

**RANCANG BANGUN SISTEM SMART TAMBAK UDANG VANAME
BERBASIS *INTERNET OF THINGS* UNTUK PEMANTAUAN SUHU DAN
KADAR GARAM MELALUI *SMART PHONE* DENGAN METODE *FUZZY*
*LOGIC***



Oleh :

JAMED CHRISTIAN YOGA PRATAMA

NPM 2115031056

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

**RANCANG BANGUN SISTEM SMART TAMBAK UDANG VANAME
BERBASIS *INTERNET OF THINGS* UNTUK PEMANTAUAN SUHU DAN
KADAR GARAM MELALUI *SMART PHONE* DENGAN METODE *FUZZY
LOGIC***

(SKRIPSI)

Oleh

JAMED CHRISTIAN YOGA PRATAMA

2115031056



JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

2025

ABSTRAK

RANCANG BANGUN SISTEM SMART TAMBAK UDANG VANAME BERBASIS *INTERNET OF THINGS* UNTUK PEMANTAUAN SUHU DAN KADAR GARAM MELALUI *SMART PHONE* DENGAN METODE *FUZZY LOGIC*

Oleh

Jamed Christian Yoga Pratama

Pada budidaya udang vaname, kualitas air yang baik, terutama suhu dan kadar garam, sangat berpengaruh terhadap kesehatan dan produktivitas udang. Tugas akhir ini membahas pengembangan sistem pemantauan kualitas air tambak udang vaname menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT). Sistem ini menggunakan sensor suhu (DS18B20) dan sensor kadar garam (TDS) yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32 untuk mengolah data. Informasi yang terkumpul kemudian dikirim ke aplikasi smartphone untuk memudahkan pemantauan secara *real-time*. Selain itu, sistem ini juga menerapkan metode *Fuzzy Logic* untuk memberikan analisis yang lebih akurat terhadap perubahan kondisi air, sehingga petambak dapat segera mengambil tindakan jika kualitas air tidak sesuai dengan standar yang diperlukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini memberikan data yang akurat dengan rata-rata kesalahan 0,6% untuk suhu dan 0,2% untuk kadar garam. Dengan menggunakan alat ini, petambak dapat menjaga kualitas air tambak udang Vaname dengan lebih mudah dan efektif, yang berkontribusi pada pertumbuhan udang yang lebih baik dan mengurangi risiko kerugian akibat kualitas air yang buruk.

Kata Kunci: Tambak Udang, Pemantauan Kualitas Air, Internet of Things (IoT), Sensor Suhu, Sensor Kadar Garam, Fuzzy Logic

ABSTRACT

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A SMART VANNAMEI SHRIMP POND SYSTEM BASED ON INTERNET OF THINGS FOR MONITORING TEMPERATURE AND SALINITY VIA SMARTPHONE USING FUZZY LOGIC METHOD

By

Jamed Christian Yoga Pratama

In vannamei shrimp farming, good water quality especially temperature and salinity has a significant impact on shrimp health and productivity. This final project discusses the development of a water quality monitoring system for vannamei shrimp ponds using Internet of Things (IoT) technology. The system utilizes a temperature sensor (DS18B20) and a salinity sensor (TDS), both connected to an ESP32 microcontroller to process the data. The collected information is then transmitted to a smartphone application to facilitate real-time monitoring. In addition, the system applies the Fuzzy Logic method to provide more accurate analysis of changes in water conditions, allowing farmers to take immediate action if the water quality does not meet the required standards. Testing results show that the system provides accurate data, with an average error of 0.6% for temperature and 0.2% for salinity. By using this tool, farmers can more easily and effectively maintain the water quality in vannamei shrimp ponds, contributing to better shrimp growth and reducing the risk of losses due to poor water conditions.

Keywords: Shrimp Pond, Water Quality Monitoring, Internet of Things (IoT), Temperature Sensor, Salinity Sensor, Fuzzy Logic

Judul Skripsi

: RANCANG BANGUN SISTEM *SMART* TAMBAK
UDANG VANAME *BERBASIS INTERNET OF
THINGS* UNTUK PEMANTAUAN SUHU DAN
KADAR GARAM MELALUI *SMARTPHONE*
DENGAN METODE *FUZZY LOGIC*

Nama Mahasiswa

: *Jamed Christian Yoga Pratama*

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2115031056

Jurusan

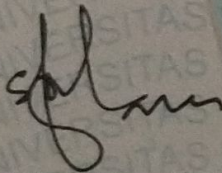
: Teknik Elektro

Fakultas

: Teknik

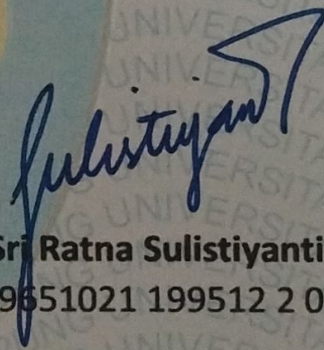
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Syaiful Alam, S.T., M.T.

