

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Beberapa sektor pertanian mulai menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk mengoptimalkan hasil panen. Beberapa penelitian meneliti bagaimana revolusi industri 4.0 mengubah sektor pertanian, dan bagaimana IoT membantu mengatasi masalah yang terkait dengan lahan pertanian (Denanta et al., 2020). Teknologi *Internet of Things* (IoT) kini berpotensi mengubah cara bertani. Peralannya, berbagai perangkat dan sensor yang terhubung dengan IoT dapat mengumpulkan data *real-time* mengenai kondisi lahan, cuaca, tanaman pangan, dan peternakan. Komponen IoT meliputi jaringan komunikasi, sensor, *server*, panel surya, dan listrik, serta menunjang teknis (Karina Dhenal, 2024). Sebagai teknologi yang ditujukan untuk IoT (*Internet of Things*), terdapat metode budidaya hidroponik yang menggabungkan perangkat IoT (*Internet of Things*). Teknologi ini memungkinkan perangkat sensor dan koneksi internet menghubungkan dunia fisik secara langsung ke sistem berbasis komputer atau seluler. (Effendi et al., 2024).

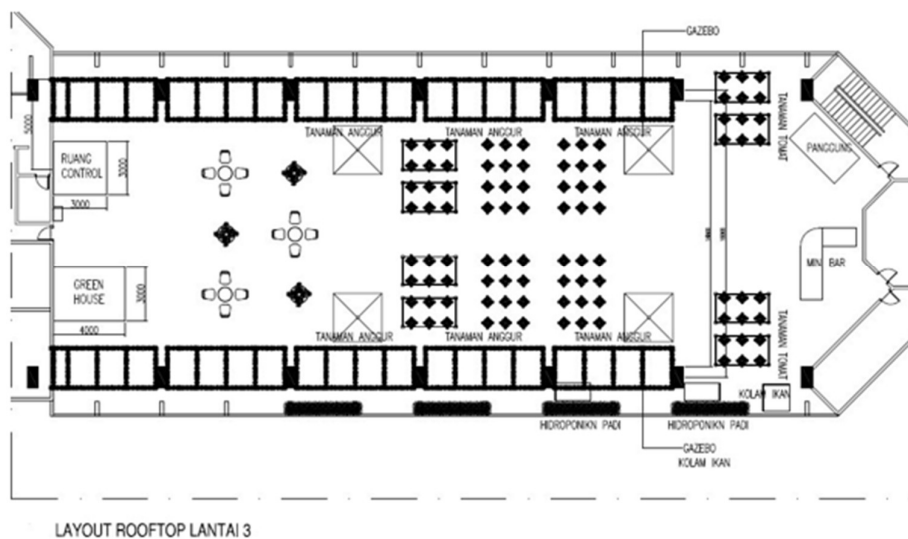
Dengan menggunakan teknologi yang dikenal sebagai “*Internet of Things*” atau “IoT,” barang sehari-hari dapat dihubungkan ke Internet untuk membuat tugas menjadi lebih mudah dan efisien. Sistem tanaman dalam ruangan berbasis IoT dapat memantau kondisi lingkungan dan perkebunan, seperti intensitas cahaya, kelembapan tanah, dan suhu lingkungan secara *real-time* melalui antarmuka aplikasi (Arifin & Rizal, 2023). Sistem *Internet of Things* (IoT) merupakan solusi modern untuk memperbaiki kualitas pengelolaan tanaman dan produk lainnya. Dengan menggunakan teknologi *sensor* dan konektivitas internet, sistem ini memungkinkan pengguna tidak hanya memantau kondisi secara *real-time*, tetapi juga merespons perubahan kondisi lingkungan dengan cepat dan efektif (Putra et al., 2024). Telkom University Surabaya memiliki *Urban Farming RFC (Rooftop Farming Center)* berbasis *Internet of Things* (IoT). Mereka percaya bahwa pengelolaan peternakan kota dapat ditingkatkan secara substansial dengan bantuan *Internet of Things*, mereka dapat mengatasi beberapa masalah pangan dan

lingkungan kota modern dengan meneliti dan menggabungkan inovasi pertanian perkotaan dan teknologi *Internet of Things*.

