

RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN *MONITORING* AKUAPONIK MENGGUNAKAN IoT

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan
Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh:

Aulia Sabila	NIM : 1062235
Dwi Jaka Pratama	NIM : 1052236
Febry Yansha	NIM : 1052238

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG**

TAHUN 2025

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN *MONITORING* AKUAPONIK MENGGUNAKAN IoT

Oleh:

Aulia Sabila	NIM : 1062235
Dwi Jaka Pratama	NIM : 1052236
Febry Yansha	NIM : 1052238

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

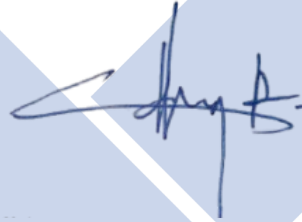
Menyetujui,

Pembimbing 1



Indra Dwisaputra, M.T.
NIP. 198811102014041002

Pembimbing 2



Sidhiq Andriyanto, S.T., M.Kom.
NIP. 199007182019031011

Penguji 1



Vivin Mahat Putri, M.Eng.
NIP. 199204252024062001

Penguji 2



Limartaida Siahaan, S.Agr. M.Sc.
NIP. 199703052024062003

PENYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa 1	:	Aulia Sabila	NIM : 1062235
Nama Mahasiswa 2	:	Dwi Jaka Pratama	NIM : 1052236
Nama Mahasiswa 3	:	Febry Yansha	NIM : 1052238

Dengan Judul : Rancang Bangun Sistem Kontrol dan *Monitoring*
Akuaponik Menggunakan IoT

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 25 Juli 2025

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. Aulia Sabila
2. Dwi Jaka Pratama
3. Febry Yansha



DAFTAR ISI

PROYEK AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PENYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
ABSTRAK	xi
<i>ABTRACT</i>	xii
KATA PENGANTAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
BAB II DASAR TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Sistem Akuaponik	8
2.3 Metode Penelitian	8
2.4 <i>Internet Of Things</i> (IoT)	10
2.5 <i>Unifled Modeling Language</i> (UML)	10
2.5.1 <i>Use Case</i>	11
2.5.2 <i>Activity Diagram</i>	11
2.5.3 <i>Class Diagram</i>	11

2.6	<i>Firebase</i>	12
2.7	Android Studio.....	12
2.8	Sensor Ultrasonik.....	13
2.9	NodeMCU ESP32.....	14
2.10	Sensor TDS.....	15
2.11	RTC (<i>Real-Time-Clock</i>).....	16
2.12	Sensor pH.....	18
2.13	Arduino Mega 2506.....	19
2.14	Sensor Suhu (DS18B20).....	19
BAB III METODE PELAKSANAAN.....		21
3.1	Diagram Alir.....	21
3.2	Perencanaan Proyek.....	22
3.3	Perencanaan Perangkat Keras.....	22
3.3.1	Perancangan Sistem.....	23
3.3.2	Desain Kontruksi.....	24
3.4	Analisa Kebutuhan Perangkat Lunak.....	25
3.5	Perencanaan Perangkat Lunak.....	26
3.5.1	<i>Use Case Diagram</i>	26
3.5.2	<i>Activity Diagram</i>	27
3.5.3	<i>Class Diagram</i>	33
3.5.4	Perencanaan Sistem.....	34
3.5.5	Desain Tampilan Aplikasi.....	36
BAB IV PEMBAHASAN.....		37
4.1	Deskripsi Alat.....	37
4.2	Perangkat Lunak.....	37
4.2.1	<i>Home User</i>	38

4.2.2	<i>Dashboard</i>	39
4.2.3	<i>Grafik History</i>	39
4.2.4	Profil.....	41
4.3	Perangkat Keras	42
4.4	Kalibrasi Sensor Ultrasonik	43
4.4.1	Pengujian Sensor Ultrasonik	46
4.4.2	Kalibrasi Sensor Ultrasonik Pada Volume Air	47
4.5	Kalibrasi Sensor Suhu DS18B20	50
4.5.1	Pengujian Sensor Suhu DS18B20.....	53
4.6	Kalibrasi Sensor TDS.....	55
4.6.1	Pengujian Sensor TDS	57
4.7	Kalibrasi Sensor pH	58
4.7.1	Pengujian Sensor pH.....	61
4.8	Pengujian Aplikasi	62
4.8.1	Pengujian Kontrol Manual Pada Aplikasi	63
4.8.2	Penimbangan Pakan Ikan Pada Sistem Akuaponik	63
BAB V PENUTUP		76
5.1	Kesimpulan	76
5.2	Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA		78
LAMPIRAN.....		81

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	4
Tabel 4. 1 Data Kalibrasi Sensor Ultrasonik.....	45
Tabel 4. 2 Data Pengujian Sensor Ultrasonik.....	46
Tabel 4. 3 Data Kalibrasi Sensor Pada Volume Air.....	47
Tabel 4. 4 Data Kalibrasi Sensor Suhu DS18B20.....	51
Tabel 4. 5 Data Pengujian Sensor Suhu DS18B20	54
Tabel 4. 6 Data Kalibrasi Sensor TDS	56
Tabel 4. 7 Data Pengujian Sensor TDS	57
Tabel 4. 8 Data Kalibrasi Sensor pH.....	60
Tabel 4. 9 Data Pengujian Sensor pH.....	61
Tabel 4. 10 Data kontrol manual dalam sistem akuaponik	63
Tabel 4. 11 Data berat pakan ikan	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Metode Prototype	9
Gambar 2. 2 <i>Firebase</i>	12
Gambar 2. 3 Android Studio	13
Gambar 2. 4 Sensor Ultrasonik	14
Gambar 2. 5 NodeMCU ESP32	14
Gambar 2. 6 Sensor TDS	16
Gambar 2. 7 RTC	17
Gambar 2. 8 Sensor pH	18
Gambar 2. 9 Arduino Mega.....	19
Gambar 2. 10 Sensor Suhu.....	20
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	21
Gambar 3. 2 Blok Diagram	23
Gambar 3. 3 Desain Kontruksi.....	24
Gambar 3. 4 <i>Use Case</i> Pengguna.....	27
Gambar 3. 5 <i>Activity Diagram</i> Login Pengguna.....	28
Gambar 3. 6 <i>Activity Diagram</i> Beri Pakan Ikan	29
Gambar 3. 7 <i>Activity Diagram</i> Beri Nutrisi	30
Gambar 3. 8 <i>Activity Diagram</i> Menampilkan Grafik History	31
Gambar 3. 9 <i>Activity Diagram</i> pH Up	32
Gambar 3. 10 <i>Activity Diagram</i> pH Down.....	33
Gambar 3. 11 <i>Class Diagram</i>	34
Gambar 3. 12 Desain Login	36
Gambar 3. 13 Desain Dashboard	36
Gambar 4. 1 Tampilan Login	38
Gambar 4. 2 Tampilan Dashboard.....	39
Gambar 4. 3 Tampilan History	40
Gambar 4. 4 Tampilan Grafik	41
Gambar 4. 5 Tampilan Profil.....	42

Gambar 4. 6 Rangkaian <i>Hardware</i>	43
Gambar 4. 7 Rangkain Sensor Ultrasonik.....	44
Gambar 4. 8 Program Arduino Kalibrasi Sensor Ultrasonik.....	44
Gambar 4. 9 Grafik Pembacaan Sensor Ultrasonik	45
Gambar 4. 10 Program Arduino Regresi Linier Ultrasonik	46
Gambar 4. 11 Pengujian Jarak Benda pada Sensor Ultrasonik	47
Gambar 4. 12 Grafik Hubungan Jarak dan Volume pada Drum	48
Gambar 4. 13 Program Arduino Pengujian Sensor Ultrasonik pada Drum	49
Gambar 4. 14 Pengujian Jarak Volume pada Drum	49
Gambar 4. 15 Rangkaian Sensor Suhu DS18B20.....	50
Gambar 4. 16 Program Arduino Kalibrasi Sensor Suhu DS18B20	51
Gambar 4. 17 Grafik Hubungan Nilai Suhu Antara Sensor dan Termometer.....	52
Gambar 4. 18 Program Arduino Menggunakan Rumus Regresi Linier.....	53
Gambar 4. 19 Pengujian Termometer pada Air Panas	54
Gambar 4. 20 Pengujian Termometer pada Batu Es	54
Gambar 4. 21 Rangkain Sensor TDS	55
Gambar 4. 22 Program Arduino Kalibrasi Sensor TDS.....	55
Gambar 4. 23 Grafik Hubungan PPM dan ADC pada Sensor TDS.....	56
Gambar 4. 24 Pengujian pada Alat Ukur	58
Gambar 4. 25 Rangkaian Sensor pH.....	58
Gambar 4. 26 Program Arduino Kalibrasi Sensor pH.....	59
Gambar 4. 27 Sampel Larutan Buffer	59
Gambar 4. 28 Grafik Persamaan Pembacaan Sensor pH	60
Gambar 4. 29 Program Ardunio Pembacaan Sensor pH	61
Gambar 4. 30 Pengujian Sensor pH dan pH meter	62
Gambar 4. 31 Pengujian Pembacaan Sensor Pada Aplikasi dan LCD.....	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Daftar Riwayat Hidup.....	81
---	----



ABSTRAK

Sistem akuaponik merupakan metode pertanian berkelanjutan yang menggabungkan budidaya ikan (akuakultur) dan tanaman (hidroponik) dalam satu ekosistem terpadu. Untuk mengontrol dan memonitoring, suhu, pH, nutrisi, dan volume secara berkala dalam pengelolaan sistem tersebut, teknologi Internet of Things (IoT) diterapkan sebagai solusi otomatisasi dan pemantauan *real-time*. Proyek akhir ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem kontrol dan *monitoring* akuaponik berbasis IoT yang dapat memantau parameter lingkungan seperti pH, suhu, volume, nutrisi secara otomatis melalui sensor-sensor yang terintegrasi. Sistem ini dibangun menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32 yang terhubung dengan berbagai sensor dan aktuator, serta dikendalikan melalui aplikasi Android berbasis *Firebase*. Metodologi pengembangan yang digunakan adalah metode prototype, memungkinkan interaksi langsung antara pengguna dan sistem sejak tahap awal perancangan. Hasil kalibrasi menunjukkan bahwa sensor ultrasonik memiliki tingkat akurasi rata-rata 99,54%, sensor suhu DS18B20 sebesar 98,45%, dan sensor TDS sebesar 94,4%, sehingga dapat mendukung pengelolaan akuaponik secara efisien.

Kata kunci: Akuaponik, IoT, otomatisasi.

ABTRACT

The aquaponics system is a sustainable agricultural method that combines fish cultivation (aquaculture) and plants (hydroponics) in one integrated ecosystem. To control and monitor temperature, pH, nutrients and volume periodically in managing the system, Internet of Things (IoT) technology is applied as a real-time automation and monitoring solution. This final project aims to design and develop an IoT-based aquaponics control and monitoring system that can monitor environmental parameters such as pH, temperature, volume, nutrients automatically through integrated sensors. This system was built using a NodeMCU ESP32 microcontroller connected to various sensors and actuators, and controlled via a Firebase-based Android application. The development methodology used is the prototype method, allowing direct interaction between users and the system from the early design stages. The calibration results show that the ultrasonic sensor has an average accuracy rate of 99.54%, the DS18B20 temperature sensor is 98.45%, and the TDS sensor is 94.4%, so it can support efficient aquaponics management.

Keywords: Aquaponics, IoT, automation.

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. Karena berkat Rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Proyek Akhir dengan judul “ ***Sistem Kontrol dan Monitoring Akuaponik Menggunakan IoT*** ” ini dengan baik dan tepat waktu. Laporan akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan mahasiswa untuk menyelesaikan Proyek Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan Proyek Akhir ini, masih terdapat banyak kekurangan dengan keterbatasan kemampuan penulis. Namun, berkat rahmat Allah SWT dan bimbingan dari berbagai pihak, akhirnya laporan proyek akhir ini berhasil diselesaikan. Penulis berharap agar laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembacanya, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D., selaku Direktur di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
2. Bapak Indra Dwisaputra, M.T., selaku pembimbing 1 yang telah banyak membantu meluangkan waktu, mengarahkan dan memberi solusi dan saran dari permasalahan dalam pembuatan dan penyusunan laporan proyek akhir ini.
3. Sidhiq Andriyanto, S.T., M.Kom. selaku pembimbing 2 yang telah membantu dan meluangkan waktu, mengarahkan dan memberi solusi dan saran dari permasalahan dalam pembuatan dan penyusunan laporan proyek akhir ini.
4. Dosen dan staff pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, yang telah mendidik penulis selama kuliah.
5. Orang tua beserta keluarga yang selalu memberikan dukungan, doa, dan materi kepada penulis.
6. Teman-teman kelas RPL B dan STE B, yang memberikan dukungan, semangat, bantuan, serta masukan dalam pembuatan proyek akhir ini.

7. Pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penyusunan proyek akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, mengingat penulis adalah manusia biasa yang tak lepas dari kesalahan. Kebenaran hanya berasal dari Allah SWT, sementara kesalahan merupakan hasil dari keterbatasan penulis sendiri. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik, dan saran yang membangun dari pembaca agar dapat mendukung pengembangan dan perbaikan penulisan selanjutnya.

Penulis sangat berharap bahwa laporan tugas akhir dan alat yang telah dibuat ini dapat memberikan manfaat bagi pihak yang berkepentingan.

Sungailiat, 25 Juli 2025

Penulis

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi dalam bidang pertanian secara komersial yang ramah lingkungan dan semakin berkembang. Salah satu teknologi pertanian yang disukai dan terus dikembangkan adalah sistem akuaponik (Gelvan Laurens Tuapetel, 2019). Sistem akuaponik adalah suatu metode bertani yang menggabungkan akuakultur (budidaya ikan) dengan hidroponik (budidaya tanaman dalam air) dalam satu sistem yang terintegrasi, sehingga memungkinkan pertumbuhan tanaman dan ikan secara bersamaan dan saling menguntungkan (Muhamad et al., 2024). Dalam sistem akuaponik, limbah yang dihasilkan oleh ikan digunakan sebagai nutrisi bagi tanaman, sehingga mengurangi kebutuhan akan pupuk kimia dan menghemat sumber daya air.

Berkembangnya teknologi di bidang elektronika dan IoT, sistem akuaponik dapat diintegrasikan dengan berbagai teknologi canggih, seperti sensor dan aktuator yang dapat memantau dan mengontrol kondisi lingkungan, seperti suhu, pH, nutrisi, dan volume air. Sistem otomatisasi yang dapat mengatur penggunaan air, nutrisi, dan cahaya (Hasan et al., 2023). Selain itu dengan adanya sistem kontrol dan *monitoring* air yang diisi pada bak ikan dan tanaman sayur dapat dilihat dari kualitas air apakah sudah cocok untuk ikan dan sayuran tersebut. Teknologi IoT yang dapat memantau dan mengontrol sistem akuaponik secara *real-time*. Dengan demikian, sistem akuaponik dapat menjadi lebih efisien, efektif, dan berkelanjutan, serta dapat meningkatkan produksi pangan dan mengurangi dampak lingkungan.

Sistem akuaponik memerlukan pengawasan dan *monitoring* yang ketat untuk memastikan keseimbangan lingkungan, kesehatan tanaman dan ikan, dengan menggunakan IoT memungkinkan penggunaan sensor-sensor yang mengontrol kondisi lingkungan serta melakukan otomasi dan kontrol sistem (Jagat & Sundari, 2022). Tak hanya itu tak semua orang dapat selalu memantau akuaponiknya ada juga yang lupa memberi makan, menambah nutrisi, mengetahui kondisi air terutama nilai pH dan suhu air pada akuaponik.

Perancangan sistem akuaponik yang efektif, efisien, dan berkelanjutan, pengembangan sistem *monitoring* dan kontrol dalam budidaya akuaponik dapat mempermudah para pengusaha karena ramah lingkungan, hemat biaya dan bisa membudidayakan ikan dan tanaman sayur secara bersamaan (Jagat & Sundari, 2022). Solusi yang di tawarkan melalui proyek akhir ini adalah sistem kontrol dan *monitoring* menggunakan IoT yang dapat diakses secara *real-time* dan otomatis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka rumusan masalah dari penulisan proyek akhir, berikut ini rumusan masalahnya:

1. Bagaimana merancang sistem kontrol dan *monitoring* berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu memantau dan mengelola kondisi lingkungan pada sistem akuaponik secara *real-time* dan otomatis?
2. Bagaimana merancang dan mengembangkan antarmuka aplikasi *monitoring* akuaponik yang mampu menampilkan data sensor secara *real-time* serta menyediakan fitur kontrol dan manajemen akun yang mudah digunakan oleh pengguna?
3. Bagaimana merancang dan mengintegrasikan perangkat keras berbasis mikrokontroler untuk mengotomatisasi pemantauan dan pengendalian sistem akuaponik secara *real-time* melalui jaringan internet?
4. Bagaimana melakukan kalibrasi dan pengujian sensor ultrasonik agar dapat mengukur jarak dan volume air secara akurat dalam sistem akuaponik berbasis mikrokontroler?
5. Bagaimana melakukan kalibrasi dan pengujian sensor suhu DS18B20 agar mampu menghasilkan pembacaan suhu air yang akurat dan sesuai dengan nilai referensi dari alat ukur termometer dalam sistem akuaponik?
6. Bagaimana melakukan kalibrasi dan pengujian sensor TDS untuk memperoleh pembacaan nilai PPM yang akurat dan dapat dikonversi secara linier dari nilai ADC dalam sistem pemantauan kualitas air akuaponik?
7. Bagaimana melakukan kalibrasi dan pengujian sensor pH agar mampu menghasilkan nilai pH yang akurat dan sebanding dengan alat ukur standar dalam sistem pemantauan kualitas air akuaponik?

8. Bagaimana memastikan bahwa aplikasi kontrol dan *monitoring* akuaponik dapat menjalankan fungsi pemantauan sensor dan pengendalian perangkat secara manual melalui *smartphone* dengan akurasi dan respons yang sesuai?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari pembuatan proyek akhir ini adalah :

1. Merancang sistem kontrol dan *monitoring* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu memantau dan mengelola parameter lingkungan akuaponik secara otomatis dan *real-time*.
2. Mengembangkan aplikasi monitoring akuaponik dengan antarmuka pengguna yang intuitif dan fitur lengkap, seperti login, *dashboard* data sensor, *grafik history*, serta pengelolaan akun.
3. Membangun dan mengintegrasikan perangkat keras berbasis mikrokontroler yang mampu membaca data sensor dan mengendalikan aktuator untuk mendukung otomatisasi sistem akuaponik.
4. Melakukan kalibrasi dan pengujian sensor ultrasonik untuk memperoleh konversi nilai sensor ke satuan jarak dan volume air secara akurat dalam sistem akuaponik.
5. Mengkalibrasi dan menguji sensor suhu DS18B20 agar dapat memberikan hasil pembacaan yang presisi dan linier terhadap alat ukur standar dalam pemantauan suhu air.
6. Mengembangkan metode kalibrasi sensor TDS untuk mengonversi nilai ADC menjadi PPM dengan akurasi tinggi dalam pengukuran kadar nutrisi terlarut pada air akuaponik.
7. Mengkalibrasi dan menguji sensor pH agar mampu membaca tingkat keasaman atau kebasaan air dengan akurasi tinggi yang setara dengan alat pH meter standar.
8. Menguji performa aplikasi kontrol akuaponik dalam menjalankan fungsi pemantauan dan pengendalian sistem (pH, nutrisi, dan pakan) secara manual melalui *smartphone* dengan akurasi maksimal.