NIP. 19690416 199803 1 004



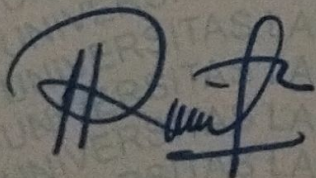
Dr. Ir. Sri Ratna Sulistiyanti, S.T., M.T.

NIP. 19651021 199512 2 001

2. Mengetahui

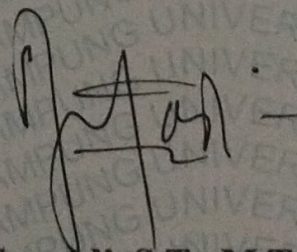
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Herlinawati, S.T., M.T.

NIP. 19710314 199903 1 001



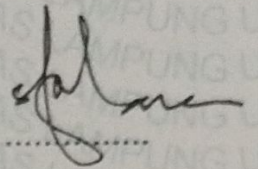
Sumadi, S.T., M.T.

NIP. 19731104 200003 1 001

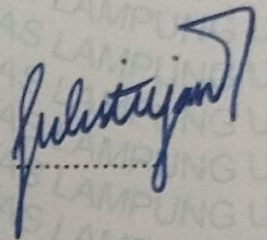
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Syaiful Alam, S.T., M.T

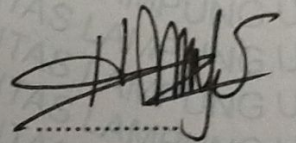


Sekretaris : Dr.Ir.Sri Ratna Sulistiyanti, S.T., M.T



Penguji

Bukan Pembimbing : Dr.Sri Purwiyanti, S.T., M.T., Ph.D



2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.)

NIP. 19750928 200112 1 002

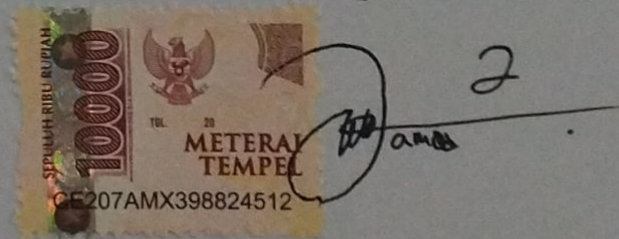
Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 17 Juli 2025

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana yang disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi akademik sesuai dengan hukum yang berlaku

Bandar Lampung, Juli 2025



Jamed Christian Yoga Pratama

NPM 2115031056

Dengan segala kerendahan hati,
Kupersembahkan karya sederhana ini sebagai tanda cinta, kasih, serta rasa
Terima kasihku

Kepada Kedua Orang Tua
Bapak Setiyoko dan Ibu Rotua
Yang telah membesarkan dan mendidikku dengan penuh perjuangan dan kasih serta
selalu mendukung dan mendo'akan yang terbaik untuk keberhasilan dan
kebahagianku

Adikku tersayang
Ivander Yobel Manuela dan michlee Putri Ayu
Terimakasih telah lahir ke dunia ini menjadi adikku

Serta
Keluarga Besar, Dosen, Teman Dan Almamater

"Serahkanlah perbuatanmu kepada TUHAN, maka terlaksanalah segala rencanamu."
(Amsal 16 : 3)