Telkom University merupakan kampus swasta unggulan dengan transformasi teknologi yang sangat maju, memiliki visi menjadi *National Excellence Entrepreneurial University* yang berkontribusi pada pemenuhan tujuan pembangunan berkelanjutan. Salah satu inovasi yang terdapat pada Telkom University Surabaya adalah pengembangan teknologi *smart farming*, yaitu istilah yang digunakan untuk menggambarkan inovasi pertanian modern yang bergantung pada *Internet of Things* (IoT) dan Android. Teknologi ini mengintegrasikan antara pertanian, yang didukung dengan perangkat IoT, dalam menunjang keberhasilan (Husna et al., 2024). Untuk mencapai swasembada pertanian dan meningkatkan produksi, *smart urban farming* menjadi kebutuhan mendesak. Petani dapat memprediksi hasil pertanian dengan model matematika, serta menganalisis data seperti hasil pertanian, kondisi cuaca, kandungan kimia, keadaan daun, dan biomassa (Hasan Putra & Dhitisari, 2024).

Sektor pertanian sekarang memasuki era digitalisasi yang dikenal sebagai Revolusi Industri 4.0. Konsep pertanian pintar 4.0 memiliki potensi besar untuk mendukung keberlanjutan pertanian, sekaligus meningkatkan pendapatan petani (Rachmawati, 2021). *Urban farming* adalah praktik pertanian yang dilakukan di wilayah perkotaan dengan memanfaatkan ruang terbatas seperti atap (*rooftop*), balkon, atau pekarangan. Untuk menjaga keberhasilan pertanian di lingkungan kota yang dinamis dan penuh keterbatasan, dibutuhkan dukungan teknologi berupa sistem *monitoring*. Sistem ini berfungsi untuk memantau kondisi lingkungan tanaman secara *real-time*, seperti kelembaban tanah, suhu, pH, dan pencahayaan. Dengan adanya *monitoring*, pengguna dapat mengambil keputusan yang tepat dan cepat, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih optimal, efisien dalam penggunaan sumber daya, serta mendukung keberlanjutan pertanian kota. Integrasi *monitoring* menjadikan *urban farming* tidak hanya adaptif terhadap tantangan perkotaan, tetapi juga mampu bertransformasi menuju pertanian cerdas (*smart urban farming*) (Kamali et al., 2023).

Smart Urban farming yang dikembangkan oleh Telkom University Surabaya adalah budidaya ikan, pengembangan sumber energi alternatif, hidroponik, aquaponik, dan tanaman sebagainya. Pada awalnya desain tata letak di *rooftop* Telkom University Surabaya digunakan untuk sistem integrasi, dan tampilan integrasi digunakan untuk memantau secara berkala melalui *Internet of Things* (IoT). Keseluruhan sistem dapat berfungsi dengan baik berdasarkan hasil sistem *rooftop farming* Universitas Telkom Surabaya yang menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk secara otomatis memantau dan mengontrol faktor-faktor penting, seperti penyiraman tanaman, nutrisi, suhu, dan pencahayaan (Widyantara et al., 2024).



Gambar 1.1 Layout Halaman RFC

Sumber: (Widyantara et al., 2024)

Hal ini memungkinkan *Rooftop Farming Center* menciptakan lingkungan pertumbuhan yang ideal, membantu meningkatkan sumber daya, dan meningkatkan produktivitas. RFC (*Rooftop Farming Center*) tidak hanya berkomitmen pada pertanian berkelanjutan, tetapi juga mendidik orang tentang manfaat pertanian perkotaan dan teknologi IoT. Dengan demikian, RFC (*Rooftop Farming Center*) ingin meningkatkan kesadaran akan pentingnya mempertahankan ketahanan pangan dan menjaga keseimbangan ekosistem di

kota-kota masa depan. Jadilah bagian dari *Rooftop Farming Center* untuk mengubah cara kita melihat pertanian dan lingkungan perkotaan.

