

PROTOTYPE ALAT *MONITORING* DAN *CONTROLLING* PH SERTA SUHU PADA BUDIDAYA AKUAPONIK BERBASIS *IOT (INTERNET OF THINGS)*

Nur Hanifah Y¹, Moch. Djaohar², Maulida Ramandika Putra³

¹Dosen Teknik elektro UNJ, ²Dosen Teknik Elektro UNJ, ³Mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro

^{1,2,3}Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta

Email:¹ hanifah@unj.ac.id; ² djaohar@unj.ac.id; ³ maulidaputra@gmail.com

Abstract

This research aims to make a prototype of a monitoring and controlling tool for pH and temperature in IoT (Internet of Things)-based aquaponics cultivation. This prototype can monitor the pH parameter value and temperature in aquaponics cultivation. Besides, it can control the pH parameter value and temperature through an Android application. This research uses experimental methods with a quantitative approach. The subjects of this study are pH and temperature parameters as well as the application of the IoT concept to monitor and control the pH and temperature parameters contained in aquaponics cultivation. The data analysis technique used is descriptive analysis with laboratory observation data collection techniques. The results of this study show that the prototype can remotely determine the value of pH and temperature parameters in aquaponics cultivation using an Android application. Users can see the value in real-time, which is updated every 5 seconds with an average measurement error of 0.94% for pH and 0.55% for temperature. Controlling the pH and temperature parameters can be done by filling in the fields available in the android application. The input value will be used as a reference parameter where the prototype will control the pH and temperature to stay in the predetermined range of values. The use of the internet in this prototype could make it easier for users to monitor and control pH parameters and temperature in aquaponics cultivation.

Keywords: *Monitoring, Controlling, pH, Temperature, NodeMCU, ESP32, Aquaponics Cultivation, Internet of Things..*

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah membuat prototipe alat *monitoring* dan *controlling* pH serta suhu pada budidaya akuaponik berbasis IoT (*Internet of Things*). Prototipe ini dapat melakukan pemantauan terhadap nilai parameter pH serta suhu pada budidaya akuaponik, selain itu dapat melakukan pengendalian terhadap nilai parameter pH serta suhu melalui aplikasi android. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif. Subjek penelitian ini adalah parameter pH dan suhu serta penerapan konsep IoT untuk memantau dan mengendalikan parameter pH serta suhu yang terdapat pada budidaya akuaponik. Teknik analisis data yang digunakan yaitu analisis deskriptif dengan teknik pengumpulan data yaitu observasi laboratorium. Kesimpulan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa prototipe dapat mengetahui nilai parameter pH dan suhu pada budidaya akuaponik dari jarak jauh melalui aplikasi android, pengguna dapat melihat nilai secara realtime yang diperbaharui setiap 5 detik dengan rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 0,94% untuk pH dan 0,55% untuk suhu. Pengendalian parameter pH serta suhu dapat dilakukan dengan mengisi kolom yang tersedia pada aplikasi android, nilai masukan tersebut akan dijadikan parameter referensi dimana prototipe akan mengendalikan pH serta suhu agar tetap berada pada nilai rentang yang telah ditentukan. Penggunaan internet pada prototipe ini dapat mempermudah pengguna untuk melakukan kegiatan *monitoring* dan *controlling* parameter pH serta suhu pada budidaya akuaponik.

Kata Kunci: *Monitoring, Controlling, pH, Suhu, NodeMCU, ESP32, Budidaya Akuaponik, Internet of Things*

PENDAHULUAN

Akuaponik adalah sistem pertanian berkelanjutan yang mengkombinasikan akuakultur dan hidroponik yang menggunakan prinsip tanpa tanah dalam lingkungan yang bersifat simbiotik. Dalam sistem akuaponik ada beberapa parameter atau ukuran yang digunakan untuk mengontrol pertumbuhan tumbuhan dan ikan. Jika parameter ini dapat terkontrol dengan baik, maka sistem akan menghasilkan panen yang baik (Halim, 2018). Parameter tersebut terdiri dari suhu, pH, oksigen terlarut, sumber air, dan amonia. Secara umum, suhu yang cocok untuk ikan sekitar 24-27°C serta tanaman dan ikan dapat tumbuh baik antara rentang pH 5-7 (Halim, 2018). Pada akuakultur yang normal, ekskresi dari hewan yang dipelihara akan terakumulasi di air dan meningkatkan toksisitas air jika tidak dibuang. Dalam akuaponik, Nitrogen umumnya dibuang dalam bentuk nitrogen anorganik (amonia, nitrit, nitrat) dan nitrogen organik. Tanaman menyerap nitrogen dalam bentuk amonium dan nitrat, ion-ion ini berasal dari pemupukan dan dekomposisi bahan organik (Benbi & Richter, 2002). Ekskresi hewan diberikan kepada tanaman agar diurai dan dipecah menjadi nitrat dan nitrit melalui proses alami, dan dimanfaatkan oleh tanaman sebagai nutrisi. Oleh karena itu membuat tanaman mampu menyerap senyawa nitrogen yang dapat bersifat racun bagi ikan kemudian air bersirkulasi kembali ke sistem akuakultur. Perpaduan budidaya ikan dan tanaman hidroponik tidak lepas dari semangat *urban framing* dan *grow your own* yang diharapkan dapat mereduksi kekurangan kebutuhan hasil pertanian.

Limbah dari kegiatan budidaya biasanya berasal dari kotoran ikan dan sisa pakan dengan muatan berupa unsur Nitrogen (N) dan Phospat (P) dimana pada batas konsentrasi tertentu dapat mengakibatkan kematian pada ikan (Isti & Lila, 2015). Penyaring vital untuk

mempertahankan kondisi air agar sesuai kebutuhan ikan dan tanaman. Karena akuaponik terdiri dari 2 komponen, yaitu ikan dan tanaman. Ikan paling rentan perubahan kondisi air, penyaringan tidak sempurna dapat sangat berbahaya bagi ikan.

