendasi ini, aplikasi tidak hanya berfungsi sebagai alat monitoring, tetapi juga sebagai alat bantu pendukung keputusan berbasis data sensor.

Kemudian fitur grafik untuk setiap parameter sensor. Grafik ini menampilkan perubahan nilai sensor secara historis dalam rentang waktu tertentu, sehingga pengguna dapat memantau tren kondisi lingkungan lahan dari waktu ke waktu. Penyajian data dalam bentuk grafik membantu petani dalam melakukan analisis sederhana, dan membuat prediksi nilai sensor dengan mengambil nilai *history*.



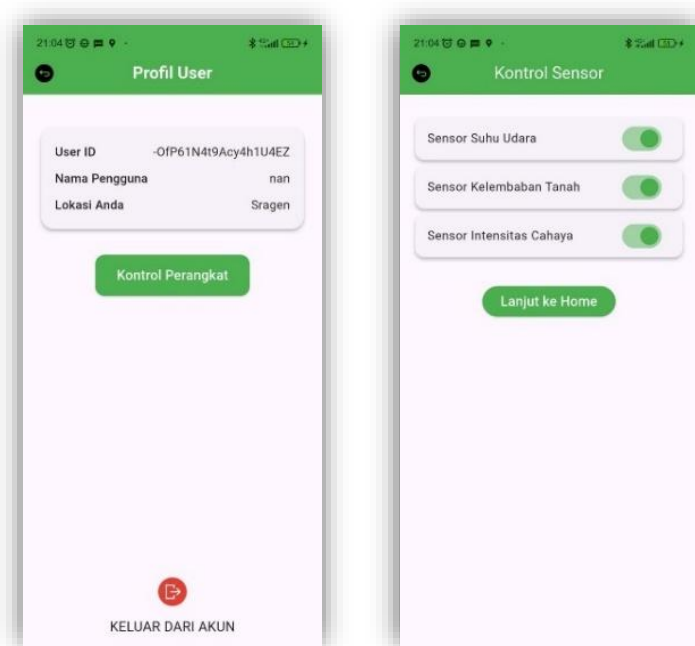
Gambar 4.3 Tampilan Dashboard

### 4.1.3 Halaman Profil dan Kontrol Sensor

Halaman profil dan kontrol sensor berfungsi untuk menampilkan informasi identitas pengguna, seperti ID user yang dipergunakan dalam sistem. Di samping itu, halaman ini juga menyajikan fitur kontrol sensor, yaitu fungsi untuk menyalakan dan mematikan sensor atau perangkat IoT yang terhubung dengan aplikasi. Fungsi kontrol sensor ini memungkinkan pengguna untuk:

- Mengaktifkan sensor saat dibutuhkan untuk pemantauan kondisi lahan.
- Menonaktifkan sensor apabila tidak digunakan.

Dengan adanya fitur ini, pengguna memiliki kendali langsung terhadap perangkat yang terpasang di lahan pertanian, sehingga sistem menjadi lebih fleksibel dan efisien dalam penggunaannya.



Gambar 4.4 Halaman profil dan kontrol sensor

#### 4.1.4 Halaman Notifikasi

Halaman notifikasi digunakan untuk menampilkan riwayat peringatan (*alert*) yang dihasilkan oleh sistem ketika nilai sensor berada pada kondisi kritis atau melebihi batas ambang yang telah ditetapkan. Notifikasi ini berfungsi sebagai sistem peringatan dini agar petani dapat segera mengambil tindakan yang diperlukan. Setiap notifikasi berisi informasi seperti:

- Jenis parameter sensor yang mengalami kondisi tidak normal.
- Nilai sensor yang terdeteksi.
- Waktu terjadinya kondisi kritis.

