

BAB II

TINJUAN PUSTAKA

Pembahasan bab mencakup teori-teori penelitian terdahulu yang akan diterapkan tentang metode yang digunakan saat melakukan penulis melakukan penelitian laporan akhir.

2.1 Penelitian Terdahulu

Penulis mempelajari dan referensi penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan topik laporan akhir skripsi ini saat menyusunnya. Adapun detail penelitian yang berhubungan sebagai literature dapat dilihat pada Tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No	Judul Jurnal	Tahun	Metode	Ket
1	Sistem Kontrol dan Monitoring Kandungan Nutrisi Pada Budidaya Sayuran	2020	Kuantitatif (<i>study literatur</i>)	Pendekatan kuantitatif memungkinkan pengukuran yang objektif dan tepat, seperti penggunaan sensor TDS dengan tingkat keakuratan 97,29%. Data yang dikumpulkan dapat dengan mudah direplikasi dan divalidasi oleh penelitian lain, sehingga meningkatkan kredibilitas hasil penelitian. Penggunaan teknologi seperti <i>NodeMCU</i> dan sensor TDS memungkinkan otomatisasi dan monitoring yang lebih efisien dibandingkan metode manual. Kelemahan pada metode ini kurang efektif dalam menggali aspek kualitatif seperti persepsi dan pengalaman pengguna.
2	<i>Automatic Control Of Electrical Conductivity and pH Using Fuzzy Logic For Hydroponics System</i>	2018	<i>Fuzzy Logic Control</i>	Keunggulan dari metode yang digunakan dalam penggunaan logika <i>fuzzy</i> untuk mengontrol <i>pH</i> dan <i>EC</i> dalam sistem hidroponik , yaitu untuk mengurangi penggunaan sumber daya seperti asam, alkali, dan campuran A+B, serta mengurangi tenaga kerja untuk

				<p>pemupukan. Metode ini juga dapat mengurangi waktu penyesuaian <i>pH</i> dan <i>EC</i>, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman secara efisien.</p>
3	<p>Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring <i>pH</i>, Suhu air dan TDS Pada Sistem Akuaponik Berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT)</p>	2024	<i>Study Literatur</i>	<p>Pendekatan dalam penelitian ini memiliki keunggulan utama, yaitu akurasi tinggi. Data yang dikumpulkan dapat diandalkan berkat penggunaan sensor presisi, dengan rata-rata <i>error</i> sensor suhu 1,5%, sensor <i>pH</i> 0,7%, dan sensor TDS 0,9%.</p>
4	<p><i>Smart Farming System</i> Untuk Tanaman Hidroponik Berbasis <i>IoT</i></p>	2023	<i>Fuzzy Logic (mamdani)</i>	<p>Keunggulan pada metode ini untuk menangani ketidakpastian dan kompleksitas dalam sistem hidroponik. Metode ini juga dapat lebih adaptif dan akurat dalam mengatur nutrisi tanaman berdasarkan kondisi lingkungan yang berubah-ubah. Kekurangannya sistem <i>fuzzy logic</i> juga dapat menjadi subjektif dan memerlukan pemahaman yang mendalam tentang domain masalah yang dihadapi.</p>
5	<p>Rancang Bangun Kontrol dan Monitoring Kualitas Air Pada Tanaman Hidroponik Cabai Rawit Di Desa Kemiri Sewu</p>	2023	<p>Pendekatan kuantitatif dengan analisis data melalui identifikasi variabel penelitian.</p>	<p>Keunggulannya memberikan data yang dapat diukur secara objektif dan dapat diandalkan untuk analisis statistik. Kekurangannya adalah cenderung kurang dalam pemahaman konteks dan makna dari fenomena yang diteliti.</p>
6	<p>Sistem Akuaponik Cerdas Berbasis Arduino dan IoT</p>	2021	<p>Penelitian ini menggunakan metode yang mencakup persiapan</p>	Tidak ada