BAB II DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka penulis berfokus pada penelitian terdahulu yang relevan dengan proyek akhir yang berjudul Rancang Bangun Sistem Kontrol dan *Monitoring* Akuaponik Menggunakan IoT. Berikut hasil penelitian sebelumnya:

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Hasil	Perbedaan atau Persamaan
1.	Kontrol dan <i>Monitoring</i> Tanaman Hidroponik Sistem Nutrient Film Technique Berbasis IoT	Rancang Bangun Sistem Penelitian ini mengembangkan sistem <i>monitoring</i> dan kontrol hidroponik berbasis IoT yang mampu memantau suhu, pH, TDS, dan kelembaban secara <i>real-time</i> serta mengendalikan pompa dan pencampuran nutrisi otomatis melalui aplikasi web. Hasil pengujian menunjukkan sistem berjalan baik, memudahkan pemantauan dan kontrol, meski ada kendala pada akurasi sensor TDS dan beberapa bug koneksi pada modul WiFi ESP32 (Endryanto & Khomariah, 2022).	Persamaan pada penelitian ini adalah sama menggunakan IoT, untuk mengontrol dan memonitoring suhu, pH, TDS. Terdapat perbedaan pada sistem, mulai dari penambahan akuakultur pada hidroponik, sehingga terdapat penambahan sistem pakan otomatis sesuai jadwal yang di tentukan dan penggunaan aplikasi yang dibuat khusus untuk sistem akuaponik.

2.	Sistem Kontrol dan <i>Monitoring</i> Kadar pH Air Pada Sistem Akuaponik Berbasis NODEMCU ESP8366 Menggunakan Telegram	Sistem Kontrol dan <i>monitoring</i> pada pH air pada sistem akuaponik berbasis NodeMCU ESP8266 Menggunakan Telegram sebagai user Interface alat ini dapat dengan baik membaca kadar pH air yang didapatkan dari inputan data analog pada sensor dan akan menampilkan persentase Nilai pH pada aplikasi Telegram yang berfungsi untuk mengontrol sistem (Ilmu et al., 2020).	Pada penelitian terdapat perbedaan pada penggunaan NodeMCU ESP32 pada proyek akhir ini penulis menggunakan ESP32. Akan tetapi terdapat perbedaan pada sistem kontrol seperti pemberian pakan ikan, penetral pH, penambahan nutrisi, pengisian air otomatis, pembuangan air otomatis dan menggunakan aplikasi yang di buat untuk mengontrol beberapa parameter yang terdapat pada sistem ini.
3.	Implementasi Mikrokontroler Berbasis IoT Untuk Optimalisasi Kinerja Sistem Akuaponik	Mikrokontroler dapat digunakan sebagai alat kontrol perangkat sistem akuaponik melalui internet dengan sistem kendali jarak jauh. Perangkat mikrokontroler membantu pemilik dalam mengontrol pengoperasian pompa resirkulasi dan alat pakan ikan. Mikrokontroler juga membantu pemilik mendapatkan informasi <i>real-time</i> tentang kondisi air kolam (suhu dan pH). Mikrokontroler telah meningkatkan kinerja sistem akuaponik secara nyata. Pemilik kini telah lebih mudah mengakses perangkat	Pada penelitian ini memiliki persamaan pada penerapan mikrokontroler tipe NodeMCU ESP32, serta pemberian pakan ikan menggunakan android, akan tetapi terdapat perbedaan pada metode penelitian yang digunakan serta penetral pH, penambahan nutrisi, dan pembuangan air otomatis.

		akuaponik meski tidak berada di lokasi sistem akuaponik (Nasution et al., 2023).	
4.	Implementasi Kebun Cerdas Pada Perkebunan Hidroponik Sistem <i>Deep Flow Technique</i> (DFT) Terintegrasi IoT	Implementasi kebun cerdas pada perkebunan hidroponik merupakan sebuah konsep sistem yang diharapkan dapat melakukan <i>monitoring</i> setiap aspek yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman pada sistem hidroponik dari jarak jauh menggunakan <i>Internet of Think</i> (IoT) (Kuswara & Syahfiqri, 2023).	Pada penelitian ini memiliki perbedaan yang terdapat pada akuponik, jadi untuk penelitian dengan judul Implementasi Kebun Cerdas Pada Perkebunan Hidroponik Sistem <i>Deep Flow Technique</i> (DFT) Terintegrasi IoT, hanya menggunakan hidroponik saja.
5.	Sistem Kendali TDS dan pH Pada Akuaponik Menggunakan Metode Logika <i>Fuzzy</i> Berbasis IoT	Penelitian ini mengembangkan sistem <i>monitoring</i> pH dan TDS pada akuaponik menggunakan teknologi Internet of Things (IoT) dan <i>Firebase</i> . Sistem ini memantau kondisi tanaman dan ikan secara <i>real-time</i> , mengendalikan pompa secara otomatis, dan menyimpan data pada <i>Firebase</i> untuk analisis lebih lanjut. Dengan menggunakan logika <i>Fuzzy</i> , sistem ini dapat mengolah data bukan <i>biner</i> dan <i>non-linier</i> untuk menentukan keputusan yang tepat. Sistem ini juga memanfaatkan IoT untuk	Pada penelitian ini memiliki persamaan pada sensor TDS dan penggunaan aplikasi sebagai pemantauan lewat android, terdapat perbedaan pada metode yang digunakan, pada proyek akhir menggunakan <i>prototype</i> , sistem kontrol seperti pemberian pakan ikan, penetral pH, penambahan nutrisi, dan pembuangan air otomatis.

		menghubungkan semua perangkat dan mengirimkan data secara <i>real-time</i> . Dengan demikian, sistem ini dapat membantu meningkatkan efisiensi dan produktivitas akuaponik (A. D. Ramadhan, 2023).	
--	--	--	--

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan tinjauan pustaka yang dikaji, dapat disimpulkan bahwa pengembangan aplikasi Kontrol & *Monitoring* Akuaponik berbasis IoT dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi para petani dalam mengelola sistem akuaponik. Dengan adanya sistem ini, petani dapat dengan mudah memantau dan mengontrol kondisi akuaponik secara *real-time*, sehingga memastikan bahwa kualitas air, kadar nutrisi, serta kondisi lingkungan tetap optimal untuk pertumbuhan tanaman dan ikan.

Seperti yang telah dibuktikan dalam berbagai penelitian sebelumnya, penerapan sistem kontrol dan *monitoring* berbasis IoT dapat meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan akuaponik. Melalui aplikasi berbasis *Android*, pengguna dapat menerima data sensor secara langsung, seperti pH air, suhu, dan tingkat TDS, serta melakukan tindakan yang diperlukan melalui fitur kontrol otomatis maupun manual. Dengan demikian, risiko kesalahan manusia dalam pemeliharaan sistem dapat diminimalisir, serta memungkinkan respon yang lebih cepat terhadap perubahan kondisi lingkungan.

Selain itu, penggunaan teknologi IoT dapat diakses kapan saja dan di mana saja, selama perangkat terhubung ke internet. Hal ini tidak hanya meningkatkan produktivitas petani, tetapi juga memberikan fleksibilitas lebih dalam mengelola sistem akuaponik, bahkan dari jarak jauh. Dengan adanya pengembangan aplikasi ini, diharapkan teknologi pertanian berbasis akuaponik dapat lebih mudah diterapkan oleh para petani, sehingga mendukung pertanian yang lebih modern, efisien, dan berkelanjutan.

2.2 Sistem Akuaponik

Menurut (Azhari & Tomaso, 2018) akuaponik adalah sistem perikanan berkelanjutan yang mengkombinasikan antara akuakultur dalam lingkungan yang bersifat simbiotik, keunggulan dari sistem budidaya akuaponik adalah tidak memakan banyak tempat, hemat air, tidak memerlukan banyak pupuk, dan bebas dari kontaminasi.

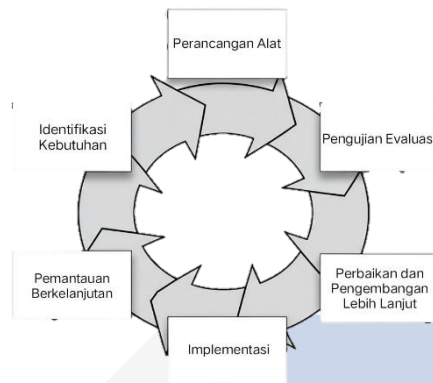
Adanya metode sistem kontrol dan *monitoring* dapat mempermudah pengontrolan akuaponik ini diharapkan dapat memberikan manfaat nyata kepada orang-orang yang ingin bercocok tanam dalam sistem akuaponik, membuat mereka tidak perlu melihatnya secara langsung karena sistem ini dapat mengawasi pH air untuk kesehatan ikan dan tanaman, suhu air untuk mendukung pertumbuhan optimal, volume air agar sistem tetap stabil, serta nutrisi (TDS) sebagai indikator kecukupan nutrisi terlarut. *Monitoring* rutin keempat parameter ini diperlukan agar sistem berjalan efektif, dengan itu *monitoiring* dapat dilakukan melalui *smartphone*. Sensor-sensor ini wajib digunakan untuk pengambilan keputusan yang tepat secara *real-time*, sehingga sistem dapat bekerja secara otomatis dan responsif terhadap perubahan kondisi lingkungan.

Dalam sistem akuaponik, pengaturan pH, nutrisi (TDS), volume air, dan suhu sangat penting untuk menjaga keseimbangan antara kebutuhan ikan dan tanaman. pH memengaruhi kesehatan ikan dan penyerapan nutrisi oleh tanaman, TDS menunjukkan kecukupan nutrisi terlarut untuk tanaman tanpa membahayakan ikan, volume air memastikan sirkulasi dan oksigen cukup bagi keduanya, serta suhu mendukung metabolisme ikan dan pertumbuhan optimal tanaman. *Monitoring* keempat parameter ini secara *real-time* memungkinkan sistem bekerja otomatis, efisien, dan responsif terhadap perubahan lingkungan.

2.3 Metode Penelitian

Menurut (M. Z. Ramadhan & Angelia, 2023) menggunakan metode *prototype* menjadi sistem yang dapat dioperasikan dalam tahap implementasi. Dengan menggunakan metode *prototype*, pengembang dan pengguna dapat berinteraksi langsung dengan model awal sistem yang sebenarnya, *prototype* dapat diuji sebelum pengembangan penuh, kesalahan dalam desain dapat dideteksi lebih awal. Pengguna dapat memberikan masukan langsung terhadap *prototype* yang telah dibuat, sehingga dapat memperbaiki sistem berdasarkan umpan balik. Pengguna merasa lebih terlibat dalam proses pengembangan dan hasil sesuai kebutuhan

pengguna. Pengembang lebih mudah memperkirakan sumber daya yang dibutuhkan untuk pengembang, dalam tenaga kerja maupun biaya. Hal ini dapat membantu perencanaan proyek yang lebih efisien.



Gambar 2. 1 Metode *Prototype*

Berikut ini adalah penjelasan dari tahap-tahap metode *prototype*:

1. Identifikasi Kebutuhan:

Tahap awal dalam proses ini adalah mengidentifikasi kebutuhan sistem yang akan dikembangkan. Pada tahap ini, dilakukan analisis terhadap masalah yang ada dan menentukan spesifikasi serta fitur yang dibutuhkan.

2. Perancangan Alat:

Setelah kebutuhan sistem teridentifikasi, tahap selanjutnya adalah perancangan alat atau sistem yang sesuai dengan spesifikasi. Perancangan ini dapat mencakup desain perangkat keras dan perangkat lunak yang akan digunakan.

3. Pengujian dan Evaluasi:

Setelah alat dirancang, dilakukan pengujian dan evaluasi untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Pengujian ini dapat mencakup uji coba kinerja, keandalan, dan efektivitas sistem dalam memenuhi kebutuhan yang telah diidentifikasi.

4. Perbaikan dan Pengembangan Lebih Lanjut:

Jika dalam tahap pengujian ditemukan kekurangan atau kesalahan dalam sistem, maka dilakukan perbaikan dan pengembangan lebih lanjut. Proses ini dapat melibatkan revisi desain, peningkatan fitur, atau perbaikan bug agar sistem dapat bekerja dengan lebih optimal.

5. Implementasi:

Setelah sistem berhasil melewati tahap pengujian dan evaluasi, selanjutnya dilakukan implementasi di lingkungan operasional yang sesungguhnya. Jika sistem tidak memenuhi standar yang diinginkan, maka kembali ke tahap perancangan alat untuk diperbaiki.

6. Pemantauan Berkelanjutan:

Setelah sistem diimplementasikan, dilakukan pemantauan secara berkala untuk memastikan kinerjanya tetap optimal. Jika ditemukan kendala dalam penggunaan sistem, maka dapat dilakukan perbaikan atau pengembangan lebih lanjut.

2.4 Internet Of Things (IoT)

Menurut (Endryanto & Khomariah, 2022) *internet of things* merupakan jenis sistem yang dapat dikendalikan atau dipantau melalui internet. Teknologi IoT dikatakan mampu untuk mempermudah kegiatan manusia dalam kehidupan sehari-hari karena alat atau sistem yang digunakan terhubung ke dalam internet yang akan bekerja secara otomatis dan dapat dipantau secara jauh.

Secara mudahnya prinsip teknologi IoT dapat mempermudah kehidupan sehari-hari dalam banyak bidang seperti kesehatan, pemerintah, individu, pertanian, dan yang lainnya. Perkembangan teknologi yang pesat IoT semakin berinovasi dan semakin banyak diterapkan di berbagai aspek dalam kehidupan, hal ini menjadikan IoT sebagai salah satu teknologi utama dalam mewujudkan era digital yang lebih cerdas dan terkoneksi.

2.5 Unified Modeling Language (UML)

Unified Modeling Language (UML) adalah sebuah standar visual yang digunakan untuk memodelkan, merancang, dan mendokumentasikan sistem perangkat lunak. UML membantu pengembang, analis, dan pemangku kepentingan lainnya dalam memahami struktur dan perilaku suatu sistem sebelum atau selama proses pengembangannya (Arianti et al., 2022). Dengan menggunakan diagram-diagram seperti *class diagram*, *use case diagram*, *activity diagram*, dan *sequence diagram*, UML mempermudah komunikasi dan kolaborasi antar tim.

Pada proyek akhir ini UML sangat membantu dalam pengembangan perangkat lunak berbasis objek. UML tidak terikat pada bahasa pemrograman tertentu, sehingga bisa

digunakan dalam berbagai jenis proyek, mulai dari sistem kecil hingga sistem besar berskala industri. Dengan memvisualisasikan sistem dalam bentuk diagram, pengembang dapat mengidentifikasi potensi masalah sejak dini dan membuat desain yang lebih efisien dan terstruktur. UML yang digunakan dalam proyek akhir ini antara lain *use case*, *activity diagram*, dan *class diagram*.

2.5.1 Use Case

Use case adalah pemodelan interaksi antara pengguna (aktor) dengan sistem, *use case* berfungsi untuk mengetahui fungsi apa saja yang ada pada sistem atau fitur-fitur pada sebuah sistem menjelaskan alur aktivitas dari sudut pandang pengguna, serta membantu dalam mengidentifikasi kebutuhan sistem secara lebih jelas. Diagram ini juga mempermudah tim pengembang dalam merancang, menganalisis, dan memvalidasi proses bisnis atau alur kerja dalam sistem yang dikembangkan (Lubis et al., 2020).

2.5.2 Activity Diagram

Activity diagram adalah diagram yang menggambarkan alur aktivitas atau proses dalam sistem secara rinci. Diagram ini menunjukkan urutan aktivitas, titik keputusan, dan jalur alternatif dalam sistem. *Activity diagram* digunakan untuk memahami secara visual bagaimana proses bisnis atau aktivitas dilakukan oleh sistem dari awal hingga selesai (Lubis et al., 2020).

2.5.3 Class Diagram

Class diagram merupakan diagram struktur statis yang menunjukkan kelas-kelas dalam sebuah sistem, atribut, operasi atau metode, serta hubungan antar kelas tersebut. *Class diagram* digunakan untuk menggambarkan struktur logis dari sistem, mengidentifikasi objek, properti, serta interaksi yang mungkin terjadi di dalamnya (Arianti et al., 2022).

2.6 Firebase

Firebase database digunakan sebagai media penyimpanan basis data nonSQL, beberapa tipe data seperti *String*, *long*, *Boolean*. Solusi yang ditawarkan ada dua agar dapat diakses client. *Cloud Firestore* dan *Realtime Database* (Nursyahbani et al., 2021). Dengan menggunakan *firebase database* dalam pembuatan proyek akhir ini dapat berkontribusi dalam menyimpan data sensor yang terbaca pada mikrokontroler agar dapat diakses melalui aplikasi kontrol dan *monitoring* akuaponik melalui internet.

Hal ini memberikan kemudahan dalam melakukan pemantauan kondisi lingkungan akuaponik, seperti suhu air, pH, dan tingkat kecerahan, dari jarak jauh. Dengan fitur sinkronisasi otomatis dan kemampuan *Firebase* dalam menangani banyak koneksi secara bersamaan, sistem menjadi lebih andal dan responsif untuk kebutuhan *monitoring* dan pengambilan keputusan secara cepat.



Gambar 2. 2 *Firebase*
Sumber: (logowik.com)

2.7 Android Studio

Android studio adalah sistem pengembangan aplikasi android baru, dalam sebuah pengembangan aplikasi android studio dapat membantu dalam pembuatan aplikasi pada proyek akhir ini. Ada beberapa fitur yang mendukung pada android studio ini diantaranya *framework* dan fitur pengujian lengkap, dukungan bawaan untuk *Google Cloud Platform*, serta emulator yang cepat (Nursyahbani et al., 2021). Fitur Layout Editor yang disediakan juga memungkinkan perancangan tampilan aplikasi secara visual, sehingga pengembang dapat melihat hasil rancangan secara langsung. Dengan kemampuan integrasi langsung ke *Firebase*, Android Studio juga mendukung pengembangan aplikasi yang terhubung dengan layanan cloud secara efisien, sangat cocok digunakan dalam proyek kontrol dan *monitoring* sistem akuaponik berbasis IoT.



