

Rancang Bangun Sistem Iot Berbasis Web Untuk Pemantauan Tingkat Air Tanah di Kebun Sawit

Surya Azi Saputra^{a,*}, Rezagi Meilano^a, M.Hadi Saputra^b

^aProgram Studi Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak, Politeknik Jambi, Jln Lingkar Barat 2 Kota Jambi, Indonesia
E-mail: surya.trpl21@politeknikjambi.com, rezagi@politeknikjambi.ac.id, hadi@politeknikjambi.ac.id

* Corresponding Author: surya.trpl21@politeknikjambi.com

Abstract— The development of Internet of Things (IoT) technology has enabled the creation of efficient monitoring systems for various applications. This paper presents the design and implementation of a web-based IoT system for monitoring groundwater levels in oil palm plantations. The system utilizes sensors to collect data on water levels, which is then transmitted to a web server for real-time monitoring and analysis. The proposed system aims to improve water management practices in oil palm plantations, ensuring optimal water usage and preventing over-irrigation. The results demonstrate the system's effectiveness in providing accurate and timely data, which can be accessed remotely via a web interface. This study highlights the potential of IoT technology in enhancing agricultural productivity and sustainability.

Keywords— IoT, web-based system, groundwater monitoring, oil palm plantation, water management.

Abstrak— Perkembangan teknologi *Internet of Things (IoT)* telah memungkinkan pembuatan sistem pemantauan yang efisien untuk berbagai aplikasi. Makalah ini menyajikan rancangan dan implementasi sistem *IoT* berbasis *web* untuk memantau tingkat air tanah di kebun sawit. Sistem ini menggunakan sensor untuk mengumpulkan data tingkat air, yang kemudian dikirim ke server *web* untuk pemantauan dan analisis secara *real-time*. Sistem yang diusulkan bertujuan untuk meningkatkan praktik manajemen air di kebun sawit, memastikan penggunaan air yang optimal dan mencegah *over-irigasi*. Hasil penelitian menunjukkan efektivitas sistem dalam menyediakan data yang akurat dan tepat waktu, yang dapat diakses secara remote melalui antarmuka *web*. Studi ini menyoroti potensi teknologi *IoT* dalam meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan pertanian.

Kata kunci— IoT, sistem berbasis *web*, pemantauan air tanah, kebun sawit, manajemen air

I. PENDAHULUAN

Berikut Indonesia merupakan salah satu negara produsen utama kelapa sawit di dunia. Sektor perkebunan ini memberikan kontribusi besar terhadap perekonomian nasional, baik melalui pendapatan negara maupun penyediaan lapangan kerja yang signifikan bagi masyarakat. Namun, keberhasilan sektor ini juga menghadapi berbagai tantangan, khususnya dalam pengelolaan sumber daya air tanah. Menurut Purnamayani et al. (2022), sistem pengelolaan air di perkebunan kelapa sawit harus mampu menjaga keseimbangan kadar air tanah agar produktivitas tetap stabil sepanjang tahun.

Salah satu tantangan utama yang dihadapi adalah fluktuasi kadar air tanah yang sulit diprediksi. Kadar air tanah yang terlalu rendah dapat menghambat pertumbuhan tanaman, menurunkan kualitas hasil panen, hingga menyebabkan kematian tanaman. Sebaliknya,

kadar air tanah yang berlebihan dapat memicu pembusukan akar dan kerusakan struktur tanah. Rahayu et al. (2021) menekankan bahwa sistem irigasi yang tidak terkelola dengan baik dapat menyebabkan ketidakseimbangan kelembaban tanah, yang berakibat pada penurunan produktivitas tanaman.

Permasalahan lain adalah keterbatasan akses data mengenai kondisi air tanah secara *real-time*. Sistem pemantauan manual yang masih umum digunakan membutuhkan waktu dan tenaga yang cukup besar, sehingga memperlambat pengambilan keputusan terkait jadwal dan jumlah irigasi yang diperlukan. Akbar (2023) menjelaskan bahwa pemanfaatan teknologi berbasis *Internet of Things (IoT)* dapat membantu mengatasi keterbatasan ini dengan menyediakan data yang diperbarui secara *otomatis* dan *real-time*.

Solusi yang diusulkan dalam penelitian ini adalah pengintegrasian teknologi *IoT* dengan *platform* berbasis *web* untuk pemantauan tingkat air tanah di kebun sawit.

Teknologi berbasis *web* memberikan fleksibilitas akses data kapan saja dan di mana saja melalui perangkat yang terhubung ke *internet*. Sistem yang dirancang bertujuan untuk memantau kadar air tanah secara *real-time* dan memberikan peringatan dini apabila kadar air berada di luar ambang batas yang aman.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini menyajikan landasan teori dan kajian penelitian terdahulu yang relevan dengan pengembangan sistem *IoT* berbasis *web* untuk pemantauan tingkat air tanah di kebun sawit.

[1] *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) merupakan teknologi yang memungkinkan perangkat fisik berkomunikasi dan berbagi data melalui jaringan *internet*. Zhou et al. (2021) menegaskan bahwa *implementasi IoT* dalam bidang perkebunan dapat meningkatkan efisiensi operasional melalui pemantauan *otomatis* dan pemrosesan data *real-time*. Dalam konteks pertanian, *IoT* dimanfaatkan untuk memantau berbagai parameter lingkungan, termasuk tingkat air tanah, yang *crucial* bagi produktivitas tanaman.

