

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Beberapa tahun terakhir, teknologi pertanian semakin berkembang dengan pesat, salah satunya adalah penerapan sistem hidroponik untuk meningkatkan hasil pertanian. Keunggulan utama dari hidroponik adalah kemampuannya untuk mengoptimalkan penggunaan air dan nutrisi. Sistem ini dapat mengurangi konsumsi air hingga 90% dibandingkan dengan metode pertanian konvensional yang menggunakan tanah dan sangat mengandalkan air untuk irigasi (Ummah, 2019). Sistem hidroponik juga dapat mengontrol kebutuhan nutrisi tanaman dengan lebih tepat. Hal ini sangat penting untuk meningkatkan hasil pertanian, terutama pada musim-musim dengan cuaca yang tidak menentu. Selain itu, hidroponik mengurangi penggunaan pestisida, karena tanaman tidak ditanam di tanah yang rawan terhadap hama, sehingga hasil pertanian lebih sehat dan ramah lingkungan (Çekin et al., 2024).

Sistem hidroponik memiliki beberapa teknik penanaman, masing-masing dengan keunggulan untuk jenis tanaman tertentu. Salah satu teknik yang paling populer adalah , di mana larutan nutrisi mengalir tipis di atas akar tanaman yang ditanam dalam saluran terbuka. Teknik ini sangat cocok untuk tanaman dengan akar kecil seperti selada, karena memberikan pasokan nutrisi yang efisien serta oksigen yang cukup untuk akar. Teknik yang sering digunakan adalah *Deep Water Culture* (DWC), di mana akar terendam dalam larutan nutrisi, cocok untuk tanaman dengan akar besar seperti tomat.

Selain itu, ada juga *Wick System* yang menggunakan sumbu untuk mengalirkan nutrisi ke akar tanaman, meskipun kurang efisien untuk tanaman besar. *Flood and Drain (Ebb and Flow)* menggenangi akar tanaman dengan larutan nutrisi, yang cocok untuk tanaman dengan akar besar, tetapi memerlukan pengaturan yang lebih kompleks (Griffith et al., 2023). Meskipun ada berbagai teknik, NFT dianggap yang paling optimal, terutama untuk tanaman seperti selada, karena efisiensi dalam penggunaan air dan nutrisi serta mendukung pertumbuhan tanaman yang cepat (Harsela, 2022). Meskipun sistem NFT memiliki banyak keunggulan, namun memerlukan pengelolaan yang cermat, terutama terkait dengan kadar pH dan PPM (*Parts Per Million*) larutan nutrisi AB Mix tanaman. Kestabilan nilai pH dan PPM nutrisi AB mix sangat penting bagi pertumbuhan tanaman, karena fluktuasi yang tidak terkendali dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman dan menurunkan hasil pertanian (Wahyuni et al., 2021).

Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang dapat secara otomatis mengatur dan menjaga kestabilan nilai pH dan PPM AB Mix untuk memastikan hasil pertanian yang optimal. Pada sistem kontrol otomatis, salah satu metode yang sering digunakan adalah kendali *fuzzy logic*. Kendali *fuzzy* bekerja dengan menggunakan aturan-aturan berbasis logika *fuzzy* untuk mengatur variabel dalam suatu sistem. Meskipun teknik ini memiliki kelebihan dalam menangani ketidakpastian dan variabilitas data, namun kendali fuzzy seringkali menghadapi beberapa kekurangan, seperti ketidakmampuan dalam menangani pola yang sangat kompleks dan dinamika sistem yang sangat berubah-ubah. Hal ini terutama terjadi ketika parameter input berubah secara tidak terduga atau memiliki hubungan yang sangat non-linear, di mana aturan fuzzy tidak selalu dapat

memberikan solusi yang optimal secara *real-time* (Torres-Salinas et al., 2022). Penelitian lainnya oleh Kumar et al. (2021) menunjukkan keberhasilan pengembangan sistem IoT untuk otomatisasi pengelolaan nutrisi pada metode hidroponik. Dalam sistem tersebut, aktuator seperti pompa dan katup dikendalikan berdasarkan data yang dikirimkan oleh sensor melalui platform IoT. Hal ini memungkinkan penyesuaian larutan nutrisi secara otomatis untuk mempertahankan nilai pH dan PPM pada tingkat yang sesuai dengan kebutuhan tanaman, tanpa intervensi manual. Selain itu, (Chuzaini & Dzulkiflih, 2022) memaparkan penggunaan IoT dalam sistem monitoring air otomatis. Mereka mengintegrasikan sensor suhu, pH dan TDS dengan pengendali berbasis mikrokontroler, yang terhubung ke aplikasi IoT untuk memberikan notifikasi dan kendali jarak jauh. Sistem ini terbukti efektif dalam mengoptimalkan penggunaan monitoring air dan meningkatkan produktivitas.