Gambar 2. 3 Android Studio
Sumber: (uxwing.com)

2.8 Sensor Ultrasonik

Menurut (Kuswara & Syahfiqri, 2023) sensor ultrasonik adalah sensor yang dapat mengubah bunyi menjadi besaran listrik. Cara kerja sensor ini yaitu dengan memancarkan gelombang ultrasonik menuju ke suatu target yang telah ditentukan lalu sensor akan memantulkan kembali gelombang ke arah sensor, sistem akan mengukur waktu yang digunakan pada saat proses pemancaran gelombang dimulai sensor akan mendeteksi kecepatan suara untuk menghitung jarak target.

Dengan menggunakan sensor ini, sistem dapat bekerja lebih optimal dalam memantau dan mengontrol kondisi lingkungan secara *real-time*. Selain memiliki fungsi yang sesuai dengan proyek akhir, sensor ini juga menawarkan kemudahan dalam integrasi dengan perangkat mikrokontroler, sehingga mempercepat proses pengembangan sistem. Tingkat akurasi pembacaan yang tinggi memastikan bahwa data yang diperoleh lebih andal dan dapat digunakan untuk pengambilan keputusan yang tepat dalam pengelolaan akuaponik.

Selain itu, harga yang terjangkau menjadikan sensor ini pilihan yang ideal untuk proyek akhir, memungkinkan pengembangan sistem yang efisien tanpa mengorbankan kualitas dan fungsionalitas. Dengan kombinasi faktor tersebut, penggunaan sensor ini tidak hanya meningkatkan efektivitas sistem tetapi juga mendukung keberlanjutan serta efisiensi biaya dalam implementasi proyek berbasis IoT.

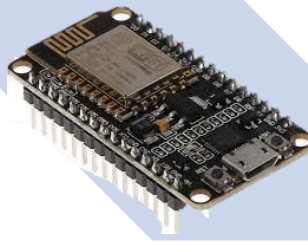


Gambar 2. 4 Sensor Ultrasonik
Sumber: (eleberric.com)

2.9 NodeMCU ESP32

Menurut (Rangkuti & Miftadi, 2024) NodeMCU ESP32 adalah modul mikrokontroler yang dilengkapi dengan modul WiFi, dengan memiliki terminal input output untuk menghubungkan pada perangkat sensor atau modul *relay*. Dengan fitur WiFi bawaan, modul ini dapat mengirim dan menerima data secara *real-time* tanpa memerlukan perangkat tambahan, sehingga meningkatkan efisiensi dalam komunikasi data.

Pemilihan NodeMCU ESP32 karena dapat langsung terhubung ke internet tanpa memerlukan modul tambahan, sangat berguna untuk proyek akhir yang menggunakan IoT karena memerlukan kontrol dari jarak jauh, dapat diprogram dalam platform seperti Arduino. NodeMCU ESP32 dirancang untuk bekerja dengan konsumsi daya yang rendah.



Gambar 2. 5 NodeMCU ESP32
Sumber: (Amazon.in)

Gambar tersebut adalah NodeMCU ESP32, yaitu sebuah modul mikrokontroler yang memiliki fitur WiFi dan digunakan untuk proyek berbasis IoT. Modul ini memiliki beberapa pin dengan fungsi tertentu, sebagai berikut:

Fungsi Tiap Pin NodeMCU ESP32

1. *Power Pins* (Pin Daya)

- a. Pin: Input daya utama, dapat diberi tegangan 5V dari sumber eksternal.
- b. 3V3: Output tegangan 3.3V untuk menyuplai sensor atau modul lain.
- c. GND: Ground atau referensi 0V untuk menyelesaikan rangkaian daya.
- 2. GPIO (General Purpose Input/Output) *Pins*: digunakan untuk komunikasi dengan sensor, modul, atau aktuator lainnya. Beberapa memiliki fungsi khusus:
 - a. D0 (GPIO16): sebagai Wake dari mode deep sleep.
 - b. D1 (GPIO5): sebagai SCL (I2C Clock).
 - c. D2 (GPIO4): sebagai SDA (I2C Data).
 - d. D3 (GPIO0): Harus *HIGH* saat booting agar ESP32 dapat bekerja dengan normal.
 - e. D4 (GPIO2): digunakan untuk indikator LED internal.
 - f. D5 (GPIO14): sebagai SCK (SPI Clock).
 - g. D6 (GPIO12): sebagai MISO (SPI Data Input).
 - h. D7 (GPIO13): sebagai MOSI (SPI Data Output).
 - i. D8 (GPIO15): sebagai CS (*Chip Select*) dalam SPI. Harus *LOW* saat *booting*.
- 3. *Communication Pins*
 - a. RX (GPIO3): Pin Receive pada UART (digunakan untuk komunikasi serial).
 - b. TX (GPIO1): Pin Transmit pada UART.
 - c. A0 (Analog Input): Satu-satunya pin analog pada NodeMCU, digunakan untuk membaca sensor analog dengan rentang tegangan 0 - 3.3V.
- 4. *Other Pins*
 - a. RST (*Reset*): Digunakan untuk mereset NodeMCU.
 - b. EN (*Enable/Chip Power Down*): Jika *HIGH*, modul akan aktif. Jika *LOW*, modul akan mati.

2.10 Sensor TDS

Menurut (Rangkuti & Miftadi, 2024) sensor TDS berfungsi sebagai alat ukur untuk jumlah kepadatan atau partikel yang terlarut dalam air, sehingga digunakan untuk mengukur konsentasi larutan nutrisi. Sensor ini biasanya terdiri dari dua elektroda yang berada didalam air, arus listrik akan mengalir antara elektroda untuk mengukur resistansi, dari data yang diperoleh akan dikalkulasikan menjadi nilai TDS.

Kegunaan dari sensor TDS dalam proyek akhir ini membantu sistem akuponik dalam pengukuran larutan nutrisi yang terkandung didalamnya sehingga dapat terpantau sesuai dengan kebutuhan nutrisi yang diperlukan oleh tanaman.

Komponen ini dipilih karena memiliki akurasi tinggi dalam mendeteksi kadar nutrisi, mudah diintegrasikan dengan sistem IoT, serta memungkinkan pemantauan *real-time* melalui aplikasi. Dengan sensor TDS, keseimbangan nutrisi dapat dikontrol secara otomatis, sehingga mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih optimal.



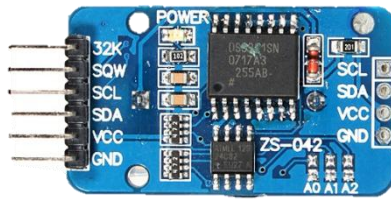
Gambar 2. 6 Sensor TDS
Sumber: (hub360.com.ng)

2.11 RTC (*Real-Time-Clock*)

Menurut (Kuswara & Syahfiqri, 2023) RTC adalah komponen elektronika yang dapat mendeteksi dan mengakses data waktu seperti tanggal, bulan, tahun, detik, menit, dan jam secara *real-time*. RTC dapat membantu dalam penelitian proyek akhir sebagai notif waktu jeda pada beberapa kondisi.

RTC (*Real-Time Clock*) berfungsi untuk menyimpan dan mengelola data waktu secara *real-time*, seperti tanggal, bulan, tahun, jam, menit, dan detik, meskipun sistem dimatikan. Dalam sistem akuaponik berbasis IoT, RTC digunakan untuk mencatat waktu pemantauan, mengatur jadwal pemberian nutrisi, serta memberikan notifikasi jeda pada kondisi tertentu.

Komponen ini dipilih karena memiliki akurasi tinggi dalam pencatatan waktu, konsumsi daya rendah, serta tetap berfungsi meskipun terjadi pemadaman daya. Dengan RTC, sistem dapat bekerja lebih efisien dalam mengatur proses otomatisasi dan pencatatan data untuk analisis lebih lanjut.



Gambar 2. 7 RTC
Sumber: (labelektronika.com)

Modul RTC DS3231 pada gambar memiliki beberapa pin yang memiliki fungsi spesifik. Berikut adalah fungsi dari tiap kaki (pin) yang terdapat pada modul tersebut:

Fungsi Tiap Pin pada Modul RTC DS3231

1. 32K:
 - a. Menghasilkan output clock 32.768 kHz yang bisa digunakan untuk aplikasi yang memerlukan referensi clock stabil.
2. SQW (*Square Wave Output*):
 - a. Menghasilkan gelombang persegi dengan frekuensi yang dapat diatur (1Hz, 4kHz, 8kHz, 32kHz).
 - b. Dapat digunakan sebagai sumber clock eksternal untuk perangkat lain.
3. SCL (*Serial Clock Line*):
 - a. Jalur komunikasi I2C (Inter-Integrated Circuit) yang digunakan untuk mengontrol waktu RTC dari mikrokontroler seperti Arduino atau ESP32.
 - b. Digunakan sebagai clock untuk sinkronisasi data.
4. SDA (*Serial Data Line*)
 - a. Jalur komunikasi I2C yang digunakan untuk transfer data antara RTC dan mikrokontroler.
 - b. Digunakan untuk membaca dan menulis data dari RTC.
5. VCC (*Voltage Common Collector*)
 - a. Sumber daya untuk modul RTC, biasanya dihubungkan ke tegangan 3.3V atau 5V dari mikrokontroler.
6. GND (*Ground*)
 - a. Dihubungkan ke ground (0V) pada mikrokontroler untuk melengkapi sirkuit daya.

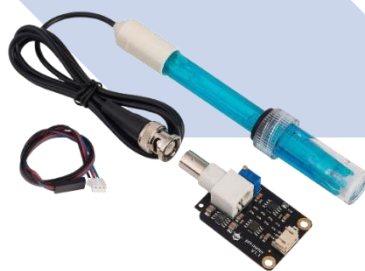
2.12 Sensor pH

Sensor pH adalah alat yang digunakan sebagai alat ukur tingkat keasaman atau basa pada suatu larutan. Nilai pH memiliki skala diantaranya, 0-14, yang dimana untuk pH 7 dianggap netral, pH dibawah nilai 7 bersifat asam, dan pH diatas 7 bersifat basa. Sensor ini sangat cocok untuk bidang pertanian agar membantu untuk mendeteksi keseimbangan pH (Kris Widianegara et al., 2021).

Penggunaan sensor pH pada sistem akuaponik ini untuk mengetahui nilai pH dari air nutrisi, sehingga nilai pH dapat terpantau melalui LED dan android sehingga tingkat keasaman dan kebasan dapat terkontrol.

Sensor pH berfungsi untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasan air dalam sistem akuaponik guna menjaga keseimbangan ekosistem ikan dan tanaman. Sensor ini memungkinkan pemantauan pH secara *real-time* melalui LED dan aplikasi Android, sehingga pengguna dapat segera mengambil tindakan jika terjadi ketidakseimbangan.

Sensor ini dipilih karena memiliki akurasi tinggi, respons cepat, serta kompatibilitas dengan mikrokontroler dalam sistem IoT. Selain itu, sensor pH tahan terhadap lingkungan berair dan mendukung pemantauan otomatis, sehingga mempermudah kontrol kondisi air dan meningkatkan efisiensi dalam budidaya akuaponik.

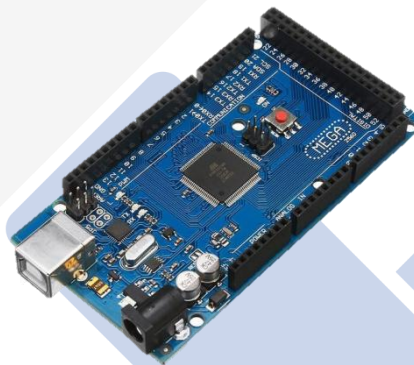


Gambar 2. 8 Sensor pH
Sumber: (ebay.co.uk)

2.13 Arduino Mega 2506

Arduino adalah perangkat yang dapat mengkombinasikan sebuah mikrokontroler dengan berbagai sensor dalam sebuah *project*, serta dapat merakit perangkat digital maupun peralatan interaktif yang dapat merasakan dan mengontrol perangkat fisik. Arduino bersifat *open-source project* sehingga membuatnya sangat fleksibel dan mudah dikembangkan (Kurnia Putra et al., 2019).

Pada penelitian ini, Arduino yang digunakan adalah Arduino Mega, yang merupakan board mikrokontroler berbasis ATmega2560. Board ini dipilih karena memiliki jumlah pin input/output yang lebih banyak, kapasitas memori yang besar, serta kompatibilitas yang luas dengan berbagai sensor dan modul. Keunggulan tersebut sangat membantu dalam pembuatan proyek akhir ini, terutama dalam menangani sistem yang kompleks dan membutuhkan koneksi ke banyak perangkat seperti sensor suhu, sensor pH, TDS, dan aktuator. Dengan menggunakan Arduino Mega, proses pengolahan data serta pengendalian perangkat dapat dilakukan secara lebih efisien dan stabil.



Gambar 2. 9 Arduino Mega
Sumber: (pngegg.com)

2.14 Sensor Suhu (DS18B20)

Sensor Suhu digital berbasis protokol *OneWire* yang sering digunakan untuk mengukur suhu cairan, udara, maupun permukaan padat. Sensor ini juga sangat umum digunakan diberbagai proyek mikrokontroler seperti arduino maupun ESP32 karna memiliki keunggulan utamanya dari akurasi tinggi, kemudahan pengaplikasian dan juga mudah dikombinasikan dengan banyak sensor dalam satu jalur data. Sensor ini memiliki rentang pengukuran temperatur yang dapat di ukur mulai dari -55°C sampai 125°C (Rangkuti &

Miftadi, 2024) . Suhu air menjadi faktor yang penting dalam dalam sistem pertanian hidroponik karena air merupakan sumber nutrisi bagi tanaman tersebut. Berikut ini merupakan gambar dari sensor suhu (DS18B20).



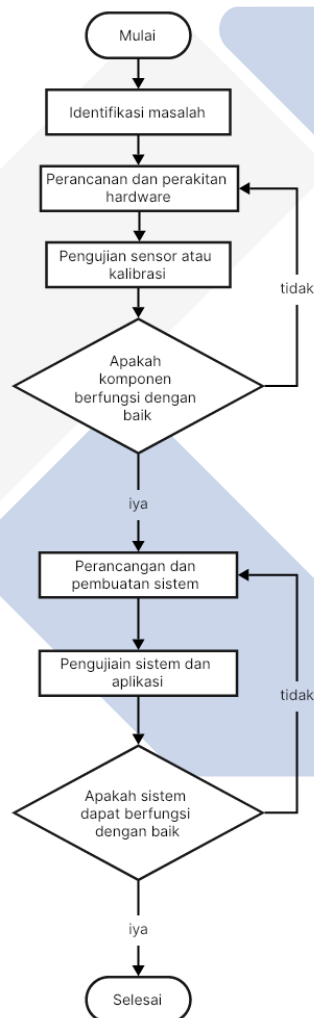
Gambar 2. 10 Sensor Suhu
Sumber: (researchgate.net)

BAB III

METODE PELAKSANAAN

3.1 Diagram Alir

Pada diagram alir ini membahas tentang proses pembuatan yang akan dilaksanakan selama proses pengerjaan proyek akhir yang berjudul Rancang Bangun Sistem Kontrol dan *Monitoring* Akuaponik Menggunakan IoT, metode pelaksanaan dapat digambarkan dalam bentuk diagram alir dibawah ini.



Gambar 3. 1 Diagram Alir

3.2 Perencanaan Proyek

Dalam pengembangan sistem kontrol dan *monitoring* akuaponik berbasis IoT, perencanaan dilakukan untuk menentukan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang dibutuhkan. Sensor-sensor yang digunakan, seperti sensor pH, suhu, dan kadar oksigen, harus kompatibel dengan mikrokontroler yang akan mengolah data sebelum dikirimkan ke aplikasi Android. Selain itu, sistem komunikasi nirkabel yang stabil harus dipilih agar data dari sistem akuaponik dapat diakses secara *real-time* oleh pengguna.

Integrasi antara sistem IoT dan aplikasi Android juga menjadi bagian penting dalam perencanaan. Aplikasi ini dirancang untuk menampilkan data pemantauan dalam bentuk grafik atau angka yang mudah dipahami, serta menyediakan kontrol jarak jauh bagi pengguna untuk mengatur sistem akuaponik secara otomatis atau manual. Dengan adanya fitur notifikasi, pengguna dapat segera mengetahui jika ada parameter lingkungan yang tidak sesuai dengan kondisi optimal bagi tanaman dan ikan dalam akuaponik.

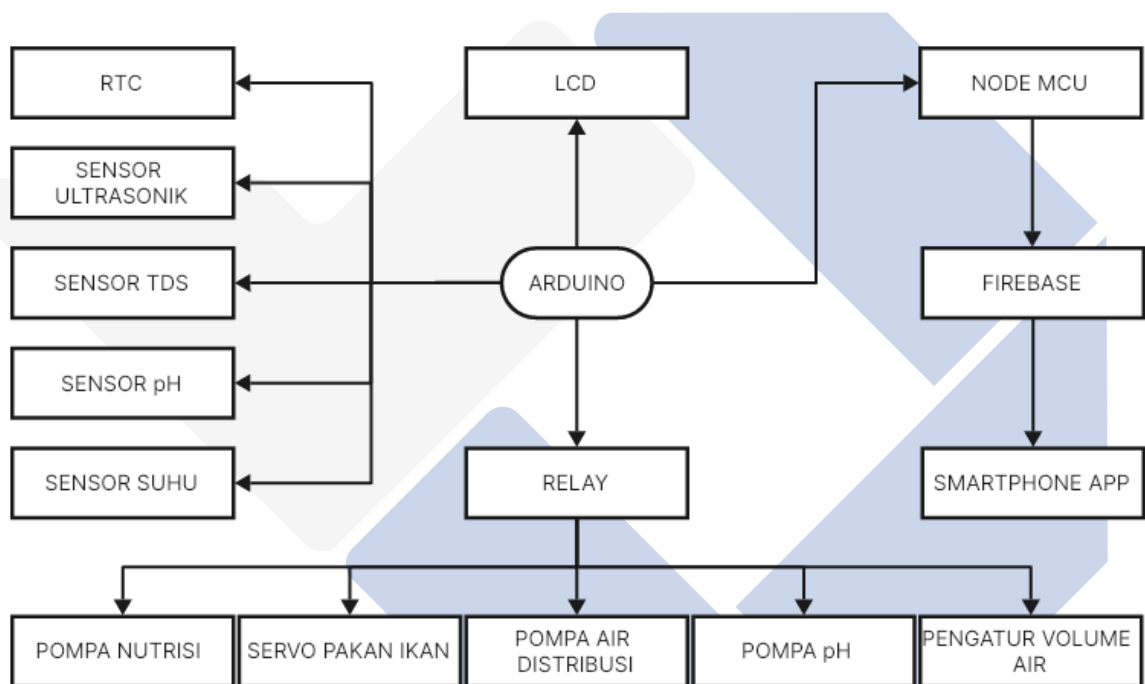
3.3 Perencanaan Perangkat Keras

Mikrokontroler berperan sebagai pusat pemrosesan yang menerima data dari sensor, mengolahnya, dan mengirimkan hasilnya ke aplikasi melalui modul komunikasi seperti WiFi atau *Bluetooth*. Data yang dikirimkan kemudian diolah dalam server atau aplikasi android, sehingga pengguna dapat memantau kondisi akuaponik secara *real-time*. Jika ada parameter yang melebihi batas normal, sistem dapat mengaktifkan aktuator, seperti pompa air atau aerator, secara otomatis untuk menjaga keseimbangan lingkungan akuaponik.