[2] Sistem Berbasis *Web*

Harini et al. (2022) mendefinisikan sistem *berbasis web* sebagai aplikasi yang dapat diakses melalui *internet* tanpa memerlukan instalasi perangkat lunak khusus. Pendekatan ini menawarkan fleksibilitas akses dan kemudahan pengelolaan, karena data dan proses terpusat di *server*. *Framework Laravel*, sebagai salah satu kerangka kerja *PHP* populer, menyediakan arsitektur *MVC (Model-View-Controller)* yang memudahkan pengembangan aplikasi *web* yang terstruktur (Wahyuni dan Kurniawan, 2023).

[3] Teknologi Sensor dan Pemantauan

Sweeney et al. (2020) menekankan pentingnya sensor kelembaban tanah dalam memberikan informasi yang akurat untuk pengelolaan sumber daya air di sektor pertanian. Integrasi sensor dengan sistem *IoT* memungkinkan pemantauan *otomatis* dan pengumpulan data *real-time*, menggantikan metode pengukuran manual yang memakan waktu.

[4] Penelitian Terkait

Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan efektivitas sistem *IoT* dalam pemantauan kondisi tanah:

1. Rahman (2020) mengembangkan sistem pemantauan kelembaban tanah menggunakan sensor DHT11 yang terintegrasi dengan *platform ThingSpeak*, berhasil memberikan *notifikasi real-time* kepada pengguna.
2. Pratama (2023) merancang *dashboard berbasis web* untuk *monitoring* data *IoT* di perkebunan, memudahkan visualisasi data dan pengambilan keputusan oleh pengelola.
3. Nugroho (2024) mengintegrasikan teknologi *IoT* dengan *machine learning* untuk memprediksi

tren penurunan tingkat air tanah, mencapai akurasi prediksi hingga 92%.

[5] Kerangka Pengembangan Sistem

Pengembangan sistem menggunakan beberapa komponen utama:

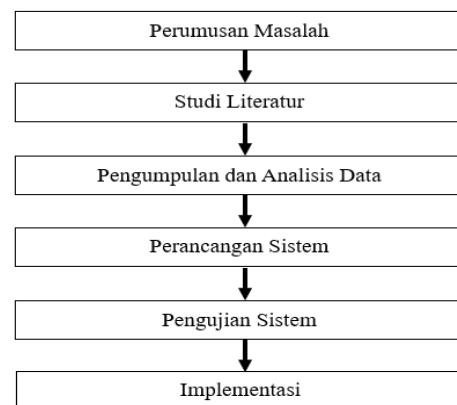
1. *MySQL* sebagai sistem manajemen basis data untuk penyimpanan dan pengelolaan data sensor (Hidayat, 2023).
2. *PHP* dan *Laravel* sebagai bahasa pemrograman dan *framework* pengembangan aplikasi *web*, menyediakan struktur yang terorganisir untuk pengembangan sistem (Putri dan Rahma, 2023).
3. Antarmuka *web* yang dirancang dengan mempertimbangkan aspek *user experience*, memudahkan pengguna dalam mengakses dan memahami data (Arifin, 2022).

III. METODE PELAKSANAAN

A. LOKASI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di area perkebunan sawit yang berlokasi di Tangkit, Jambi. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada kebutuhan akan sistem pemantauan tingkat air tanah yang lebih efisien untuk mendukung produktivitas perkebunan sawit di daerah tersebut. Area ini memiliki karakteristik tanah dan pola curah hujan yang representatif untuk *implementasi* sistem pemantauan berbasis *IoT*.

B. Kerangka Kerja Penelitian



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

Kerangka kerja penelitian dirancang secara sistematis untuk memastikan tercapainya tujuan penelitian. Berikut adalah tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini:

1. Perumusan Masalah

Identifikasi masalah dilakukan melalui pengamatan langsung di lapangan. Permasalahan utama yang ditemukan adalah sulitnya memantau tingkat air tanah

secara *real-time*, yang berdampak pada efisiensi penggunaan air.

2. Studi Literatur

Penelaahan literatur dilakukan untuk mencari referensi teori yang relevan terkait teknologi *IoT*, perangkat sensor, serta pengembangan sistem berbasis *web*. Hal ini dilakukan untuk mendukung desain dan implementasi sistem.

3. Pengumpulan dan Analisa Data

Data primer dikumpulkan dari hasil pengukuran sensor, sedangkan data sekunder diperoleh dari literatur dan wawancara dengan ahli terkait. Data dianalisis untuk menentukan kebutuhan sistem.

4. Perancangan Sistem

Pada tahap ini, dilakukan desain sistem dengan pendekatan model sistem *IoT* yang melibatkan perangkat sensor, jaringan komunikasi, dan aplikasi berbasis *web*. Perancangan dilakukan menggunakan diagram alir data (*DFD*), *ERD*, dan prototipe antarmuka.