RIWAYAT HIDUP



Penulis di lahirkan di Bekasi pada tanggal 20 mei 2002, sebagai anak pertama dari pasangan Bapak Setiyoko dan Ibu Rotua. Riwayat Pendidikan penulis di mulai dari SDN Lubang Buaya 07 Pg Jakarta timur, kemudian melanjutkan Pendidikan di SMP N 1 Perdagangan dan melanjutkan lagi di SMK Swasta Katolik Abdi Sejati Kerasaaan. Penulis menjadi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung, pada tahun 2021 melalui jalur SBMPTN. Selain itu, penulis juga terhubung dalam organisasi intrakampus Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (Himatro) pada tahun 2021 yang diamanahkan sebagai anggota Departemen Minat dan Bakat. Pada tahun yang sama penulis juga tergabung dalam sebuah kelompok olahraga futsal yaitu Himatro Futsal dan 3 kali menjuari perlombaan futsal pada tahun 2022 juara 3 portela yang diadakan Bem FT selanjutnya pada tahun 2023 juara 2 Formahkris Cup 2023 yang diadakan Ukm Kristen Unila dan Pada tahun yang sama juga juara 1 Euferia Cup yang di adakan Bem FT pada tahun 2023. Selama menjadi mahasiswa penulis juga berkesempatan mengikuti program MBKM KKN TEMATIK Tahun 2023 penulis mendapatkan bagian membuat virtual touer dan pembuatan website desa di desa rukti endah lampung Tengah. Penulis melaksanakan kerja praktik di semester 6 di PT. *Enviromate Technology International* dengan judul Implementasi Sistem Pengendali Level Olein Oil Dengan Sensor ATG System Pada Tangki Olein Dengan Kapasitas 5000MT Di PT. *Enviromate Technology International* pada tahun 2024.

MOTTO

"Sebab Aku ini mengetahui rancangan-rancangan apa yang ada pada-Ku mengenai kamu, demikianlah firman TUHAN, yaitu rancangan damai sejahtera dan bukan rancangan kecelakaan, untuk memberikan kepadamu hari depan yang penuh harapan."

(Yeremia 29:11)

"Indah Pada Waktunya "

(Jamed Christian Yoga Pratama)

"Aku tahu, bahwa Engkau sanggup melakukan segala sesuatu dan tidak ada rencana-Mu yang gagal"

(Ayub 42:2)

"Aku ditolak dengan hebat sampai jatuh, tetapi Tuhan Menolong aku"

(Mazmur 118:13)

SANWACANA

Puji dan syukur senantiasa tercurahkan kepada Allah Bapa Yang Maha Kuasa Tuhan Yesus Kristus , karena berkat rahmat dan anugerah yang diberikan oleh-Nya, maka penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini yang berjudul “ Rancang Bangun Sistem Smart Tambak Udang Vaname Berbasis Iot Untuk Pemantauan Suhu Dan Kadar Garam Melalui Smart Phone Dengan Metode *Fuzzy Logic*” dengan baik. Penulis menyadari bahwa dalam penyusun skripsi ini terdapat banyak kekurangan karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang penulis miliki. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini antara lain:

1. Bapak Syaiful Alam, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama, atas kesediannya meluangkan waktu untuk memberikan masukan ,dukungan,dan bimbingan yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini
2. Ibu Dr.Ir. Sri Ratna Sulistiyanti, S.T., M.T selaku dosen pembimbing kedua, atas kesediannya meluangkan waktu untuk memberikan masukan, dukungan,dan bimbingan yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Sri Purwiyanti, S.T., M.T selaku dosen penguji atas kesediannya untuk menguji penelitian ini dan terima kasih untuk segala kritik, saran dan masukannyua sehingga skripsi ini dapat terlihat dengan lebih baik.
4. Bapak Ir. Noer Soedjarwanto, M.T sebagai pembimbing akademik yang telah memberikan masukan dan motivasi selama menjadi mahasiswa.
5. Bapak Sumadi, S.T., M.T selaku Ketua Program studi S1 Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.

6. Ibu Herlina, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.
7. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu serta wawasan kepada penulis.
8. Staf Jurusan Teknik Elektro dan Fakultas Teknik yang telah membantu penulis baik dalam hal administrasi maupun hal-hal lainnya.
9. Kedua Orang Tua Penulis, Bapak dan Mama tercinta senantiasa memberikan doa,dukungan,cinta dan kasih sayang sehingga mampu menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Adik Penulis Ivander Yobel Manuela Michelle Putri Ayu serta keluarga besar pomparan op melda gultom dan keluarga besar mbah marinem, Atas segala perhatian dan dukungan selama penulis menyelesaikan kuliah
11. Keluarga Besar Laboratorium Konversi Energi 2021 Marhadi,Alex Nainggolan,Ananda,Dona,Ruli,Siti,Benyamin,Daniel atas kebersamaannya dan dukungannya yang sangat membantu dalam penelitian ini.
12. Keluarga Besar Ini Tim Sukses Marhadi,Alex,Unedo,Benyamin,Daniel,Luki telah membantu dan mendukung penulis dari awal penelitian hingga terselesaikan tugas akhir ini.
13. Kelurga Besar Halak Batak Unedo Simanjuntak,Alex Nainggolan,Daniel Butar-Butar,Benyamin laia,Rizky Firman telah membantu dan mendukung penulis dari awal penelitian hingga terselesaikan tugas akhir ini.
14. Keluarga Besar Arya Nugraha telah memperbolehkan penulis pengambilan data di tambaknya dan telah membantu saya dalam proses pengambilan data hingga terselesaikan tugas akhir ini
15. Semua pihak yang telah membantu serta mendukung penulis dari awal kuliah hingga terselesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat di sebutkan satu persatu.