Untuk mempermudah pemahaman tentang perancangan perangkat keras ini, digunakan blok diagram yang menggambarkan hubungan antara komponen-komponen tersebut. Blok diagram ini berfungsi sebagai representasi visual yang menjelaskan bagaimana data mengalir dari sensor ke mikrokontroler, lalu diteruskan ke aplikasi pemantauan, serta bagaimana sistem merespons kondisi tertentu dengan mengaktifkan aktuator. Dengan adanya blok diagram, proses desain menjadi lebih terstruktur dan memudahkan dalam melakukan *debugging* atau pengembangan lebih lanjut pada sistem.

3.3.1 Perancangan Sistem

Manfaat utama dari blok diagram ini adalah memberikan gambaran yang jelas mengenai hubungan antar komponen. Beberapa sensor seperti sensor suhu, sensor pH, sensor TDS, dan sensor ultrasonik berperan dalam membaca kondisi lingkungan di sistem akuaponik. Data dari sensor tersebut kemudian diproses oleh Arduino sebagai pusat kendali utama. Informasi ini dapat ditampilkan secara lokal melalui LCD 20x4, sekaligus dikirim ke *cloud* melalui NodeMCU untuk dipantau jarak jauh melalui *smartphone* yang terhubung dengan *Firestore*. Berikut ini adalah gambar blok diagram.



Gambar 3. 2 Blok Diagram

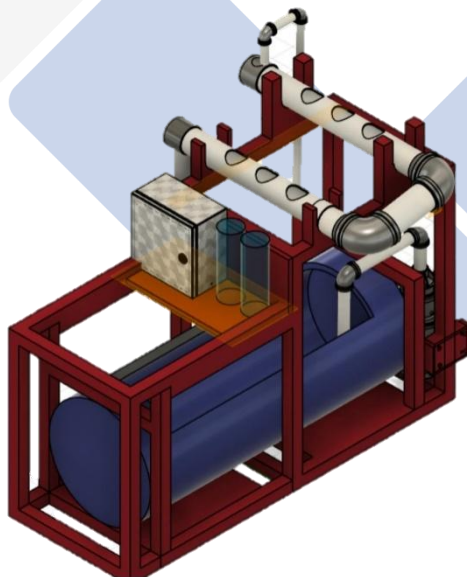
Manfaat utama dari blok diagram ini adalah memberikan gambaran yang jelas mengenai hubungan antar komponen. Beberapa sensor seperti sensor suhu, sensor pH, sensor TDS, dan sensor ultrasonik berperan dalam membaca kondisi lingkungan di sistem akuaponik. Data dari sensor tersebut kemudian diproses oleh Arduino sebagai pusat kendali utama. Informasi ini dapat ditampilkan secara lokal melalui LCD 20x4, sekaligus dikirim ke *cloud* melalui NodeMCU untuk dipantau jarak jauh melalui *smartphone* yang terhubung dengan *Firestore*.

Sistem ini juga memiliki kemampuan kontrol otomatis melalui aktuator yang terhubung dengan modul *relay*. Aktuator tersebut meliputi pompa nutrisi, pompa air distribusi, tambahan cairan kapur, serta servo pakan ikan yang dapat dikendalikan secara otomatis berdasarkan pembacaan sensor dan jadwal waktu yang diatur melalui RTC. Dengan demikian, blok diagram ini menunjukkan bagaimana sistem mendukung otomatisasi penuh dalam pemeliharaan akuaponik, yang tidak hanya meningkatkan efisiensi tetapi juga mengurangi ketergantungan pada pengawasan manual.

Integrasi dengan platform *Internet of Things* memberikan manfaat signifikan dalam hal fleksibilitas dan mobilitas. Petani atau pengguna dapat melakukan pemantauan dan pengontrolan jarak jauh melalui aplikasi *smartphone* yang terhubung ke database *Firebase*. Hal ini memberikan kemudahan dalam manajemen sistem secara *real-time*, memungkinkan deteksi dini terhadap kondisi tidak normal, serta pengambilan keputusan yang cepat tanpa perlu hadir secara fisik di lokasi.

3.3.2 Desain Kontruksi

Gambar dibawah ini adalah alat kontruksi pada Rancang Bangun Sistem Kontrol Menggunakan IoT yang dirancang untuk mendukung proses sistem akuaponik.



Gambar 3. 3 Desain Kontruksi

Penjelasan desain alat kontruksi:

1. Rangka Struktur Merah

- a. Dibuat dari rangka kotak berbahan logam, berfungsi sebagai kerangka utama penyangga seluruh sistem.
 - b. Memberikan kestabilan dan proteksi terhadap komponen di dalamnya.
2. Tangki Silinder Biru (Horizontal)
 - a. Terdapat dua tangki silinder besar berwarna biru yang diletakkan secara horizontal.
 - b. Mungkin berfungsi sebagai tangki penyimpanan fluida, reaktor, atau penampung tekanan.
3. Pipa dan Sambungan
 - a. Sistem pipa berwarna putih dengan banyak sambungan siku dan T (berwarna abu-abu) mengindikasikan adanya aliran fluida dari satu komponen ke komponen lain.
 - b. Pipa ini kemungkinan menghubungkan tangki dengan sistem kontrol atau filtrasi di bagian atas.
4. Box Kotak Transparan & Tabung Silinder Vertikal
 - a. Bagian atas terdapat kotak transparan (kemungkinan ruang kontrol atau filtrasi) dengan dua tabung silinder transparan yang berdiri vertikal.
 - b. Bisa jadi untuk pengukuran, pencampuran, atau filtrasi zat cair atau gas.
5. Lubang Injeksi/Udara (di pipa atas)
 - a. Terlihat beberapa lubang kecil pada pipa horizontal bagian atas yang mungkin berfungsi untuk injeksi udara, ventilasi, atau distribusi.

3.4 Analisa Kebutuhan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada sistem kontrol dan *monitoring* akuaponik bertujuan untuk membangun sebuah aplikasi yang mampu mengelola dan memantau kondisi lingkungan akuaponik secara *real-time* serta memungkinkan pengguna untuk melakukan pengendalian terhadap sistem. Aplikasi ini dirancang dengan kebutuhan fungsional utama seperti menampilkan data dari sensor suhu, pH, TDS, dan volume air secara langsung dan berkelanjutan, serta memberikan kontrol baik secara otomatis maupun manual terhadap perangkat seperti pompa nutrisi, pakan ikan, pH *up*, dan pH *down*. Selain itu, aplikasi juga dilengkapi fitur pemberitahuan atau notifikasi apabila terjadi kondisi yang tidak normal, seperti nilai pH yang keluar dari batas aman, sehingga pengguna dapat segera mengambil tindakan korektif. Riwayat data pemantauan juga disimpan dalam bentuk daftar dan grafik untuk memudahkan analisis tren kondisi lingkungan dalam sistem akuaponik.

Dari sisi teknis, aplikasi harus memiliki antarmuka pengguna yang sederhana, ramah pengguna, dan responsif di berbagai perangkat, terutama *smartphone*. Sistem ini juga harus didukung oleh koneksi yang stabil antara perangkat keras dan perangkat lunak, melalui protokol komunikasi berbasis internet menggunakan *Firebase* sebagai perantara antara ESP32 dan aplikasi. Untuk memastikan keamanannya, dibutuhkan sistem login serta pengelolaan akun pengguna agar hanya pengguna yang sah yang dapat mengakses data dan mengontrol sistem. Dalam hal arsitektur, Arduino Mega digunakan sebagai pengendali utama aktuator dan pembaca data sensor, sedangkan ESP32 berperan sebagai penghubung data dari Arduino ke *Firebase* menggunakan komunikasi serial dan koneksi WiFi. Semua data dari *Firebase* akan ditampilkan secara *real-time* di aplikasi, yang memungkinkan pengguna untuk mengambil keputusan secara cepat dan tepat. Perangkat lunak ini juga harus bersifat fleksibel dan mudah dikembangkan agar dapat mendukung penambahan fitur baru di masa mendatang. Dengan demikian, perancangan sistem ini tidak hanya mendukung kemudahan pengelolaan akuaponik, tetapi juga berkontribusi pada efisiensi, keberlanjutan, dan modernisasi praktik pertanian urban.

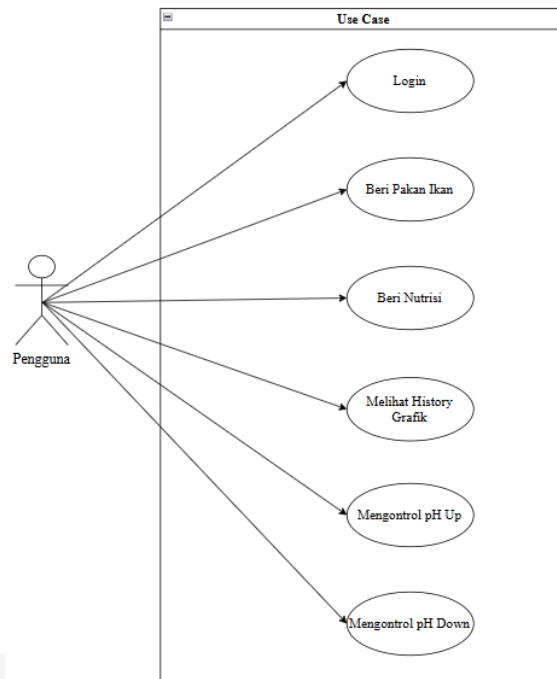
3.5 Perencanaan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak yaitu suatu proses perancangan atau pengembangan struktur, arsitektur, dan komponen pada perangkat lunak untuk memenuhi kebutuhan pengguna yang fungsional. Serta untuk mempermudah dalam pembuatan proyek akhir yang digambarkan dalam *use case*, *diagram activity*, dan *class diagram* sebagai perancangan perangkat lunak seperti di bawah ini.

3.5.1 *Use Case Diagram*

Use case berfungsi untuk mengetahui fungsi apa saja yang ada pada sistem atau fitur-fitur pada sebuah sistem menjelaskan alur aktivitas dari sudut pandang pengguna, serta membantu dalam mengidentifikasi kebutuhan sistem secara lebih jelas (Lubis et al., 2020).

Gambar *use case* dibawah ini menggambarkan interaksi antara aktor dan sistem dalam konteks aplikasi yang dikembangkan. Dengan adanya visualisasi ini, pengembang dan pemangku kepentingan dapat memahami kebutuhan sistem secara menyeluruh dan bagaimana setiap komponen saling berinteraksi untuk mencapai tujuan yang diharapkan.



Gambar 3. 4 *Use Case* Pengguna

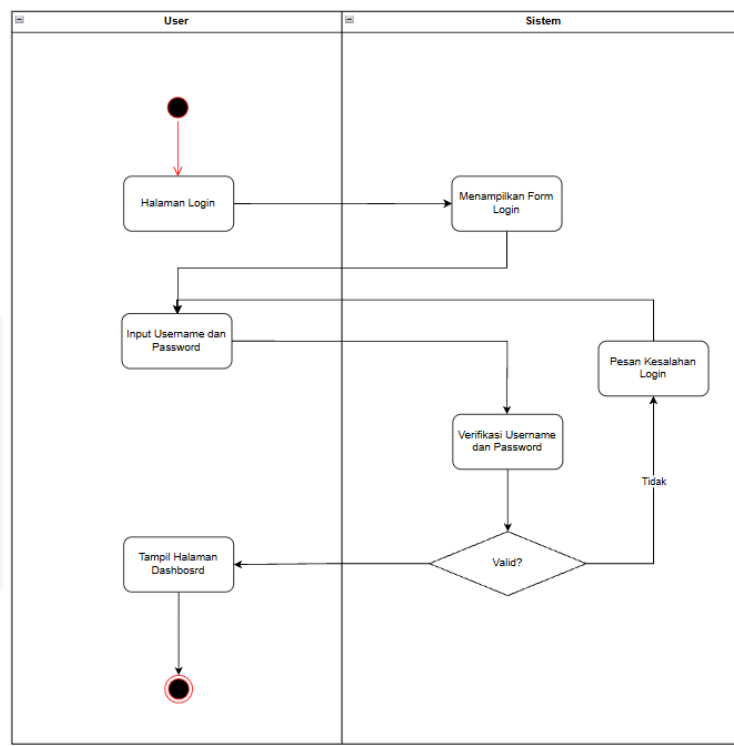
Secara fungsional, sistem yang digambarkan menggunakan *use case diagram* pada sistem kontrol dan *monitoring* akuaponik bertujuan untuk memvisualisasikan interaksi antara pengguna (petani) dengan sistem secara keseluruhan (Muzaki et al., 2024). Sistem ini dirancang untuk membantu pengguna dalam memantau kondisi akuaponik secara *real-time*, serta mengendalikan berbagai perangkat otomatis seperti pompa air guna memastikan lingkungan budidaya tetap optimal.

3.5.2 *Activity Diagram*

Activity diagram digunakan untuk memahami secara visual bagaimana proses bisnis atau aktivitas dilakukan oleh sistem dari awal hingga selesai (Lubis et al., 2020). Dalam sistem akuaponik, diagram ini digunakan untuk menjelaskan bagaimana proses pemantauan dan pengendalian dilakukan secara otomatis. Sistem dimulai saat sensor membaca kondisi air, seperti suhu, pH, dan volume air. Data ini dikirim ke mikrokontroler, lalu dianalisis. Jika nilainya tidak normal, sistem akan memberi peringatan atau mengirim notifikasi ke pengguna. Semua data disimpan dan ditampilkan di *dashboard* aplikasi.

Selain itu, sistem juga mengontrol pemberian nutrisi untuk tanaman. Jika tanaman butuh nutrisi dan stok tersedia, maka pompa menyala otomatis. Jika stok habis, pengguna akan diberi peringatan. Pengguna bisa login ke aplikasi untuk melihat kondisi akuaponik secara *real-time*, mengatur batas nilai tertentu, atau mengontrol sistem secara manual. Berikut ini adalah skenario dari setiap aktivitas:

1. Perancangan *Activity Diagram* Login



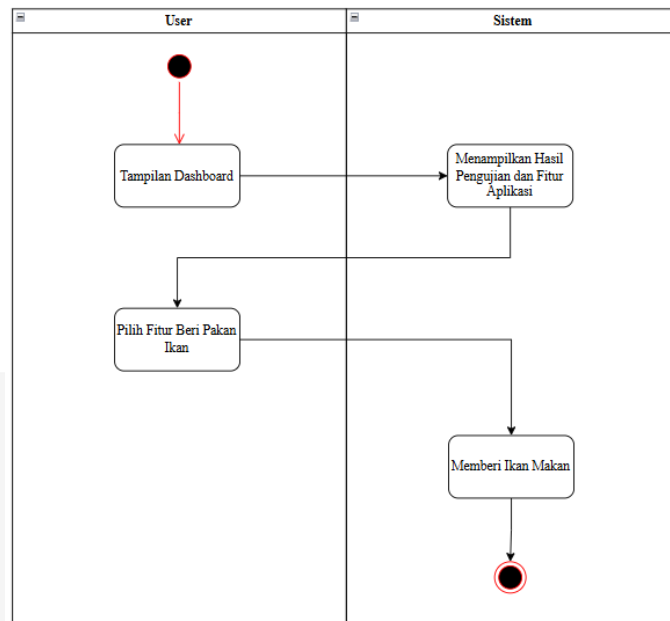
Gambar 3. 5 *Activity Diagram* Login Pengguna

Activity diagram yang menggambarkan proses login pengguna pada suatu sistem, terdiri dari dua kolom utama yaitu kolom *user* dan kolom sistem. Diagram ini menunjukkan alur interaksi antara pengguna dan sistem dalam proses autentikasi sebelum pengguna dapat mengakses halaman *dashboard*. Proses dimulai saat pengguna membuka halaman login, kemudian sistem menampilkan formulir untuk memasukkan *username* dan *password*. Setelah pengguna mengisi data tersebut, sistem akan memverifikasi apakah informasi yang dimasukkan sesuai.

Jika data login dinyatakan valid, maka pengguna diarahkan ke halaman *dashboard* dan proses login selesai. Namun, jika informasi tidak valid, sistem akan menampilkan pesan kesalahan dan meminta pengguna untuk mengisi ulang *username* dan *password*.

Diagram ini menyajikan alur login secara jelas dan terstruktur, yang sangat penting dalam sistem digital apa pun, termasuk dalam sistem kontrol dan *monitoring* seperti akuaponik. Proses login berfungsi sebagai gerbang awal untuk memastikan hanya pengguna yang sah yang dapat mengakses dan mengelola sistem lebih lanjut.

2. Perancangan *Activity Diagram* Beri Pakan Ikan

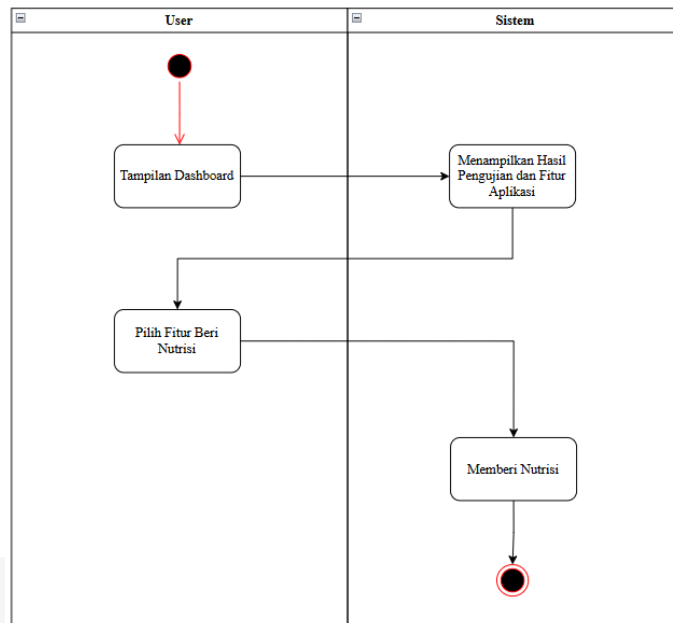


Gambar 3. 6 *Activity Diagram* Beri Pakan Ikan

Activity diagram yang menggambarkan alur aktivitas pengguna saat menggunakan fitur pemberian makan ikan pada sistem kontrol dan *monitoring* akuaponik. Proses diawali ketika pengguna masuk ke tampilan *dashboard* setelah login. Sistem kemudian menampilkan hasil pemantauan serta daftar fitur yang tersedia di dalam aplikasi.