5. Pengujian Sistem

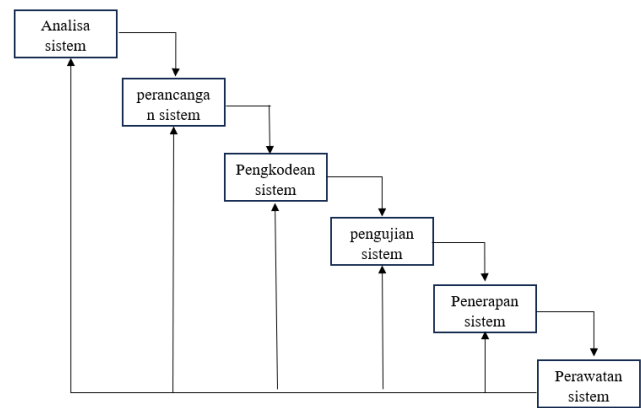
Sistem yang dibangun dan dirancang menggunakan *framework Laravel* untuk pengembangan *web*, serta pengujian dilakukan untuk memastikan semua komponen berfungsi dengan baik.

6. Implementasi sistem

Implementasi sistem dilakukan dengan membangun aplikasi berbasis *web* menggunakan *framework Laravel*. Pada tahap ini, dilakukan integrasi perangkat sensor *IoT* dengan aplikasi *web* melalui modul komunikasi untuk mengirimkan data tingkat air tanah secara *real-time* ke server. Selain itu, dilakukan konfigurasi jaringan, pengujian integrasi, dan pemasangan perangkat *IoT* di lapangan agar sistem dapat berfungsi sesuai kebutuhan pengguna.

C. Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan yang digunakan untuk sistem Pemantauan Tingkat Air Tanah Berbasis *IoT* di Kebun Sawit ini adalah *SDLC (Software Development Life Cycle)* dengan model *Waterfall*. Pendekatan ini dipilih karena sistem yang dikembangkan memiliki kebutuhan yang jelas dan struktur pengembangan yang terorganisir. Berikut adalah tahapan detail dalam pengembangan sistem ini:



Gambar 2. SDLC Model Waterfall

Model air terjun atau *Waterfall* menyediakan pendekatan alur hidup perangkat lunak secara sekuensial atau terurut dimulai dari analisis, desain, pengkodean, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Berikut adalah metode *Waterfall* yang digunakan dalam pengembangan sistem Pemantauan Tingkat Air Tanah Berbasis *IoT* di Kebun Sawit:

1. **Analisa** : Pada tahap analisis, peneliti melakukan penelitian langsung di kebun sawit yang menjadi lokasi penelitian. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menganalisis kebutuhan pengguna terkait pemantauan tingkat air tanah, mengidentifikasi masalah terkait pengelolaan air, serta mengevaluasi komponen dan hubungan yang terkait dengan pengembangan sistem *IoT* untuk pemantauan air tanah. Dari analisis ini, diperoleh pemahaman mengenai kebutuhan sistem, tujuan proyek, dan tantangan teknis yang harus dihadapi.
2. **Perancangan** : Pada tahap perancangan, peneliti merancang sistem pemantauan tingkat air tanah dengan menggunakan pendekatan model sistem *IoT*. Proses ini mencakup:
 - *Desain Arsitektur Sistem*: Menentukan struktur sistem yang terdiri dari perangkat *IoT* (sensor air tanah), komunikasi data *nirkabel*, dan aplikasi berbasis *web*.
 - *Desain Database*: Menyusun struktur database untuk menyimpan data dari perangkat *IoT*, termasuk data pengukuran dan riwayat pengukuran.
3. **Pengkodean (Coding)** : Tahap pengkodean merupakan proses menerjemahkan desain sistem ke

dalam bahasa pemrograman yang dapat dijalankan di *server*. Dalam pengembangan sistem ini, peneliti menggunakan *framework Laravel* yang berbasis *PHP* untuk pengembangan backend aplikasi *web*. Selain itu, peneliti juga menggunakan *MySQL* untuk pengelolaan data yang dikumpulkan dari sensor *IoT*.

4. Pengujian : Pada tahap pengujian, sistem yang telah dikembangkan akan diuji untuk memastikan bahwa semua komponen bekerja dengan baik. Pengujian dilakukan dengan berbagai pendekatan, termasuk:
 - *Unit Testing* untuk memastikan setiap bagian sistem berjalan sesuai rencana.
 - *Integration Testing* untuk menguji komunikasi antara perangkat *IoT* dan aplikasi *web*.
 - *User Acceptance Testing (UAT)* untuk memastikan sistem memenuhi kebutuhan pengguna di lapangan, terutama pengelola kebun sawit.
 - *Performance Testing* untuk menguji sistem di bawah beban kerja yang berbeda, memastikan bahwa sistem dapat menangani data yang terus mengalir dari perangkat *IoT* secara *real-time*.
5. Penerapan : Setelah pengujian, sistem yang telah siap diimplementasikan di lapangan. Pada tahap penerapan, perangkat *IoT* dipasang di lokasi kebun sawit dan mulai mengirimkan data ke server aplikasi *web*. Pengguna dapat mulai mengakses dan memantau data melalui *dashboard* yang telah dirancang.