Dengan adanya halaman notifikasi, aplikasi mampu membantu petani dalam mengurangi risiko kerusakan tanaman, serta meningkatkan efisiensi pengelolaan pertanian



Gambar 4.5 Halaman Notifikasi

## 4.2 Pengujian Black Box

Pengujian *black box* dilaksanakan untuk menguji fungsionalitas aplikasi berdasarkan *input* dan *output* tanpa melihat kode di dalamnya. Berikut adalah format tabel pengujian:

Tabel 4.1 Pengujian Black Box Testing

No	Fitur yang Diuji	Skenario Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Daftar	<i>Input</i> email dan password benar	Akun berhasil dibuat dan tersimpan di Firebase	Akun berhasil dibuat tanpa <i>error</i>	Berhasil
2	<i>Login</i>	<i>Password</i> salah	Sistem tidak dapat login dan menampilkan pesan <i>error</i> bahwa Password salah”	Pesan <i>error</i> tampil sesuai	Berhasil
3	<i>Monitoring</i>	Data sensor terbaca	Aplikasi menampilkan data suhu, kelembapan tanah, serta intensitas cahaya secara <i>real-time</i>	Data tampil dan berubah saat sensor berubah	Berhasil
4	Grafik Data & Penyimpanan	Data sensor tersimpan dan grafik dapat ditampilkan	Riwayat data masuk ke database, grafik tampil berdasarkan data yang tersimpan	Grafik muncul dan riwayat tersimpan di Firebase	Berhasil
5	Notifikasi	Adanya notifikasi ketika kondisi melebihi batas	Sistem mengirim notifikasi otomatis jika suhu/kelembapan/cahaya keluar dari ambang batas	Notifikasi muncul sesuai kondisi sensor	Berhasil

## 4.3 Pengujian UX (User Experience)

Pengujian UX (*User Experience*) pada aplikasi *Smart Farm* dilaksanakan untuk mengetahui tingkat kemudahan penggunaan, pemahaman fitur, serta kenyamanan pengguna dalam menggunakan aplikasi. Pengujian dilakukan menggunakan kuesioner berbasis Skala *Likert* dengan rentang nilai 1–5 dengan keterangan nilai skor dari tabel 4.1 dibawah

Tabel 4.2 Tabel Skala Penilaian

Skor	Keterangan
1	Sangat Tidak Setuju
2	Tidak Setuju
3	Cukup
4	Setuju
5	Sangat Setuju

Kuesioner terdiri dari 10 pernyataan yang diberikan kepada 10 responden petani setelah mencoba seluruh fitur utama aplikasi. Dengan mencakup aspek kemudahan penggunaan aplikasi, tingkat kerumitan, pemahaman fitur, kejelasan informasi sensor, keterbacaan tampilan teks dan ikon, kebutuhan bantuan dalam penggunaan, kepercayaan diri pengguna, serta kebutuhan mempelajari aplikasi sebelum digunakan. Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 4.3, yang menunjukkan penilaian masing-masing responden terhadap pengalaman penggunaan aplikasi *Smart Farm*.

#### 4.3.1 Hasil Kuesioner UX

Pengujian UX dilakukan dengan melibatkan 10 responden yang merupakan petani sebagai target utama pengguna aplikasi *Smart Farm*. Identitas responden ditunjukkan pada Tabel 4.2, yang mencakup nama responden, umur, serta desa atau lokasi tempat tinggal.

Tabel 4.3 Identitas Responden

No	Nama Responden	Umur (Tahun)	Desa / Lokasi
1	Untung	53	Desa Turi
2	Supardi	58	Turi
3	Siswanto	59	Teguhjajar
4	sukarjo	48	Turi
5	Soekardi	70	Turi
6	Anung Kurniawan Ardi	23	Tawang
7	Harso	65	Mojosari
8	Agung	25	Mojosari
9	Supardi	58	Mojosari
10	Ngadimin	54	Mojodayong

Rentang usia responden bervariasi antara 23 hingga 70 tahun, sehingga dapat merepresentasikan pengguna dengan tingkat pengalaman dan kemampuan teknologi yang berbeda. Setelah responden mencoba seluruh fitur utama aplikasi, seperti pemantauan data sensor, tampilan grafik, notifikasi, serta fitur pengendalian sensor, masing-masing responden diminta untuk mengisi kuesioner UX yang telah disusun. Kuesioner ini bertujuan untuk mengevaluasi kemudahan penggunaan, kejelasan tampilan, pemahaman informasi, serta tingkat kenyamanan dan kepercayaan diri pengguna dalam menggunakan aplikasi.