Selanjutnya, pengguna memilih fitur “Beri Ikan Makan” dari menu dashboard. Setelah pilihan dilakukan, sistem akan mengeksekusi perintah untuk memberi makan ikan secara otomatis. Proses ini selesai setelah pemberian pakan berhasil dilakukan. Diagram ini menunjukkan interaksi sederhana namun penting dalam pengelolaan sistem akuaponik, khususnya dalam menjaga rutinitas pemberian makan ikan secara tepat waktu dan efisien.

3. Perancangan *Activity Diagram* Beri Nutrisi

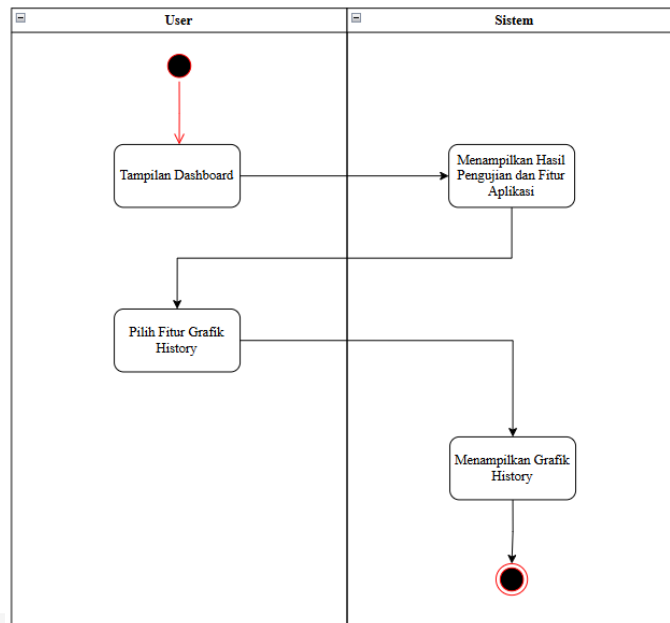


Gambar 3. 7 *Activity Diagram* Beri Nutrisi

Diagram ini menggambarkan alur aktivitas pengguna saat menggunakan fitur beri nutrisi dalam sistem akuaponik. Proses dimulai ketika pengguna mengakses tampilan *dashboard*, kemudian sistem menampilkan data hasil pemantauan serta fitur-fitur yang tersedia di aplikasi.

Selanjutnya, pengguna memilih fitur "Beri Nutrisi". Setelah pilihan dilakukan, sistem secara otomatis mengeksekusi perintah untuk menambahkan nutrisi ke dalam sistem akuaponik. Diagram ini menunjukkan proses yang sederhana namun penting dalam menjaga keseimbangan nutrisi untuk pertumbuhan tanaman dalam sistem.

4. Perancangan *Activity Diagram Grafik History*

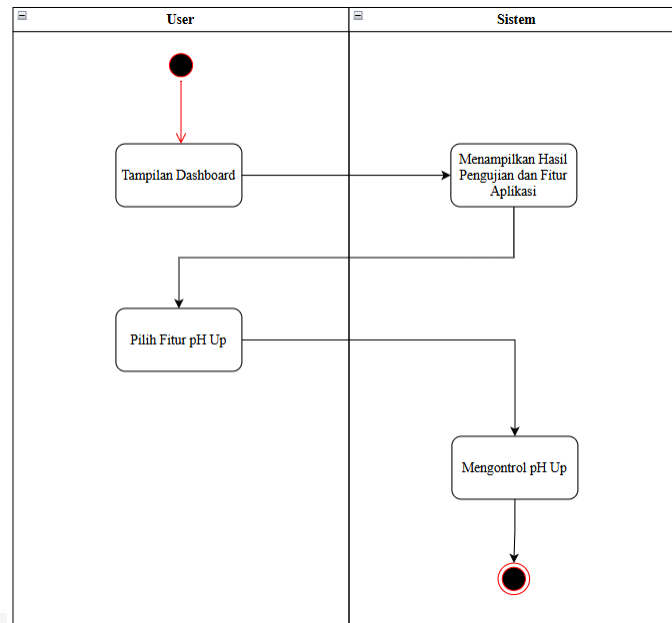


Gambar 3. 8 *Activity Diagram Menampilkan Grafik History*

Diagram ini menjelaskan proses pengguna saat mengakses fitur *history* dalam sistem kontrol dan *monitoring* akuaponik. Aktivitas dimulai ketika pengguna berada di tampilan *dashboard*. Sistem kemudian menampilkan informasi hasil pengujian serta daftar fitur yang tersedia.

Setelah itu, pengguna memilih fitur “*History*” untuk melihat data pemantauan sebelumnya. Sistem akan merespon dengan menampilkan riwayat data atau aktivitas yang telah tercatat sebelumnya, seperti data sensor, jadwal pemberian makan, maupun pemberian nutrisi. Proses ini berguna untuk membantu pengguna dalam memantau tren atau mengevaluasi kinerja sistem secara berkala.

5. Perancangan *Activity Diagram* Beri Cairan Kapur Atau Kontrol pH Up

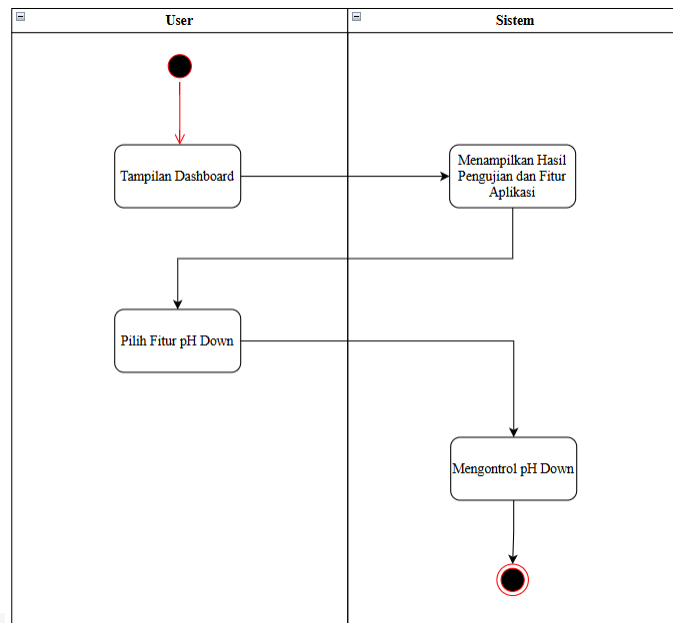


Gambar 3. 9 *Activity Diagram* pH Up

Diagram aktivitas ini menggambarkan alur interaksi antara pengguna dan sistem dalam penggunaan fitur pH Up pada aplikasi *monitoring* dan kontrol. Proses dimulai saat pengguna mengakses tampilan dashboard, yang merupakan halaman utama aplikasi. Pada tahap ini, sistem akan secara otomatis menampilkan hasil pengujian pH dari sensor serta berbagai fitur aplikasi yang tersedia. Setelah melihat informasi yang ditampilkan, pengguna kemudian memilih fitur pH Up untuk menaikkan nilai pH pada sistem.

Setelah pengguna memilih fitur tersebut, sistem akan menjalankan perintah untuk mengontrol pH Up, yaitu dengan mengaktifkan perangkat seperti pompa atau aktuator yang menambahkan larutan penambah pH ke dalam media. Proses ini berlangsung secara otomatis tanpa interaksi tambahan dari pengguna. Diagram ini menunjukkan pembagian peran yang jelas antara pengguna sebagai pengontrol awal dan sistem sebagai pelaksana, yang mencerminkan prinsip kerja sistem otomatis berbasis IoT yang terintegrasi antara perangkat lunak dan perangkat keras.

6. Perancangan *Activity Diagram* Beri Cairan Kapur Atau Kontrol pH Down



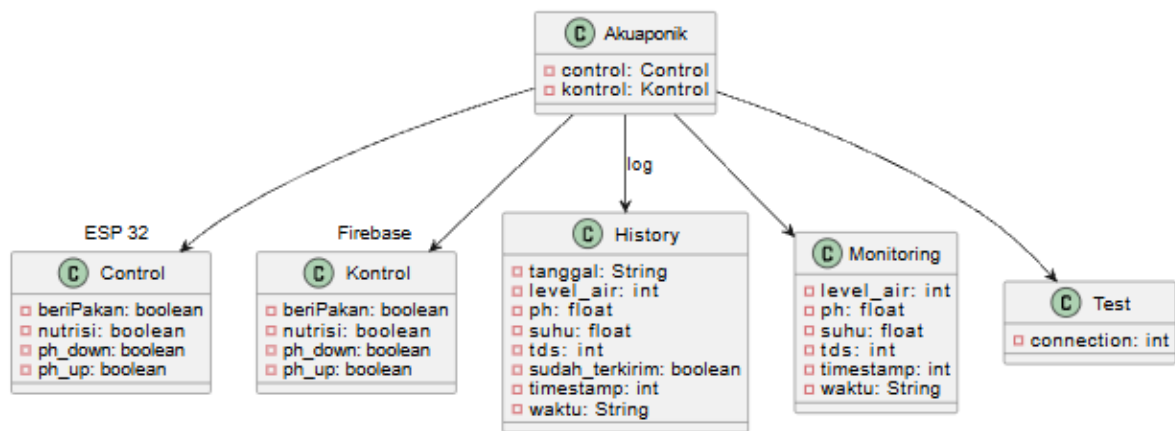
Gambar 3. 10 *Activity Diagram* pH Down

Diagram aktivitas ini menggambarkan alur penggunaan fitur pH *Down* pada aplikasi kontrol pH. Proses dimulai saat pengguna membuka dashboard, kemudian sistem menampilkan hasil pengujian pH dan fitur-fitur yang tersedia.

Pengguna lalu memilih fitur pH *Down* untuk menurunkan nilai pH. Setelah itu, sistem secara otomatis menjalankan perintah dengan mengontrol perangkat pH *Down*, seperti pompa atau aktuator penurun pH. Diagram ini menunjukkan interaksi sederhana antara pengguna dan sistem dalam proses pengendalian pH secara otomatis.

3.5.3 *Class Diagram*

Class diagram digunakan untuk menggambarkan struktur logis dari sistem, mengidentifikasi objek, properti, serta interaksi yang mungkin terjadi di dalamnya (Arianti et al., 2022). Berikut ini adalah gambar dari *class diagram*.



Gambar 3. 11 *Class Diagram*

Class diagram di atas menggambarkan struktur sistem pemantauan dan kontrol akuaponik yang terdiri dari enam kelas utama. Kelas utama Akuaponik memiliki atribut *control* dan *kontrol*, yang masing-masing merupakan relasi ke kelas *Control* dan *Kontrol*, keduanya berisi atribut *boolean* untuk mengatur fungsi seperti pemberian pakan, nutrisi, serta penyesuaian pH (naik/turun). Kelas Akuaponik juga berelasi dengan kelas *History*, yang merepresentasikan riwayat data monitoring dengan atribut seperti *level_air*, *ph*, *suhu*, *tds*, *timestamp*, *waktu*, dan *sudah_terkirim*. Selain itu, kelas *Monitoring* digunakan untuk mencatat kondisi terkini dari sistem dengan atribut yang mirip seperti *History* namun tanpa status pengiriman. Terakhir, kelas *Test* berisi atribut *connection* untuk memverifikasi konektivitas sistem. Diagram ini menunjukkan bagaimana komponen-komponen saling berinteraksi dalam sistem pemantauan akuaponik yang terstruktur dan terotomatisasi.

3.5.4 Perencanaan Sistem

Pada tahap perencanaan ini dapat disimpulkan bahwa ada beberapa aspek yang diperhatikan dalam proses perencanaan aplikasi Kontrol & Monitoring Akuaponik. Berikut ini ada beberapa aspek dalam perencanaan sistem.

1. Analisis Kebutuhan

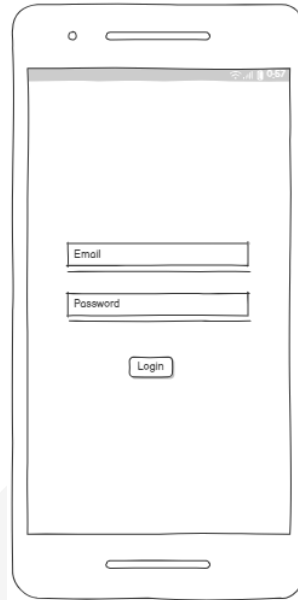
a. Identifikasi fitur utama:

- *Monitoring* parameter lingkungan secara *real-time*.

- Kontrol otomatis dan manual perangkat seperti (pH *up/down*, nutrisi, dan pakan ikan).
 - Notifikasi pada saat parameter keluar dari batas aman atau parameter abnormal.
- b. Parameter yang dimonitor:
- Volume air
 - pH air
 - TDS (Nutrisi)
 - Suhu air
2. Perancangan Arsitektur Sistem
- a. Sensor dan mikrokontroler:
- Arduino Mega digunakan untuk mengontrol semua aktuator (servo dan water pump), dan membaca data dari sensor-sensor.
 - ESP32 berfungsi untuk mengambil data dari Arduino Mega melalui komunikasi serial dan mengirim data ke *Firebase*.
- b. Aplikasi:
- Menampilkan data dari sensor.
 - Memberikan perintah ke *Firebase* yang diambil oleh ESP32 kemudian dikirimkan ke Arduino.
- c. Protokol komunikasi:
- Internet (ESP32 ke *Firebase* melalui WiFi).
 - *Firebase real-time* database (*firebase* ke aplikasi).
3. Desain Aplikasi
- a. Dashboard *Monitoring*:
- Grafik *history*, beri pakan ikan, data *real-time* (pH, suhu, nutrisi).
- b. Notifikasi:
- Notifikasi saat pH terlalu rendah atau tinggi.
- c. Kontrol:
- Mode otomatis atau manual.
 - Tombol kontrol manual (aktif atau nonaktif).

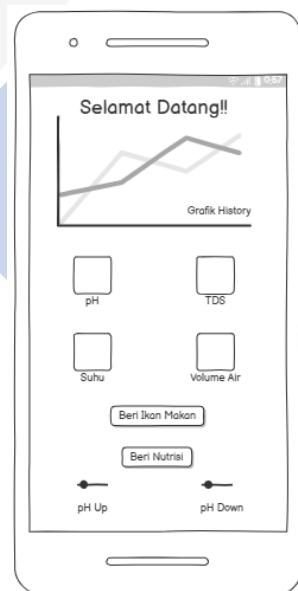
3.5.5 Desain Tampilan Aplikasi

9. Desain tampilan *SplashScreen*



Gambar 3. 12 Desain Login

10. Desain tampilan *dashboard*



Gambar 3. 13 Desain Dashboard

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Alat

Sistem kontrol dan *monitoring* ini dirancang khusus untuk lingkungan pada sistem akuaponik, serta melakukan pemantauan secara *real-time* terhadap kondisi pada ikan dan sayuran. Perangkat ini dilengkapi dengan berbagai sensor yang berfungsi mengatur pH air, mengukur volume air, mengatur waktu pakan, memberikan nutrisi, serta menjaga suhu air. Berkat alat ini, petani rumahan dapat memantau serta mengelola kondisi air pada sistem akuaponik mereka dengan mudah.

Sistem ini terintegrasi dengan baik dengan teknologi *Internet of Things* (IoT). Oleh karena itu, data bisa langsung diberikan pada pengguna lewat alat seperti komputer atau *smartphone*. Data dari beragam sensor dapat diakses oleh pengguna kapan pun serta di mana pun. Dengan demikian maka pengecekan manual secara berkala sudah tidak lagi diperlukan. Tentu saja, hal ini sangatlah membantu untuk mendeteksi masalah sedini mungkin, misalnya penurunan kualitas air atau ketidakseimbangan nutrisi, yang dapat memengaruhi pertumbuhan ikan serta tanaman.

Selain itu, sistem ini pun memungkinkan pengaturan otomatis oleh beberapa proses penting dalam akuaponik. Contohnya waktu pemberian nutrisi atau pakan ikan yang bisa diatur agar lebih efisien dan sesuai kebutuhan.

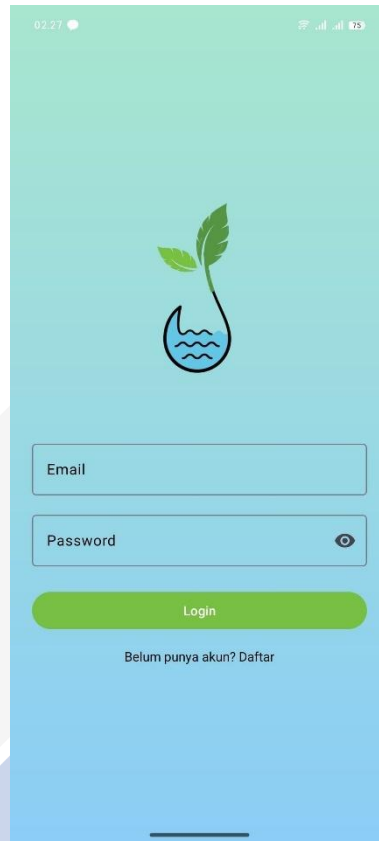
Pengelolaan akuaponik menjadi jauh lebih mudah, efisien, serta modern dengan adanya sistem kontrol dan *monitoring* berbasis IoT. Para petani rumahan dapat meminimalkan risiko kerugian akibat adanya keterlambatan penanganan masalah lingkungan akuaponik, juga meningkatkan produktivitas serta kualitas hasil budidaya. Solusi cerdas dari teknologi ini mendukung pertanian urban yang berkelanjutan serta ramah lingkungan.

4.2 Perangkat Lunak

Pada pembuatan perangkat lunak yang dilakukan adalah melakukan rancangan atau pengkodean sesuai dengan rancangan yang dibuat, berikut ini adalah tampilan halaman yang telah dibuat.

4.2.1 Home User

Home user ini merupakan tampilan login apabila pengguna ingin masuk ke halaman dashboard. Berikut ini adalah tampilan dari *home user*.



Gambar 4. 1 Tampilan Login

Tampilan pada gambar merupakan antarmuka halaman login sebuah aplikasi dengan desain sederhana dan nuansa warna gradasi biru-kehijauan yang menenangkan. Di bagian tengah terdapat ikon bergambar tetesan air yang dipadukan dengan daun, mencerminkan konsep ramah lingkungan atau pertanian berbasis teknologi seperti akuaponik. Di bawahnya terdapat dua kolom input untuk *Email* dan *Password*, disertai ikon mata pada kolom *password* untuk menampilkan atau menyembunyikan teks. Tombol Login berwarna hijau mencolok diletakkan tepat di bawahnya, dan di bagian paling bawah terdapat teks "Belum punya akun? Daftar" yang mengarahkan pengguna baru untuk membuat akun.

