

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka merupakan bagian dari suatu karya tulis ilmiah yang menyajikan ulasan tentang penelitian yang relevan dengan topik yang sedang diteliti.

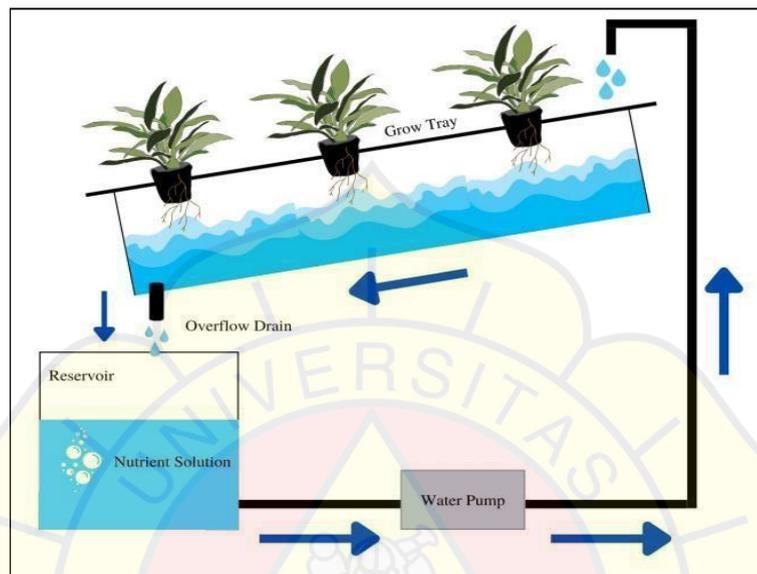
2.1.1 Penanaman Hidroponik

Hidroponik berasal dari bahasa Yunani yaitu hydro yang berarti air dan ponos yang berarti energi. Hidroponik dikenal juga dengan menanam tanaman tanpa tanah atau menanam tanaman tanpa tanah. Jadi hidroponik melibatkan menanam tanaman dengan menggunakan air sebagai media tanamnya. (Dinegoro et al., 2021). Kebutuhan air pada hidroponik lebih sedikit dari pada kebutuhan air pada budidaya dengan tanah. Hidroponik menggunakan air yang lebih efisien, jadi cocok diterapkan pada daerah yang memiliki lahan tanah yang terbatas. Selain itu hidroponik juga cocok untuk diterapkan di lahan yang sempit. Cara bertanam secara hidroponik memiliki berbagai macam mulai dari yang sederhana hingga yang canggih, tergantung bagaimana kondisi terhadap tempat, ekonomis dan kebutuhannya (Kristi, 2024).

2.1.2 Sistem NFT

Hidroponik *Nutrient Film Tehcnique* (NFT) merupakan sebuah sistem hidroponik yang memanfaatkan kemiringan saluran pada aliran air yang mengandung nutrisi untuk tanaman (Setiawan, 2019). Keunggulan dari hidroponik adalah tidak membutuhkan lahan yang luas untuk bercocok tanam. Namun, diperlukan pengawasan ekstra dalam hal pemberian asupan nutrisi, tingkat pH air

maupun suhu air yang dibutuhkan oleh tanaman. Teknik ini digunakan agar dapat mengatur jumlah nutrisi, pH, dan Suhu air agar memaksimalkan pertumbuhan tanaman. Pompa akan mengalirkan air yang berisi nutrisi yang telah diatur dan menyalurkannya ke seluruh tanaman dan Kembali lagi ke wadah air.



Gambar 2.1 Sistem NFT

2.1.3 Sayur Pakcoy

Pakcoy adalah tanaman dari *famili cruciferous* yang masih satu keluarga dengan brokoli, kubis, dan kembang kol. Dalam kandungannya pakcoy terlihat mengandung banyak vitamin A dan juga banyak vitamin C. nama latin dari pakcoy adalah *Brassica rapa*. Sayuran pakcoy juga sering disebut dengan sawi sendok. Hal ini dikarenakan bentuk dari daun pakcoy yang melengkung seperti sendok. Jenis tumbuhan seperti ini mudah tumbuh di dataran tinggi maupun dataran rendah. Dengan suhu yang sejuk maka tanaman ini mudah untuk tumbuh dan berkembang. Pencahayaan yang dibutuhkan oleh sawi pakcoy kurang lebih 10jam dalam satu hari. Waktu pencahayaan dapat diatur menggunakan kain atau sekat yang digunakan untuk menutup sinar matahari agar tidak mengenai langsung ke daun

tanaman (Alifian Suryo Radityo, 2022).