Hasil pengisian kuesioner kemudian direkapitulasi dan disajikan dalam bentuk skor pada Tabel 4.3. Tabel tersebut menampilkan penilaian setiap responden terhadap sepuluh pernyataan yang mewakili berbagai aspek pengalaman pengguna pada aplikasi *Smart Farm*. Data ini

selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk menganalisis tingkat *usability* dan penerimaan pengguna terhadap aplikasi yang dikembangkan.

Tabel 4.4 Hasil kuesioner

No	Pertanyaan	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
1.	Saya merasa aplikasi ini mudah digunakan.	4	5	4	3	5	5	5	5	5	5
2.	Saya merasa aplikasi ini terlalu rumit bagi petani.	1	1	2	4	1	1	2	2	1	1
3.	Saya merasa fitur-fitur aplikasi ini mudah dipahami.	5	5	4	3	5	5	5	5	5	5
4.	Saya merasa beberapa bagian aplikasi ini membingungkan.	1	1	2	4	1	1	2	2	1	2
5.	Saya merasa informasi sensor (suhu, kelembapan tanah, intensitas cahaya) sangat membantu.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6.	Saya merasa tidak bisa menggunakan aplikasi ini tanpa bantuan orang lain	1	1	2	4	1	1	3	2	2	3
7.	Saya merasa tampilan teks, angka, dan ikon pada aplikasi ini mudah dibaca.	4	5	4	3	4	5	5	5	5	4
8.	Saya merasa informasi pada aplikasi ini sulit dipahami.	1	1	1	4	1	1	2	1	1	2
9.	Saya merasa dapat menggunakan aplikasi ini tanpa bantuan.	5	5	5	3	5	5	4	4	5	4
10.	Saya merasa aplikasi ini banyak hal yang harus di pelajari sebelum bisa digunakan.	2	3	2	4	1	1	2	2	1	2

### 4.3.2 Pembahasan Penilaian Responden

Hasil dari rata-rata nilai pertanyaan positif dengan nomor ganjil, skor dari pengguna akan dikurangi satu. Sedangkan pertanyaan negatif dengan nomor genap akan memiliki skor akhir yang didapat dari hasil rata-rata nilai pertanyaan dilakukan pengurangan lima. Selanjutnya, skor SUS didapat dengan menggabungkan nilai dari setiap pertanyaan, kemudian hasil total nilai tersebut dikalikan dengan 2,5(Asrori et al., 2024).

Tabel 4.5 Aspek Positif

Nomor	Pernyataan	Rata-rata Nilai	Skor Kontribusi
1	Aplikasi mudah digunakan	4.6	3.6
3	Fitur mudah dipahami	4.7	3.7
5	Informasi sensor sangat membantu	5.0	4.0
7	Teks/angka mudah dibaca	4.5	3.5
9	Percaya diri menggunakan aplikasi	4.6	3.6
Total Aspek Positif			18.4

Tabel 4.6 Aspek negatif

Nomor	Pernyataan	Rata-rata Nilai	Skor Kontribusi
2	Aplikasi terlalu rumit	1.6	3.4
4	Beberapa bagian membingungkan	1.7	3.3
6	Membutuhkan bantuan orang lain	2.0	3.0
8	Informasi sulit dipahami	1.7	3.3
10	Perlu banyak dipelajari	2.0	3.0
Total Aspek Negatif			16.0

Perhitungan skor kontribusi dari pengujian UX aplikasi *Smart Farm* yakni:

$$SkorSUS = (\text{Total Aspek Positif} + \text{Total Aspek Negatif}) \times 2.5$$

$$SkorSUS = (18.4 + 16.0) \times 2.5 = 34.4 \times 2.5 = 86.0$$

Dari hasil perhitungan *System Usability Scale (SUS)*, aplikasi *Smart Farm* memperoleh skor 86, yang berada di atas nilai standar global, yaitu 68 sebagai batas minimal sistem yang bisa diterima pengguna. Ini menunjukkan bahwa tingkat kegunaan aplikasi tergolong baik dan diterima oleh pengguna (Asrori et al., 2024).