4.2.2 Dashboard

Dashboard merupakan tampilan utama pada aplikasi akuaponik yang menampilkan data dan kontrol sistem secara interaktif. Berikut ini adalah tampilan dari *dashboard*.



Gambar 4. 2 Tampilan *Dashboard*

Tampilan tersebut merupakan halaman dashboard aplikasi *monitoring* akuaponik yang menampilkan data *real-time* seperti nilai pH, TDS, suhu, dan level air. Di bagian tengah terdapat grafik pH, serta di bawahnya terdapat panel kontrol sistem untuk menyalakan fungsi pemberian pH-up, pH-down, nutrisi, dan pakan secara manual. Tampilan ini dirancang dengan antarmuka yang intuitif dan warna yang lembut, memudahkan pengguna dalam mengawasi dan mengendalikan sistem.

4.2.3 Grafik History

Grafik *history* ini adalah halaman yang menampilkan grafik dan *history*. Tampilan digunakan untuk melihat perubahan dari waktu ke waktu. Berikut ini adalah tampilan dari grafik *history*.



Waktu	pH	TDS	Suhu	Level Air
2025-07-10	6.12	196	27.1°C	96 cm
2025-07-09	7.12	596	25.1°C	99 cm
2025-07-08	7.68	23506	26.8°C	100 cm
2025-07-07	4.1	12679	26.2°C	101 cm
2025-07-02	3.85	12510	26.0°C	100 cm
2025-05-07	6.7	750	22.1°C	12 cm

Gambar 4. 3 Tampilan *History*

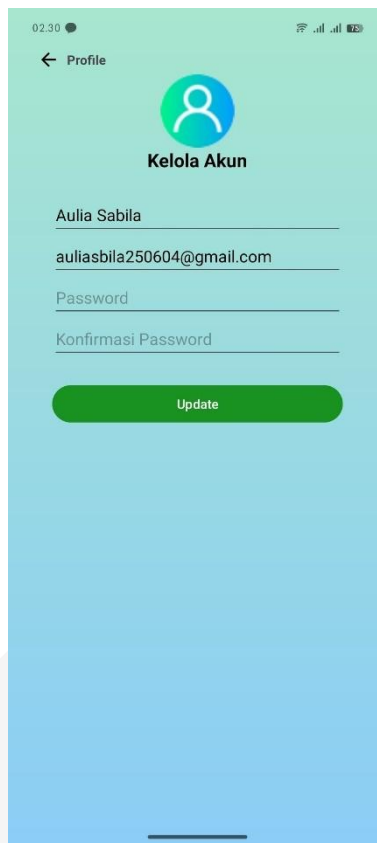


Gambar 4. 4 Tampilan Grafik

Kedua tampilan tersebut menampilkan fitur riwayat data pada aplikasi *monitoring* akuaponik. Tampilan pertama menyajikan data historis dalam bentuk daftar, berisi informasi waktu pencatatan, nilai pH, TDS, suhu, dan level air. Sementara tampilan kedua menyajikan data yang sama dalam bentuk grafik terpisah untuk masing-masing parameter, sehingga memudahkan pengguna dalam menganalisis tren perubahan kondisi lingkungan secara visual.

4.2.4 Profil

Pada halaman profil ini pengguna dapat mengganti *password* sesuai dengan yang diinginkan. Berikut ini adalah tampilan dari halaman profil atau kelola akun.

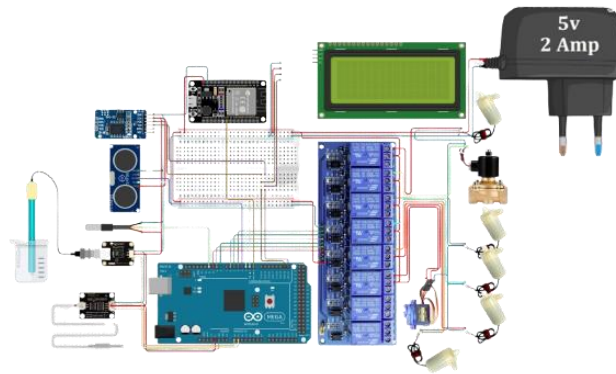


Gambar 4. 5 Tampilan Profil

Tampilan pada gambar tersebut merupakan halaman Kelola Akun di sebuah aplikasi, dengan desain latar belakang gradasi biru muda. Di bagian atas terdapat ikon profil dan tulisan "Kelola Akun" yang menandakan fungsi halaman ini. Di bawahnya terdapat beberapa kolom isian, yaitu nama pengguna (Aulia Sabila), alamat *email* (auliasabila250604@gmail.com), serta dua kolom untuk memasukkan *password* dan konfirmasi *password* yang masih kosong. Di bagian bawah terdapat tombol hijau bertuliskan "Update" untuk menyimpan perubahan data akun. Tata letak elemen-elemen disusun secara vertikal dan tampak sederhana, bersih, dan mudah dipahami pengguna.

4.3 Perangkat Keras

Perangkat keras ini dirakit untuk mengelola, memantau, dan mengendalikan sistem akuaponik secara otomatis. Dengan menggunakan berbagai sensor dan aktuator, perangkat keras ini mampu mengukur parameter penting seperti suhu, pH, TDS, dan volume air, serta mengontrol pompa, pemberian pakan, dan penambahan nutrisi.

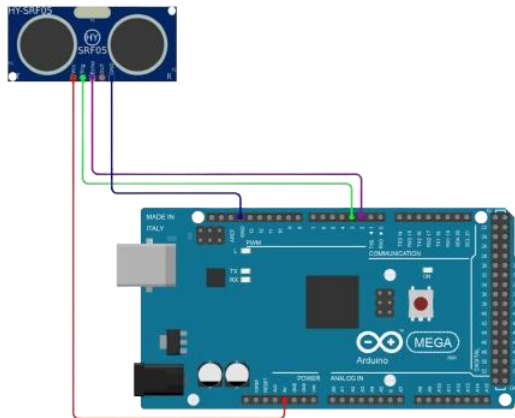


Gambar 4. 6 Rangkaian *Hardware*

Gambar ini menunjukkan satu sistem otomasi akuaponik, di mana Arduino Mega membaca berbagai sensor (pH, TDS, suhu, level air), menampilkan hasil di LCD, dan mengontrol *relay* untuk mengaktifkan aktuator (pompa & servo) secara otomatis, dengan kemampuan *monitoring* dan kontrol via ESP32 (internet).

4.4 Kalibrasi Sensor Ultrasonik

Pada tahap ini, dilakukan proses kalibrasi terhadap sensor ultrasonik dengan tujuan memperoleh rumus konversi dari nilai pembacaan sensor tersebut. Kalibrasi dilakukan dengan cara membandingkan data yang diperoleh dari sensor ultrasonik dengan pengukuran jarak menggunakan alat ukur meteran terhadap objek tertentu. Dengan membandingkan kedua hasil pengukuran tersebut, dapat diperoleh hubungan atau rumus yang dapat digunakan untuk mengonversi hasil pembacaan sensor ke satuan jarak sentimeter (cm). Berikut ini ditampilkan rangkaian dari sensor ultrasonik yang digunakan dalam proses ini.



Gambar 4. 7 Rangkain Sensor Ultrasonik

Gambar diatas merupakan rangkaian yang digunakan pada proses kalibrasi sensor ultrasonik. Pin VCC dan GND dari sensor dihubungkan ke VCC +5V dan GND pada arduino, kemudian pin *trigger* dan *echo* sensor dihubungkan ke input digital pin 2 dan 3 pada arduino.

```
Kalibrasi_sensor_Ultrasonik.ino
1 // Deklarasi pin
2 const int trig_pin = 2;
3 const int echo_pin = 3;
4 // Variabel untuk menyimpan waktu pantulan
5 long echo_time;
6 void setup() {
7     Serial.begin(9600);           // Mulai komunikasi serial
8     pinMode(trig_pin, OUTPUT);    // Set trig sebagai output
9     pinMode(echo_pin, INPUT);    // Set echo sebagai input
10 }
11 void loop() {
12     // Kirim pulsa trigger selama 10 mikrodetik
13     digitalWrite(trig_pin, LOW);
14     delayMicroseconds(2);
15     digitalWrite(trig_pin, HIGH);
16     delayMicroseconds(10);
17     digitalWrite(trig_pin, LOW);
18     // Baca waktu pantulan (dalam mikrodetik)
19     echo_time = pulseIn(echo_pin, HIGH);
20     // Tampilkan waktu pantulan ke Serial Monitor
21     Serial.print("Echo time: ");
22     Serial.print(echo_time);
23     Serial.println(" µs");
24     delay(500); // Delay setengah detik
25 }
26
```

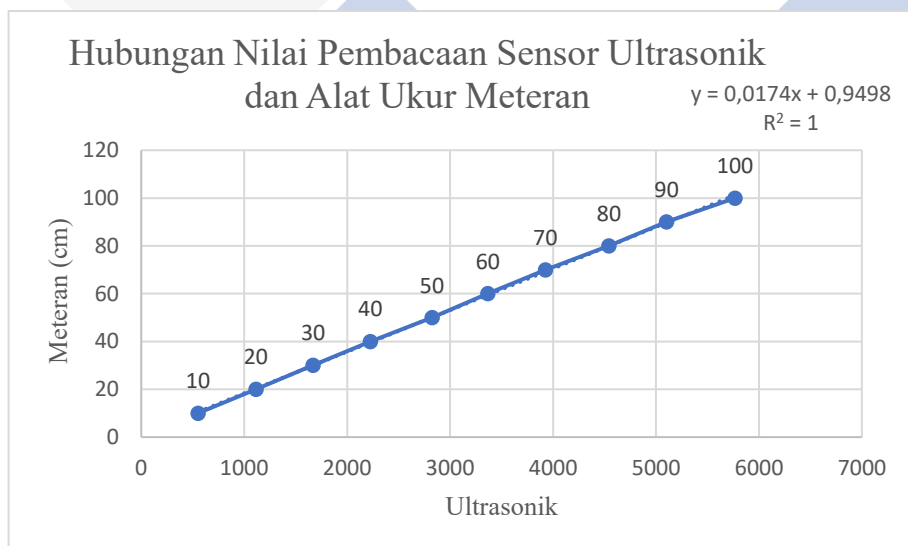
Gambar 4. 8 Program Arduino Kalibrasi Sensor Ultrasonik

Program di atas merupakan program arduino untuk kalibrasi sensor ultrasonik. Hasil pembacaan program diatas masih berupa pemancaran gelombang ultrasonik, pantulan gelombang oleh objek, dan pengukuran waktu tempuh gelombang pantul untuk menentukan jarak. Berikut beberapa data hasil kalibrasi sensor ultrasonik.

Tabel 4. 1 Data Kalibrasi Sensor Ultrasonik

No	Sensor Ultrasonik	Meteran (cm)
1	551	10
2	1114	20
3	1670	30
4	2226	40
5	2824	50
6	3366	60
7	3925	70
8	4543	80
9	5103	90
10	5767	100

Dari data pada tabel diatas, di peroleh grafik regresi linear dari hubungan antara nilai yang di hasilkan dari pembacaan sensor ultrasonik dan nilai dari alat ukur meteran.



Gambar 4. 9 Grafik Pembacaan Sensor Ultrasonik

Dari grafik yang diatas, dapat dilihat bahwa hasil pembacaan kedua alat memiliki hubungan linieritas yang tinggi, pada nilai R^2 memiliki nilai 100%. Rumus

yang digunakan untuk konversi nilai pembacaan sensor ultrasonik menjadi satuan jarak (cm).

```

Sensor_Ultrasonik_Regresi_Linier.ino
1 // Deklarasi pin
2 const int trig_pin = 2;
3 const int echo_pin = 3;
4 // Variabel jarak dan waktu
5 long echo_time;
6 float distance;
7 void setup() {
8     Serial.begin(9600); // Mulai komunikasi serial
9     pinMode(trig_pin, OUTPUT); // Set pin trigger sebagai output
10    pinMode(echo_pin, INPUT); // Set pin echo sebagai input
11 }
12 void loop() {
13     // Kirim sinyal trigger 10 mikrodetik
14     digitalWrite(trig_pin, LOW);
15     delayMicroseconds(2);
16     digitalWrite(trig_pin, HIGH);
17     delayMicroseconds(10);
18     digitalWrite(trig_pin, LOW);
19     // Baca durasi echo
20     echo_time = pulseIn(echo_pin, HIGH);
21     // Hitung jarak dengan regresi linier hasil kalibrasi
22     distance = (0.0174 * float(echo_time)) + 0.9498;
23     // Tampilkan hasil ke Serial Monitor
24     Serial.print("Jarak: ");
25     Serial.print(distance);
26     Serial.println(" cm");
27     delay(500); // Delay setengah detik
28 }

```

Gambar 4. 10 Program Arduino Regresi Linier Ultrasonik

Program diatas adalah kode program untuk mengubah nilai pembacaan sensor ultrasonik yang awalnya berupa waktu menjadi satuan jarak dengan menggunakan rumus regresi linier yang sebelumnya.

4.4.1 Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan dari hasil pembacaan sensor ultrasonik yang telah dilakukan kalibrasi dengan menggunakan alat ukur meteran. Untuk nilai selisih pada pembacaan akan dijadikan sebagai eror untuk menentukan seberapa prasisi pada sensor ultasonik. Berikut ini adalah hasil pengujian yang ditampilkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 2 Data Pengujian Sensor Ultrasonik

No	Sensor Ultrasonik	Meteran (cm)	Akurasi (%)
1	10,31	10	96,90
2	20,04	20	99,80
3	29,94	30	99,80

4	40,1	40	99,75
5	50,16	50	99,68
6	60,01	60	99,98
7	69,92	70	99,89
8	79,94	80	99,93
9	89,9	90	99,89
10	100,22	100	99,78
Rata-rata			99,54

Berdasarkan hasil pengujian sensor ultrasonik diatas, dapat disimpulkan bahwa sensor dapat mengukur jarak dengan tingkat akurasi rata-rata 99,54%.



Gambar 4. 11 Pengujian Jarak Benda pada Sensor Ultrasonik

4.4.2 Kalibrasi Sensor Ultrasonik Pada Volume Air

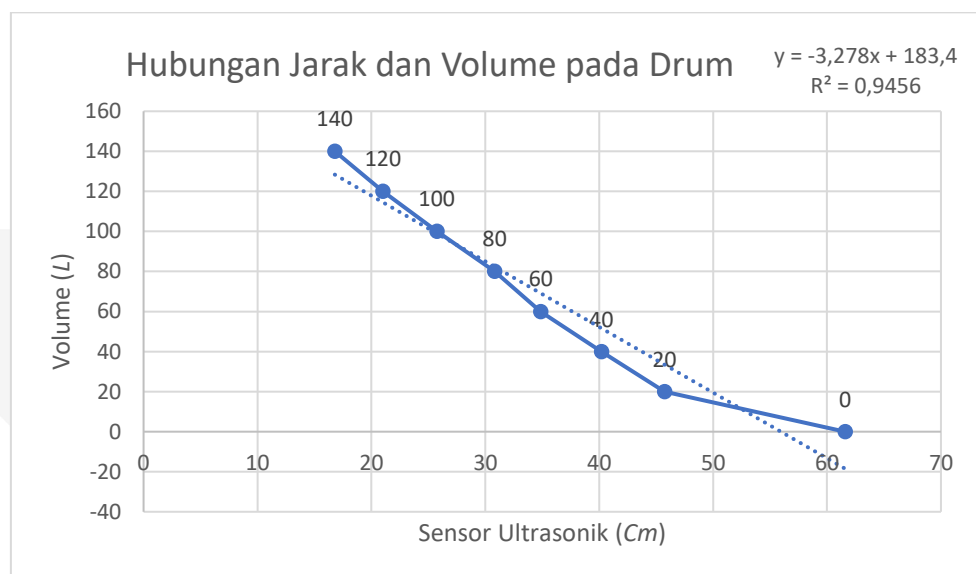
Tahap ini adalah proses kalibrasi yang dilakukan dengan membandingkan nilai volume air pada drum dengan pembacaan sensor. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengisi air secara bertahap lalu dibandingkan dengan hasil dari pembacaan sensor ultrasonik. Berikut ini data hasil dari kalibrasi.

Tabel 4. 3 Data Kalibrasi Sensor Pada Volume Air

No	Sensor Ultrasonik (cm)	Volume air (L)
1	61,59	0
2	45,73	20
3	40,19	40
4	34,87	60

5	30,82	80
6	25,74	100
7	21,01	120
8	16,79	140

Data diatas menghasilkan grafik persamaan regresi linier hubungan pembacaan jarak pada sensor ultrasonik dan volume air pada drum. Berikut ini adalah grafik persamaan regresi linier.



Gambar 4. 12 Grafik Hubungan Jarak dan Volume pada Drum

Dari grafik persamaan diatas, dapat disimpulkan bahwa nilai pada jarak sensor ultrasonik memiliki hubungan linier terhadap volume air pada drum. Pada nilai R^2 memiliki nilai 94,56%. Dengan persamaan regresi linier diatas digunakan sebagai konversi nilai pembacaan sensor ultrasonik menjadi satuan volume pada program arduino. Berikut ini adalah program arduino untuk membaca volume air pada drum.

Konversi_Nilai_Jarak_Menjadi_Volume_Air.ino

```
1  int trig_pin = 2;
2  int echo_pin = 3;
3  long echotime;
4  float distance, volume_air;
5
6  void setup() {
7    Serial.begin(9600);
8    pinMode(trig_pin, OUTPUT);
9    pinMode(echo_pin, INPUT);
10 }
11
12 void loop() {
13   digitalWrite(trig_pin, HIGH);
14   delayMicroseconds(1);
15   digitalWrite(trig_pin, LOW);
16   echotime = pulseIn(echo_pin, HIGH);
17   distance = (0.017 * float(echotime)) + 0.9498; // regresi jarak
18   volume_air = (-3.2780 * distance) + 183.40; // regresi volume
19   Serial.print("volume :");
20   Serial.println(volume_air);
21 }
```

Gambar 4. 13 Program Arduino Pengujian Sensor Ultrasonik pada Drum

Program diatas adalah kode program persamaan regresi pada grafik sebelumnya. Nilai dari variable linier diubah menjadi "distance" dari pembacaan jarak sensor ultrasonik.