Salah satu pendekatan yang banyak digunakan untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN). ANN merupakan sebuah model komputasi yang terinspirasi oleh cara kerja otak manusia dalam memproses informasi dan membuat keputusan. ANN terdiri dari lapisan-lapisan neuron yang saling terhubung dan dapat dilatih untuk mengenali pola dari data yang diberikan (Torres-Salinas et al., 2022). Secara umum, ANN dapat dibagi menjadi beberapa jenis arsitektur, salah satunya adalah *Multilayer Perceptron* (MLP). MLP adalah jenis jaringan syaraf tiruan yang terdiri dari beberapa lapisan, yaitu lapisan input, lapisan tersembunyi, dan lapisan output. Lapisan input menerima data yang dibaca dari sensor, lapisan tersembunyi mengolah informasi tersebut, dan lapisan output memberikan keputusan yang berupa sinyal kontrol

dalam sistem. Untuk melatih jaringan syaraf ini, digunakan algoritma backpropagation (Thorat et al., 2022).

Backpropagation adalah algoritma yang digunakan untuk melatih jaringan syaraf tiruan, terutama pada jaringan seperti MLP. Proses ini melibatkan dua tahapan utama yaitu *feedforward* dan *backward pass*. Pada tahap *feedforward*, data input diteruskan melalui jaringan untuk menghasilkan output. Pada tahap *backward pass*, hasil *output* dibandingkan dengan target atau nilai yang diinginkan untuk menghitung *error* (Waldo, 2022). *Error* ini kemudian digunakan untuk memperbarui bobot dan bias pada setiap lapisan jaringan dengan tujuan untuk meminimalkan perbedaan antara *output* jaringan dan target. Proses ini berulang secara iteratif hingga jaringan mencapai performa yang optimal. Penggunaan *backpropagation* dalam pelatihan ANN membuat sistem secara otomatis belajar dari data dan meningkatkan akurasi dalam memprediksi parameter kontrol (Ozbay, 2023).

Untuk mengukur performa model ANN yang digunakan, beberapa indikator evaluasi seperti *Mean Squared Error* (MSE), *Root Mean Squared Error* (RMSE), dan koefisien determinasi (R^2) diterapkan (Das Pankaj, 2024). MSE dan RMSE mengukur tingkat kesalahan prediksi model ANN dengan memberikan gambaran seberapa jauh prediksi model dari nilai aktual yang diharapkan, sedangkan R^2 menunjukkan sejauh mana model dapat menjelaskan variabilitas data (de Lange et al., 2022). Melalui optimasi metrik-metrik ini, diharapkan sistem ANN dapat menyediakan prediksi dan kontrol yang andal untuk menjaga kondisi optimal bagi pertumbuhan tanaman. Dalam konteks sistem hidroponik, ANN dapat digunakan untuk memprediksi dan mengatur durasi serta frekuensi kerja pompa pH dan

pompa nutrisi agar nilai pH dan PPM tetap stabil (Zul Hazmi & Sumiharto, 2023). Penerapan ANN dalam sistem hidroponik juga dapat dikombinasikan dengan teknologi *Internet of Things* (IoT), di mana data sensor pH dan PPM dapat diakses secara *real-time* dan diproses oleh ANN untuk menghasilkan sinyal kontrol yang mengatur pompa. Dengan adanya IoT, pengontrolan sistem menjadi lebih efisien dan dapat dilakukan secara otomatis tanpa perlu intervensi manual (Melkysedek et al., 2023).

Berdasarkan hal tersebut, dilakukan perancangan sistem pengendalian otomatis untuk menjaga kestabilan nilai pH dan PPM dalam sistem hidroponik dengan menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model ANN yang dapat memprediksi dan mengatur durasi serta frekuensi pompa nutrisi secara otomatis untuk menjaga keseimbangan nutrisi tanaman. Judul penelitian ini adalah "**Sistem Pemantauan dan Pengendalian Nutrisi Hidroponik dengan *Artificial Neural Network* (ANN) berbasis *Internet of Things* (IoT)**". Dalam penelitian ini, data yang diambil dari sensor pH dan PPM akan digunakan untuk melatih model ANN yang kemudian akan diterapkan pada sistem kendali berbasis IoT untuk pengaturan pompa secara *real-time*. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat menciptakan sistem hidroponik yang lebih efisien, akurat, dan dapat mengurangi fluktuasi yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini berdasarkan dari latar belakang di atas sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat model prediksi kestabilan pH dan PPM AB Mix pada sistem hidroponik untuk akurasi sistem yang optimal.