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	xii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kajian Pustaka.....	5
2.2 Tambak.....	6
2.2.1. Udang Vaname	7
2.2.2. Kualitas Air	9
2.3 ESP 32	9
2.4 Sensor Suhu DS18B20.....	10
2.5 LCD (Liquid Cristal Display)	10
2.5.1. Modul I2C	11
2.6 Sensor TDS.....	12
2.7 Kadar Garam	12
2.8 Baterai	13

2.9	IoT (Internet Of Things)	14
2.10	Fuzzy Logic	15
2.10.1.	Himpunan Fuzzy	16
2.10.2.	Fungsi Keanggotaan.....	17
2.10.3.	Tahapan Dalam Fuzzy	18
2.10.4.	Fuzzyfikasi	19
2.10.5.	Logika Pengambilan Keputusan	19
2.10.6.	Defuzifikasi	19
2.10.7.	Fuzzy Logic Sugeno.....	19
III.	METODE PENELITIAN.....	21
3.1	Alat Dan Bahan Penelitian	21
3.2	Tahap Penelitian.....	22
3.3	Perancangan Dan Implementasi Sistem.....	23
3.4	Perancangan Alat	25
3.4.1	Perancangan Komponen Elektronika.....	25
3.4.2	Perancangan Perangkat Lunak	26
3.5	Perancangan Kebutuhan Sistem.....	27
3.6	Menentukan Kapasitas Batrei	28
3.7	Pengujian Kalibrasi Sensor	29
3.8	Tampilan Awal Aplikasi Pemantauan Di SmartPhone.....	30
3.9	Perancangan Metode Fuzzy Logic	32
3.9.1	Variabel Suhu	34
3.9.2	Variabel Kadar Garam.....	36
3.9.3	Komposisi Aturan	37

3.10	Kapal Tanpa Awak.....	40
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
4.1	Implementasi.....	41
4.2	Pengujian.....	42
4.2.1.	Pengujian LCD.....	42
4.2.2.	Pengujian Sensor DS18B20	43
4.2.3.	Pengujian Kadar Garam	54
4.2.4.	Pengujian Keseluruhan Alat.....	63
4.2.5.	Pengujian Data <i>Realtime</i> Sensor Ke <i>Internet Of Things</i>	64
4.3	Analisi Hasil Dan Pembahasan	66
4.3.1.	Pengujian Monitoring Suhu	67
4.3.2.	Pengujian Monitoring Kadar Garam.....	69
4.3.3.	Pengujian Keseluruhan Sistem.....	71
4.4	Pengujian Media Alat Sebagai Pengukuran Keseluruhan Tambak	74
4.5	Analisis Perhitungan Output <i>Fuzzy Logic</i> Sugeno.....	78
4.6	Presentase Keberhasilan Alat	84
V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	85
5.1	Kesimpulan	85
5.2	Saran.....	86
	DAFTAR PUSTAKA	87

DAFTAR GAMBAR

Halaman

1. Gambar 2. 1 Tambak Udang	5
2. Gambar 2. 2 Udang Vaname	6
3. Gambar 2. 3 ESP 32	9
4. Gambar 2. 4 Sensor Suhu DS18B20	10
5. Gambar 2. 5 LCD 12C	11
6. Gambar 2. 6 Modul LCD 12C	11
7. Gambar 2. 7 Sensor TDS	12
8. Gambar 2. 9 Baterai	14
9. Gambar 3. 1 Flowchart.....	22
10. Gambar 3. 2 Blok Diagram Perancangan Sistem.....	24
11. Gambar 3. 3 Rangkaian Alat.....	25
12. Gambar 3. 4 Software Arduino Ide	26
13. Gambar 3. 5 Running Program	27
14. Gambar 3. 6 Tampilan Awal	30
15. Gambar 3. 7 Desain Aplikasi	31
16. Gambar 3. 8 Gambar Notifikasi Pada Aplikasi.....	31
17. Gambar 3. 9 Tampilan Fuzzy Logic Sugeno	33
18. Gambar 3. 10 Gambar Fuzzifikasi Suhu	34
19. Gambar 3. 11 Gambar Fuzzifikasi Kadar Garam.....	36
20. Gambar 3. 12 Output Kualitas Air Tambak	37
21. Gambar 3. 13 Rc Kapal Catamaran.....	37
22. Gambar 4. 1 Pengujian LCD	42
23. Gambar 4. 2 Proses Kalibrasi Sensor Ds18b20	43
24. Gambar 4. 3 Grafik Kalibrasi Sensor DS18B20 Saat Turun 60°C - 37°C	45