Gambar 2.2 Sayur Pakcoy

2.1.4 Internet of Things

IoT atau juga dikenal sebagai “*Internet of Things*”, adalah gagasan yang bertujuan untuk memperluas layanan konektivitas internet yang selalu aktif. Ini memungkinkan mesin, perangkat, dan objek fisik seperti sensor dan aktuator jaringan lainnya untuk terhubung ke internet untuk mendapatkan informasi dan memantau kinerja mereka sendiri, memungkinkan mesin bekerja sama dan bahkan merespons secara mandiri terhadap informasi yang mereka peroleh (Efendi, 2018).

2.1.4.1 Konsep Dari Internet of Things

Konsep *Internet of Things* ini sangat sederhana karena berfokus pada tiga komponen utama arsitekturnya, yaitu:

1. Barang fisik yang memiliki modul *Internet of Things*.
2. Perangkat yang dapat terhubung ke internet seperti modem atau router nirkabel yang cepat seperti WiFi.
3. Pusat Data Cloud tempat aplikasi dan database disimpan.

2.1.4.2 Manfaat Teknologi IoT dalam sistem hidroponik

Pemanfaatan dalam teknologi IoT dalam sistem hidroponik dapat memudahkan kita dalam menjaga kualitas tanaman hidroponik tersebut. teknologi IoT dapat dengan mudah memonitoring kualitas ekosistem yang terjadi di tempat tersebut seperti untuk mengantisipasi penurunan kualitas tanaman maka dari itu penting untuk merancang sistem yang dapat mempengaruhi kualitas tanaman khususnya sayuran pada media tanam hidroponik menggunakan teknologi sehingga dibutuhkan penelitian khusus dalam memberikan kontribusi secara teknologi terkini mengenai otomatisasi dan kontrol parameter penting hidrponik yaitu suhu, kelembaban, kelarutan air dan keasaman air (Wibowo et al., 2021) .

2.2 Mikrokontroler, Sensor, Akuator Terkait Sistem Hidroponik IoT

Internet of things merupakan sebuah rangkaian yang terdiri dari mikrokontroler ,sensor dan akuator agar dapat mengumpulkan data dan memicu tindakan secara otomatis secara cepat dan akurat.

2.2.1 Mikrokontroler ESP 32-WROOM

Mikrokontroler ESP32 merupakan salah satu chip kombo Wi-fi dan Bluetooth 2,4 Ghz yang dirancang dengan teknologi 40 nm berdaya sangat rendah TSMC, dan dengan Soc berkemampuan Wi-fi dan Bluetooth yang sangat kuat dengan jumlah GPIO yang sangat besar dan papan pengembangan yang menunjukkan kekuatan dalam desain modul *Internet of Things*(IOT) yang sangat

mudah diakses, dalam seri CH9102 port daya yang digunakan adalah Micro-USB(Diyasa et al., 2024).



Gambar 2.3 ESP 32-WROOM

2.2.2 Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 merupakan sensor kedap air yang mampu bekerja dengan baik dari -55°C sampai dengan suhu 125°C (Pamungkas et al., 2021). Kabel sensor dilapisi PVC sehingga disarankan untuk digunakan pada suhu dibawah 100°C . Sensor ini dapat memantau kualitas suhu air yang baik.



