

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk dunia yang terus meningkat menuntut ketersediaan pangan yang lebih besar dan berkelanjutan. Laporan (OECD-FAO, 2025) *Agricultural Outlook 2025* memproyeksikan bahwa konsumsi global komoditas pertanian akan meningkat sekitar 13% hingga tahun 2034 dibandingkan dekade sebelumnya. Namun, peningkatan kebutuhan tersebut tidak sejalan dengan ketersediaan lahan pertanian yang terus berkurang akibat urbanisasi dan degradasi lingkungan, sehingga diperlukan inovasi teknologi budidaya yang lebih efisien dan tidak bergantung pada perluasan lahan.

Fenomena keterbatasan lahan juga terjadi di Indonesia. Berdasarkan *Prosiding ICEBA* tahun 2025 (Adi et al., 2025), konversi lahan pertanian nasional diperkirakan mencapai 150.000–200.000 hektar per tahun, yang berdampak pada menurunnya luas lahan produktif. Di sisi lain, tingkat konsumsi sayuran masyarakat Indonesia tergolong tinggi, yaitu sekitar 43–45 kg per kapita per tahun, sehingga menuntut adanya sistem budidaya yang mampu menghasilkan produk pertanian secara efisien dan berkelanjutan (Wijayanto et al., 2025).

Salah satu solusi yang berkembang untuk menjawab permasalahan tersebut adalah sistem pertanian hidroponik, yaitu metode budidaya tanaman tanpa tanah dengan memanfaatkan larutan nutrisi sebagai sumber hara (Rosyida et al., 2025). Sistem hidroponik memiliki keunggulan dalam efisiensi penggunaan air, yang dilaporkan mampu menghemat hingga 80–90% dibandingkan metode pertanian

konvensional serta menghasilkan tanaman dengan kualitas yang lebih seragam (Haq et al., 2025).

Di antara berbagai teknik hidroponik, Deep Flow Technique (DFT) merupakan salah satu metode populer pada skala rumahan maupun komersial. DFT bekerja dengan mengalirkan larutan nutrisi pada kedalaman tertentu secara terus-menerus, sehingga akar tanaman memperoleh suplai air, oksigen dan nutrisi secara stabil (Nasution, 2024). Keunggulan DFT dibanding sistem lain seperti NFT (Nutrient Film Technique) adalah ketahanan tanaman terhadap gangguan listrik dan fluktuasi aliran air, karena cadangan larutan yang lebih banyak mampu menjaga akar tetap terendam. Meski demikian, keberhasilan metode DFT tetap sangat bergantung pada kestabilan pH dan PPM (Parts Per Million) larutan nutrisi.

Pada praktiknya, pengendalian pH dan PPM pada sistem hidroponik masih banyak dilakukan secara manual menggunakan pH meter dan TDS meter. Metode ini membutuhkan ketelitian dan frekuensi pengecekan yang tinggi, sementara larutan nutrisi hidroponik bersifat kurang stabil sehingga pH dapat berubah dengan cepat. Fluktuasi pH dan PPM yang tidak terkontrol berpotensi menghambat pertumbuhan tanaman dan menurunkan produktivitas hasil budidaya.

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) membuka peluang penerapan sistem otomatisasi dalam bidang pertanian, termasuk hidroponik. Melalui integrasi sensor dan aktuator yang terhubung ke internet, sistem hidroponik dapat dipantau dan dikendalikan secara *real-time*. Namun, sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada *monitoring* kondisi larutan nutrisi tanpa mekanisme kontrol otomatis.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu sistem kontrol otomatis berbasis IoT yang mampu mengatur pH dan konsentrasi nutrisi (PPM) secara *real-time* pada larutan hidroponik *Deep Flow Technique* (DFT). Oleh karena itu, penelitian ini berjudul “*Rancang Bangun Sistem Kontrol Otomatis pH dan Nutrisi (PPM) pada Larutan Hidroponik Deep Flow Technique (DFT) Berbasis Internet of Things (IoT)*”, dengan tujuan menghadirkan solusi teknologi yang efisien dan aplikatif untuk mendukung budidaya tanaman hidroponik modern.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem yang mampu melakukan pengukuran nilai pH dan konsentrasi nutrisi (PPM) pada larutan hidroponik *Deep Flow Technique* (DFT) secara *real-time* menggunakan sensor?
2. Bagaimana membangun mekanisme kontrol otomatis untuk menstabilkan nilai pH dan PPM sesuai kebutuhan tanaman hidroponik tanpa intervensi manual?
3. Bagaimana mengintegrasikan sistem kontrol pH dan PPM dengan teknologi *Internet of Things* (IoT) sehingga proses *monitoring* dan pengendalian dapat dilakukan secara jarak jauh dan terpadu?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan tidak meluas dari fokus utama, maka batasan masalah dalam penelitian ini ditetapkan sebagai berikut:

1. Penelitian hanya berfokus pada pengukuran dan pengendalian parameter pH dan konsentrasi nutrisi (PPM) pada larutan hidroponik *Deep Flow Technique* (DFT) yang digunakan untuk budidaya tanaman selada (*Lactuca sativa L.*).
2. Sistem kontrol otomatis yang dibangun dibatasi pada penggunaan sensor pH, sensor TDS, serta pompa penambah pH up, pH down, dan pompa penambah larutan nutrisi (AB Mix).
3. *Integrasi Internet of Things* (IoT) dibatasi pada fungsi *monitoring* dan pengendalian jarak jauh melalui *platform* IoT sederhana, seperti *dashboard* berbasis web atau aplikasi *mobile*.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang sistem yang mampu melakukan pengukuran nilai pH dan konsentrasi nutrisi (PPM) pada larutan hidroponik *Deep Flow Technique* (DFT) secara *real-time* menggunakan sensor yang sesuai.
2. Mengembangkan mekanisme kontrol otomatis untuk menstabilkan nilai pH dan konsentrasi nutrisi (PPM) secara mandiri sesuai kisaran optimal pertumbuhan tanaman hidroponik, tanpa memerlukan penyesuaian manual.

3. Mewujudkan integrasi sistem kontrol pH dan PPM dengan teknologi *Internet of Things* (IoT) sehingga proses monitoring dan pengendalian dapat dilakukan secara jarak jauh melalui *platform digital*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1.5.1 Manfaat Teoretis

1. Menambah referensi ilmiah dalam bidang otomatisasi sistem hidroponik, khususnya terkait pengendalian pH dan PPM berbasis sensor dan *Internet of Things* (IoT).
2. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan konsep smart agriculture, terutama penerapan teknologi IoT pada pengelolaan nutrisi tanaman secara presisi.
3. Menjadi dasar bagi penelitian lanjutan, baik dalam pengembangan metode kontrol yang lebih canggih maupun integrasi sistem hidroponik dengan teknologi pertanian modern lainnya.

1.5.2 Manfaat Praktis

1. Membantu pengguna atau pelaku hidroponik untuk memonitor dan menstabilkan pH serta PPM secara otomatis dan *real-time*, sehingga mengurangi ketergantungan pada pengukuran manual.
2. Meningkatkan efisiensi waktu, tenaga dan akurasi dalam pengelolaan larutan nutrisi pada sistem hidroponik DFT.

3. Mendukung peningkatan produktivitas tanaman, karena kondisi nutrisi larutan dapat dijaga lebih stabil dan sesuai kebutuhan pertumbuhan tanaman.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan penelitian ini disusun secara sistematis untuk memudahkan pemahaman dan pembahasan. Adapun sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

A. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah yang mendasari penelitian, rumusan masalah yang akan diselesaikan, batasan masalah agar penelitian lebih terfokus, tujuan penelitian yang ingin dicapai, manfaat penelitian baik secara teoritis maupun praktis serta sistematika penulisan laporan penelitian.

B. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi landasan teori yang mendukung penelitian, meliputi penjelasan tentang *Internet of Things* (IoT), sistem kontrol otomatis hidroponik, sensor ph, sensor ppm, mikrokontroler ESP32, *platform monitoring* berbasis *Blynk* serta penelitian-penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian sebagai acuan dan pembandingan.

C. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai metode penelitian yang digunakan, desain sistem yang dirancang, alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, diagram blok sistem, *flowchart* atau alur kerja sistem serta tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian dari awal hingga akhir.

D. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil implementasi bangun sistem kontrol otomatis pH dan nutrisi (PPM) pada larutan hidroponik *Deep Flow Technique* (DFT) berbasis *Internet of Things* (IOT), analisis data hasil pengujian sistem, pembahasan mengenai kinerja sistem serta evaluasi terhadap kelebihan dan kekurangan sistem yang telah dibangun.

E. BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian serta saran untuk pengembangan dan perbaikan sistem di masa mendatang.