Perawatan : Setelah sistem diterapkan, tahapan perawatan dilakukan untuk menjaga kinerja sistem. Pemantauan rutin dilakukan untuk memastikan perangkat *IoT* tetap berfungsi dengan baik dan data yang ditampilkan tetap akurat. Selain itu, pembaruan sistem dilakukan secara berkala untuk mengoptimalkan performa dan memperbaiki bug yang mungkin muncul.

D. Analisa dan Perancangan Sistem

Untuk analisis dan perancangan sistem ini, penulis mengacu pada hasil penelitian yang relevan dengan sistem *IoT* berbasis *web*. Beberapa referensi yang digunakan adalah:

1. Diagram Konteks

Digunakan untuk memberikan gambaran secara keseluruhan tentang sistem yang akan dirancang, termasuk entitas luar dan interaksi dengan sistem.

2. Diagram Alir Data (DFD)

Memvisualisasikan aliran data dari perangkat *IoT* ke server dan bagaimana data tersebut diproses hingga disajikan di aplikasi *web*.

3. Desain Database

Merujuk pada struktur *database* yang menyimpan data dari perangkat *IoT*, termasuk tabel pengukuran dan log aktivitas perangkat.

4. Entity-Relationship Diagram (ERD)

Digunakan untuk menggambarkan hubungan antar entitas dalam *database*, memudahkan dalam pengelolaan data.

5. Flowchart

Digunakan untuk menggambarkan alur kerja atau proses secara visual, dari awal hingga akhir. *Flowchart* membantu dalam pemahaman langkah-langkah yang diperlukan dalam sistem dan membantu identifikasi area-area yang perlu dioptimalkan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Sistem yang Sedang Berjalan

Sistem pemantauan tingkat air tanah yang saat ini diterapkan di lokasi penelitian masih bersifat konvensional. Proses pengumpulan data dilakukan secara manual, yang melibatkan pengukuran langsung di lapangan menggunakan alat pengukur air tanah sederhana. Data hasil pengukuran kemudian dicatat secara manual ke dalam buku catatan atau lembar kerja. Pendekatan ini memerlukan waktu dan tenaga yang cukup besar, serta memiliki potensi kesalahan manusia dalam proses pencatatan dan pengolahan data.

Selain itu, sistem yang berjalan saat ini tidak mendukung pemantauan secara *real-time*. Hal ini menjadi kendala dalam pengambilan keputusan yang cepat terkait pengelolaan sumber daya air di kebun sawit. Dengan tidak adanya sistem otomatisasi, pengguna tidak dapat memantau kondisi tingkat air tanah secara kontinu, sehingga ada risiko keterlambatan dalam deteksi potensi masalah seperti kekeringan atau kelebihan air.

Prosedur Sistem yang Berjalan :

Pengukuran Manual di Lapangan

Pengguna membawa alat pengukur air tanah ke lokasi kebun sawit untuk melakukan pengukuran secara langsung. Alat yang digunakan biasanya berupa perangkat pengukur konvensional, seperti *tensiometer* atau pengukur tinggi muka air tanah.

2. Pencatatan Data Secara Manual

Data hasil pengukuran dicatat pada buku catatan atau lembar kerja. Pencatatan ini dilakukan secara manual tanpa bantuan sistem otomatisasi.

3. Pengolahan Data

Setelah data terkumpul, pengguna melakukan perhitungan atau analisis sederhana secara manual untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan. Proses ini dilakukan dengan alat bantu seperti kalkulator atau perangkat lunak *spreadsheet*.

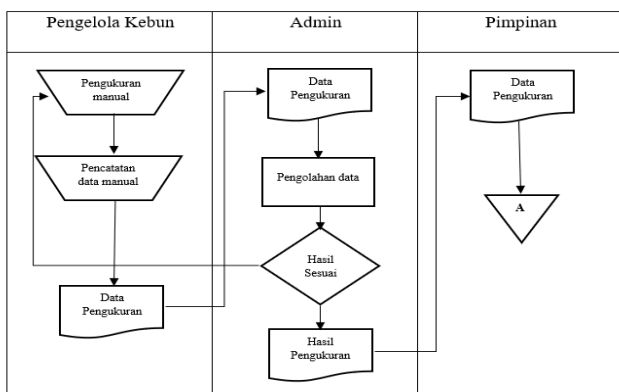
4. Pelaporan Data

Data yang telah diolah kemudian dilaporkan kepada pihak yang berkepentingan. Laporan biasanya disajikan dalam bentuk cetakan atau dokumen sederhana yang dibuat secara manual.

5. Pengambilan Keputusan

Berdasarkan laporan data yang telah disiapkan, pihak manajemen kebun sawit menentukan tindakan yang akan diambil, seperti penyiraman atau pengendalian irigasi. Namun, keterbatasan data *real-time* seringkali menyebabkan pengambilan keputusan kurang optimal.