Gambar 2.4 Sensor Suhu DS18B20

2.2.3 Sensor Total Dissolved Solids

TDS (*Total Dissolved Solids*) menunjukkan berapa milligram padatan terlarut yang dilarutkan dalam satu liter air. secara umum, semakin tinggi nilai TDS, semakin banyak padatan terlarut dilarutkan dalam air dan semakin sedikit air yang bersih. Nilai TDS dapat digunakan sebagai salah satu titik acuan untuk

mencerminkan kualitas air. Produk ini dapat digunakan sebagai salah satu titik acuan untuk mencerminkan kualitas air. Produk ini dapat digunakan dalam aplikasi kualitas air seperti analisis air domestik dan hidroponik. Produk ini mendukung input tegangan lebar 3.3-5.5 V, dan output tegangan analog 0 – 2.3V, yang membuatnya kompatibel dengan sistem atau papan kontrol 3.3V. Sumber eksitasi adalah sinyal yang secara efektif dapat mencegah probe dari polarisasi dan memperpanjang umur Probe, sementara itu dapat membantu meningkatkan stabilitas sinyal output. Probe TDS tahan air, dapat direndam dalam air untuk pengukuran waktu yang lama.

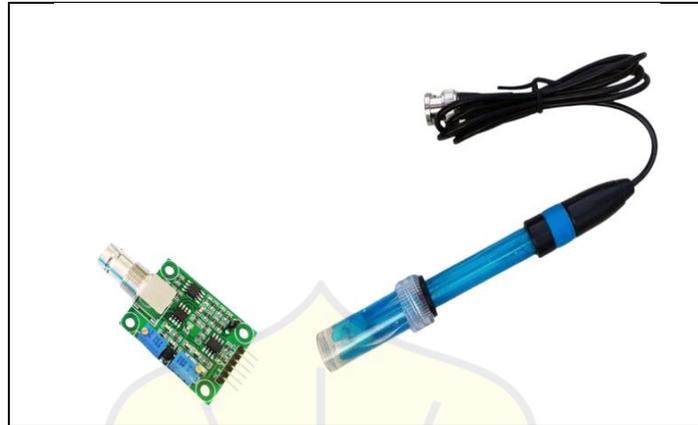


Gambar 2.5 Sensor Total Dissolved Solids

2.2.4 Sensor Potential Hydrogen

Sensor pH menggunakan elektroda industri untuk pembacaan yang akurat dan pemasangan yang sederhana. Sensor ini berisi LED indikator daya, koneksi BNC, dan antarmuka sensor PH 2.0. Tingkat pH ditampilkan sebagai angka dari 0 hingga 14. Modul probe ditambahkan untuk mengatur sinyal untuk membentuk sensor. Salah satu cara untuk menentukan pH suatu larutan adalah dengan menggunakan sensor pH. Jika larutan bersifat basa, elektroda probe sensor akan bermuatan

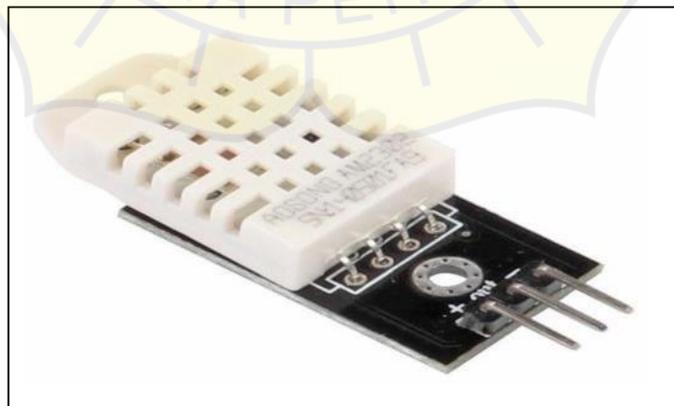
negatif. Sebaliknya, probe elektroda akan bermuatan positif ketika larutan pendeteksi bersifat asam. (Desmira et al., 2020).



Gambar 2.6 Sensor Potential Hydrogen

2.2.5 Sensor DHT 22

Sensor DHT22 adalah modul sensor yang berfungsi untuk menilai objek suhu dan kelembaban yang memiliki output tegangan analog yang dapat diolah lebih lanjut menggunakan mikrokontroler. Sensor DHT 22 pada umumnya memiliki fitur kalibrasi nilai pembacaan suhu dan kelembaban yang cukup akurat. Penyimpanan data kalibrasi tersebut terdapat pada memori program OTP yang disebut juga dengan nama koefisien kalibrasi (Rangan et al., 2020).