2. Bagaimana sistem dapat meminimalkan fluktuasi nilai pH dan PPM AB Mix pada sistem hidroponik dengan pengaturan durasi pompa nutrisi dan PH.
3. Bagaimana integrasi sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) dapat menjaga nutrisi hidroponik secara otomatis dan *realtime*.

1.3 Tujuan Penelitian

Dengan adanya penelitian ini manfaat yang diharapkan oleh peneliti dari hasil penelitian adalah:

1. Menganalisis model prediksi kestabilan pH dan PPM AB Mix pada sistem hidroponik.
2. Menganalisis kemampuan *Artificial Neural Network* (ANN) dalam meminimalkan fluktuasi nilai pH dan PPM AB Mix pada sistem hidroponik melalui pengaturan durasi pompa nutrisi AB Mix dan pH.
3. Menganalisis penerapan *Artificial Neural Network* (ANN) yang terintegrasi dengan *Internet of Things* (IoT) untuk menjaga kestabilan nutrisi hidroponik secara otomatis dan *real-time*.

1.4 Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini yang menjadi Batasan masalahnya adalah:

1. Penelitian membahas metode *Artificial Neural Network* (ANN) pada kontrol otomatis hidroponik.
2. Sistem diimplementasikan pada tanaman selada dengan kebutuhan nutrisi AB Mix dengan rentang ideal sebesar 560 – 840 ppm dan pH 6 - 7. Target pH pada penelitian ini pada pH 6.5 dan target PPM 700 PPM.

3. Sistem *Artificial Neural Network* (ANN) dirancang untuk menambahkan larutan nutrisi hidroponik tanpa mengurangi konsentrasi larutan nutrisi karena keterbatasan bak penampungan air.
4. Pompa air baku akan bekerja menambahkan air secara otomatis untuk mempertahankan volume air pada kisaran 8 hingga 9 liter.
5. Tipe sensor pH yang digunakan yaitu Analog pH meter V1.1 dan type sensor PPM yang digunakan yaitu Analog Tds meter V1.0 serta sensor suhu DS18B20.
6. Integrasi *hardware* menggunakan Portenta Breakout H7.
7. Permodelan Algoritma *Artificial Neural Network* (ANN) dilakukan menggunakan *software* MATLAB 2024a.
8. Kadar PPM AB Mix awal air baku senilai 41 ppm.
9. Bak penampungan air nutrisi memiliki ukuran diameter 29 cm, tinggi 30 cm dan kapasitas penampungan air 10 liter.
10. Implementasi hidroponik menggunakan *prototype Nutrient Film Technique* (NFT) berjumlah dua buah pipa susun dengan ukuran diameter pipa 2 inchi dan panjang 1 meter.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang dilakukan antara lain:

1. Dengan menggunakan ANN untuk mengatur pH dan PPM AB Mix secara otomatis, sistem dapat mengoptimalkan pengelolaan nutrisi untuk tanaman hidroponik dan mengurangi pemborosan nutrisi hidroponik.
2. Dengan meminimalkan fluktuasi pH dan PPM AB Mix, ANN dapat memastikan kondisi yang stabil bagi tanaman, yang pada gilirannya dapat mencegah kerusakan akibat ketidakseimbangan nutrisi.

3. Integrasi IoT memberikan sistem pemantaun kondisi pH dan PPM AB Mix secara langsung dan memberikan umpan balik berupa *data logger* yang dapat diakses secara *real-time* oleh pengguna.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini dibagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian awal, isi, dan akhir. Berikut adalah sistematika laporan:

1. Bagian awal terdiri dari sampul, judul, pernyataan orisinalitas, pengesahan, kata pengantar, persetujuan publikasi, abstrak, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan daftar lampiran.
2. Bagian isi, terdiri dari lima bab, diantaranya:
 - a) BAB I: Pendahuluan, dalam hal ini diuraikan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, metodologi dan sistematika pelaporan
 - b) BAB II: Landasan Teori, adalah bab yang menjabarkan mengenai kajian pustaka dari beberapa sumber seperti buku-buku ilmiah, maupun sumber sumber lain yang mendukung penelitian ini
 - c) BAB III : Metode Penelitian, adalah bab yang menjabarkan mengenai objek dari penelitian seperti variabel, metode penelitian, metode pengumpulan data, dan metode analisis data
 - d) BAB IV: Hasil dari penelitian dan Pembahasan, yaitu bab yang menjelaskan mengenai hasil penelitian dan pembahasan dari data yang telah diperoleh.
 - e) BAB V: Kesimpulan dan Saran, yaitu bab yang berisi mengenai kesimpulan hasil serta saran dari hasil penelitian.
3. Bagian akhir berisi referensi dan lampiran