Dengan sistem yang berjalan seperti ini, terdapat banyak tantangan, seperti waktu pengolahan yang lama, risiko kesalahan pencatatan, dan kurangnya akses data yang cepat serta akurat. Oleh karena itu, sistem ini memerlukan perbaikan melalui penerapan teknologi *IoT* untuk mendukung efisiensi dan akurasi pemantauan tingkat air tanah. Berdasarkan Analisis uraian prosedur yang sedang berjalan maka dapat digambarkan *Flow Map* atau bagan alir seperti berikut :



Gambar 3. Diagram Alir/Flow Map Sistem Pemantauan Tingkat air tanah yang Sedang Berjalan

B. Desain Global

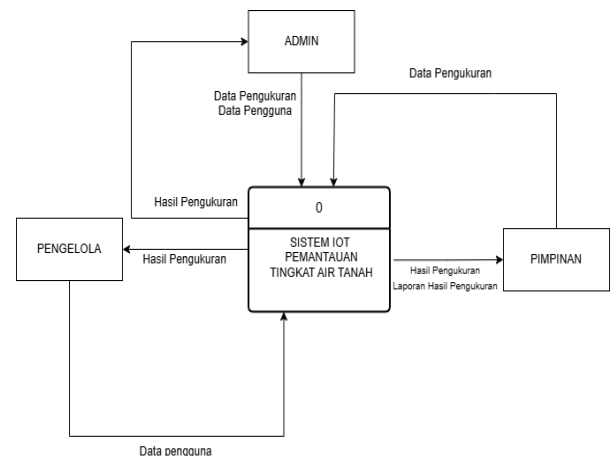
Desain global sistem yang diusulkan bertujuan untuk mengatasi kelemahan dalam sistem yang berjalan dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things (IoT)*. Sistem ini dirancang untuk memberikan solusi pemantauan tingkat air tanah secara *real-time* dan terintegrasi melalui aplikasi berbasis web.

Diagram Konteks

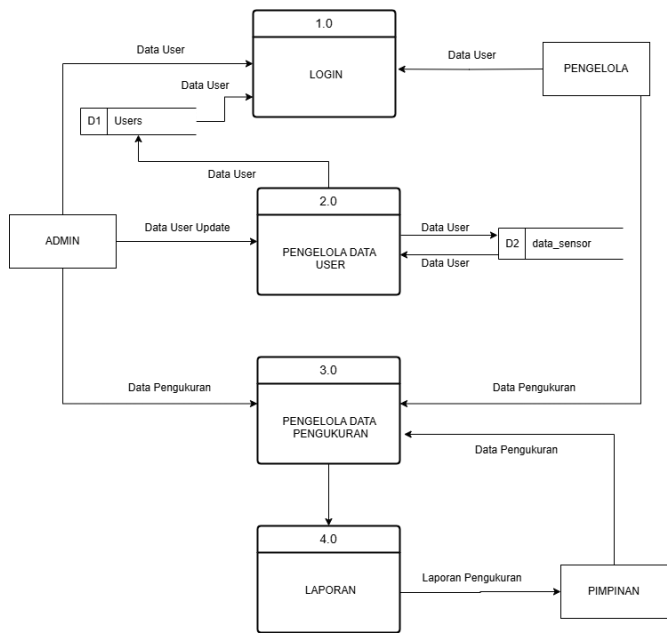
Diagram konteks sistem ini menunjukkan hubungan antara sistem dengan entitas eksternal. Entitas tersebut mencakup:

1. Pengelola: Memiliki akses untuk melihat hasil data pemantauan tingkat air tanah melalui *dashboard web* tanpa bisa melakukan perubahan pada sistem.
2. Admin: Bertanggung jawab untuk melihat data pemantauan serta mengelola akun pengguna dalam sistem.
3. Pimpinan: Dapat melihat hasil data pemantauan serta memiliki akses untuk mengunduh laporan dalam format yang tersedia.

Diagram konteks berfungsi memberikan gambaran keseluruhan sistem, termasuk bagaimana data mengalir dari perangkat *IoT* hingga disajikan kepada pengguna dalam aplikasi *web*.



Gambar 4. Diagram Konteks



Gambar 5. DFD Level 0 Sistem IoT Berbasis Web untuk Pemantauan Tingkat Air Tanah

Desain Terinci

Desain terinci merupakan perincian teknis dari elemen-elemen dalam sistem pemantauan tingkat air tanah berbasis IoT. Tujuannya adalah untuk menjelaskan bagaimana setiap komponen dirancang dan berinteraksi dalam sistem. Berikut adalah poin-poin utama :

Desain Database

Desain database berfungsi sebagai tempat penyimpanan data dari perangkat IoT, pengguna, dan log aktivitas sistem. Struktur database dirancang agar data dapat diakses dan dikelola dengan efisien. Struktur file yang terdapat pada basis data system yang diusulkan adalah sebagai berikut :

1. Tabel data_sensor

PrimaryKey: id (AUTO_INCREMENT)

TABEL I DATA_SENSOR

No.	Nama Field	Type	Size	Keterangan
1	<u>Id</u>	Int	8	Id
2	temperature	float	-	Suhu
3	soil_moisture	float	-	Kelembapan tanah
4	liquid_level	float	-	Tingkat cairan
5	created_at	timestamp	-	Waktu