Gambar 2.7 Sensor DHT 22

2.2.6 Pompa Mini

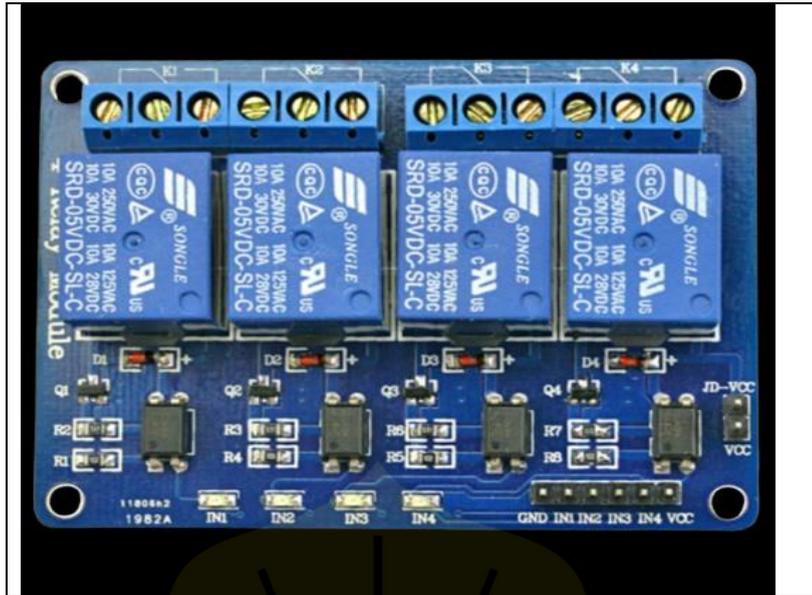
Pompa Mini yang digunakan Sebanyak 4 buah yaitu untuk pHUp ,pHDown, Dan 2 pompa untuk Nutrisi tanaman ABMix pompa ini memiliki Tegangan 12V dan arus kerja 0.7A, pompa ini tidak bisa dicelupkan kedalam air.



Gambar 2.8 Pompa Mini

2.2.7 Relay

Relay Module adalah perangkat yang biasa digunakan dalam sirkuit kontrol otomatis yang berfungsi sebagai saklar otomatis untuk mengatur sirkuit arus tinggi dengan sinyal arus rendah. Tegangan input sinyal relay 5 V dengan rentang 0-5 V dan VCC (tegangan kolektor umum, sebelumnya suplai tegangan positif) memberi daya pada sistem, relay ini membutuhkan 5 Volt listrik melalui resistor 68-ohm. Arus maksimum yang dapat ditangani oleh relay buatan Songle ini berkisar antara 10 A (pada 240 VAC atau 28 VDC) hingga 10 A (untuk 125 volt AC), menunjukkan bahwa relay ini dapat digunakan untuk mengendalikan peralatan elektronik yang ditenagai oleh listrik PLN (220 V AC) yang memiliki daya lebih dari 1500 watt. Relay yang digunakan adalah relay 4 channel dan 1 channel untuk Fan.



Gambar 2.9 Relay

2.2.8 Water Heater

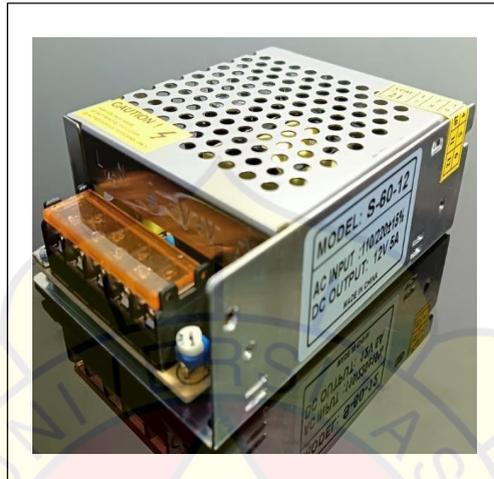
Water Heater berfungsi sebagai pengatur suhu. water heater ini cocok digunakan ditempat dataran tinggi karena dapat menghantarkan panas di air,water heater cocok sebagai proyek IoT karena bisa diatur dengan relay. Water heater ini bekerja dengan tanggan 220V dengan 25 watt.