			perangkat keras (<i>hardware</i>) dan perangkat lunak (<i>software</i>), namun tidak dijelaskan secara spesifik.	
7	Penerapan Metode <i>Fuzzy Logic</i> Dalam Sistem Pemantauan Tanaman Berbasis <i>Internet Of Things (IoT)</i> Dengan <i>Arduino</i>	2024	<i>Fuzzy Logic</i>	Metode <i>fuzzy logic</i> unggul dalam menangani ketidakpastian dengan validitas tinggi dan prediksi akurat, tetapi memiliki kelemahan dalam kompleksitas fuzzifikasi dan inferensi yang memerlukan waktu serta sumber daya komputasi besar.
8	<i>Approximation of Intuitionistic Fuzzy Systems for Time Series Analysis in Plant Monitoring and Diagnosis</i>	2019	<i>Intuitionistic Fuzzy Logic Approach</i>	Keunggulan, kemampuan untuk merepresentasikan secara lebih kompleks melalui <i>fuzzy intuitionistic</i> yang mempertimbangkan derajat keanggotaan dan non-keanggotaan. Dengan menggabungkan output dari dua <i>system fuzzy</i> , pendekatan ini juga dapat menangkap <i>margin keraguan</i> , sehingga meningkatkan ketepatan kesimpulan pada sistem dinamis. Selain itu, pendekatan ini memberikan peningkatan kemampuan beradaptasi dalam pengambilan keputusan, terutama dalam situasi yang melibatkan data yang tidak tepat atau tidak jelas dan banyak digunakan di berbagai bidang termasuk <i>time series forecasting</i> , <i>intelligent control</i> , dan <i>agricultural monitoring</i> . Kelemahannya, seperti kompleksitas yang tinggi dalam desain dan implementasi sistem, terutama dalam menentukan

				aturan <i>fuzzy</i> dan fungsi keanggotaan yang tepat.
9	Pembangunan <i>System Aquaponic Berbasis Internet Of Things</i> Menggunakan Metode <i>Simple Additive Weighting</i>	2020	<i>Simple Additive Weighting</i>	Keunggulan untuk mendukung pengambilan keputusan dengan cara yang sederhana dan efektif. Metode ini memungkinkan sistem untuk melakukan analisis singkat dan memberikan hasil yang optimal bagi pemilik akuaponik. Secara spesifik tidak dijelaskan proses penentu keputusan menggunakan metode ini.
10	<i>Algoritma Intuitionistic Fuzzy Time Series Function</i>	2023	Metode <i>Intuitionistic Fuzzy Time Series Function (IFTSF)</i> .	Keunggulan: -Akurasi yang lebih tinggi, pada metode ini menggabungkan nilai keanggotaan dan non keanggotaan dalam <i>intuitionistic fuzzy sets</i> , yang memberikan informasi tambahan dan dapat meningkatkan akurasi peramalan dibandingkan dengan metode <i>fuzzy time series (FTS)</i> konvensional, -Penanganan Ketidakpastian, metode ini lebih efektif dalam menangani ketidakpastian dan ambiguitas dalam data, yang sering kali diabaikan oleh metode <i>FTS</i> tradisional. -Adaptabilitas, metode ini diadaptasi untuk berbagai jenis data <i>time series</i> , baik yang bersifat <i>linier</i> maupun <i>non linier</i> , sehingga lebih fleksibel dalam aplikasi praktis. Kekurangannya kompleksitas perhitungan: penggunaan

				<p>himpunan <i>fuzzy intuitionistic</i> membuat perhitungan lebih sulit. Ini dapat membutuhkan lebih banyak waktu dan sumber daya komputasi dibandingkan dengan metode <i>FTS</i> konvensional. Keterbatasan data: untuk menghasilkan perkiraan yang akurat, metode ini mungkin membutuhkan jumlah data yang lebih besar karena perlu memperkirakan nilai keanggotaan dan <i>non</i> keanggotaan.</p> <p>Keterbatasan dalam <i>interpretasi</i>: hasil dari metode <i>IFTSF</i> dapat lebih sulit ditafsirkan dibandingkan dengan metode peramalan konvensional. Ini terutama berlaku bagi pengguna yang baru mengenal konsep <i>intuitionistic fuzzy</i>.¹⁰</p>
11	Pemilihan Pemasok Dalam Lingkungan <i>Fuzzy Intuitionistic</i>	2022	Tidak dijelaskan secara spesifik metode yang digunakan hanya berupa metode deskriptif.	Keunggulan adanya langkah-langkah yang terstruktur. Kelemahan terbatasnya generalisasi hasil penelitian hanya berlaku untuk <i>CV. Galito matrix teksindo</i> dan tidak dapat diterapkan secara umum pada Perusahaan lain dengan jenis usaha yang sama. ¹¹
12	Pemanfaatan Teknologi <i>Internet of</i>	2023	<i>Metode Literature</i>	Metode ini memungkinkan pengumpulan informasi dari berbagai sumber, seperti jurnal