Pembuatan prototipe alat *monitoring* dan *controlling* pada budidaya akuaponik guna memenuhi efektifitas dan juga syarat ideal dari sistem akuaponik. Dewasa ini keterbatasan waktu kerap kali menjadi masalah dalam implementasi usaha di bidang pertanian bagi beberapa personal yang memiliki semangat *urban farming*, diharapkan dengan adanya rancangan prototipe dapat memberi kebermanfaatan serta kontribusi nyata sebagai solusi alternatif bagi masalah yang dihadapi masyarakat Indonesia agar tetap dapat menjaga semangat *grow your own*.

Penelitian sebelumnya pernah dilakukan oleh (Barus et al., 2018) yang merancang sebuah sistem otomatisasi kontrol kadar pH dan informasi suhu, sistem pengontrolan pH dapat bekerja apabila nilai pengukuran pH menyatakan kondisi pH tinggi atau pH rendah dan pada kondisi tersebut air akan mengalir ke tabung penyesuaian pH untuk melakukan kontrol. Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Barus et al., 2018) menyarankan agar lebih memperhatikan tata cara pengkalibrasian sensor pH agar mendapat hasil pengukuran yang lebih baik serta dalam pengembangan kedepannya sebaiknya dikembangkan agar dapat mengontrol keadaan suhu. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh (Jeprianto & Rohmah, 2021) Penelitian ini bertujuan untuk mempermudah petani dalam *monitoring* kualitas air, dan mengendalikan pengisian dan pengurasan air kolam dengan teknologi *Internet Of Things*, Karena alat ini berfokus pada kontrol pH, maka alat ini sangat memungkinkan untuk dikembangkan, terutama pada bagian sistem sensor. Pengembangan dapat berupa penambahan

kontrol untuk sensor kekeruhan, suhu atau bias keduanya.

Sistem *monitoring* dan *controlling* pada prototipe dibuat realtime pelaporannya agar pemilik dapat mengetahui nilai suhu dan pH air pada sistem akuaponik secara langsung. Pada penelitian ini peneliti mencoba untuk menyempurnakan sistem-sistem sebelumnya, seperti menambahkan sistem kontrol. Karena pada penelitian sebelumnya belum menyertakan sistem kontrol pada sistem yang dibuat, oleh karena itu peneliti menambahkan sistem kontrol untuk parameter suhu dan juga melakukan pengkalibrasian yang lebih optimal serta membangun aplikasi yang dapat memudahkan user untuk melakukan *monitoring* dan *controlling* parameter pH serta suhu. Pemilik akuaponik dapat melakukan pengamatan jarak jauh dengan menggunakan *smartphone* yang sudah terintegrasi langsung melalui aplikasi yang sudah ter-*install* sebelumnya.

Fokus penelitian prototipe alat *monitoring* dan *controlling* berbasis IoT terletak pada *monitoring* dan *controlling* suhu serta kadar pH air agar sesuai dengan acuan parameter yang ditentukan. Tujuan penelitian ini prototipe mampu melakukan monitoring serta controlling suhu dan kadar pH air untuk tetap berada pada kondisi ideal, serta mengefesiesikan waktu dan tenaga *urban farmer* dalam memelihara kondisi akuaponik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kerangka Teoritik

2.1.1 *Internet of Things*

Perkembangan penggunaan *internet* pada era modern ini berlangsung cepat dan menyentuh berbagai aspek dalam kehidupan masyarakat. Salah satu konsep penggunaan *internet* yang tengah berkembang adalah konsep *Internet of Things*. *Internet of Things* (IoT) adalah sebuah konsep dalam pemanfaatan konektivitas *internet* yang selalu

terhubung setiap saat (Hidayati et al. 2018).

2.1.2 *Monitoring*

Monitoring adalah suatu aktivitas yang dilakukan untuk mengetahui proses jalannya suatu program yang telah dirancang, apakah berjalan dengan baik sesuai dengan yang direncanakan, mengetahui hambatan yang terjadi dan bagaimana cara mengatasi hambatan tersebut (Vinola & Rakhman, 2020).

2.1.3 *Controlling*

Sistem kendali atau sistem kontrol (*control system*) adalah suatu alat untuk mengendalikan, memerintah dan mengatur keadaan dari suatu sistem. Sistem pengendali ini merupakan sebuah sistem yang mempertahankan sebuah nilai keluaran dari suatu variabel proses sesuai dengan yang diinginkan (*set point*). Tujuan dari sistem pengendalian yaitu untuk menjaga kualitas dan kuantitas suatu proses (Vinola & Rakhman, 2020).

2.1.4 Parameter pH

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Ia didefinisikan sebagai kologaritma aktivitas ion hidrogen (H⁺) yang terlarut. Koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara eksperimental, sehingga nilainya didasarkan pada perhitungan teoritis (Ihsanto & Hidayat, 2014).

2.1.5 Parameter Suhu

Suhu merupakan ukuran mengenai panas atau dinginnya suatu zat atau benda (Cahya, 2016). Suhu di definisikan sebagai suatu besaran fisika yang dimiliki bersama antara 2 benda ataupun lebih yang berada diantara kesetimbangan termal

2.1.6 Akuaponik

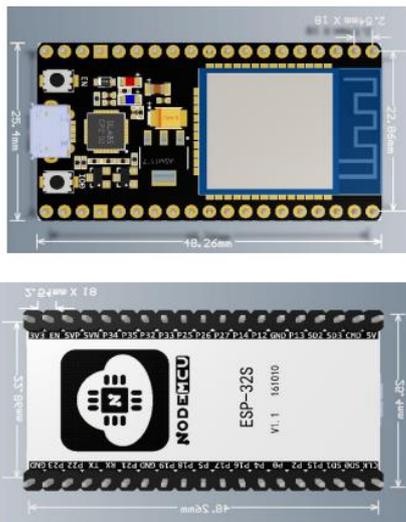
Akuaponik adalah kombinasi antara akuakultur dengan hidroponik yang menghasilkan simbiosis mutualisme atau saling menguntungkan (Flora, 2014). dalam prosesnya menggunakan air dari dalam kolam ikan, kemudian

disirkulasikan kembali kepada tanaman yang akan ditumbuhkan.