Gambar 2.10 Water Heater

2.2.9 Power Supply Switching

Fungsi Power Supply Switching ini Sebagai Tegangan tambahan untuk Pompa, Power Supply ini menggunakan daya 12V sebagai Tegangan terhadap Pompa,Power Supply Switching Sangat cocok untuk Project Komputer.



Gambar 2.11 Power Supply

2.2.10 Fan Mini

Fan mini berfungsi sebagai pengatur kelembaban,fan ini memiliki ukuran 60x60x10 mm dan 12V DC. Arus yang digunakan sekitar 0.18A sangat cocok digunakan untuk projek prototipe karena efisien.



Gambar 2.12 Fan Mini

2.2.11 Buzzer

Buzzer berfungsi sebagai alarm ketika otomatis pada pompa menyala. Buzzer ini bekerja di tegangan 3.3V sampai 24V DC dan dan suara yang di hasilkan mencapai 90 desibel, untuk ukurannya memiliki 4.6cmx 3.0cmx1.5cm. buzzer sangat cocok di projek IoT sebagai alarm.



Gambar2.13 Buzzer

2.2.12 Arduino IDE

IDE (*Integrated Development Environment*) adalah perangkat lunak sumber terbuka yang memudahkan untuk mengembangkan dan mengunggah kode komputer ke papan Arduino. Perangkat lunak Arduino kompatibel dengan Windows, Mac OS X, dan Linux. Aplikasi ini ditulis dalam bahasa C dan didasarkan pada pemrosesan berbasis processing, Avr-gcc dan perangkat lunak gratis lainnya. Perangkat lunak Arduino IDE menyederhanakan pengembangan aplikasi mikrokontroler, mulai dari penulisan kode sumber, kompilasi, pengunggahan hasil, dan pengujian terminal serial.

Arduino IDE berguna sebagai text editor untuk membuat, mengedit, dan juga memvalidasi kode program. Bisa juga digunakan untuk meng-upload keyboard

Arduino (Nandika & Amrina, 2021).

2.2.13 Blynk

Blynk adalah sebuah layanan server yang digunakan untuk mendukung proyek *Internet of Things*. Layanan server ini memiliki lingkungan mobile user baik Android maupun iOS. Blynk Aplikasi sebagai pendukung IoT dapat diunduh melalui Google play untuk pengguna Android dan melalui App Store bagi pengguna iOS. Blynk mendukung berbagai macam hardware yang dapat digunakan untuk proyek *Internet of Things*. Blynk adalah dashboard digital dengan fasilitas antarmuka grafis dalam pembuatan proyeknya (Hariri et al., 2019) Terdapat 3 komponen utama Blynk yaitu :

1. Blynk Apps

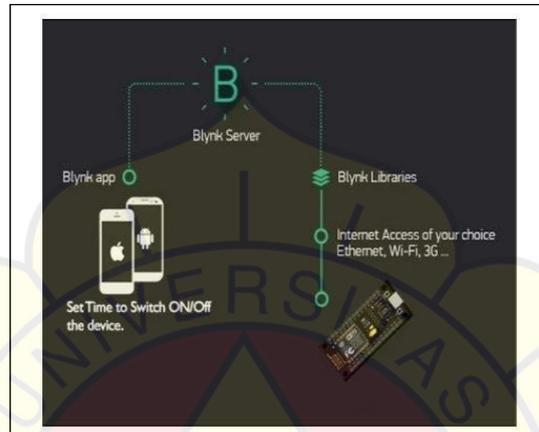
Blynk Apps memungkinkan untuk membuat project interface dengan berbagai macam komponen Input output yang mendukung untuk pengiriman maupun penerimaan data serta merepresentasikan data sesuai dengan komponen yang dipilih. Representasi data dapat berbentuk visual angka maupun grafik.

2. Blynk Server

Blynk server merupakan fasilitas Backend Service berbasis Cloud yang bertanggung jawab untuk mengatur komunikasi antara aplikasi smartphone dengan lingkungan hardware. Kemampun untuk menangani puluhan hardware pada saat yang bersamaan semakin memudahkan bagi para pengembang sistem IoT.