	<i>Things</i> (IoT) Pada Bidang Pertanian		Review/Studi Pustaka	dan buku, sehingga memberikan pemahaman yang luas dan mendalam. Selain efisien dalam waktu, metode ini memungkinkan fokus pada analisis dan sintesis data. Namun, keterbatasan kualitas sumber serta potensi bias dalam pemilihan dan interpretasi dapat memengaruhi objektivitas penelitian. Meski begitu, metode ini tetap relevan untuk memperoleh gambaran penelitian yang <i>komprehensif</i> .
--	---	--	-------------------------	--

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Hidroponik

Hidroponik merupakan sistem pertanian yang memanfaatkan air sebagai medium utama pengganti tanah. Kata “Hidroponik” berasal dari Bahasa Yunani, yaitu gabungan kata *hydro* (air) dan *ponos* (kerja), yang secara harfiah berarti “bekerja menggunakan air”. Metode ini unggul dalam efisiensi lahan, memungkinkan pemanfaatan area kecil secara optimal. Tanaman sawi (*Brassica rapa L*) sering dibudidayakan secara hidroponik karena kebutuhan nutrisinya terukur dan pertumbuhannya cepat.[7]

2.2.2 Internet of Things (IoT) dalam Pertanian

Dalam sektor pertanian, *Internet of Things* (IoT) adalah teknologi yang menghubungkan perangkat fisik melalui jaringan internet untuk mengumpulkan dan berbagi data secara *real-time*. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa menggunakan IoT pada sistem hidroponik dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas dengan memberikan informasi yang cepat untuk meningkatkan kesuburan tanah. IoT dapat dimanfaatkan dengan mengembangkan sistem *smart* irigasi yang dirancang khusus untuk hidroponik tanaman sawi. Sistem ini berfungsi memantau suhu air, kualitas air serta konsentrasi nutrisi guna menciptakan

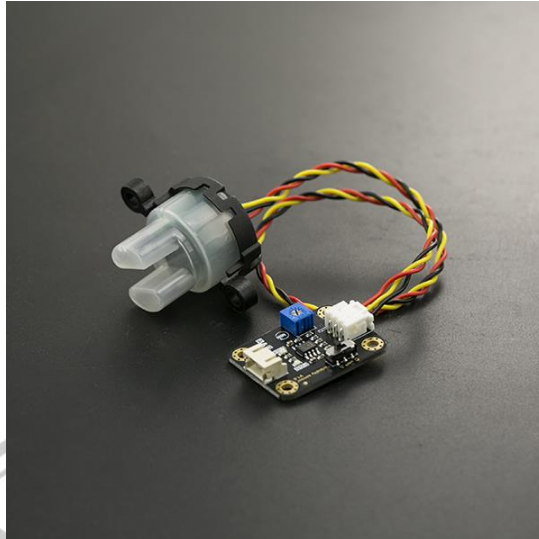
kondisi ideal bagi pertumbuhan tanaman. Dengan memanfaatkan sensor otomatis, sistem ini dapat mengoptimalkan penggunaan air dan nutrisi, menyediakan data secara real-time, serta meningkatkan produktivitas tanaman. Selain itu, kontrol jarak jauh melalui komputer atau smartphone mengurangi intervensi manual dalam proses irigasi.[10]

2.2.3 Arduino IDE

Arduino IDE adalah perangkat lunak open-source untuk memprogram mikrokontroler, khususnya *Arduino*, menggunakan bahasa *C/C++*. Banyak digunakan dalam pengembangan prototipe elektronik dan IoT, *software* ini memiliki antarmuka sederhana dan ramah pengguna, sehingga cocok bagi pemula dalam pemrograman.