Perangkat Keras

2.1.7.1 NodeMCU ESP32S

ESP32 merupakan board development yang dikembangkan oleh Espressif System. ESP32 pada dasarnya juga sudah mendukung jaringan Wireless dengan daya operasi 3.2 Volt hingga 5 Volt (Imran & Rasul, 2020). Gambar 2.1 merupakan bentuk daripada ESP32S



Gambar 2.1 NodeMCU ESP32S
Sumber: <https://docs.ai-thinker.com/>

2.1.7.2 Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 berperan untuk merubah besaran panas yang di tangkap menjadi besaran tegangan. Tipe sensor suhu yang digunakan dalam sistem ini merupakan IC DS18B20, sensor ini memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Sensor ini sangat simpel dengan hanya memiliki buah 3 kaki. Kaki pertama IC DS18B20 dihubungkan ke sumber energi, kaki kedua selaku output serta kaki ketiga di hubungkan ke ground. Sensor suhu DS18B20 dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Sensor Suhu DS18B20
Sumber: www.ardutech.com

2.1.7.3 Sensor pH SEN0161-V2

Analog pH meter V2 dirancang khusus untuk mengukur pH larutan dan mencerminkan keasaman atau alkalinitasnya. Sensor ini umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi seperti akuaponik, akuakultur, dan pengujian air lingkungan, Sensor pH meter V2 dapat dilihat pada gambar 2.3 dan 2.4



Gambar 2.3 Transmitter SEN0161 V2
Sumber : www.dfrobot.com



Gambar 2.4 pH Probe SEN0161 V2
Sumber : www.dfrobot.com

2.1.8 Perangkat Lunak

2.1.8.1 Firebase

Firebase Database merupakan penyimpanan basis data nonSQL yang memungkinkan untuk menyimpan beberapa tipe data. Tipe data itu antara lain String, Long, dan Boolean. Data pada Firebase Database disimpan sebagai objek JSON tree. Tidak seperti basis data SQL,

tidak ada tabel dan baris pada basis data non-SQL.



Gambar 2.5 Logo Firebase

Sumber : www.Firebase.google.com

2.1.8.2 MIT App Inventor

MIT App Inventor adalah lingkungan pemrograman visual yang intuitif yang memungkinkan semua orang - bahkan anak-anak - untuk membangun aplikasi yang berfungsi penuh untuk smartphone dan tablet. Proyek MIT App Inventor berupaya mendemokratisasikan pengembangan perangkat lunak dengan memberdayakan semua orang, terutama kaum muda, untuk beralih dari konsumsi teknologi ke penciptaan teknologi.



Gambar 2.6 Logo MIT App Inventor

Sumber : <https://appinventor.mit.edu/>

3. METODOLOGI PENELITIAN

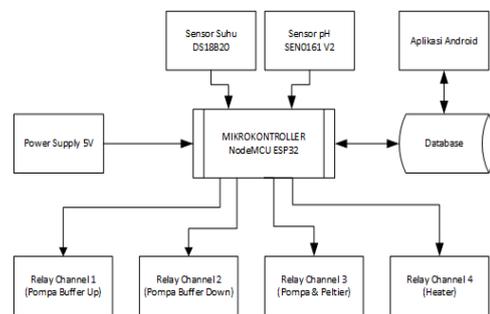
3.1 Metode Rekayasa Teknik

Pada perancangan Prototipe Alat *Monitoring* dan *Controlling* pH serta Suhu pada Budidaya Akuaponik Berbasis IoT peneliti menggunakan Metode Penelitian Rekayasa Teknik, yaitu memodifikasi dan menyusun ulang komponen pada sistem yang dilakukan pada desain dan implementasi atau dapat lebih luas pada representasi sistem secara keseluruhan, untuk mendapatkan metode tanpa menghapus semua komponen lama dan menghasilkan formula, model, prototipe, produk, sistem, atau rancangan yang lebih matang melalui beberapa pengembangan.

3.2 Deskripsi Kerja Alat

3.2.1 Diagram Blok Kerja Alat

Diagram blok alat Prototipe Alat *Monitoring* dan *Controlling* Budidaya Akuaponik Berbasis IoT ini dapat dilihat pada Gambar 3.1. Kualitas air di dalam wadah budidaya hewan akuatik akan diukur oleh probe Sensor pH dan suhu untuk mendapatkan data sebagai input yang nantinya akan diproses oleh ESP32. Kemudian data yang di-input oleh sensor akan dikirim ke cloud/server atau firebase yang telah terkoneksi. Data akan diproses oleh server yang nantinya akan dikonversikan, terakhir kumpulan data-data yang sudah diproses pada server akan di-input oleh aplikasi yang telah dibuat pada smartphone user berupa angka yang menunjukkan nilai suhu dan pH.