3. Blynk Library

Blynk Library dapat digunakan untuk membantu pengembangan kode Blynk library tersedia pada banyak platform perangkat keras sehingga semakin memudahkan para pengembang IoT dengan fleksibilitas hardware yang didukung oleh lingkungan Blynk.



Gambar 2.14 Konsep *Internet of Things*

Sumber : (Hariri et al., 2019)

2.2.14 Android Studio

Android Studio adalah Integrated Development Environment (IDE) resmi untuk pengembangan aplikasi Android. Dikembangkan oleh Google, Android Studio menyediakan alat-alat yang diperlukan untuk membangun aplikasi Android yang efisien dan berkualitas tinggi. Pengembangan aplikasi di Android Studio biasanya menggunakan bahasa pemrograman Java atau Kotlin, serta sistem otomatisasi build menggunakan Gradle. dalam pengembangan bahasa yang digunakan adalah Bahasa pemrograman java. Java sendiri adalah salah satu bahasa pemrograman utama yang digunakan untuk pengembangan aplikasi Android(Triyanto & Nirmala, 2024). Beberapa poin penting tentang Java dalam konteks Android Studio:

1. **Kompatibilitas yang Luas:** Java adalah bahasa yang telah lama digunakan dan didukung dengan baik, sehingga memiliki ekosistem yang besar dan komunitas yang aktif.
2. **Struktur Aplikasi:** Aplikasi Android yang ditulis dalam Java terdiri dari sejumlah komponen seperti Activities, Services, Broadcast Receivers, dan Content Providers.
3. **Libraries dan SDK:** Java memungkinkan penggunaan berbagai pustaka (libraries) dan Android Software Development Kit (SDK) yang memudahkan pengembangan fitur-fitur tertentu.
4. **Dukungan Android API:** Java memungkinkan pengembang untuk memanfaatkan berbagai API yang disediakan oleh Android untuk mengakses fitur perangkat keras dan perangkat lunak seperti kamera, GPS, sensor, dan lainnya.
5. **Manajemen Memori:** Java di Android menggunakan Garbage Collector untuk manajemen memori, yang secara otomatis mengelola alokasi dan dealokasi memori.

2.2.15 Firebase

Firestore adalah platform pengembangan aplikasi yang disediakan oleh Google. Firestore menyediakan berbagai alat dan layanan yang membantu pengembang dalam membangun aplikasi berkualitas tinggi, meningkatkan basis pengguna, dan menghasilkan lebih banyak pendapatan. Firestore mendukung pengembangan aplikasi di berbagai platform, termasuk Android, iOS, dan web. Platform ini menawarkan solusi dari backend sebagai layanan (BaaS), pengelolaan

pengguna, analisis, dan banyak lagi. Firebase merupakan platform yang menyediakan layanan database dengan berbagai opsi penyimpanan data, termasuk solusi database non-SQL dan SQL(Singh, 2024). salah satu jenis database yang ditawarkan dalam firebase sebagai berikut:

1. **Firestore Database** adalah database NoSQL berbasis cloud yang menyimpan dan menyinkronkan data secara real-time di semua klien yang terhubung. Karakteristik utamanya meliputi:

- **Struktur Data:** Data disimpan dalam format JSON dan diatur dalam hierarki pohon. Ini memungkinkan akses cepat dan mudah untuk data.
- **Real-time Synchronization:** Perubahan data di satu klien langsung disinkronkan ke semua klien lain yang terhubung.
- **Offline Support:** Data tetap dapat diakses dan dimodifikasi bahkan saat offline, dan akan disinkronkan kembali saat koneksi tersedia.

2. **Authentication** menyediakan layanan untuk otentikasi pengguna menggunakan metode yang mudah diimplementasikan dan aman. Beberapa fitur utamanya meliputi:

- **Email dan Password:** Otentikasi menggunakan email dan password.
- **Federated Identity:** Mendukung penyedia otentikasi pihak ketiga seperti Google, Facebook, Twitter, dan GitHub.