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa tujuan penelitian ini telah tercapai. Penelitian ini berhasil menghasilkan aplikasi Sistem Pertanian Cerdas berbasis mobile yang terintegrasi dengan teknologi Internet of Things (IoT) untuk memantau kondisi lingkungan lahan pertanian. Aplikasi yang dikembangkan mampu menampilkan data kondisi lingkungan secara real-time, meliputi suhu udara, kelembapan udara, kelembapan tanah, dan intensitas cahaya melalui tampilan antarmuka yang sederhana dan mudah digunakan oleh petani. Hasil pengujian menggunakan metode black box menunjukkan bahwa seluruh fungsi utama aplikasi berjalan dengan baik sesuai dengan kebutuhan sistem. Selain itu, hasil pengujian usability menggunakan System Usability Scale (SUS) memperoleh skor 86, yang menunjukkan bahwa aplikasi memiliki tingkat kegunaan yang baik dan dapat diterima oleh pengguna. Secara keseluruhan, aplikasi Smart Farm yang dikembangkan dapat digunakan sebagai alat bantu pemantauan kondisi lahan pertanian serta berpotensi membantu petani dalam pengambilan keputusan di lapangan.

#### **5.2 Saran**

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan, terdapat sebagian saran yang bisa dijadikan bahan pengembangan lebih lanjut, baik dari sisi teknis maupun penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut:

1. Aplikasi *Smart Farm* masih dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur lanjutan, seperti pemantauan pH tanah, rekomendasi pemupukan otomatis, serta integrasi data cuaca berbasis prakiraan untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih komprehensif.
2. Pengujian sistem pada penelitian ini masih melibatkan jumlah responden yang terbatas. Maka itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan lebih banyak petani dari berbagai wilayah dengan karakteristik lahan yang berbeda, sehingga hasil evaluasi *usability* dan efektivitas sistem menjadi lebih representatif.

3. Implementasi sistem ke depannya diharapkan dapat dilakukan secara penuh dengan pemasangan sensor IoT secara permanen di lahan pertanian, sehingga data yang diperoleh benar-benar merefleksikan kondisi nyata dalam jangka panjang dan dapat dianalisis lebih mendalam. Dari sisi antarmuka, meskipun aplikasi telah memperoleh nilai *usability* yang tinggi, penyempurnaan UI/UX tetap perlu dilakukan secara berkelanjutan, terutama untuk pengguna lanjut usia, seperti penyederhanaan navigasi, dan penyesuaian ukuran teks.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al Faridzi, S., Kusuma, P., Dhimas, D., & Aditya, K. (2023). *PERANCANGAN UI/UX LOKAPASAR “FRESHLY PICKED” BERBASIS APLIKASI MOBILE SEBAGAI MEDIA PENUNJANG BUSINESS TO BUSINESS BAGI AGGREGATOR DAN MITRA* (Vol. 10, Issue 6).  
[https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id/pustaka/files/200445/jurnal\\_eproc/perancangan-ui-ux-lokapasar.pdf](https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id/pustaka/files/200445/jurnal_eproc/perancangan-ui-ux-lokapasar.pdf)
- Alhafiz, A. D., & Sela, E. I. (2025). Aplikasi Mobile Untuk Konsultasi Petani Dalam Mendukung Pertanian Digital. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 5(1), 9–14.  
<https://doi.org/10.52436/1.jpti.453>
- Aprelia, V., & Iskandar, D. (2024). *Perbandingan Metodologi Waterfall dan Agile Dalam Pengembangan Aplikasi*.  
[https://www.academia.edu/113152111/Perbandingan\\_Metodologi\\_Waterfall\\_dan\\_Agile\\_Dalam\\_Pengembangan\\_Aplikasi](https://www.academia.edu/113152111/Perbandingan_Metodologi_Waterfall_dan_Agile_Dalam_Pengembangan_Aplikasi)
- Asrori, Y. R., Sarwido, S., & Wahono, B. B. (2024). Analisis Kegunaan Aplikasi Sistem Akademik Mahasiswa Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara Berdasarkan Metode System Usability Scale. *Jurnal Minfo Polgan*, 13(2), 1353–1361.  
<https://doi.org/10.33395/jmp.v13i2.14030>
- Bakri, S. N., & Nasution, M. I. P. (2024). Penerapan Metodologi Rekayasa Perangkat Lunak untuk Efisiensi Pengembangan Sistem. *JSITIK: Jurnal Sistem Informasi Dan Teknologi Informasi Komputer*, 3(1), 53–66. <https://doi.org/10.53624/jsitik.v3i1.542>
- Barmudoi, B., & Bharali, B. (2016). Effects of Light Intensity and Quality on Physiological Changes in Winter Rice (*Oryza Sativa* L.). In *International Journal of Environmental & Agriculture Research (IJOEAR) ISSN* (Vol. 2, Issue 3).
- Binuko Paksi, A., Hafidhoh, ul, & Kariagil Bimonugroho, S. (2023). *Perbandingan Model Pengembangan Perangkat Lunak Untuk Proyek Tugas Akhir Program Vokasi Program Studi D3 Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Madiun* (Vol. 14, Issue 1).
- Dimas Aditya Rama, & Risqi Firdaus Setiawan. (2024). Perancangan UI/UX Design Aplikasi Mobile Pertanian Menggunakan Metode Design Thinking. *Jupiter: Publikasi Ilmu Keteknikan Industri, Teknik Elektro Dan Informatika*, 2(2), 120–135.  
<https://doi.org/10.61132/jupiter.v2i2.104>

