

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Pertanian merupakan salah satu sektor penting dalam menyediakan kebutuhan pangan. Tantangan utama yang dihadapi dalam sektor ini adalah bagaimana memastikan pertumbuhan tanaman yang optimal dan berkelanjutan. Pengelolaan tanah dan pemupukan yang tepat sangat penting untuk mencapai hasil panen yang maksimal dan menjaga kualitas buah. Khususnya dalam budidaya tanaman melon, keseimbangan nutrisi dalam tanah, seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), sangat menentukan keberhasilan panen. Ketidakseimbangan nutrisi ini dapat menghambat pertumbuhan tanaman, menurunkan kualitas buah, dan menyebabkan kerugian ekonomi bagi petani.

Praktik pertanian tradisional sering kali mengandalkan penilaian subjektif dan manual untuk memantau kondisi tanah dan menentukan kebutuhan pemupukan. Pendekatan ini memiliki keterbatasan dalam akurasi dan efisiensi, yang dapat menyebabkan penggunaan pupuk yang tidak tepat, baik dalam hal jumlah maupun jenis. Penggunaan pupuk yang berlebihan tidak hanya berisiko merusak struktur dan kesuburan tanah, tetapi juga dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan, seperti polusi air tanah dan udara.

Untuk mengatasi masalah ini, inovasi teknologi menjadi solusi yang menjanjikan. Teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan pengumpulan data secara real-time melalui sensor yang ditempatkan di lahan pertanian untuk memantau berbagai unsur hara pada lingkungan. Data yang dikumpulkan ini dapat dianalisis menggunakan teknik machine learning untuk memberikan rekomendasi pemupukan yang tepat.

Dalam penelitian ini, peneliti mengembangkan sistem fertigasi berbasis IoT yang memanfaatkan algoritma Random Forest untuk memantau dan menganalisis kondisi tanah. Sistem ini dirancang untuk mengukur kandungan nutrisi seperti N, P, dan K dalam tanah secara real-time menggunakan sensor Soil NPK. Data yang dikumpulkan kemudian digunakan untuk melatih model machine learning yang dapat memberikan rekomendasi pemupukan secara tepat dan efisien. Implementasi sistem ini juga mencakup pengembangan web dashboard yang memudahkan pengguna dalam mengakses informasi.

Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dalam penggunaan pupuk, mengurangi risiko kerugian hasil panen, serta mendukung pertanian yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Dengan mengadopsi teknologi modern ini, diharapkan pertanian melon dapat menjadi lebih produktif dan efisien, serta mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan akibat penggunaan pupuk yang berlebihan.

Topik dan Batasannya

Dalam budidaya melon, salah satu tantangan utama adalah memastikan pemberian pupuk yang sesuai dengan kebutuhan tanaman. Pemberian pupuk yang tidak tepat, baik terlalu banyak maupun terlalu sedikit, dapat berdampak negatif pada pertumbuhan tanaman dan kualitas tanah. Nutrisi yang tidak diserap oleh tanaman bisa menumpuk di tanah dan merusak strukturnya. Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini mengembangkan sistem fertigasi berbasis Internet of Things (IoT) yang dilengkapi dengan sensor untuk mendeteksi kandungan nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) secara real-time. Data dari sensor ini kemudian dianalisis menggunakan model machine learning dengan algoritma Random Forest. Sebelum itu, logika fuzzy digunakan untuk melabeli data, membantu mengidentifikasi apakah tanaman berada dalam kondisi kekurangan pupuk, normal, atau kelebihan pupuk. Rekomendasi pemupukan yang dihasilkan ditampilkan melalui aplikasi web, sehingga pengguna dapat dengan mudah memantau kondisi tanah dan menyesuaikan dosis pupuk sesuai kebutuhan.

Namun, penelitian ini memiliki beberapa batasan. Salah satu batasan utamanya adalah ketersediaan data yang terbatas karena masa tanam melon yang relatif lama, mencapai 93 hari. Hal ini membatasi jumlah data yang bisa dikumpulkan dalam satu siklus tanam, yang pada akhirnya dapat mempengaruhi ketepatan rekomendasi yang dihasilkan. Selain itu, label untuk output status hasil akhir sistem hanya mencakup tiga kategori: butuh pupuk, cukup, dan kebanyakan pupuk. Awalnya, tujuan penelitian ini adalah untuk memberikan informasi yang lebih detail mengenai kekurangan spesifik nutrisi, seperti hanya kekurangan N atau P, namun keterbatasan dataset yang tersedia membuat penerapan fitur tersebut belum memungkinkan.