2.2 Kajian Pada Penelitian Terdahulu

2.2.1 Paper 1

Hydroponic Farming: Comparative Study Based on *Internet of things* IoT,

Ezzahoui, Ibtissame, Abdelouahid, Rachida Ait, Taji, Khaoula, Marzak, Abdelaziz, International Workshop on Edge IA-IoT for Smart Agriculture (SA2IOT) August 9-12, 2021, Leuven, Belgium ,Procedia Computer Science 191 Vol 499–504.

2.2.1.1 Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini adalah untuk memudahkan para petani dalam menanam hidroponik, dengan adanya *internet of Things*(IoT) memudahkan petani dalam memantau pertaniannya, tanaman hidroponik dengan berbasis *Internet of Things* dapat meminimalisir kerugian dalam menanam hidroponik dengan sistem aquaponik, karena sistem ini terbilang susah untuk Di Implementasikan.

2.2.1.2 Metodologi Yang digunakan

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Reasresearch andDevlopment* (R&D), sebagai acuan dalam. pada penelitian ini meliputi desain sistem, desain perangkat lunak dan perangkat keras, dan implementasi perangkat keras dan perangkat lunak.

2.2.1.3 Temuan Utama

Temuan Utama Penelitian ini adalah ketika mengatur semua informasi tentang kedua arsitektur, dapat menentukan arsitektur yang sempurna proyek masa depan. Pilihan ini setelah dilakukan studi banding antara keduanya ilmu bangunan. Pertama, sistem hidroponik termasuk dalam sistem akuaponik, begitu pula arsitektur aquaponik paling global. memiliki lebih banyak keuntungan dalam metode ini, seperti menghasilkan ikan dan tanaman serta memproduksi bahan organik makanan. mengimplementasikan sensor, aktuator, dan lebih banyak perangkat IoT untuk mengendalikan dan memantau lingkungannya, namun tidak semuanya dengan bahan yang sama yang secara umum menyiratkan keragaman

terbesar di dalamnya sektor pertanian tetapi juga masalah konsumsi energi/listrik, keamanan data yang dikumpulkan oleh sistem, biaya untuk penjabaran arsitektur, interoperabilitas sistem dan kualitas pangan.

2.2.1.4 Kesimpulan Penelitian

Tulisan ini menyajikan rincian tentang sistem hidroponik dan aquaponik semua solusi yang diusulkan diimplementasikan sensor, aktuator, dan lebih banyak perangkat IoT untuk mengontrol dan memantau lingkungan. Tujuannya adalah untuk mendefinisikan cerdas arsitektur aquaponik berdasarkan teknologi IoT. Dengan ini mengusulkan diagram dan skema untuk memvisualisasikan sistem dan memberikan rincian lebih lanjut untuk membangun arsitektur fisik di masadepan.

Untuk mengusulkan menjadi sistem prediksi menggunakan Algoritma Pembelajaran Mesin, tujuannya adalah mengumpulkan data dari perangkat IoT dan menganalisisnya. Namun, pengembangan pabrik yang ideal saja tidak cukup kami mengusulkan penerapan kamera kedalaman modul dalam sistem yang diusulkan dan aplikasi mobile untuk menjaga keseimbangan ekologi lingkungan. Dengan kecerdasan buatan yang dihadirkan oleh teknologi pembelajaran mesin, kita dapat membandingkan kondisi pertumbuhan dan informasi lingkungan agar menyatu ke lingkungan yang optimal, mengurangi intervensi manusia, dan meningkatkan pertukaran data waktu nyata.

2.2.2 Paper 2

Sistem monitoring dan kontrol nutrisi tanaman di hidroponik nft menggunakan metode fuzzy mamdani Nuryudin et al., 2024 Gresik, Indonesia Jurnal Teknik Elektro, Vol. 17, No. 1, Maret 2024: 44-50

2.2.2.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem monitoring dan kontrol nutrisi tanaman di hidroponik NFT menggunakan teknologi sensor dan metode kontrol Fuzzy Mamdani. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pertanian hidroponik NFT dengan memantau dan mengontrol level air, suhu, dan konsentrasi nutrisi secara akurat, serta mengoptimalkan pertumbuhan tanaman dengan dosis nutrisi yang sesuai pada setiap fase pertumbuhan. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk memberikan solusi yang efisien dan inovatif dalam meningkatkan produktivitas pertanian hidroponik NFT secara keseluruhan.