2.2.4 Sensor Turbidity

Sensor turbidity adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur kejernihan air dengan mengukur seberapa banyak cahaya yang terserap atau terpantul oleh partikel yang terlarut atau tidak terlarut dalam air. Dalam hidroponik, kualitas air nutrisi yang bersih sangat penting untuk mencegah partikel yang dapat menghambat penyerapan nutrisi oleh akar tanaman. Informasi dari sensor turbidity membantu untuk menentukan waktu yang tepat untuk mengganti atau menyaring air nutrisi, sehingga tanaman tetap mendapatkan suplai nutrisi yang bersih dan seimbang. Dengan penerapan sensor ini, kualitas air nutrisi dapat dipertahankan, memastikan pertumbuhan sawi (*Brassica rapa L.*) yang sehat dan produktivitas sistem hidroponik yang lebih efisien.



Gambar 2. 1 Sensor Turbidity Perancangan Sistem IoT Monitoring Kualitas Air, Suhu, dan Konsentrasi Nutrisi Pada Tanaman Sawi

2.2.5 Sensor DS18B20

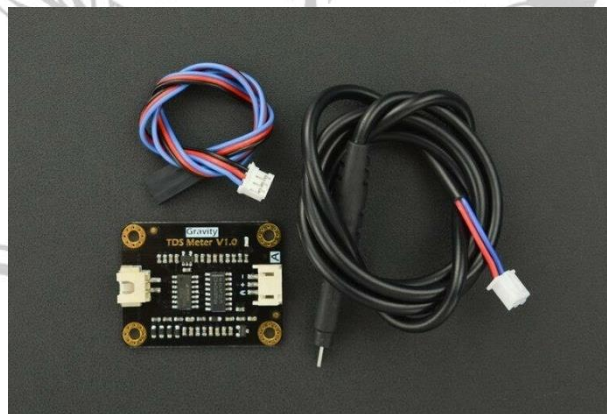
Kebanyakan sensor suhu tidak begitu akurat dan memiliki rentang pengukuran yang terbatas. Sensor suhu DS18B20 yang tahan air dirancang untuk mengukur suhu secara akurat dalam lingkungan lembap atau kondisi ekstrem. Sensor DS18B20 bekerja dengan menggunakan *protocol One-Wire* untuk mengirimkan data suhu ke mikrokontroler. Setiap sensor memiliki nomor serial untuk 64-bit, yang memungkinkan beberapa sensor terhubung ke *bus One-Wire* yang sama sehingga meliputi bacaan suhu dengan resolusi 9-bit hingga 12-bit, rentang suhu dari -55°C hingga $+125^{\circ}\text{C}$, akurasi $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ dari 10°C hingga 85°C , rentang tegangan 3.0V hingga 5.5V. Dengan demikian, beberapa sensor DS18B20 dapat dihubungkan dalam satu jalur komunikasi, memungkinkan pemantauan suhu dari berbagai titik secara bersamaan.



Gambar 2. 2 Sensor DS18B20 Perancangan Sistem IoT Monitoring Kualitas Air, Suhu, dan Konsentrasi Nutrisi Pada Tanaman Sawi

2.2.6 Sensor TDS

Sensor *Total Dissolved Solids* (TDS) digunakan untuk menunjukkan berapa banyak milligram padatan terlarut yang larut dalam air. Pada penelitian ini sensor TDS digunakan untuk mengukur total zat terlarut dalam larutan hidroponik, yang mencerminkan nutrisi yang tersedia bagi tanaman, termasuk mineral, garam terlarut, dan unsur hara makro serta mikro berdasarkan total zat terlarutnya, bukan untuk mengidentifikasi satu jenis mineral tertentu. Nilai TDS yang lebih tinggi biasanya menunjukkan tingkat padatan terlarut yang lebih tinggi dalam satu liter air, jika TDS terlalu tinggi tanaman bisa mengalami kekurangan nutrisi, jika TDS terlalu tinggi larutan bisa terlalu pekat dan menyebabkan tanaman *stress* atau terbakar (*nutrient burn*). Sensor ini menghasilkan *output analog* yang dapat dibaca oleh mikrokontroler seperti *Arduino*. Sensor ini mendukung input 3,3V-5,5V dan output analog 0-2,3V.