25. Gambar 4. 4 Grafik <i>Regresi Linear</i> Pada Kalibrasi Sensor Suhu	48
26. Gambar 4. 5 Grafik Pengujian Sensor DS18B20 Saat Kenaikan 30°C - 60°C	50
27. Gambar 4. 6 Grafik Pengujian Sensor DS18B20 Saat Turun 70°C - 20°C.....	51
28. Gambar 4. 7 Grafik Pengujian Sensor DS18B20 Saat Kenaikan 20°C - 70°C	52
29. Gambar 4. 8 Grafik Pengujian Sensor DS18B20 Saat Turun 55°C - 25°C.....	53
30. Gambar 4. 9 Grafik Pengujian Sensor DS18B20 Saat Kenaikan 25°C - 60°C	54
31. Gambar 4. 10 Proses Pengujian Kalibrasi Sensor Kadar Garam	55
32. Gambar 4. 11 Grafik Kalibrasi Kadar Garam Menggunakan Tds Meter.....	58
33. Gambar 4. 12 Grafik Regresi Linear Pada Kalibrasi Kadar Garam.....	61
34. Gambar 4. 13 Letak Komponen Pada Kapal Tanpa Awak	63
35. Gambar 4. 14 Grafik Perubahan Suhu Air Selama 5 Hari	68
36. Gambar 4. 15 Grafik Perubahan Kadar Garam Selama 5 Hari	70
37. Gambar 4. 16 Titik Lokasi Pengujian	74
38. Gambar 4. 17 Grafik Suhu Dan Kadar Garam	77

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Tabel 2. 1 <i>State Of The Art</i>	5
2. Tabel 3. 1 Alat dan bahan penelitian.....	21
3. Tabel 3. 2 Tabel Kebutuhan Listrik	28
4. Tabel 3. 3 Tabel Suhu	34
5. Tabel 3. 4 Tabel Kadar Garam.....	36
6. Tabel 3. 5 Input Suhu <i>Fuzzy Logic</i>	42
7. Tabel 3. 6 Input Kadar Garam.....	42
8. Tabel 3. 7 Output <i>Fuzzy Logic</i> Sugeno	42
9. Tabel 3. 8 <i>Rulebase System Fuzzy Logic</i>	42
10. Tabel 4. 1 Hasil Kalibrasi Sensor DS18B20 Saat Turun 60°C 37°C.....	47
11. Tabel 4. 2 Hasil Kalibrasi Sensor DS18B20 Saat Kenaikan 30°C 60°C.....	52
12. Tabel 4. 3 Hasil Kalibrasi Sensor DS18B20 Saat Turun 70°C 20°C.....	53
13. Tabel 4. 4 Hasil Kalibrasi Sensor DS18B20 Saat Naik 20°C 70°C.....	54
14. Tabel 4. 5 Hasil Kalibrasi Sensor DS18B20 Saat Turun 55°C 25°C.....	55
15. Tabel 4. 6 Hasil Kalibrasi Sensor DS18B20 Saat Naik 25°C 60°C.....	56
16. Tabel 4. 7 Pengujian Sampel Pertama 27 ppt	57
17. Tabel 4. 8 Pengujian Sampel Kedua 28 ppt	57
18. Tabel 4. 9 Pengujian Sampel Ketiga 30 ppt.....	59
19. Tabel 4. 10 Pengukuran Perbandingan antara sensor kadar garam.....	60
20. Tabel 4. 11 Pengujian Monitoring Suhu	66
21. Tabel 4. 12 Pengujian Monitoring Suhu	68
22. Tabel 4. 13 Monitoring Kadar Garam.....	70

23. Tabel 4. 14 Pengujian Keseluruhan Sistem.....	72
24. Tabel 4. 15 Pengujian media sebagai pengukuran keseluruhan tambak udang	80
25. Tabel 4. 16 <i>Rulebase Fuzzy Logic</i> Sugeno.....	84
26. Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan <i>Fuzzy Logic</i> Sugeno	85