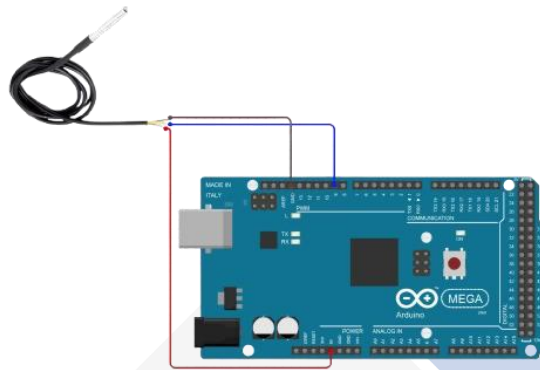


Gambar 4. 14 Pengujian Jarak Volume pada Drum

Pengujian yang dilakukan dengan menambahkan air pada drum akuaponik. Hasil dari pembacaan sensor ultrasonik akan dibandingkan dengan volume air pada drum akuaponik.

4.5 Kalibrasi Sensor Suhu DS18B20

Pada tahap kalibrasi sensor suhu ini dilakukan karena *output* ini memiliki keluaran digital, program arduino yang digunakan menggunakan *library OneWire*. Berikut ini rangkaian dari proses kalibrasi sensor suhu.



Gambar 4. 15 Rangkaian Sensor Suhu DS18B20

Hasil dari pembacaan sensor suhu dan termometer akan menghasilkan grafik hubungan antara kedua nilai dari pembacaannya, berikut ini adalah program arduino untuk pembacaan sensor suhu.

```

sensor_suhu1.ino
1  #include <OneWire.h>
2
3  const int DS18S20_Pin = 9;      // Pin data untuk sensor DS18B20
4  OneWire ds(DS18S20_Pin);        // Inisialisasi komunikasi OneWire
5
6  void setup() {
7      Serial.begin(115200);        // Memulai komunikasi serial
8  }
9
10 void loop() {
11     byte data[9];
12     byte addr[8];
13
14     if (!ds.search(addr)) {
15         ds.reset_search();
16         return;
17     }
18
19     if (OneWire::crc8(addr, 7) != addr[7]) {
20         Serial.println("CRC tidak valid!");
21         return;
22     }
23
24     if (addr[0] != 0x10 && addr[0] != 0x28) {
25         Serial.println("Bukan DS18B20!");
26         return;
27     }
28
29     ds.reset();
30     ds.select(addr);
31     ds.write(0x44, 1);            // Memulai konversi suhu
32
33     delay(750);                  // Menunggu konversi selesai
34
35     ds.reset();
36     ds.select(addr);
37     ds.write(0xBE);              // Membaca scratchpad
38
39     for (int i = 0; i < 9; i++) {
40         data[i] = ds.read();
41     }
42
43     int16_t raw = (data[1] << 8) | data[0];
44     float temperature = (float)raw / 16.0;
45
46     Serial.println(temperature); // Tampilkan suhu
47     delay(100);                 // Delay sebelum pembacaan selanjutnya
48 }

```

Gambar 4. 16 Program Arduino Kalibrasi Sensor Suhu DS18B20

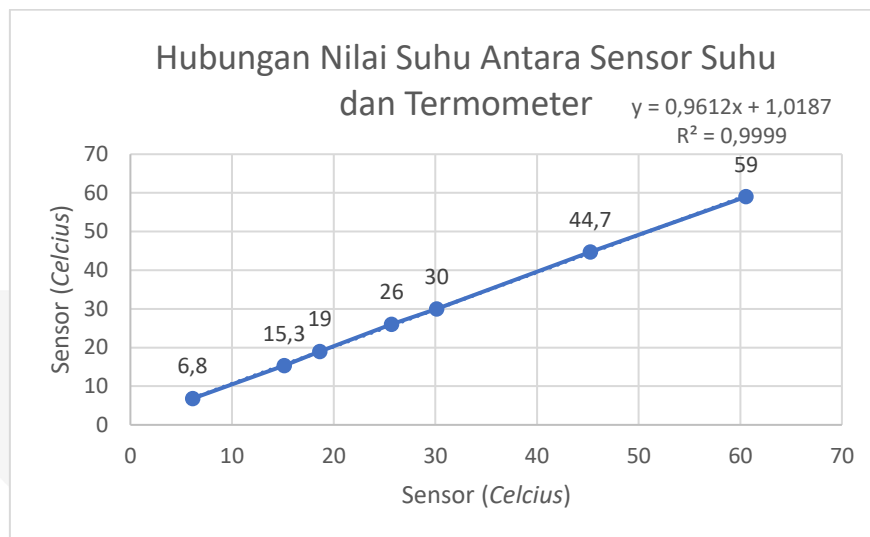
Program diatas adalah kode program untuk pembacaan suhu pada sensor. Program ini menggunakan *library* dari "OneWire" sebagai *input* pembacaan pada pin digital arduino. Data yang dihasil pada pembacaan sensor dan termometer akan ditampilkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 4 Data Kalibrasi Sensor Suhu DS18B20

No	Sensor Suhu DS18B20 (c)	Termometer (c)
1	6,12	6,8
2	15,13	15,3
3	18,62	19

4	25,69	26
5	30,12	30
6	45,25	44,7
7	60,56	59

Dari data diatas didapatkan grafik hubungan antara nilai pembacaan sensor suhu DS18B20 dan termometer.



Gambar 4. 17 Grafik Hubungan Nilai Suhu Antara Sensor dan Termometer

Dari grafik persamaan 4. 17, bahwa kedua nilai dari pembacaan suhu memiliki hubungan linieritas yang tinggi, nilai R^2 dengan nilai 99,99%. Rumus persamaan yang didapatkan dari grafik hubungan diatas yang akan digunakan untuk mengubah nilai pembacaan awal sensor yang mendekati nilai pembacaan alat ukur. Berikut ini adalah persamaan pada program arduino.

```

Regresi_Linier_Sensor_Suhu.ino
1  #include <OneWire.h>
2
3  const int DS18S20_Pin = 9;           // Pin untuk sensor DS18B20
4  OneWire ds(DS18S20_Pin);            // Objek OneWire untuk komunikasi
5
6  float suhu;                          // Variabel untuk menyimpan hasil regresi
7
8  void setup(void) {
9      Serial.begin(115200);            // Inisialisasi komunikasi serial
10 }
11
12 void loop(void) {
13     float temperature = getTemp();    // Membaca suhu mentah dari sensor
14     suhu = 1.0187 * temperature - 0.9612; // Regresi linier hasil kalibrasi
15     Serial.println(suhu);             // Menampilkan hasil ke serial monitor
16     delay(100);                      // Delay 100 ms
17 }
18
19 // Fungsi untuk membaca suhu dari sensor DS18B20
20 float getTemp() {
21     byte data[9], addr[8];
22
23     if (!ds.search(addr)) {
24         ds.reset_search();
25         return NAN;
26     }
27
28     if (OneWire::crc8(addr, 7) != addr[7]) {
29         return NAN;
30     }
31
32     if (addr[0] != 0x10 && addr[0] != 0x28) {
33         return NAN;
34     }
35
36     ds.reset();
37     ds.select(addr);
38     ds.write(0x44, 1);                // Mulai konversi suhu
39     delay(750);                      // Tunggu hingga konversi selesai
40
41     ds.reset();
42     ds.select(addr);
43     ds.write(0xBE);                  // Baca scratchpad
44
45     for (int i = 0; i < 9; i++) {
46         data[i] = ds.read();
47     }
48
49     int16_t raw = (data[1] << 8) | data[0];
50     return (float)raw / 16.0; // Hasil dalam derajat Celsius
51 }

```

Gambar 4. 18 Program Arduino Menggunakan Rumus Regresi Linier

Program diatas merupakan kode program yang digunakan sebagai pengujian sensor suhu dengan menggunakan rumus persamaan regresi linier.

4.5.1 Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Pada tahap ini pengujian dilakukan untuk membandingkan hasil pembacaan dari sensor yang sudah dikalibrasi, dari nilai selisih kedua hasil pembacaan akan dijadikan nilai eror. Berikut ini adalah hasil pengujian dari sensor suhu.

Tabel 4. 5 Data Pengujian Sensor Suhu DS18B20

No	Sensor Suhu	Termometer	Akurasi (%)
1	13,56	13,50	99,56
2	28,33	29,00	97,69
3	36,16	36,70	98,53
4	46,58	46,00	98,74
5	51,06	51,80	98,57
6	60,4	60,90	99,18
7	69,2	71,40	96,92
Rata-rata			98,45

Berdasarkan hasil pengujian sensor yang disajikan pada tabel diatas, disimpulkan bahwa sensor suhu dapat mengukur suhu air dengan rata-rata 98,45%.



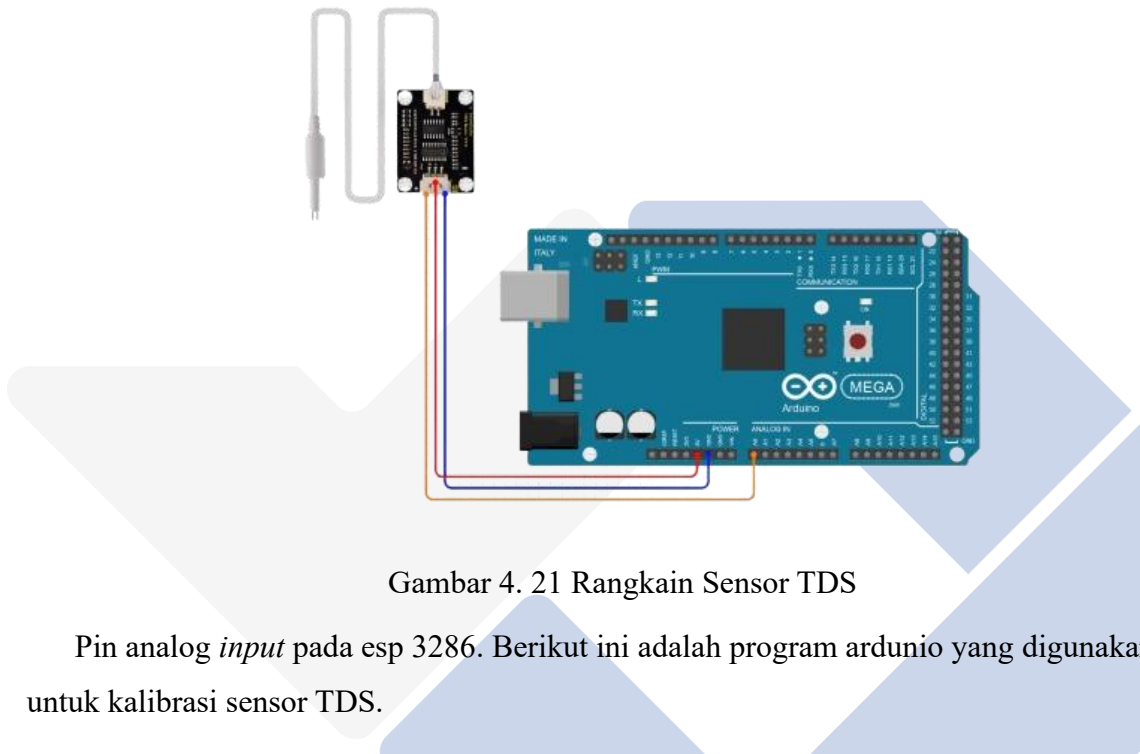
Gambar 4. 19 Pengujian Termometer pada Air Panas



Gambar 4. 20 Pengujian Termometer pada Batu Es

4.6 Kalibrasi Sensor TDS

Tahap ini dilakukan proses kalibrasi terhadap sensor TDS. Kalibrasi ini bertujuan untuk membandingkan hasil pembacaan nilai PPM dengan hasil pembacaan ADC pada sensor. Gambar dibawah ini merupakan *layout* dan program Arduino pada proses kalibrasi ini.



Gambar 4. 21 Rangkain Sensor TDS

Pin analog *input* pada esp 3286. Berikut ini adalah program arduino yang digunakan untuk kalibrasi sensor TDS.

```
Proses_Kalibrasi_Sensor_TDS.ino
1  #define pinTDS A0 // Mendefinisikan pin analog A0 sebagai input TDS
2
3  int ADC_TDS;      // Variabel untuk menyimpan nilai ADC dari sensor TDS
4
5  void setup() {
6    Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial dengan baud rate 9600
7    pinMode(pinTDS, INPUT); // Mengatur pin TDS sebagai input
8  }
9
10 void loop() {
11   ADC_TDS = analogRead(pinTDS); // Membaca nilai ADC dari pin TDS
12
13   Serial.print("ADC : "); // Menampilkan label ADC di Serial Monitor
14   Serial.println(ADC_TDS); // Menampilkan nilai ADC hasil pembacaan
15
16   delay(100); // Delay 100 ms sebelum pembacaan berikutnya
17 }
18
```

Gambar 4. 22 Program Arduino Kalibrasi Sensor TDS

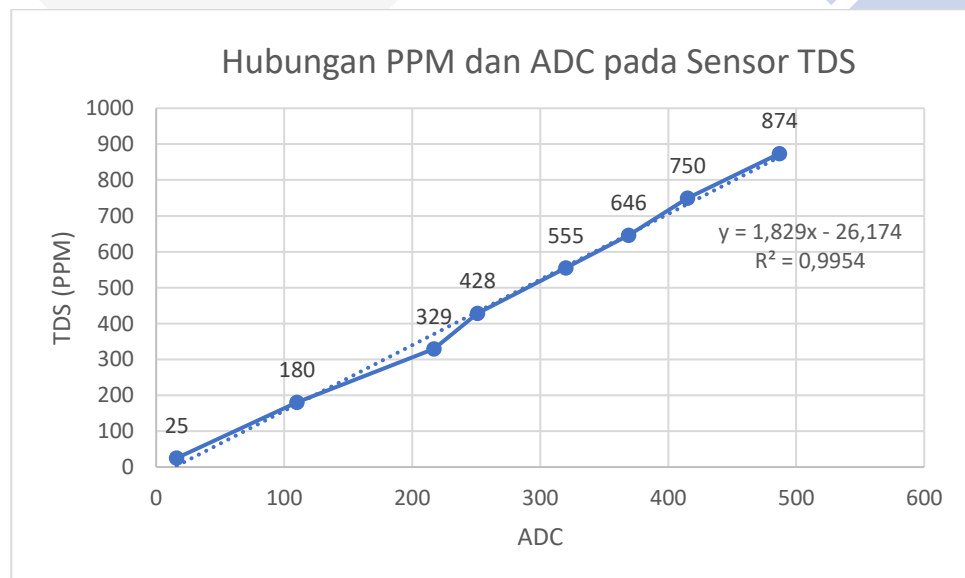
Pembacaan nilai ADC pada sensor TDS menggunakan pin A0 pada arduino dengan perintah "analogRead" yang didefinisikan sebagai *input* analog pada sensor TDS. Dengan menggunakan tipe data *integer* pada pembacaan analog. Hasil dari pembacaan sensor akan

ditampilkan pada serial monitor. Berikut ini adalah hasil pengukuran nilai PPM pada TDS meter dan pembacaan nilai ADC dari sensor TDS.

Tabel 4. 6 Data Kalibrasi Sensor TDS

No	Sensor TDS (ADC)	TDS Meter (PPM)
1	16	25
2	110	180
3	217	329
4	251	428
5	320	555
6	369	646
7	415	750
8	487	874

Dari data diatas menghasilkan grafik hubungan nilai PPM dari pembacaan TDS meter dan nilai ADC dari pembacaan sensor TDS.



Gambar 4. 23 Grafik Hubungan PPM dan ADC pada Sensor TDS

Pada grafik persamaan diatas, bahwa hasil pembacaan nilai ADC dari sensor TDS memiliki hubungan linieritas tinggi terhadap nilai PPM pada TDS meter. Hal ini dapat dilihat dari nilai R^2 memiliki 99,94%. Dengan adanya persamaan diatas digunakan sebagai

persamaan konversi nilai dari pembacaan sensor, yang awalnya nilai tegangan ADC menjadi nilai PPM.

4.6.1 Pengujian Sensor TDS

Pengujian sensor dilakukan agar dapat melihat nilai keakuratan dari pembacaan sensor. Nilai hasil pembacaan dari sensor TDS yang telah dikonversi ke dalam satuan PPM akan dibandingkan dengan hasil pembacaan PPM menggunakan alat TDS Meter. Selisih antara kedua nilai tersebut digunakan sebagai acuan untuk menghitung tingkat error, yang menunjukkan seberapa akurat pembacaan sensor TDS. Data berikut menunjukkan hasil dari proses pengujian tersebut.

Tabel 4. 7 Data Pengujian Sensor TDS

No	TDS Meter (PPM)	Sensor TDS (PPM)	Akurasi (%)
1	103	93	89,2
2	260	277	93,9
3	393	363	91,7
4	523	524	99,8
5	621	605	97,4
Rata-Rata			94,4

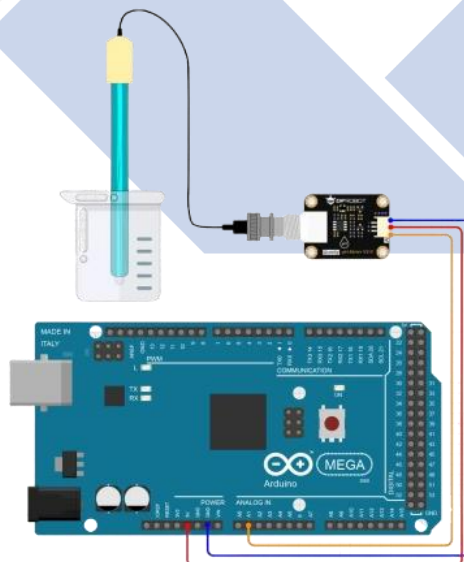
Dari hasil pengujian sensor TDS dapat dilihat pada tabel diatas bahwa sensor TDS dapat mengukur nilai PPM dengan nilai rata-rata 94,4%.



Gambar 4. 24 Pengujian pada Alat Ukur

4.7 Kalibrasi Sensor pH

Tahap ini melakukan perbandingan terhadap nilai pembacaan ADC dari sensor pH dan nilai pH pada alat ukur pH meter. Proses kalibrasi dilakukan menggunakan 3 sampel larutan *buffer*. Berikut merupakan *layout* dan program dari Arduino pada kalibrasi ini.



Gambar 4. 25 Rangkaian Sensor pH

Pin A pada modul sensor pH disambungkan ke pin input analog A1 di Arduino. Sementara itu, pin VCC dan GND dari sensor dihubungkan ke pin VCC dan GND milik Arduino. Program Arduino berikut digunakan untuk melakukan kalibrasi sensor pH.

```
sketch_jul1a.ino
1  #define pinpH A1
2  int ADC_pH;
3
4  void setup() {
5      Serial.begin(9600);
6      pinMode(pinpH, INPUT);
7  }
8
9  void loop() {
10     ADC_pH = analogRead(pinpH);
11     Serial.print("ADC : ");
12     Serial.println(ADC_pH);
13     delay(100);
14 }
```

Gambar 4. 26 Program Arduino Kalibrasi Sensor pH

Pembacaan nilai ADC dari sensor pH dilakukan menggunakan perintah “*analogRead*” pada pin A1 Arduino, yang sebelumnya telah disetting sebagai input analog dari sensor. Data yang diperoleh dari pembacaan ini bertipe bilangan bulat (integer). Nilai yang terbaca kemudian ditampilkan melalui Serial Monitor dengan menginisialisasi komunikasi serial menggunakan fungsi “*Serial.begin*”.