Gambar 3.1 Diagram Blok Alat

Sumber : Dokumentasi Pribadi

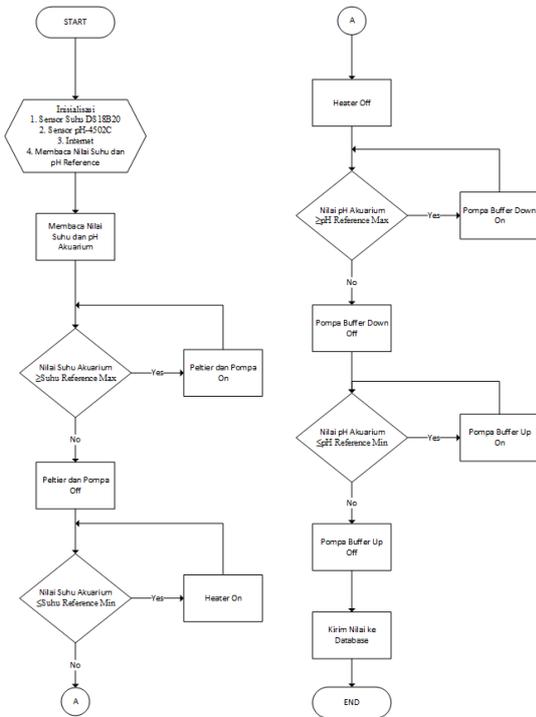
3.2.2 Flowchart Sistem Kerja Alat

Penelitian yang dibuat ini adalah Prototipe Alat *Monitoring* dan *Controlling* pH serta Suhu pada Budidaya Akuaponik Berbasis IoT yang menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32. Cara kerja alat ini yaitu ketika NodeMCU ESP32 dihubungkan ke power supply 5 VDC maka sistem akan aktif. Pertama sistem akan melakukan inialisasi yaitu mengecek koneksi modul, mengkalibrasi sensor, menghubungkan dengan wifi, dan database seperti pada Gambar 3.2.

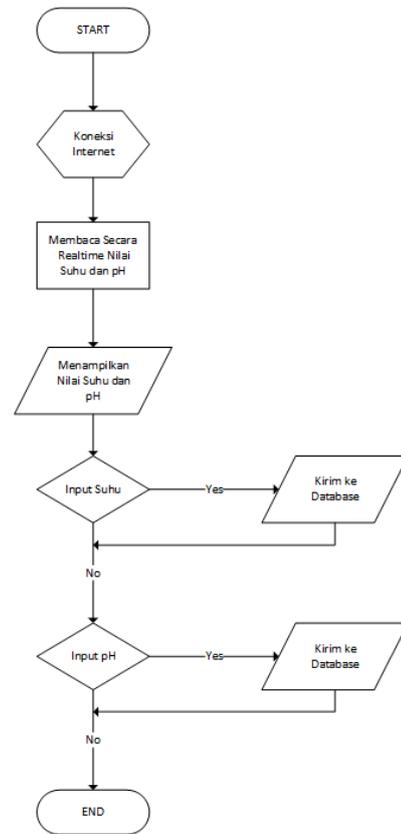
Selanjutnya adalah sensor DS18B20 akan mengambil nilai suhu dan sensor pH SEN0161 V2 akan mengambil nilai pH terakhir. Nilai suhu dan pH tersebut akan di baca oleh NodeMCU

ESP32 yang selanjutnya akan dikirimkan ke database. Nilai yang tersimpan pada database akan ditampilkan pada aplikasi android.

Pada aplikasi terdapat kolom input untuk melakukan pengaturan parameter suhu dan pH seperti pada Gambar 3.3. Nilai suhu dan pH yang telah ditetapkan pada aplikasi akan dikirimkan ke database.



Gambar 3.1 Flowchart Alat
Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 3.2 Flowchart Aplikasi Android
Sumber : Dokumentasi Pribadi

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Hasil Pengujian

Pengujian dilaksanakan di Student Center, Gedung G, Universitas Negeri Jakarta. Penelitian ini dilakukan pada rentang waktu semester 115 hingga 116 tahun akademik 2021/2022. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian pengukuran nilai pH, pengujian pengukuran nilai suhu, pengujian *monitoring*, pengujian input *set point* dan pengujian *controlling*.

4.1.1 Pengujian Pengukuran Suhu

Pengujian yang pertama adalah pengujian sensor suhu untuk mengukur nilai suhu dalam satuan derajat celsius (°C) pada Prototipe Alat Monitoring dan Controlling Budidaya Akuaponik Berbasis IoT. Thermometer yang digunakan untuk pengujian ini adalah TA-288 LCD Digital Probe Thermometer. Thermometer tersebut memiliki

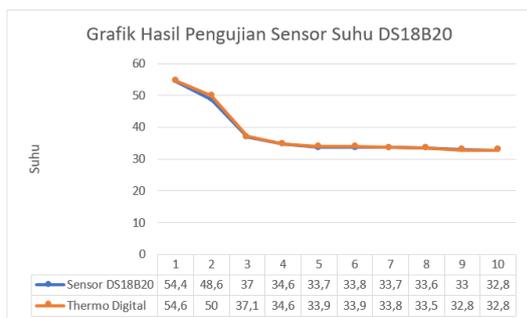
spesifikasi pengukuran rentang suhu -50 – +300 °C dengan nilai toleransi eror sebesar 1%. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Sumber : Dokumentasi Pribadi

| No | Sensor Suhu DS18B20 (°C) | Thermometer Digital (°C) | Tegangan Terukur | Selisih Pembacaan | Error (%) |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|-----------|
| 1. | 54,4 | 54,6 | 4,55 V | 0,20 | 0,37 |
| 2. | 48,6 | 50 | 4,56 V | 1,40 | 2,80 |
| 3. | 37 | 37,1 | 4,55 V | 0,10 | 0,27 |
| 4. | 34,6 | 34,6 | 4,56 V | 0 | 0 |
| 5. | 33,7 | 33,9 | 4,55 V | 0,20 | 0,59 |
| 6. | 33,8 | 33,9 | 4,55 V | 0,10 | 0,30 |
| 7. | 33,7 | 33,8 | 4,56 V | 0,10 | 0,30 |
| 8. | 33,6 | 33,5 | 4,56 V | 0,10 | 0,30 |
| 9. | 33 | 32,8 | 4,55 V | 0,20 | 0,61 |
| 10. | 32,8 | 32,8 | 4,55 V | 0 | 0 |
| Rata-rata Error (%) | | | | | 0,55 |

Gambar 4.1 merupakan grafik dari hasil pengujian pengukuran nilai suhu pada Prototipe Alat Monitoring dan Controlling Budidaya Akuaponik Berbasis IoT yang telah menggunakan persamaan polinomial yaitu memiliki nilai rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 0,55%.



Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4.1.2 Pengujian Pengukuran Suhu

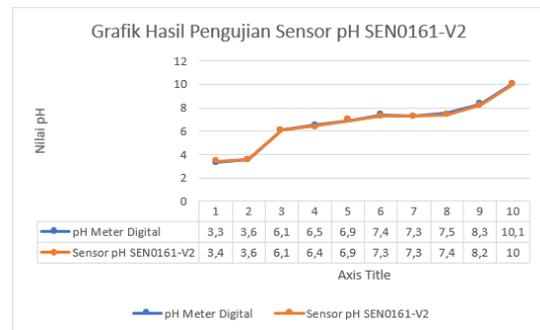
Pada pengujian yang kedua dilakukan adalah pengujian sensor pH SEN0161-V2 untuk mengukur nilai pH pada Prototipe Alat *Monitoring* dan *Controlling* Budidaya Akuaponik Berbasis IoT yang kemudian dibandingkan dengan pH meter digital, pH meter digital yang digunakan sebagai perangkat pengujian adalah pH Meter PH-009.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor pH

Sumber : Dokumentasi Pribadi

| No | Sensor pH SEN0161 | pH Meter Digital | Tegangan Terukur | Selisih Pembacaan | Error (%) |
|------------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------|
| 1. | 3,40 | 3,30 | 2,27 V | 0,10 | 2,94 |
| 2. | 3,60 | 3,60 | 2,38 V | 0 | 0 |
| 3. | 6,10 | 6,10 | 2,80 V | 0 | 0 |
| 4. | 6,40 | 6,50 | 2,79 V | 0,10 | 1,56 |
| 5. | 6,90 | 6,90 | 2,90 V | 0 | 0 |
| 6. | 7,30 | 7,40 | 2,95 V | 0,10 | 1,37 |
| 7. | 7,30 | 7,30 | 3,00 V | 0 | 0 |
| 8. | 7,40 | 7,50 | 3,06 V | 0,10 | 1,35 |
| 9. | 8,20 | 8,30 | 3,20 V | 0,10 | 1,21 |
| 10. | 10,00 | 10,10 | 3,55 V | 0,10 | 1,00 |
| Rata-rata Error pH (%) | | | | | 0,94 |

Berdasarkan data tabel 4.2 dan grafik pada gambar 4.2 maka nilai rata-rata kesalahan pengukuran nilai pH pada Prototipe Alat Monitoring dan Controlling Budidaya Akuaponik Berbasis IoT sebesar 0,94%.



Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian Sensor pH SEN0161-V2

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4.1.3 Pengujian *Monitoring* Nilai Suhu

Pada tabel 4.3 terdapat data nilai suhu yang ditampilkan pada monitor LCD dan Aplikasi Android. Sehingga didapatkan nilai pada saat prototipe mengirimkan data suhu sampai ditampilkan pada Aplikasi Android. Berdasarkan tabel 4.3, kesesuaian prototipe mengirimkan data nilai suhu ke aplikasi android memiliki kesesuaian 9 dari 10, 1 kesalahan disebabkan karena delay pengiriman data. Berikut merupakan tabel pengujian *monitoring* nilai suhu pada aplikasi android.

Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian *Monitoring* Nilai Suhu pada Aplikasi

Sumber : Dokumentasi Pribadi

| No | Nilai Suhu | Nilai Suhu | Keberhasilan |
|-----|---------------|----------------------------|--------------|
| | pada LCD (°C) | pada Aplikasi Android (°C) | |
| | Nilai Suhu | Nilai Suhu | |
| 1. | 27,20 | 27,18 | Sesuai |
| 2. | 26,90 | 26,78 | Tidak Sesuai |
| 3. | 26,60 | 26,59 | Sesuai |
| 4. | 28,30 | 28,28 | Sesuai |
| 5. | 30,40 | 30,42 | Sesuai |
| 6. | 30,90 | 30,87 | Sesuai |
| 7. | 31,60 | 31,64 | Sesuai |
| 8. | 32,40 | 32,40 | Sesuai |
| 9. | 32,60 | 32,60 | Sesuai |
| 10. | 33,50 | 33,49 | Sesuai |

4.1.4 Pengujian Monitoring Nilai pH

Data dari pengujian ini didapat dengan mencatat dan membandingkan secara realtime hasil baca nilai pH yang ada pada monitor LCD dan Aplikasi Android, fungsi dari dilakukan pengujian ini adalah untuk mengetahui kemampuan prototipe mengirimkan data nilai pH secara realtime, dan lama waktu prototipe untuk mengirimkan data nilai pH sehingga dapat ditampilkan pada Aplikasi Android. Hasil pengujian Monitoring Nilai pH pada Aplikasi Android dapat dilihat pada tabel 4.4. Pada tabel 4.4 terdapat data nilai suhu yang ditampilkan pada monitor LCD dan Aplikasi Android. Sehingga didapatkan nilai pada saat prototipe mengirimkan data pH sampai ditampilkan pada Aplikasi Android. Berdasarkan tabel 4.4, kesesuaian prototipe mengirimkan data nilai pH ke aplikasi android memiliki kesesuaian 10 dari 10 kali pengujian. Berikut merupakan tabel pengujian monitoring nilai suhu pada aplikasi android.

Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Monitoring Nilai pH pada Aplikasi
Sumber : Dokumentasi Pribadi

| No | Nilai pH | Nilai pH | Keberhasilan |
|-----|----------|-----------------------|--------------|
| | pada LCD | pada Aplikasi Android | |
| | Nilai pH | Nilai pH | |
| 1. | 7,70 | 7,69 | Sesuai |
| 2. | 7,60 | 7,58 | Sesuai |
| 3. | 6,40 | 6,39 | Sesuai |
| 4. | 6,60 | 6,58 | Sesuai |
| 5. | 5,40 | 5,42 | Sesuai |
| 6. | 6,00 | 6,00 | Sesuai |
| 7. | 4,00 | 3,96 | Sesuai |
| 8. | 3,60 | 3,63 | Sesuai |
| 9. | 4,30 | 4,28 | Sesuai |
| 10. | 5,40 | 5,44 | Sesuai |

4.1.5 Pengujian Input Parameter Reference Suhu

Pengujian *input* parameter *reference* Suhu untuk mengetahui keberhasilan sistem *controlling*. Pengujian ini dilakukan pada air dengan suhu 27,11°C dengan melakukan input parameter *reference* di aplikasi android sebagai batas maksimum dan minimum suhu. Setelah parameter dikirim, kemudian dilakukan validasi pada alat apakah pengaturan parameter berhasil atau tidak. Hasil pengujian pengaturan input parameter *reference* Suhu pada aplikasi android dapat dilihat pada tabel 4.5. Setelah melakukan input, selanjutnya batas maksimum dan minimum suhu prototipe diuji coba dengan melihat apakah alat berfungsi sesuai parameter yang telah ditentukan. Jika input yang dilakukan tidak sesuai maka aplikasi akan memberi notifikasi bahwa parameter yang di-input salah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pengaturan berhasil.

Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Input Parameter Reference Suhu
Sumber : Dokumentasi Pribadi

| No. | Input pada Aplikasi Android | | Nilai Batas pada Alat | | Cooler | Heater | Keberhasilan |
|-----|-----------------------------|----------|-----------------------|----------|--------|--------|---------------------|
| | Suhu Max | Suhu Min | Suhu Max | Suhu Min | | | |
| 1 | 29 | 27 | 29 | 27 | OFF | OFF | Pengaturan Berhasil |
| 2 | 27 | 25 | 27 | 25 | ON | OFF | Pengaturan Berhasil |
| 3 | 26 | 24 | 26 | 24 | ON | OFF | Pengaturan Berhasil |
| 4 | 28 | 26 | 28 | 26 | OFF | OFF | Pengaturan Berhasil |
| 5 | 30 | 29 | 30 | 29 | OFF | ON | Pengaturan Berhasil |

4.1.6 Pengujian Input Parameter Reference pH

Pengujian *input* parameter *reference* pH untuk mengetahui keberhasilan sistem *controlling*. Pengujian ini dilakukan pada air dengan pH 4,46 dengan melakukan input parameter *reference* di aplikasi android sebagai batas maksimum dan minimum pH. Setelah parameter diinput, kemudian dilakukan validasi pada alat apakah pengaturan parameter berhasil atau tidak. Hasil pengujian pengaturan *input* parameter *reference* pH pada aplikasi android dapat dilihat pada tabel 4.6. Setelah melakukan input, selanjutnya batas maksimum dan minimum pH

prototipe diuji coba dengan melihat apakah alat berfungsi sesuai parameter yang telah ditentukan. Jika input yang dilakukan tidak sesuai maka aplikasi akan memberi notifikasi bahwa parameter input salah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pengaturan berhasil.

Tabel 4.6 Data Hasil Pengujian *Input* Parameter *Reference* pH
Sumber : Dokumentasi Pribadi

| No. | Input pada Aplikasi Android | | Nilai Batas pada Alat | | Pompa pH Up | Pompa pH Down | Keberhasilan |
|-----|-----------------------------|--------|-----------------------|--------|-------------|---------------|---------------------|
| | pH Max | pH Min | pH Max | pH Min | | | |
| 1 | 7 | 5 | 7 | 5 | ON | OFF | Pengaturan Berhasil |
| 2 | 6 | 4 | 6 | 4 | OFF | OFF | Pengaturan Berhasil |
| 3 | 8,5 | 7 | 8,5 | 7 | ON | OFF | Pengaturan Berhasil |
| 4 | 7,6 | 6 | 7,6 | 6 | ON | OFF | Pengaturan Berhasil |
| 5 | 6,8 | 5,8 | 6,8 | 5,8 | ON | OFF | Pengaturan Berhasil |

4.1.7 Pengujian *Controlling* pH dan Suhu Air Pada Akuaponik

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keberhasilan sistem *controlling*. Pengujian dilakukan dengan membandingkan pH dan suhu air pada akuaponik yang dikontrol dan tidak untuk mengetahui kemampuan alat dalam *controlling* parameter pH dan suhu air yang ada pada akuaponik. Pada pengujian ini dilakukan pengaturan pH 5-7 dan suhu 26-29, dimana parameter pH dan suhu yang ditentukan merupakan parameter yang ideal untuk tanaman pakcoy dan ikan patin. Berikut hasil pengujian *controlling* pH dan suhu air pada akuaponik.