Tujuan

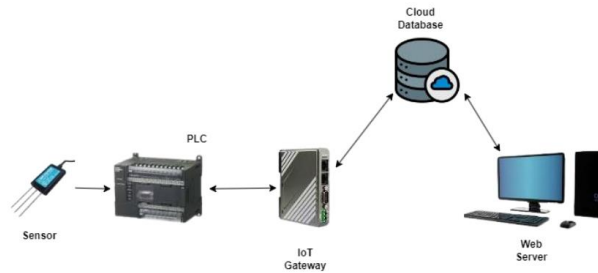
Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengembangkan, dan mengimplementasikan sebuah sistem rekomendasi fertigasi berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat memantau kondisi tanah untuk budidaya melon. Sistem ini menggunakan sensor untuk mendeteksi kandungan nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) dalam tanah secara real-time. Selain itu, logika fuzzy digunakan untuk melabeli data guna mengidentifikasi kondisi nutrisi tanaman, apakah dalam keadaan kekurangan, normal, atau kelebihan pupuk. Data yang dikumpulkan kemudian dianalisis menggunakan model machine learning dengan algoritma Random Forest untuk memberikan rekomendasi pemupukan yang tepat. Tujuan akhir dari penelitian ini adalah untuk memastikan bahwa sistem dapat memberikan rekomendasi yang akurat dan membantu pengguna dalam meningkatkan efisiensi dan hasil panen melalui pengelolaan nutrisi yang optimal.

Struktur Dataset

Dalam penelitian ini, data yang digunakan berasal dari dua sumber utama yaitu platform Antares dan Rooftop Farming Center. Antares adalah platform IoT yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan data, di mana data awalnya dikumpulkan melalui sensor NPK yang dipasang pada tanaman melon. Sensor-sensor ini mengirimkan data secara real-time menggunakan IoT gateway yang terhubung dengan PLC (Programmable Logic Controller). Data yang dikumpulkan oleh sensor-sensor ini kemudian ditransfer dan disimpan di Antares untuk analisis lebih lanjut.

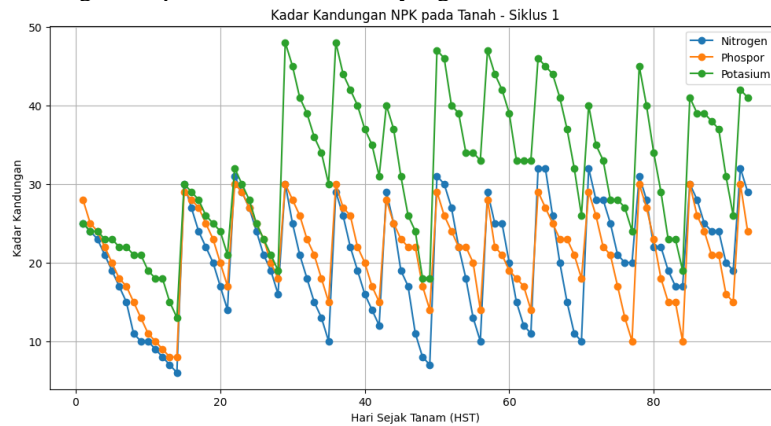
Waktu yang dibutuhkan untuk data tiba di tujuan melibatkan beberapa tahapan, termasuk pengiriman dari sensor melalui PLC ke Antares dan akhirnya ke platform web. PLC mengirim data ke antares setiap 30 detik, lalu rata-rata waktu yang diperlukan dari Antares ke web adalah 0,6 detik. Hal ini memberikan gambaran umum tentang kecepatan akses data untuk analisis dan pengambilan keputusan.

Selain data dari Antares, penelitian ini juga memanfaatkan data tambahan yang disediakan oleh Rooftop Farming Center, sebuah grup riset yang fokus pada teknik budidaya tanaman di atap. Data yang tersedia mencakup informasi dari 4 siklus tanam melon, di mana masing-masing siklus memiliki durasi 93 hari. Dengan demikian, total jumlah data yang dikumpulkan mencapai 372 sampel. Data ini mencakup berbagai parameter penting seperti kadar nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) dalam tanah selama periode tanam.



Gambar 1. Alur Data

Untuk keperluan analisis, data dibagi menjadi dua set: 80% (298 sampel) digunakan untuk pelatihan model, dan 20% (74 sampel) digunakan untuk pengujian. Pembagian ini bertujuan untuk memastikan bahwa model machine learning dapat dilatih secara menyeluruh dengan data yang cukup dan diuji secara efektif untuk menilai akurasi dalam memberikan rekomendasi pemupukan. Pembagian data ini membantu memastikan bahwa model yang dikembangkan dapat memberikan hasil yang akurat



Gambar 2. Sampel Dataset