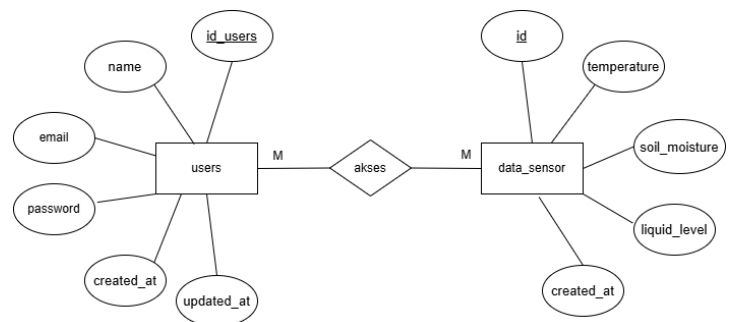
2. Tabel users

PrimaryKey: id (AUTO_INCREMENT)

TABEL II USERS

No.	Nama Field	Type	Size	Keterangan
1	<u>Id</u>	Int	8	Id user
2	name	varchar	255	Nama
3	email	varchar	255	Email
4	password	varchar	255	Password
5	created_at	timestamp	-	Waktu
6	updated_at	timestamp	-	Update

Entity Relationship Diagram (ERD)



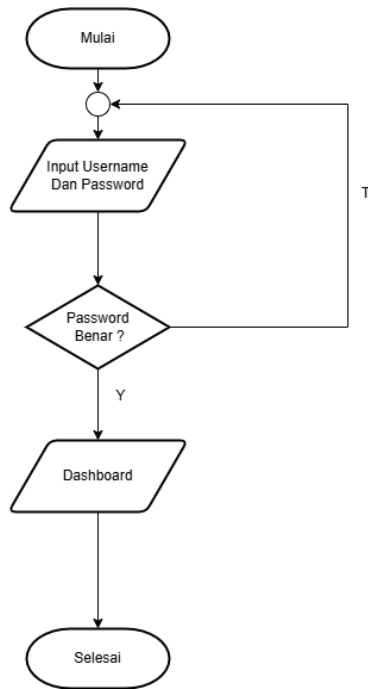
Gambar 6 ERD Sistem IoT Berbasis Web untuk Pemantauan Tingkat Air Tanah

Logika Modul Aplikasi (Flowchart)

Flowchart memvisualisasikan alur kerja sistem secara keseluruhan, mulai dari data diterima hingga disajikan kepada pengguna. Tujuan Flowchart ini dibuat adalah Memastikan setiap komponen sistem berjalan sesuai rencana dan memberikan alur kerja yang jelas dari pengumpulan hingga penyajian data. Berikut adalah Flowchart yang telah penulis buat yaitu :

1. Flowchart Login

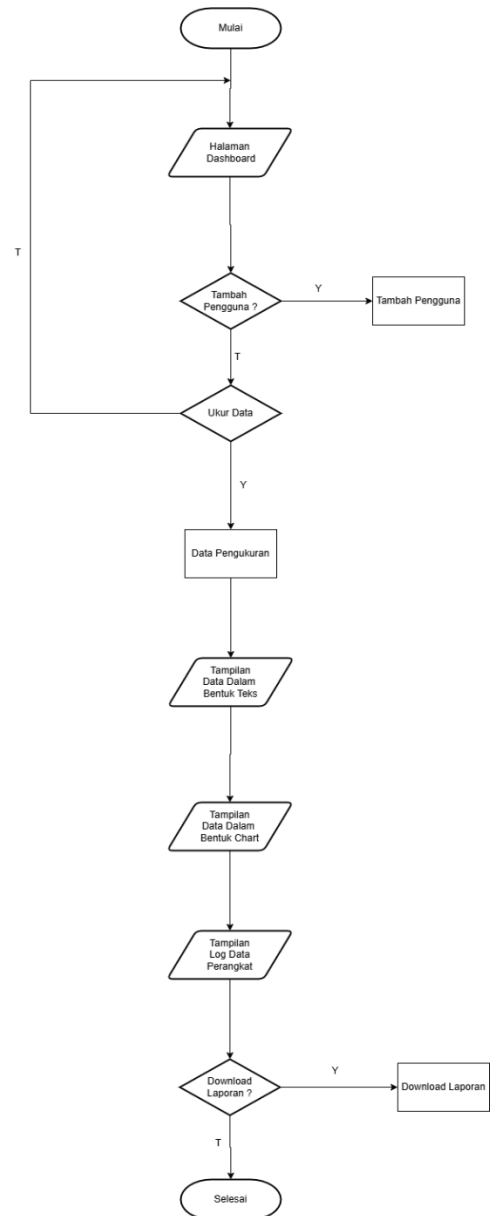
Flowchart Login menggambarkan alur autentikasi pengguna saat memasuki sistem. Proses dimulai ketika pengguna mengakses halaman login dan memasukkan username serta password. Sistem kemudian memvalidasi data yang dimasukkan dengan informasi yang tersimpan dalam database. Jika data sesuai, pengguna diarahkan ke halaman dashboard jika tidak, sistem memberikan peringatan dan meminta pengguna untuk mengulangi proses login. Proses ini bertujuan untuk memastikan hanya pengguna yang sah dapat mengakses sistem secara aman.