Tabel 4.7 Perubahan pH dan Suhu Air Pada Akuaponik Tanpa *Controlling* Alat
Sumber : Dokumentasi Pribadi

| No | Waktu | | | Nilai pH (pH) | | | Perubahan pH | Keterangan | Nilai Suhu (°C) | | | Perubahan Suhu | Keterangan |
|---------------------------|----------|----------|----------|---------------|----------|----------|--------------|------------|-----------------|----------|-------------|----------------|------------|
| | T0 | T1 | ΔT | Nilai T0 | Nilai T1 | Nilai T0 | | | Nilai T1 | Nilai T1 | | | |
| 1 | 12:00:00 | 13:00:00 | 01:00:00 | 8,01 | 8,30 | 0,29 | Tidak Ideal | 29,58 | 31,10 | 0,12 | Tidak Ideal | | |
| 2 | 13:00:00 | 14:00:00 | 01:00:00 | 8,30 | 8,40 | 0,10 | Tidak Ideal | 31,10 | 30,61 | 0,49 | Tidak Ideal | | |
| 3 | 14:00:00 | 15:00:00 | 01:00:00 | 8,40 | 8,43 | 0,03 | Tidak Ideal | 30,61 | 30,67 | 0,06 | Tidak Ideal | | |
| 4 | 15:00:00 | 16:00:00 | 01:00:00 | 8,43 | 8,31 | 0,12 | Tidak Ideal | 30,67 | 30,80 | 0,13 | Tidak Ideal | | |
| 5 | 16:00:00 | 17:00:00 | 01:00:00 | 8,31 | 8,43 | 0,12 | Tidak Ideal | 30,80 | 30,74 | 0,06 | Tidak Ideal | | |
| 6 | 17:00:00 | 18:00:00 | 01:00:00 | 8,43 | 8,32 | 0,11 | Tidak Ideal | 30,74 | 30,42 | 0,32 | Tidak Ideal | | |
| 7 | 18:00:00 | 19:00:00 | 01:00:00 | 8,32 | 8,31 | 0,01 | Tidak Ideal | 30,42 | 31,12 | 0,70 | Tidak Ideal | | |
| 8 | 19:00:00 | 20:00:00 | 01:00:00 | 8,31 | 8,30 | 0,01 | Tidak Ideal | 31,12 | 30,87 | 0,25 | Tidak Ideal | | |
| 9 | 20:00:00 | 21:00:00 | 01:00:00 | 8,30 | 8,20 | 0,10 | Tidak Ideal | 30,87 | 30,61 | 0,26 | Tidak Ideal | | |
| 10 | 21:00:00 | 22:00:00 | 01:00:00 | 8,20 | 8,18 | 0,02 | Tidak Ideal | 30,61 | 30,42 | 0,19 | Tidak Ideal | | |
| 11 | 22:00:00 | 23:00:00 | 01:00:00 | 8,18 | 8,20 | 0,02 | Tidak Ideal | 30,42 | 30,16 | 0,26 | Tidak Ideal | | |
| 12 | 23:00:00 | 24:00:00 | 01:00:00 | 8,20 | 8,16 | 0,04 | Tidak Ideal | 30,16 | 30,16 | 0 | Tidak Ideal | | |
| Rata-Rata Nilai pH & Suhu | | | | 8,29 | | | Tidak Ideal | 30,64 | | | Tidak Ideal | | |

Keterangan : Volume Air =12 L

Tabel 4.8 Perubahan pH dan Suhu Air Pada Akuaponik Dengan *Controlling* Alat

| No | Waktu | | | Nilai pH (pH) | | | Perubahan pH | Keterangan | Nilai Suhu (°C) | | | Perubahan Suhu | Keterangan |
|---------------------------|----------|----------|----------|---------------|----------|----------|--------------|------------|-----------------|----------|-------|----------------|------------|
| | T0 | T1 | ΔT | Nilai T0 | Nilai T1 | Nilai T0 | | | Nilai T1 | Nilai T1 | | | |
| 1 | 10:00:00 | 11:00:00 | 01:00:00 | 8,40 | 6,70 | 1,7 | Ideal | 31,10 | 28,41 | 2,69 | Ideal | | |
| 2 | 11:00:00 | 12:00:00 | 01:00:00 | 6,70 | 6,93 | 0,23 | Ideal | 28,41 | 27,31 | 1,10 | Ideal | | |
| 3 | 12:00:00 | 13:00:00 | 01:00:00 | 6,93 | 6,62 | 0,31 | Ideal | 27,31 | 27,11 | 0,13 | Ideal | | |
| 4 | 13:00:00 | 14:00:00 | 01:00:00 | 6,62 | 6,80 | 0,18 | Ideal | 27,11 | 27,20 | 0,09 | Ideal | | |
| 5 | 14:00:00 | 15:00:00 | 01:00:00 | 6,80 | 6,20 | 0,60 | Ideal | 27,20 | 27,50 | 0,30 | Ideal | | |
| 6 | 15:00:00 | 16:00:00 | 01:00:00 | 6,20 | 6,20 | 0 | Ideal | 27,50 | 27,00 | 0,50 | Ideal | | |
| 7 | 16:00:00 | 17:00:00 | 01:00:00 | 6,20 | 6,20 | 0 | Ideal | 27,00 | 27,10 | 0,10 | Ideal | | |
| 8 | 17:00:00 | 18:00:00 | 01:00:00 | 6,20 | 6,70 | 0,50 | Ideal | 27,10 | 27,20 | 0,10 | Ideal | | |
| 9 | 18:00:00 | 19:00:00 | 01:00:00 | 6,70 | 6,40 | 0,30 | Ideal | 27,20 | 27,20 | 0 | Ideal | | |
| 10 | 19:00:00 | 20:00:00 | 01:00:00 | 6,40 | 6,90 | 0,50 | Ideal | 27,20 | 27,20 | 0 | Ideal | | |
| 11 | 20:00:00 | 21:00:00 | 01:00:00 | 6,90 | 6,30 | 0,60 | Ideal | 27,20 | 27,10 | 0,10 | Ideal | | |
| 12 | 21:00:00 | 22:00:00 | 01:00:00 | 6,30 | 6,70 | 0,40 | Ideal | 27,10 | 27,00 | 0,10 | Ideal | | |
| Rata-Rata Nilai pH & Suhu | | | | 6,55 | | | Ideal | 27,27 | | | Ideal | | |