- Effendi, N., Ramadhani, W., & Farida, F. (2022). Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah Berbasis IoT. *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, 3(2), 91–98. <https://doi.org/10.37859/coscitech.v3i2.3923>
- Juanto, H., Nugroho, B., Sistem Komputer, J., Darmjaya, I., & Lampung, B. (2022). Pengembangan Model Aplikasi Smart Farming Berbasis Internet Of Things (Iot). *IJCCS*, x, No.x, 1–5.
- Kar, G., Kumar, A., & Martha, M. (2007). Water use efficiency and crop coefficients of dry season oilseed crops. *Agricultural Water Management*, 87(1), 73–82. <https://doi.org/10.1016/J.AGWAT.2006.06.002>
- Kementerian Pertanian. (2022). *STATISTIK PERTANIAN*. [https://satudata.pertanian.go.id/assets/docs/publikasi/BUKU\\_STATISTIK\\_PERTANIAN\\_2022\\_compressed.pdf](https://satudata.pertanian.go.id/assets/docs/publikasi/BUKU_STATISTIK_PERTANIAN_2022_compressed.pdf)
- Kementerian Pertanian. (2024). *ANALISIS KINERJA PERDAGANGAN BERAS*. [https://satudata.pertanian.go.id/assets/docs/publikasi/1A\\_Analisis\\_Kinerja\\_Perdagangan\\_Beras\\_2024\\_-\\_publish.pdf](https://satudata.pertanian.go.id/assets/docs/publikasi/1A_Analisis_Kinerja_Perdagangan_Beras_2024_-_publish.pdf)
- Maulana Syahaddan, M., & Fira Waluyo, A. (2023). KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Sistem Pemantauan Sawah Mobile Berbasis Internet of Things. *Media Online*, 4(3), 1369–1380. <https://doi.org/10.30865/klik.v4i3.1355>
- Maulidil Fathasyah. (2023). *PERANCANGAN PROTOTYPE UI/UX PADA APLIKASI PAS (PETANI ACEH SMART) MENGGUNAKAN METODE HUMAN CENTERED DESIGN*. <https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/33559/1/Maulidil%20Fathasyah,%20190705078,%20FST,%20PTI.pdf>
- Mulia, A. P., Piri, P. R., & Tho, C. (2023). Usability Analysis of Text Generation by ChatGPT OpenAI Using System Usability Scale Method. *Procedia Computer Science*, 227, 381–388. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2023.10.537>
- Murdiani, D., & Hermawan, H. (2022). PERBANDINGAN METODE WATERFALL DAN RAD (RAPID APPLICATION DEVELOPMENT) PADA PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI. *Jurnal Teknologi Informasi*, 6(1). <https://media.neliti.com/media/publications/496653-none-bd09103f.pdf>
- Nur Adiya, A. Z. D., Anggraeni, D. L., & Ilham Albana. (2024). Analisa Perbandingan Penggunaan Metodologi Pengembangan Perangkat Lunak (Waterfall, Prototype, Iterative,