Gambar 3 Flowchart Login

2. Flowchart Dashboard

Flowchart Dashboard menjelaskan alur kerja utama setelah pengguna berhasil login. Dashboard menampilkan data tingkat air tanah secara *real-time*, yang diperoleh dari perangkat *IoT* melalui *database*. Data ditampilkan dalam bentuk teks, grafik, dan tabel riwayat. Dashboard secara berkala memperbarui data untuk memastikan informasi yang ditampilkan selalu terkini. Tujuan dari desain ini adalah memberikan kemudahan dan efisiensi bagi pengguna dalam memantau data serta mengambil keputusan berdasarkan informasi yang disediakan.



Gambar 4 Flowchart Dashboard

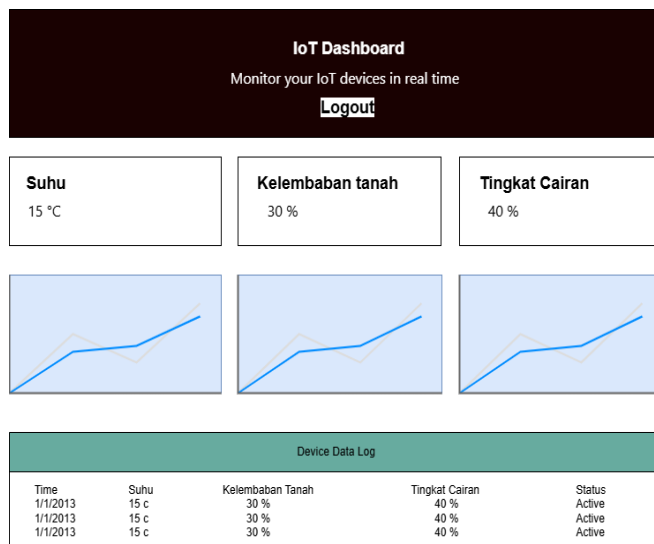
C. Desain Antarmuka

Antarmuka sistem dirancang untuk memudahkan pengguna dalam mengoperasikan aplikasi dan memahami data yang ditampilkan. Perancangan tampilan sebagai berikut :

Gambar 5 Tampilan Login

1. Halaman Login

Pada halaman ini, pengguna diminta untuk memasukkan *username* atau email yang telah terdaftar, diikuti dengan kata sandi yang sesuai. Setelah kedua input tersebut diisi, pengguna dapat menekan tombol login untuk melakukan *otentikasi*. Jika data yang dimasukkan benar, sistem akan mengarahkan pengguna ke *dashboard* sesuai dengan perannya, baik sebagai Pengelola, Admin, atau Pimpinan. Namun, jika terjadi kesalahan dalam input, sistem akan menampilkan pesan peringatan agar pengguna dapat memperbaiki kesalahannya.



Gambar 6 Halaman Dashboard Pengelola

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan perancangan sistem yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pengembangan sistem pemantauan tingkat air tanah berbasis *IoT* memberikan solusi efektif dalam meningkatkan efisiensi pemantauan dan pengelolaan sumber daya air di perkebunan kelapa sawit. Sistem ini memungkinkan akses data secara *real-time* melalui *platform* berbasis *web*, sehingga mempermudah pengguna dalam mengambil keputusan terkait kebutuhan irigasi.

Pemanfaatan teknologi *IoT* dalam sistem ini memungkinkan sensor untuk mengumpulkan dan mengirimkan data secara otomatis, yang kemudian disimpan dan ditampilkan dalam *dashboard* berbasis *web*. Dengan adanya fitur ini, pengguna dapat memantau kadar air tanah kapan saja dan di mana saja tanpa perlu melakukan pengecekan manual, yang sebelumnya membutuhkan waktu dan tenaga lebih besar. Selain itu, sistem ini juga mampu memberikan notifikasi jika kadar air tanah berada di luar ambang batas yang telah ditentukan, sehingga tindakan perbaikan dapat dilakukan lebih cepat untuk mencegah risiko kekeringan atau kelebihan air.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut dari sistem ini adalah:

1. Peningkatan Akurasi Sensor yang diharapkan. Meskipun sistem telah bekerja dengan baik, penggunaan sensor dengan tingkat akurasi lebih tinggi dapat meningkatkan ketepatan data yang dikumpulkan.
2. Integrasi dengan Teknologi *AI* yang dapat membantu dalam analisis *tren* data dan memberikan prediksi terkait tingkat air tanah, sehingga pengambilan keputusan dapat lebih optimal.
3. Pengembangan Aplikasi *Mobile* Untuk meningkatkan aksesibilitas, sistem ini dapat dikembangkan dalam bentuk aplikasi *mobile* agar pengguna lebih *fleksibel* dalam memantau data.
4. Peningkatan Keamanan Sistem untuk Implementasi *enkripsi* data dan mekanisme *otentikasi* yang lebih ketat dapat memperkuat perlindungan terhadap data yang disimpan dalam sistem.
5. Pengujian di Berbagai Kondisi Untuk memastikan kehandalan sistem, diperlukan pengujian lebih lanjut di berbagai kondisi lingkungan guna melihat bagaimana sistem beradaptasi terhadap perubahan cuaca dan faktor *eksternal* lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Purnamayani, N., Wijayanto, H., & Supriyadi, I. (2022). "Pengelolaan Air di Lahan Gambut untuk Mendukung Produktivitas Kelapa Sawit." *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 16(2), 79-89.
- Rahayu, I., Saputra, M., & Utami, D. (2021). "Dampak Sistem Irigasi terhadap Produktivitas Perkebunan Kelapa Sawit." *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 9(1), 45-55.