Keterangan : Volume Air =12 L

Pada tabel 4.7 dan 4.8 terdapat data yang menunjukkan perubahan nilai pH dan suhu air pada akuaponik tanpa *controlling* dan dengan *controlling* alat selama masing-masing 12 jam, hasil pengujian pH dan suhu tanpa *controlling* (tabel 4.7) menunjukkan bahwa rata-rata pH 8,29 dan suhu 30,64°C adalah rentang nilai yang tidak ideal untuk tanaman pakcoy dan ikan patin. Kemudian pada tabel 4.8 dilakukan pengujian *controlling* terhadap pH dan suhu air pada akuaponik. Data menunjukkan bahwa prototipe alat

monitoring dan *controlling* pH serta suhu pada budidaya akuaponik berbasis IoT dapat mempertahankan nilai pH dan suhu pada rentang yang ideal untuk tanaman pakcoy dan ikan patin, dengan rata-rata nilai pH 6,55 dan suhu 27,27 °C.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan rangkaian penelitian yang telah dilakukan, maka peneliti menyimpulkan:

- 1) Prototipe Alat *Monitoring* dan *Controlling* Budidaya Akuaponik Berbasis IoT dapat mengetahui nilai parameter pH dan suhu air pada budidaya akuaponik dari jarak jauh
- 2) Parameter pH dan suhu air pada budidaya akuaponik dapat dipantau secara realtime pada aplikasi android yang diperbaharui setiap 5 detik, *Monitoring* secara realtime memberikan dampak positif pada sistem dalam pengoptimalan *Controlling* parameter, baik *controlling* pH ataupun suhu untuk menghasilkan kondisi air yang ideal untuk budidaya akuaponik.
- 3) Prototipe Alat *Monitoring* dan *Controlling* Budidaya Akuaponik Berbasis IoT memiliki rata-rata kesalahan pengukuran untuk pH 1,82% sebelum menggunakan interpolasi polinomial menjadi 0,94% setelah menggunakan interpolasi polinomial dan Suhu 1,55% sebelum menggunakan interpolasi polinomial menjadi 0,55% setelah menggunakan interpolasi polinomial.
- 4) Prototipe alat *monitoring* dan *controlling* berbasis IoT memungkinkan User dapat melakukan *controlling* pH dan suhu air saat berada jauh dari budidaya akuaponik
- 5) User dapat mengatur nilai pH dan suhu air pada budidaya akuaponik sesuai dengan kebutuhan, pengaturan

ini dapat dilakukan dari jarak jauh melalui aplikasi android

- 6) Penggunaan internet pada prototipe alat *monitoring* dan *controlling* dapat mempermudah User untuk melakukan kegiatan pengecekan nilai pH dan suhu air, menentukan parameter pH dan suhu yang diinginkan, serta mengendalikan nilai pH dan suhu air agar tetap ideal untuk budidaya akuaponik.

5.2 Saran

5.2.1 Untuk Peneliti

- 1) Dalam pembuatan prototipe alat *monitoring* dan *controlling* berbasis IoT ini alat dan bahan yang digunakan masih belum baik, untuk penelitian selanjutnya peneliti berharap ada yang meningkatkan kualitas alat dan bahan dari prototipe tersebut.
- 2) Penggunaan *database* dan aplikasi tergolong masih sederhana, sehingga apabila terdapat lebih dari 1 *user* dibutuhkan penggunaan *database* yang lebih baik.

5.2.2 Untuk Lembaga / Universitas

- 1) Peneliti berharap agar pihak universitas melengkapi peralatan yang lebih baru dan modern menyesuaikan kebutuhan mahasiswa, agar mahasiswa dapat belajar lebih giat lagi di kampus.
- 2) Peneliti menyarankan agar pihak universitas mempersingkat waktu pada saat mahasiswa mengajukan judul penelitian.

5.2.3 Untuk Pembaca

- 1) Peneliti mengajak masyarakat penggiat budidaya pertanian dan perikanan agar terus berinovasi dalam mengembangkan berbagai penunjang berbasis teknologi.
- 2) Peneliti menyarankan masyarakat mengoptimalkan *Urban Farming* untuk mendukung pertumbuhan ekonomi Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Barus, E. E., Pingak, R. K., & Louk, A. C. (2018). Otomatisasi Sistem Kontrol pH Dan Informasi Suhu Pada Akuarium Menggunakan Arduino Uno Dan Raspberry Pi 3.
- Benbi, D. K., & Richter, J. (2002). A critical review of some approaches to modelling nitrogen mineralization. *Biology and Fertility of Soils*, 35(3), 168–183.
- Cahya, B. T. (2016). Pengaruh Suhu Terhadap Perpindahan Panas Pada Material yang Berbeda. 66(1), 37–39.
- Flora, M. (2014). Memanfaatkan Limbah Kolam Ikan untuk Akuaponik.
- Halim, J. (2018). *Akuaponik Pekarangan / Jimmy Halim .2018 (Cetakan 1). Penebar Swadaya.*
- Hidayati, Nurul et al. (2018). “Prototype Smart Home Dengan Modul Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet of Things (IoT).”
- Ihsanto, E., & Hidayat, S. (2014). Rancang Bangun Sistem Pengukuran Ph Meter Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno. 1–8.
- Imran, A., & Rasul, M. (2020). Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Esp32. *Jurnal Media Elektrik*, 17(2), 2721–9100. 3
- Isti, K., & Lila, G. (2015). Penelitian Remediasi Air Limbah Budidaya Perikanan Untuk Budidaya Ikan Air Tawar.
- Jeprianto, R., & Rohmah, R. N. (2021). Monitoring dan Controlling Kadar Ph pada Air Kolam Ikan dengan Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Esp Node Mcu. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 21(2), 95–102.
- Vinola, F., & Rakhman, A. (2020). Sistem Monitoring dan Controlling Suhu Ruang Berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 9(2), 117–126.