- Spiral, Rapid Application Development (RAD)). *Merkurius: Jurnal Riset Sistem Informasi Dan Teknik Informatika*, 2(4), 122–134. <https://doi.org/10.61132/mercurius.v2i4.148>
- Panjaitan, J., & Pakpahan, A. F. (2021). Perancangan Sistem E-Reporting Menggunakan ReactJS dan Firebase. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 7(1). <https://doi.org/10.28932/jutisi.v7i1.3098>
- Pressman, R. S. (2010). *Software Engineering A Practitioner's Approach Seventh Edition*.
- Purwoko, H., Jaya Tama, B., & Arif, S. M. (2025). *Kapas : Kumpulan Artikel Pengabdian Masyarakat Menggali Potensi Flutter: Pelatihan Intensif Pengembangan Aplikasi Multiplatform untuk Komunitas Belajar Bareng (Vol. 3, Issue 3)*.
- Puspita Sari, R., Rahmayuda, S., Sistem Informasi, J., Mipa, F., Tanjungpura Jalan ProfDrH Hadari Nawawi, U., & Telp, P. (2022). *IMPLEMENTASI FRAMEWORK FLUTTER PADA SISTEM INFORMASI PERPUSTAKAAN MASJID (Studi Kasus: Masjid di Kota Pontianak)*.
- Putri Nadia Ayu Rahmawati. (2019). *perancangan pertanian unggul dengan sistem agile*. <https://journal.sekawan-org.id/index.php/jtim/article/view/46>
- Putri, R. R. S., Paraswati, I. N., Bima, A. C. A., & Aziz, Muh. N. L. (2025). Sistem Informasi Konsultasi Properti Berbasis Website dengan Metode Rapid Application Development. *Digital Transformation Technology*, 4(2), 1332–1341. <https://doi.org/10.47709/digitech.v4i2.5446>
- Ratu Syra Quirinno, S. M. N. A. (2024). *PERAN SEKTOR PERTANIAN DALAM MENINGKATKAN KETAHANAN PANGAN DAN EKONOMI NASIONAL 1*. <https://doi.org/10.31604/jips.v11i7.2024>
- Sandhika Jaya, T., & Kania Widyawati, D. (2019). *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian Pengembangan E-Market Place Pertanian Dengan Metode Prototype Development of Agricultural E-Marketplace By Prototype Method*. <http://jurnal.polinela.ac.id/index.php/PROSIDING>
- Setiya Budi, D., Azhima Yoga Siswa, T., & Abijono, H. (2016). Analisis Pemilihan Penerapan Proyek Metodologi Pengembangan Rekayasa Perangkat Lunak. *24 TEKNIKA*, 5(1). <https://media.neliti.com/media/publications/339049-analisis-pemilihan-penerapan-proyek-meto-b6b1bb1a.pdf>
- Sihite, M., Hsb, A. M., Syahputra, R., Raihan Amri, M., Alwi, R., & Sakuntala, D. (2025). PT. Media Akademik Publisher. *JMA*), 3(1), 3031–5220. <https://doi.org/10.62281>

- Venantius Hari Ginardi, R., Rahman Hariadi, R., Aushaf Amrega Hisyam, A., Rasya Fauzi, H., Naufal Pasya, M., Ahmad Syafa, I., Januar Eko Wicaksono, M., Putri Salsabilla, R., Harvian Dito Syahputra, M., Fraditya, A., Nopember, S., Korespondensi, I., & Titi Ciptaningtyas, H. (2024). *Iot Smartfarming untuk Pertanian Bawang Merah di Desa Kare, Kabupaten Madiun*. 9(2), 23–35. <https://doi.org/10.12962/j26139960.v9i2.2339>
- Wibowo Soejono, A., Setyanto, A., & Fatah Sofyan, A. (2018). *Evaluasi Usability Website UNRIYO Menggunakan System Usability Scale (Studi Kasus: Website UNRIYO)*. [www.respati.ac.id](http://www.respati.ac.id)
- Xia, Y., Qin, J., Huang, R., Feng, F., Zhao, Q., & Song, X. (2024). Responses of rice qualities to temperature and light in three different ecological environments in karst regions. *Journal of Cereal Science*, 118, 103984. <https://doi.org/10.1016/J.JCS.2024.103984>
- Yunianto, I., & Wahyudi, W. (2024). Designing User Experience for a Mobile Application for Agricultural Product Marketing Using the Human-Centered Design Method. *International Journal of Graphic Design*. <https://doi.org/10.11054/ijgd.v2i2.xxxx>

## LAMPIRAN



