

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Persawahan bukan sekadar lahan bercocok tanam, melainkan sektor pertanian yang menjadi penopang utama ketahanan pangan di Indonesia. Dalam proses budidaya padi, ketersediaan air menjadi faktor yang sangat menentukan karena berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman pada setiap fase pertumbuhannya. Apabila pengelolaan air tidak dilakukan secara tepat, tanaman padi berisiko mengalami kekurangan maupun kelebihan air yang dapat menurunkan produktivitas serta mutu produksi pertanian. Oleh karena itu, diperlukan sistem irigasi yang mampu menyediakan air secara efektif dan sesuai dengan kebutuhan tanaman (Nurfadila, 2022).

Pengelolaan irigasi pada lahan persawahan masih banyak dilakukan secara manual berdasarkan pengamatan langsung petani. Sistem manual ini memiliki berbagai keterbatasan, seperti ketergantungan pada pengalaman, keterlambatan dalam mengetahui perubahan kondisi lahan, serta kurangnya akurasi dalam menentukan kebutuhan air (Walid et al., 2022). Permasalahan ini menjadi semakin kompleks pada persawahan terasering karena setiap teras memiliki karakteristik yang berbeda dan distribusi air tidak selalu merata pada seluruh bagian lahan. Kondisi tersebut menyebabkan pengelolaan irigasi pada lahan terasering memerlukan pendekatan yang lebih spesifik dan terukur (Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian, 2023).

Kemajuan teknologi informasi telah membuka peluang bagi pemanfaatan IoT di berbagai bidang, termasuk pertanian. Melalui integrasi sensor, mikrokontroler, dan perangkat komunikasi data, penerapan IoT memungkinkan pengendalian sistem dan monitoring dilakukan secara langsung atau real-time. Dalam konteks persawahan, teknologi ini dapat dimanfaatkan untuk memantau kondisi lingkungan lahan, mengukur parameter tertentu, dan mengotomatisasi proses irigasi berdasarkan data aktual di lapangan. Dengan demikian, penggunaan IoT berpotensi meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan ketepatan dalam pengelolaan air pertanian (Durga et al., 2023).

Penelitian terkait sistem irigasi otomatis berbasis IoT telah dikembangkan dalam beberapa kajian, aspek parameter pengukuran serta penyesuaian dengan kebutuhan tanaman masih menjadi keterbatasan pada sebagian besar penelitian tersebut. Salah satu penelitian hanya memanfaatkan satu parameter, seperti ketinggian air, untuk menentukan kebutuhan irigasi (Husna & Wildian, 2023), terutama pada persawahan yang ditandai dengan karakteristik genangan air, gambaran kondisi lahan secara keseluruhan belum terefleksikan sepenuhnya. Selain itu, penelitian yang telah menambahkan parameter ketinggian air umumnya masih diterapkan pada sawah umum atau lahan datar (Sihotang, 2024a), sehingga belum secara khusus memperhatikan kondisi persawahan terasering yang memiliki perbedaan elevasi pada setiap petaknya. Di sisi lain, sistem irigasi yang ada juga masih belum banyak dikaitkan dengan kebutuhan air tanaman padi berdasarkan fase pertumbuhan

atau hari setelah tanam (HST) (Rahmadhoni, 2020), padahal kebutuhan air pada setiap fase tidak sama dan memerlukan pengaturan yang berbeda agar pertumbuhan tanaman berlangsung optimal. Dengan demikian, masih terdapat celah penelitian dalam pengembangan sistem irigasi otomatis berbasis IoT yang mampu mengintegrasikan lebih dari satu parameter, dapat diterapkan pada persawahan terasering, serta menyesuaikan pengairan berdasarkan fase pertumbuhan tanaman padi.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan prototipe sistem irigasi otomatis pada persawahan terasering berbasis IoT. Sistem yang dikembangkan mampu melakukan pengendalian irigasi secara otomatis berdasarkan parameter ketinggian air, kelembaban tanah, dan HST, platform IoT juga dilengkapi dengan fasilitas pengawasan kondisi irigasi secara real-time. Dengan sistem demikian, diharapkan aktivitas irigasi dan monitoring dapat berjalan lebih tepat, efisien, serta selaras dengan kebutuhan tanaman, sehingga efektivitas pengelolaan air di persawahan terasering dapat ditingkatkan.