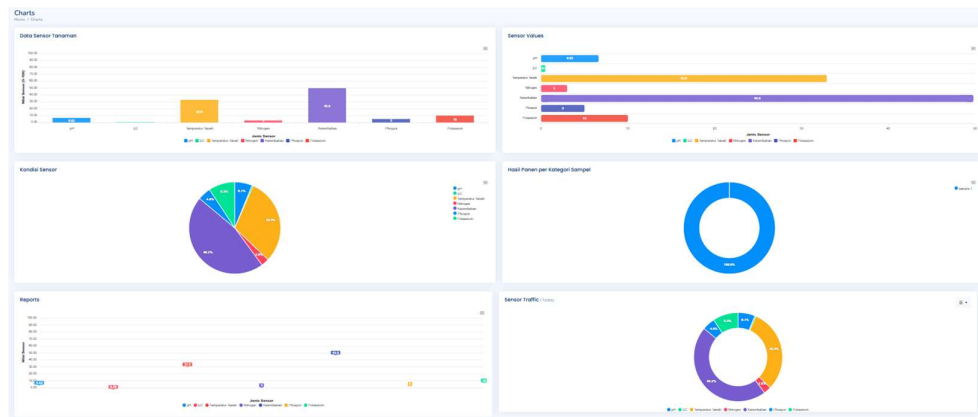
Pada penelitian *Smart Urban Farming* di *Rooftop Farming Center* (RFC), diterapkan sistem *Internet of Things* (IoT) yang dilengkapi dengan berbagai sensor seperti sensor tanah 7-in-1 yang terdiri dari sensor untuk mengukur berbagai parameter penting tanah, yaitu kadar pH, EC (*Electrical Conductivity*), kelembapan tanah (*soil moisture*), suhu tanah (*soil temperature*), serta kandungan unsur hara utama seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Seluruh sensor ini tergabung dalam satu perangkat sensor tanah terintegrasi yang dirancang untuk memantau kondisi kesuburan tanah secara *real-time*. Implementasi dilakukan menggunakan perangkat IoT seperti PLC (*Programmable Logic Controller*), komunikasi RS485, HMI (*Human Machine Interface*), dan IoT Gateway. Data yang dikumpulkan dari sensor tanah dikirimkan melalui IoT Gateway ke platform *cloud* Antares untuk penyimpanan dan analisis lebih lanjut, sehingga mendukung pengambilan keputusan berbasis data dalam pengelolaan pertanian perkotaan secara modern (Widyantara et al., 2024).

Berdasarkan informasi dari hasil wawancara dengan pemangku *Rooftop Farming Center* (RFC), ditemukan bahwa pada studi kasus di bagian *urban farming* belum tersedia sistem yang dapat memantau data hasil implementasi IoT. Selain itu, pemangku RFC juga menyampaikan bahwa mereka mengalami kesulitan dalam memantau data secara langsung serta dalam mendeteksi sensor yang tidak berfungsi atau mengalami kerusakan, terutama dalam kondisi tertentu seperti gangguan konektivitas, keterbatasan akses ke perangkat, serta perubahan atau penataan ulang layout sensor. Beberapa sensor juga harus dipindahkan karena mengalami kerusakan atau adanya perubahan tata letak di area *Rooftop*.

Dengan hal ini, dampak yang akan terjadi pada RFC (*Rooftop Farming Center*) pada bagian *urban farming* adalah pemangku kesulitan dalam *memonitoring* data IoT dari hasil yang sudah diimplementasikan oleh peneliti RFC (*Rooftop Farming Center*). Selain itu, bagi mahasiswa Telkom University Surabaya ataupun orang lainnya, akan kesulitan dalam mengetahui manfaat *smart urban farming* dan inovasi dari peneliti RFC (*Rooftop Farming Center*) dengan penerapan teknologi IoT yang sudah dikembangkan oleh peneliti Telkom

University Surabaya (Widyantara et al., 2024). Dan juga, akan memperlambat proses dalam memantau data dari parameter penerapan 7-in-1, yang meliputi kadar pH, kadar EC, *soil moisture*, kadar *soil temperature*, *nitrogen*, *phosphorus*, dan *kalium* secara *real-time* (H. P. Ramadhan et al., 2020). Sistem pemantauan dirancang sebagai perangkat berbasis *monitoring website* yang mampu memonitor data dari penerapan 7-in-1 pada *smart urban farming* RFC (*Rooftop Farming Center*).

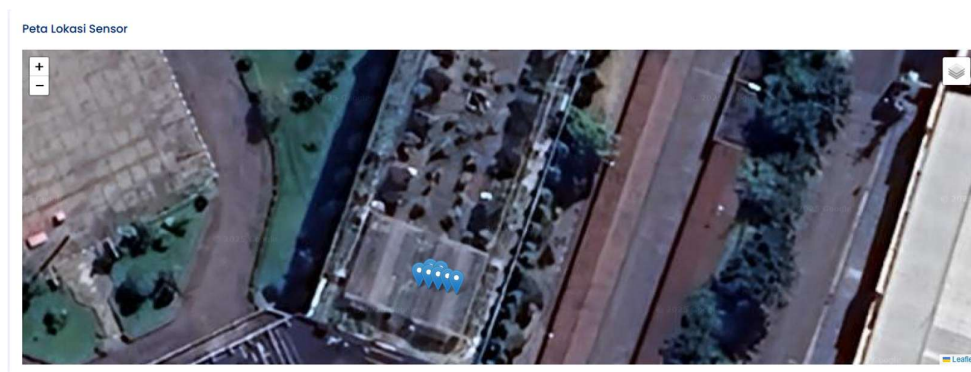
Dari permasalahan di atas, penelitian ini diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan dengan cara yang efektif dan mendalam. Penelitian ini menawarkan sebuah solusi dengan merancang sebuah sistem aplikasi *monitoring* berbasis *website*, di mana pengguna dapat mengetahui informasi tentang adanya RFC (*Rooftop Farming Center*) Telkom University Surabaya. Hal ini juga meliputi inovasi yang dikembangkan oleh para peneliti dengan penerapan teknologi IoT, serta *dashboard* yang berisikan data parameter hasil dari implementasi IoT para peneliti *smart urban farming* RFC (*Rooftop Farming Center*) yang tersimpan di *cloud*. Selain itu, sistem *monitoring website* dapat diakses oleh semua orang melalui *barcode* yang akan dipasang di lokasi RFC untuk dapat mengakses *website*.