2.2.2.2 Metodologi Yang digunakan

Dalam laporan penelitian ini, metode yang digunakan dapat dijelaskan sebagai berikut:★

1. Pengumpulan Data: Data terkait level air, suhu, dan konsentrasi nutrisi dikumpulkan menggunakan, DS18B20, dan TDS Sensor. Data kemudian direkam dan disimpan dalam Google Spreadsheet untuk analisis lebih lanjut.
2. Pemantauan dan Pengendalian: Sistem monitoring dan kontrol nutrisi tanaman dihidroponik NFT diintegrasikan dengan metode Fuzzy Mamdani untuk mengatur kecepatan pompa utama. Hal ini dilakukan berdasarkan data yang diperoleh dari sensor suhu dan level air untuk memastikan nutrisi disalurkan dengan tepat.
3. Integrasi dengan IoT: Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 dan koneksi internet untuk integrasi dengan Internet of Things (IoT), sehingga

memungkinkan akses dan kontrol sistem dari jarak jauh melalui perangkat Android atau lainnya.

4. Pengujian: Dilakukan pengujian terhadap metode Fuzzy Logic Mamdani, sensor TDS, sensor DS18B20, dan pertumbuhan tanaman kangkung. Pengujian dilakukan untuk memastikan respons sistem yang optimal terhadap lingkungan tumbuh tanaman.

5. Analisis dan Evaluasi: Hasil pengujian dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem dan efektivitas kontrol nutrisi. Kesesuaian parameter alat dan respons sistem terhadap lingkungan tumbuh tanaman dievaluasi untuk menentukan keberhasilan sistem.

2.2.2.3 Temuan Utama

Temuan utama dalam jurnal ini adalah Sistem monitoring dan kontrol nutrisi tanaman di hidroponik NFT yang dikembangkan mampu mengatur nilai Total Dissolved Solids (TDS) dan suhu sesuai dengan setpoint yang ditentukan dengan tingkat keakuratan yang dapat diterima. Hal ini menunjukkan efektivitas sistem dalam mengontrol nutrisi tanaman menggunakan TDS sensor. Integrasi sensor DS18B20 dalam sistem kontrol fuzzy logic Mamdani juga menunjukkan tingkat keakuratan yang dapat diterima dalam memberikan data suhu sesuai dengan kondisi lingkungan yang diukur. Hal ini mendukung keberhasilan pertumbuhan tanaman kangkung dalam sistem hidroponik, Implementasi sistem monitoring dan kontrol nutrisi ini berhasil meningkatkan efisiensi pertanian hidroponik NFT dengan akurasi yang tinggi dalam pengendalian pompa dan dosis nutrisi yang sesuai, serta memberikan pemantauan yang efisien dan objektif terhadap pertumbuhan tanaman.

2.2.2.4 Kesimpulan Penelitian

Kesimpulan dari penelitian ini adalah Metode Fuzzy Logic Mamdani yang diimplementasikan dalam sistem monitoring dan kontrol nutrisi tanaman di hidroponik NFT mampu mengatur kecepatan pompa utama dengan baik berdasarkan kondisi suhu dan tingkat air. Metode ini menunjukkan tingkat keakuratan yang baik dalam pengendalian sistem. Integrasi sensor TDS, DS18B20, dan Water Level Sensor dalam sistem monitoring dan kontrol nutrisi ini berhasil dalam mengontrol nutrisi tanaman dengan akurat sesuai setpoint yang ditentukan. Hal ini mendukung pertumbuhan tanaman kangkung dengan respons yang baik terhadap lingkungan hidroponik. Sistem monitoring dan kontrol nutrisi ini berhasil meningkatkan efisiensi pertanian hidroponik NFT dengan akurasi yang tinggi dalam pengendalian pompa dan dosis nutrisi yang sesuai. Implementasi kontrol otomatis dan integrasi dengan *Internet of Things* (IoT) memberikan pemantauan yang efisien dan objektif terhadap pertumbuhan tanaman.