- Akbar, F. (2023). "Pemanfaatan Teknologi *IoT* dalam Pemantauan Kelembaban Tanah pada Perkebunan." *Jurnal Teknologi dan Informasi*, 12(2), 22-34.
- Mansa, A. (2022). "Sistem Monitoring Kelembaban Tanah Berbasis Internet of Things untuk Optimasi Irigasi." *Jurnal Internet of Things dan Rekayasa Sistem*, 5(3), 113-125.
- Zhou, Y., Li, J., & Wang, X. (2021). "Implementasi *IoT* dalam Pertanian untuk Pemantauan Lingkungan." *Jurnal Teknologi Pertanian*, 18(4), 115-125.
- Harini, F., Rahman, D., & Putra, Y. (2022). "Keunggulan Sistem Berbasis *Web* dalam Pengelolaan Data Pertanian." *Jurnal Sistem Informasi*, 10(2), 35-44.
- Sweeney, R., Thompson, B., & Clark, L. (2020). "Penggunaan Sensor Kelembaban Tanah dalam Monitoring Pertanian." *Jurnal Teknologi Sensor*, 6(3), 57-64.
- Arifin, F. (2022). "Desain Antarmuka Pengguna dalam Sistem Informasi Berbasis *Web*." *Jurnal Komputasi dan Sistem*, 8(1), 30-41.
- Putri, R., & Rahma, L. (2023). "Pemrograman *Web* Dinamis dengan *PHP* untuk Aplikasi Pertanian." *Jurnal Teknologi dan Pemrograman*, 11(2), 22-33.
- Wahyuni, A., & Kurniawan, S. (2023). "Pengembangan Aplikasi *Web* dengan *Laravel* dalam Sistem Informasi Pertanian." *Jurnal Sistem Komputer dan Aplikasi*, 15(2), 58-70.
- Permana, D., & Putri, A. (2023). "Penggunaan *HTML*, *CSS*, dan *JavaScript* dalam Pengembangan Aplikasi *Web* untuk Pertanian." *Jurnal Teknologi Web*, 9(1), 49-59.
- Suryana, M. (2022). "Pentingnya Keamanan *Browser* dalam Pengembangan Aplikasi *Web*." *Jurnal Keamanan dan Web*, 4(2), 42-51.
- Hidayat, N. (2023). "*MySQL Database* for Data Storage in *IoT*-Based Agricultural Systems." *Journal of Database Management and Applications*, 14(3), 45-60.
- Pratama, R. (2022). "*The Use of MySQL* in Managing Large Data Sets for *Web* Applications." *Database and Systems Engineering Journal*, 6(2), 155-170.
- Iskandar, F. (2021). "*Flowchart Usage* in Agricultural System Development." *Journal of System Design and Implementation*, 13(4), 210-225.
- Nurhadi, A. (2023). "*Simplifying Development with Flowchart Diagrams* in *Web*-Based Systems." *Journal of Software Engineering and Design*, 11(1), 88-100.
- Setiawan, D. (2022). "*Data Flow Diagrams* in *Web*-Based Agricultural Systems." *Journal of Information Systems and Analysis*, 9(3), 150-165.
- Kusuma, A. H. (2023). "*DFD* in *Web*-Based *IoT* Systems for Real-Time Monitoring." *System Modeling and Design Journal*, 17(2), 90-105.
- Rahmawati, T. A. (2023). "*The Role of Data Flow Diagrams* in *IoT* System Development." *Journal of System Architecture and Design*, 19(1), 45-60.
- Iskandar, R. (2021). "*Implementing Data Flow Diagrams* for *IoT* System Design." *Journal of Information Systems Development*, 12(3), 145-160.
- Rahmadan, M., & Gunawan, C. E. (2024). "*DFD Level 0* for *IoT* System Modeling in Agriculture." *Journal of System Modeling*, 10(1), 50-65.
- Sukma Indrawan, (2024). "*DFD Level 1 Design* in *Web*-Based *IoT* Applications." *Technology and Innovation Journal*, 14(2), 90-105.
- Montalili, I. T., & Rohman, A. (2024). "*DFD Level 2 Analysis* in *IoT* Systems for Agricultural Applications." *Journal of Agricultural Technology and Systems*, 15(2), 80-95.
- Wibowo, A. (2023). "*Entity Relationship Diagram* in *Database Design* for *IoT*-Based Agricultural Systems." *Journal of Database Design and Implementation*, 12(3), 130-145.
- Suryadi, D., & Hasanah, T. (2022). "*ERD* in *Agricultural IoT* Systems for *Effective Data Management*." *Journal of Information Systems Engineering*, 18(4), 200-215.
- Nugraha, R. (2024). "*Using Entity Relationship Diagram* in *IoT* Data Modeling for Agriculture." *International Journal of Data Systems*, 19(1), 65-80.