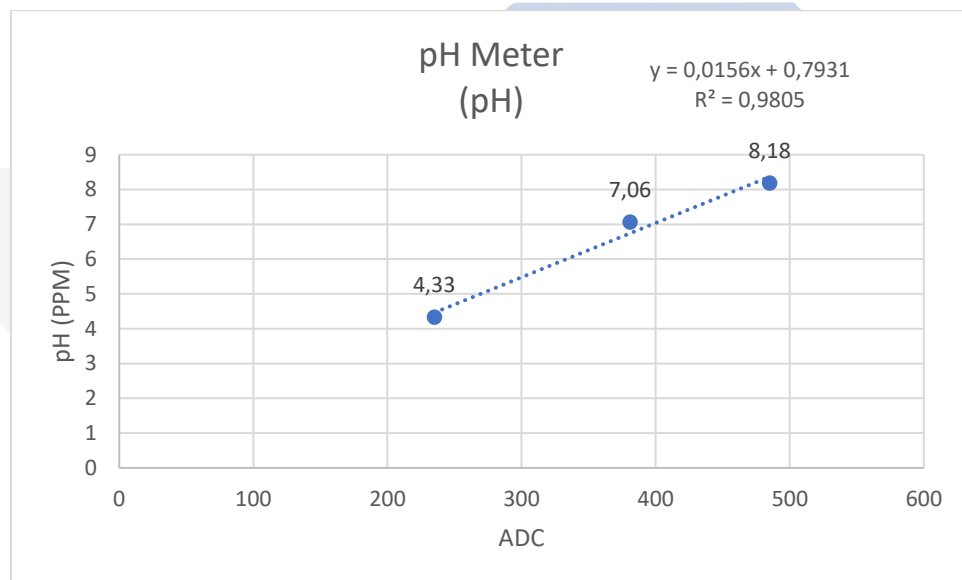
Gambar 4. 27 Sampel Larutan Buffer

Data hasil pengukuran nilai ADC dan tegangan dari sensor pH, serta pembacaan nilai pH menggunakan pH meter, ditampilkan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 4. 8 Data Kalibrasi Sensor pH

No	Sensor pH (ADC)	pH Meter (pH)
1	235	4,33
2	381	7,06
3	485	8,18

Berdasarkan data pada tabel, mendapatkan grafik hubungan antara pembacaan pH pada meteran terhadap nilai tegangan ADC dari pembacaan sensor pH.



Gambar 4. 28 Grafik Persamaan Pembacaan Sensor pH

Grafik persamaan diatas, dapat dilihat dari hasil pembacaan sensor pH dan pH meter memiliki linieritas yang tinggi. Dari nilai R^2 memiliki nilai 98,05%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sensor pH dapat berfungsi dengan baik. Hasil grafik yang didapatkan akan digunakan sebagai persamaan konversi nilai pembacaan sensor yaitu tegangan ADC menjadi nilai pH, maka persamaan tersebut akan digunakan pada program Arduino sebagai berikut.

```

Pembacaan_Nilai_pH_dengan_Regresi_Linier.ino
1  #define pinpH A5
2  int ADC_pH;
3  float pH_value, tegangan;
4
5  void setup() {
6      Serial.begin(9600);
7      pinMode(pinpH, INPUT);
8  }
9
10 void loop() {
11     ADC_pH = analogRead(pinpH);
12     tegangan = (ADC_pH * 5.0) / 1024; // konversi ADC ke tegangan
13     pH_value = (0.0156 * ADC_pH) + 0.7931; // Regresi Linier
14
15     Serial.print("ADC : ");
16     Serial.print(ADC_pH);
17     Serial.print(" voltage : ");
18     Serial.print(tegangan);
19     Serial.print(" pH : ");
20     Serial.println(pH_value);
21
22     delay(100);
23 }

```

Gambar 4. 29 Program Arduino Pembacaan Sensor pH

Program pada gambar diatas adalah program pembacaan sensor pH, program tersebut menggunakan persamaan regresi linier unutkan mengubah nilai ADC sensor pH menjadi nilai pHnya. *Floating point* adalah jenis data yang digunakan untuk pembacaan nilai pH agar dapat menampilkan data pembacaan sensor pH dalam bentuk pecahan.

4.7.1 Pengujian Sensor pH

Pengujian sensor ini dilakukan untuk mendapatkan hasil pembacaan dari sensor pH apakah sudah akurat, lalu hasil pembacaan sensor akan dikonversi menjadi nilai pH yang akan dibandingkan dengan pembacaan pH meter. Nilai selisih yang dihasilkan dari kedua pembacaan akan dijadikan nilai eror untuk menentukan keakuratan dari pembacaan sensor pH. Berikut ini adalah data dari hasil pengujian.

Tabel 4. 9 Data Pengujian Sensor pH

Jenis Larutan	Sensor pH (pH)	pH Meter (pH)	Akurasi (%)
Larutan Buffer 1	3,91	4,01	97,51
Larutan Buffer 2	6,56	6,85	95,77
Larutan Buffer 3	9,15	9,32	98,18
Air Sabun	7,662	8,18	93,67
Rata-rata			96,28

Dari data hasil pengujian pada tabel diatas, bahwa sensor pH mampu mengukur nilai pH dengan rata-rata 96,28%.



Gambar 4. 30 Pengujian Sensor pH dan pH meter

Pada gambar diatas berupa sampel air yang digunakan unruk pengujian sensor pH. Ada beberapa jenis sampel yang digunakan yaitu berupa larutan *buffer* (tiga jenis), air sabun, air jeruk.

4.8 Pengujian Aplikasi

Pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah aplikasi dapat bekerja dengan benar. Serta dapat melakukan pengontrolan pada sistem akuaponik mulai dari penambahan nutrisi, pemberian pH *up*, pH *down*, dan pemberian pakan ikan melalui *smartphone*.



Gambar 4. 31 Pengujian Pembacaan Sensor Pada Aplikasi dan LCD

4.8.1 Pengujian Kontrol Manual Pada Aplikasi

Pengujian kontrol manual pada aplikasi adalah proses evaluasi terhadap fungsi aplikasi secara manual dengan cara memeriksa *input*, proses, dan *output* data secara langsung oleh pengguna tanpa otomatisasi alat bantu. Dalam metode ini, penulis akan memasukkan data, memvalidasi respons sistem, dan membandingkan hasil aktual dengan hasil yang diharapkan. Tujuannya adalah memastikan bahwa aplikasi mampu memproses data secara akurat, konsisten, serta memenuhi kebutuhan pengguna, sebelum digunakan dalam lingkungan yang sesungguhnya. Berikut ini data dari pengujian kontrol pada aplikasi.

Tabel 4. 10 Data kontrol manual dalam sistem akuaponik

No	Kondisi button pada aplikasi	Kondisi pH <i>Up</i>	Kondisi pH <i>Down</i>	Kondisi Nutrisi	Kondisi Pakan Ikan	Berhasil
1	Hidup	Hidup	Hidup	Hidup	Hidup	√
2	Mati	Mati	Mati	Mati	Mati	√
3	Hidup	Hidup	Hidup	Hidup	Hidup	√
4	Mati	Mati	Mati	Mati	Mati	√

Dari tabel pengujian 4.10 diatas, dapat disimpulkan bahwa aplikasi *smartphone* dapat berfungsi sesuai dengan semestinya dengan tingkat akurasi 100%. Aplikasi dapat menampilkan hasil pembacaan sensor sebagaimana tampilan pada LCD. Sistem pengontrol pada aplikasi juga dapat digunakan dengan baik.

4.8.2 Penimbangan Pakan Ikan Pada Sistem Akuaponik

Pada pengujian ini dilakukan penimbangan berat pakan ikan yang keluar dari *autofeeder* melalui siklus jadwal dan juga kontrol dari *smartphone*, dengan adanya pengujian ini kita dapat mempertimbangkan berapa banyak pakan yang ingin kita berikan kepada ikan tergantung pada jumlah ikan ataupun kebutuhan ikan sesuai dengan umurnya. Berikut ini adalah tabel berat pakan ikan yang keluar.

Tabel 4. 11 Data berat pakan ikan

No	Percobaan	Berat (gram)
1	Pertama	3
2	Ke dua	3
3	Ke tiga	3
4	Ke empat	3
5	Ke lima	3
6	Ke enam	3
7	Ke tujuh	16
8	Ke delapan	3
9	Ke sembilan	2
10	Ke sepuluh	3
Rata-rata		4,2

Dari data 4.11 dapat disimpulkan bahwa rata-rata dari berat pakan ikan yang keluar adalah 4,2 gram.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengujian proyek akhir, terdapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem kontrol dan *monitoring* berhasil dirancang untuk memantau kondisi lingkungan akuaponik secara *real-time* melalui *smartphone* maupun LCD. Sistem ini mampu membaca parameter penting seperti suhu air, pH, TDS, dan volume air, serta memberikan kontrol otomatis terhadap pemberian pakan dan nutrisi.
2. Aplikasi *monitoring* yang dibuat memiliki *interface* yang responsif dan mudah digunakan. Fitur-fitur seperti login, *dashboard real-time*, *grafik history*, pengaturan akun, serta tombol kontrol manual telah berfungsi dengan baik dan akurat sesuai kebutuhan pengguna.
3. Perangkat keras yang dirancang, terdiri dari Arduino Mega, ESP32, serta berbagai sensor dan aktuator, mampu bekerja secara sinkron dalam membaca data dan menjalankan perintah pengendalian melalui komunikasi serial dan konektivitas internet.
4. Hasil kalibrasi sensor ultrasonik menunjukkan hubungan linier yang kuat antara pembacaan sensor dan jarak aktual, dengan akurasi rata-rata 99,54%, serta dapat dikonversi ke satuan volume air secara presisi.
5. Sensor suhu DS18B20 yang telah dikalibrasi menggunakan regresi linier dapat memberikan pembacaan suhu air yang mendekati nilai termometer, dengan tingkat akurasi rata-rata sebesar 98,45%.
6. Sensor TDS mampu mengukur kadar nutrisi (PPM) dengan cukup baik setelah dikalibrasi, menghasilkan akurasi pengukuran rata-rata sebesar 94,4% bila dibandingkan dengan alat TDS meter.

7. Sensor pH yang dikalibrasi menggunakan larutan buffer menghasilkan hubungan linier yang tinggi terhadap alat ukur pH meter, dan dapat memberikan pembacaan pH air dengan akurasi rata-rata sebesar 96,28%.
8. Aplikasi dapat menjalankan kontrol manual seperti pemberian pakan, pH *up/down*, dan nutrisi dengan tingkat keberhasilan 100%. Pengujian penimbangan pakan juga menunjukkan bahwa sistem autofeeder mampu bekerja dengan stabil, dengan rata-rata berat pakan 4,2 gram per siklus.

5.2 Saran

1. Untuk pengembangan ke depan, direkomendasikan penambahan sensor amonia dan oksigen terlarut guna memperluas cakupan pemantauan kualitas lingkungan.
2. Selain itu, peningkatan keamanan data serta penguatan fitur notifikasi secara proaktif perlu dipertimbangkan. Pengujian jangka panjang juga dibutuhkan untuk menilai kestabilan sistem.
3. Adopsi sumber energi terbarukan seperti panel surya dapat menjadi solusi strategis untuk mewujudkan sistem akuaponik yang lebih mandiri dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arianti, T., Fa'izi, A., Adam, S., & Wulandari, M. (2022). Perancangan Sistem Informasi Perpustakaan Menggunakan Diagram Uml (Unified Modelling Language). *Jurnal Ilmiah Komputer Terafan Dan Informasi*, 1(1), 19–25. <https://journal.polita.ac.id/index.php/politati/article/view/110/88>
- [2] Azhari, D., & Tomaso, A. M. (2018). Kajian Kualitas Air dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Dibudidayakan dengan Sistem Akuaponik. *Akuatika Indonesia*, 3(2), 84. <https://doi.org/10.24198/jaki.v3i2.23392>
- [3] Endryanto, A. A., & Khomariah, N. E. (2022). Kontrol Dan Monitoring Tanaman Hidroponik Sistem Nutrient Film Technique Berbasis Iot. *Konvergensi*, 18(1), 25–32. <https://doi.org/10.30996/konv.v18i1.4494>
- [4] Gelvan Laurens Tuapetel, A. S. (2019). Jurnal simetrik vol.9, no.2, desember 2019. *Jurnal Simetrik*, 9(2), 208–214.
- [5] Hasan, A. M. F., Jamiyanti, E., & Warda, S. (2023). Rancang Bangun Smart Akuaponik Tanaman Kangkung Air Dan Budidaya Ikan Koi Menggunakan Protokol MQTT. *xx(xx)*, 376–383. <https://doi.org/10.33650/jeecom.v4i2>
- [6] Ilmu, F., Informasi, T., Gunadarma, U., Margonda, J., No, R., & Barat, J. (2020). Sistem Kontrol dan Monitoring Kadar PH Air pada Sistem Akuaponik Berbasis NodeMCU ESP8266 Menggunakan Telegram. *Jurnal Ilmiah Komputasi*, 19(4), 597–604. <https://doi.org/10.32409/jikstik.19.4.336>
- [7] Jagat, L., & Sundari, E. M. (2022). Smart Monitoring Dan Kontrol Berbasis. 3(1), 260–267.
- [8] Kris Widianegara, I. M., Linawati, L., & Wiharta, D. M. (2021). Rancang Bangun Akuaponik Berbasis Internet of Things. *Jurnal SPEKTRUM*, 8(1), 243. <https://doi.org/10.24843/spektrum.2021.v08.i01.p27>

- [9] Kurnia Putra, A., Fidiyanto, F., Prakoso, B., Zandy Armantya, R., Khasan Sandi, M., & Hari Saputro Al Haris, F. (2019).) 1), 2), 3), 4), 5), 6) Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains, Teknologi dan Kesehatan. *Universitas Sahid Surakarta Jl. Adi Sucipto*, 12(2), 743494.
- [10] Kuswara, E., & Syahfiqri, M. M. (2023). *Implementasi kebun cerdas pada perkebunan hidroponik sistem deep flow technique (DFT) terintegrasi IoT*. 1–145.
- [11] Lubis, M. D. S., Waruwu, T. S., & Lase, D. (2020). Perancangan Dan Pembuatan Aplikasi Pemesanan Makanan Online Berbasis Android. *Jurnal Mahajana Informasi*, 5(1), 29–35. <https://doi.org/10.51544/jurnalmi.v5i1.1194>
- [12] Muhamad, O., Ardi, C., Kusumastuti, S., & Busono, F. A. (2024). *Rancang Bangun Sistem Kontrol Dan Monitoring Budidaya Jangkrik Menggunakan Protokol Esp-Now*. 19(1), 52–59.
- [13] Muzaki, M. N., Andriyanto, S., Manufaktur, P., & Bangka, N. (2024). *Implementasi Sistem Informasi Berbasis Web untuk Pengelolaan Kedisiplinan Santri di Pondok Pesantren*. 3(1), 39–52.
- [14] Nasution, M. I., Lubis, L. H., & Ritonga, W. U. A. (2023). Implementasi Mikrokontroler Berbasis IoT Untuk Optimalisasi Kinerja Sistem Akuaponik. *Jurnal Phi Jurnal Pendidikan Fisika Dan Fisika Terapan*, 9(1), 7. <https://doi.org/10.22373/p-jpft.v9i1.16292>
- [15] Nursyahbani, T., Rendy, M., & Karna, N. B. (2021). Pengembangan Sistem Parkir Pintar Berbasis IoT. *E-Proceeding of Engineering*, 8(5), 5221–5232. <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/15851/15564>
- [16] Ramadhan, A. D. (2023). *Sistem Kendali TDS dan pH pada Akuaponik Menggunakan Metode Logika Fuzzy Berbasis IoT*. <http://eprints.untirta.ac.id/id/eprint/29849%0Ahttps://eprints.untirta.ac.id/298>

- [17] Ramadhan, M. Z., & Angelia, F. (2023). Mengoptimalkan pengembangan aplikasi mobile melalui perbandingan metode pengembangan perangkat lunak (Waterfall, Prototype, Mobile-D, Agile, RAD). *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Dan Sains*, 3(2), 13–19.
- [18] Rangkuti, S., & Miftadi, U. (2024). Rancang Bangun Smart Aquaponik Skala Kecil Berbasis Internet of Things. *Jurnal Elektro Dan Telekomunikasi Terapan (e-Journal)*, 10(2), 147–158.
[//journals.telkomuniversity.ac.id/jett/article/view/6729](http://journals.telkomuniversity.ac.id/jett/article/view/6729)



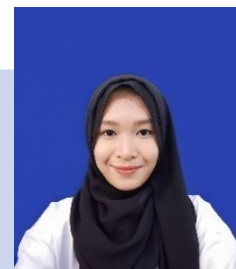
LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Lampiran 1. 1 Daftar Riwayat Hidup

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Aulia Sabila
Tempat, Tanggal Lahir : Pangkal Niur, 25 Juni 2004
Alamat Rumah : Jl. Belinyu-Muntok
No. Hp : 082372659279
Email : auliasabila0625@gmail.com
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 16 Riau Silip	2010 - 2016
SMP Negeri 3 Riau Silip	2016 - 2019
SMA Negeri 1 Kelapa	2019 - 2022
Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	2022- Sekarang

3. Riwayat Pendidikan

-

Sungailiat, 2 Juli 2025

Aulia Sabila

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Dwi Jaka Pratama
Tempat, Tanggal Lahir : Pati, 28 September 2004
Alamat Rumah : Lubuk Besar
No. Hp : 082181448250
Email : pratamadwijaka@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 14 Lubuk Besar	2010 - 2016
MTS Darurrohmah	2016 - 2019
SMK Negeri 1 Koba	2019 - 2022
Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	2022 - Sekarang

3. Pendidikan Nonformal

-

Sungailiat, 2 Juli 2025



Dwi Jaka Pratama

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Febry Yansha
Tempat, Tanggal Lahir : Belinyu, 15 Februari 2004
Alamat Rumah : Jl. Yosudarso, Belinyu
No. Hp : 0878437670731
Email : febryyanshaa055@gmail.com
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 6 Belinyu	2010 - 2016
SMP Negeri 1 Belinyu	2016 - 2019
SMK YPN Belinyu	2019 - 2022
Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	2022 - Sekarang

3. Pendidikan Nonformal

-

Sungailiat, 2 Juli 2025



Febry Yansha