Gambar 1.2 *Dashboard* Visual dan *Chart*

Gambar di atas menunjukkan tampilan *dashboard* yang menyajikan data dari tujuh parameter tanah yang diukur menggunakan sensor tanah 7-in-1, yaitu sensor pH, EC (*Electrical Conductivity*), kelembapan tanah, suhu tanah, nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Seluruh data ini diperoleh dari platform Antares sebagai bagian dari implementasi teknologi IoT dalam sistem *Smart Urban*

Farming yang diterapkan di *Rooftop Farming Center* (RFC) Telkom University Surabaya. Sensor tanah 7-in-1 ini merupakan perangkat yang dirancang untuk mengukur berbagai parameter kesuburan tanah secara simultan dan *real-time*. Melalui integrasi dengan sistem *dashboard* yang menampilkan visualisasi data dalam bentuk *chart*, sistem ini diharapkan dapat menunjang aktivitas *monitoring* dan pemantauan kondisi tanah secara efektif. Dengan demikian, pengguna dapat mengambil keputusan yang lebih tepat dalam pengelolaan pertanian perkotaan yang berkelanjutan dan berbasis data (Kamali et al., 2023).



Gambar 1.3 Denah Alat Sensor

Gambar di atas merupakan ilustrasi denah sensor yang akan dikembangkan dalam penelitian ini. Sistem yang dirancang tidak hanya mampu memantau lokasi penempatan sensor di *Rooftop Farming Center* (RFC), tetapi juga mendeteksi apakah setiap sensor berfungsi dengan baik atau tidak. Dengan adanya sistem ini, pemangku kepentingan dan pengguna dapat lebih mudah dalam memantau kondisi lingkungan lahan di area RFC. Sebagai bagian dari visualisasi berbasis *WebGIS*, Geographic Information System (GIS) digunakan untuk menampilkan serta menganalisis data spasial guna mendukung proses pengolahan dan pengambilan keputusan tertentu. Sistem ini dilengkapi dengan pustaka pemetaan interaktif Leaflet (Evy Poerbaningtyas, 2015), yang berbasis JavaScript dan digunakan untuk menampilkan titik koordinat sensor secara dinamis pada peta. Informasi lokasi dan data sensor diperoleh melalui platform *cloud* Antares, sebagai hasil dari integrasi teknologi IoT dengan sensor tanah 7-in-1. Dengan demikian, seluruh proses *monitoring* dapat berlangsung secara menyeluruh dan berbasis data aktual.

Sistem *monitoring* dikembangkan menggunakan *Laravel Framework* dan struktur MVC (*Model, View, dan Controller*). Konsep MVC merupakan metode pemrograman yang membagi bagian penting aplikasi, yaitu pengolahan data, UI, dan bagian yang mengontrol aplikasi (Asyhadi et al., 2023). Pengembangan *website* menjadi lebih mudah karena *Laravel* menciptakan solusi menarik dengan menggunakan *HTML* dan *CSS* untuk membuat UI, serta *MySQL* untuk *database*. *Laravel* adalah kerangka kerja pembuatan web dengan arsitektur *Model-View-Controller* (MVC) yang dimaksudkan untuk meningkatkan kualitas pengembangan perangkat lunak (Dwi, 2023).