B. Batasan Masalah

1. Penelitian ini dibatasi pada pengembangan prototipe persawahan terasering skala miniatur yang terdiri atas tiga tingkat teras dengan ESP32 sebagai mikrokontroler utama, sensor VL53L0X untuk mengukur ketinggian air, dan sensor *soil moisture* untuk memantau kelembaban tanah pada setiap teras.

2. Sistem irigasi otomatis menggunakan pompa air DC dan motor servo yang dikendalikan oleh ESP32, serta dipantau secara real-time melalui platform Blynk dan ESP32-CAM yang terhubung ke internet.
3. Keputusan pengairan didasarkan pada ketinggian air, kelembaban tanah, dan fase pertumbuhan tanaman padi berdasarkan Hari Setelah Tanam (HST).
4. Pengujian dilakukan pada prototipe dalam lingkungan terkontrol dan tidak diterapkan langsung pada lahan persawahan terasering sesungguhnya.
5. Ruang lingkup penelitian ini terbatas pada perancangan dan penerapan sistem irigasi otomatis berbasis IoT saja, sehingga keamanan jaringan, optimalisasi komunikasi data, dan performa *server cloud* berada di luar cakupan kajian.
6. Penelitian ini dilakukan dalam bentuk prototipe persawahan terasering yang terdiri atas tiga tingkat teras. Setiap teras dirancang dengan permukaan datar (flat) sebagai media simulasi sehingga tidak mengikuti kontur atau kemiringan lahan persawahan terasering yang sebenarnya di lapangan. Prototipe ini digunakan untuk mempermudah proses implementasi, pengujian, dan evaluasi kinerja sistem monitoring serta irigasi otomatis berbasis Internet of Things (IoT).

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini disusun berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana mendesain dan membangun sistem irigasi otomatis pada persawahan terasering berbasis Internet of Things dengan memanfaatkan sensor ketinggian air, sensor kelembaban tanah, dan parameter fase pertumbuhan tanaman padi?
2. Bagaimana implementasi sistem irigasi otomatis pada prototipe persawahan terasering yang terdiri atas tiga tingkatan teras?
3. Bagaimana kinerja sistem irigasi otomatis dalam melakukan pemantauan serta pengendalian pengairan berdasarkan ketinggian air, kelembaban tanah, dan fase pertumbuhan tanaman padi?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sistem irigasi otomatis pada prototipe persawahan terasering berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan sensor ketinggian air, sensor kelembaban tanah, dan parameter fase pertumbuhan tanaman padi berdasarkan Hari Setelah Tanam (HST).
2. Mengimplementasikan sistem irigasi otomatis pada prototipe persawahan terasering yang terdiri atas beberapa tingkat teras.
3. Menganalisis kinerja sistem irigasi otomatis berdasarkan hasil pengujian pada prototipe persawahan terasering.

E. Kegunaan Penelitian

1. Kegunaan Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang Internet of Things (IoT), sistem kendali otomatis, dan teknologi pertanian cerdas (smart agriculture). Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan sistem irigasi otomatis pada persawahan terasering berbasis IoT.

2. Kegunaan Praktis

a. Bagi Petani

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem irigasi otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu mendukung pengelolaan air secara lebih efektif, efisien, dan sesuai dengan kebutuhan tanaman padi.

b. Bagi Peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pengalaman dalam merancang, membangun, serta mengimplementasikan sistem irigasi otomatis berbasis Internet of Things (IoT) pada prototipe persawahan terasering.

c. Bagi Institusi Pendidikan

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan referensi, sumber pembelajaran, serta dasar pengembangan penelitian di bidang sistem

kendali, mikrokontroler, Internet of Things (IoT), dan teknologi pertanian cerdas (smart agriculture).