Gambar 2. 3 Sensor TDS (*Total Dissolved Solids*) Perancangan Sistem IoT Monitoring Kualitas Air, Suhu, dan Konsentrasi Nutrisi Pada Tanaman Sawi

2.2.4 Implementasi Metode *Fuzzy Intuitionistic*

Data yang diperoleh dari sensor dianalisis menggunakan metode *fuzzy intuitionistic*. Metode ini digunakan untuk menangani ketidakpastian dan memberikan rekomendasi yang lebih akurat. *Intuitionistic fuzzy logic* adalah perpanjangan dari *fuzzy logic* yang memperhitungkan derajat keanggotaan (*membership degree*), derajat ketidakanggotaan (*non-membership degree*), dan derajat ketidakpastian (*hesitancy degree*). Perancangan algoritma *fuzzy intuitionistic* melibatkan:

1) *Fuzzification*

Proses menemukan angka *crisp* dalam himpunan *fuzzy* dilakukan pada tahap awal, yang dikenal sebagai fuzzifikasi. Oleh karena itu, nilai *crisp* dikonversi ke dalam rentang 0 hingga 1 dalam himpunan *fuzzy*. Pada tahap ini, input dirposes menjadi derajat keanggotaan *fuzzy*, di mana setiap variabel memiliki tingkat keanggotaan tertentu. Setelah itu, proses interferensi akan dilakukan.

- a. *Membership Degree* (μ): Menunjukkan derajat keanggotaan dari suatu nilai dalam suatu *set fuzzy*.
- b. *Non-Membership Degree* (ν): Menunjukkan derajat ketidak-anggota dari suatu nilai dalam satu *set fuzzy*.
- c. *Hesitation Degree* (π): Menunjukkan derajat ketidakpastian, dihitung sebagai $\pi=1-\mu-\nu$.

2) Aturan Inferensi (*Fuzzy Rules*)

Aturan inferensi *fuzzy* biasanya berbentuk *IF-THEN*, namun dalam *fuzzy intuitionistic*, aturan ini mempertimbangkan semua tiga derajat (keanggotaan, ketidak-anggota dan ketidakpastian) contoh aturan inferensi:

- *IF pH adalah Netral AND kekeruhan adalah Sedang AND suhu adalah Normal THEN kualitas air adalah baik.*

3) Evaluasi Aturan

Gunakan operator *fuzzy* untuk mengevaluasi aturan. Dalam *intuitionistic fuzzy logic*, kita menggunakan kombinasi dari derajat keanggotaan, non-keanggotaan, dan ketidakpastian, aturan-aturan *fuzzy intuitionistic* digunakan untuk menentukan kondisi dan Tindakan yang diperlukan. Misalnya:

- a. Jika suhu adalah “Normal” dengan derajat keanggotaan tinggi dan kualitas air adalah “baik” dengan derajat keanggotaan tinggi, maka konsentrasi

nutrisi “optimal” dengan derajat keanggotaan tinggi. Aturan yang diterapkan bisa berbentuk seperti ini:

- Suhu Normal ($\mu=0.6$)
- Kualitas Air *Netral* ($\mu=0.8$)
- Konsentrasi Nutrisi Optimal ($\mu=1$)

Dengan semua parameter menunjukkan derajat keanggotaan tinggi, sistem dapat menyimpulkan bahwa kondisi saat ini adalah optimal untuk pertumbuhan tanaman sawi.

4) *Defuzzification*

Proses ini mengubah nilai *fuzzy* menjadi nilai *crisp* yang dapat diinterpretasikan oleh pengguna. Pada *fuzzy intuitionistic*, *defuzzification* harus mempertimbangkan ketiga derajat tersebut. Salah satu metode defuzzifikasi yang bisa digunakan metode *centroid*.

Contoh Implementasi

Misalkan kita memiliki tiga parameter: *pH* (kualitas air), kekeruhan dan suhu serta menggunakan beberapa aturan *fuzzy* berikut:

- *IF pH* adalah *Netral* AND Kekeruhan adalah Sedang AND Suhu adalah Normal *THEN* Kualitas Air adalah Baik.
- *IF pH* adalah Asam AND Kekeruhan adalah Tinggi AND Suhu adalah Dingin *THEN* Kualitas Air adalah Buruk.
- *IF pH* adalah Basa AND Kekeruhan adalah Rendah AND Suhu adalah Panas *THEN* Kualitas Air adalah Sangat Baik.