Metode yang digunakan untuk mengembangkan *website* ini adalah *Extreme Programming*, yang bertujuan untuk membuat proses pengembangan cepat, sistematis, dan efektif. *Extreme Programming* (XP) merupakan metode pembuatan perangkat lunak yang didirikan oleh Kent Beck, Ron Jeffries, dan Ward Cunningham. Hal ini memiliki metode yang sederhana dan termasuk dalam metode *agile* (Gede Bagus et al., 2023). Dengan menggunakan *Extreme Programming* (XP), pengembangan menjadi cepat dan adaptif terhadap perubahan RFC (*Rooftop Farming Center*). Setiap langkah metode *Extreme Programming*, termasuk *planning, design, coding, dan testing*, akan dilakukan dalam iterasi hingga fase rilis, sampai hasil akhir yang diinginkan dicapai dan juga digunakan hingga rilis (Bin et al., 2024).

I.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dikembangkan, Peneliti membahas dan merumuskan masalah, yakni :

- A. Bagaimana proses merancang sistem aplikasi *monitoring* berbasis web dapat membantu pengguna dalam memantau data sensor, periode tanam, denah sensor dan sebagainya?
- B. Bagaimana membangun aplikasi *monitoring* berbasis web yang mampu mendukung dimensi kinerja *monitoring* pada *Rooftop Farming Center* (TUS)?

I.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah sebelumnya berikut merupakan tujuan penelitian:

- A. Menganalisis dan merancang aplikasi *website monitoring* dengan memecahkan permasalahan dari bagian *Smart Urban farming RFC (Rooftop Farming Center)* dengan membuat sebuah alur sistem informasi dan penerapan metode *Extreme Programming*.
- B. Merancang sistem informasi *monitoring* berbasis web untuk memenuhi kebutuhan dan memecahkan masalah *smart urban farming RFC (Rooftop Farming Center)* dengan sistem yang dapat dimaksudkan untuk berinteraksi dengan pengguna, pemangku kepentingan, dan pihak terkait lainnya.

I.4 Batasan Penelitian

Berdasarkan batasan penelitian yang sudah dijelaskan diatas berikut merupakan batasan penelitian:

- A. Penelitian ini berfokus pada implementasi dimensi *Smart urban farming* dalam merancang aplikasi atau arsitektur *website monitoring* untuk *Rooftop Farming Center*.
- B. Penelitian ini berfokus pada pemantauan data sensor, yang meliputi dari sensor tanah 7-in-1 sensor pH, EC (*Electrical Conductivity*), kelembapan tanah, suhu tanah, nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), serta implementasi sistem *monitoring* yang bertujuan untuk mempermudah pengguna dalam melakukan pemantauan.

I.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini:

- A. Bagi peneliti dan pemangku RFC (*Rooftop Farming Center*) Telkom University Surabaya, penelitian ini bermanfaat dalam meningkatkan proses bisnisnya pada *monitoring smart urban farming RFC (Rooftop Farming Center)* TUS, sehingga mahasiswa, dosen, dan pengguna lainnya dapat lebih produktif dalam mengetahui tanaman dan budidaya lainnya, serta dapat

mengenal adanya inovasi terbaru yang akan dikembangkan oleh RFC (*Rooftop Farming Center*) pada bagian *urban farming*.

- B. Bagi peneliti selanjutnya yang ingin melanjutkan atau bergerak dalam sistem informasi, penelitian ini membantu menjelaskan bagaimana sistem *monitoring* pada RFC (*Rooftop Farming Center*) TUS.

I.6 Sistematika Penulisan

Berikut adalah sistematika penulisan:

Tabel 1.1 Sistematika Penulisan

Bab I	Pendahuluan Bab ini memberikan uraian tentang konteks masalah, latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan dan keterbatasan penelitian, keuntungan, dan sistematika penulisan.
Bab II	Tinjauan Pustaka Bab ini mencakup hasil penelitian sebelumnya serta tinjauan literatur yang berhubungan dengan masalah yang dibahas. Bab ini juga memberikan penjelasan berbagai metodologi, metode, atau kerangka kerja untuk pemecahan masalah atau mengurangi diferensiasi antara kondisi saat ini dan yang diinginkan. Di akhir bab, akan diuraikan analisis pemilihan metodologi, metode, atau kerangka kerja untuk menentukan pendekatan yang akan digunakan.
Bab III	Metodologi Penelitian Metodologi penelitian yang dibahas dalam bab ini terdiri dari strategi dan metode untuk menjawab rumusan masalah. Penyusunan metodologi penelitian terdiri dari beberapa langkah yang dapat diperhatikan. Bab ini menjelaskan proses penelitian, yang mencakup perumusan masalah penelitian, perumusan hipotesis, pengembangan model penelitian, identifikasi dan pengoperasian variabel penelitian, <i>pengeditan</i> pertanyaan wawancara penelitian, perancangan proses

	pengumpulan dan pengolahan data, serta menjalankan pengujian instrumen.
--	---