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu habitat utama yang digunakan dalam budidaya air payau adalah tambak, yang umumnya terletak di kawasan pesisir, dimana kegiatan budidaya perikanan berkelanjutan dapat dilakukan. Budidaya udang di tambak memiliki potensi ekonomi yang besar dan banyak diminati oleh masyarakat. Untuk memenuhi permintaan pasar yang tinggi terhadap udang, diperlukan proses budidaya yang panjang dan penuh tantangan. Produksi udang yang optimal dan berkualitas hanya dapat dicapai melalui budidaya intensif, termasuk pemantauan kualitas air yang sesuai dengan kebutuhan udang [1].

Kualitas air sangat mempengaruhi keberhasilan budidaya tambak udang. Oleh karena itu, pemantauan kualitas air secara rutin sangat penting untuk mendukung kehidupan udang di dalam tambak. Informasi terkait kualitas air diperlukan sebagai langkah awal untuk mencegah kesalahan dalam pengelolaan budidaya udang. Parameter penting seperti kualitas air, suhu, dan kadar *Total Dissolved Solids* (TDS) – yang mencakup mineral, garam, logam, serta senyawa organik – harus dipantau untuk mengurangi risiko stres pada udang, mencegah penyakit yang diakibatkan oleh kondisi air yang tidak sesuai, serta menghindari kematian massal pada udang [2].

Untuk menjaga kualitas air agar tetap sesuai dengan standar, diperlukan sistem pemantauan yang memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT). Sistem ini

memastikan bahwa kualitas air selalu berada pada level yang diinginkan. Dalam penelitian ini, akan dikembangkan sebuah prototipe sistem pemantauan kualitas air berbasis mikrokontroler ESP32 dengan menggunakan sensor suhu DS18B20, dan sensor TDS. Sistem ini akan dilengkapi dengan tampilan LCD dan akan terhubung ke IoT melalui Telegram sebagai media notifikasi ketika sensor mendeteksi ketidaksesuaian dengan standar yang ditetapkan [3].

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti mengusulkan judul tugas akhir: "Rancang Bangun Sistem Smart Tambak Udang Vaname Berbasis Iot Untuk Monitoring Suhu Air Dan Kadar Garam Melalui *Smart Phone* Dengan Metode *Fuzzy Logic*".

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka rumusan permasalahannya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan sensor suhu dan kadar garam untuk memantau kondisi air pada tambak udang vaname supaya lebih optimal?
2. Bagaimana cara pemantauan dan kondisi kadar garam dan suhu air tambak udang supaya dapat mempermudah petambak udang?
3. Bagaimana perancangan dan pembuatan hardware pada alat monitoring kualitas air tambak udang berbasis *internet of thing* ?

1.3 Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini permasalahan akan dibatasi pada:

1. Standar suhu air yang digunakan pada tambak udang umumnya berkisar antara 15-30°C, jumlah total zat padat yang terlarut termasuk mineral, garam, logam dan senyawa organik 15-35ppt
2. Fokus Penelitian ini ialah merancang sistem pemantauan secara *realtime* melalui smartphone.

3. Kapal tanpa awak tidak menjadi bagian dari penelitian ini, dan aspek lain seperti kontrol otomatis kualitas air serta parameter tambahan tidak dibahas.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari pembuatan alat pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat rancang bangun sistem monitoring dan pemantauan suhu dan kadar garam berbasis *iot*.
2. Implementasi secara *realtime* yang dapat terhubung ke Aplikasi pada alat monitoring kualitas air tambak udang berbasis *internet of thing*

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari terlaksanakannya penelitian ini :

1. Memberikan kemudahan pada petani tambak untuk mengontrol kualitas air.
2. Hasil dari penelitian ini berguna untuk produktivitas tambak udang
3. Mengoptimalkan kondisi lingkungan tambak melalui pemantauan otomatis, seperti pengelolaan kualitas air, suhu dan kadar oksigen, untuk meningkatkan hasil produksi udang yang berkualitas tinggi

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan penelitian ini dibagi menjadi lima bab. Adapun sistematika penulisan dijelaskan sebagai berikut:

I PENDAHULUAN, berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan.

II DASAR TEORI, berisi berbagai teori yang mendasari analisis permasalahan yang disesuaikan dengan penelitian yang dilakukan.

III METODE PENELITIAN, menjelaskan mengenai waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan, tahap penelitian, metode pengambilan data dan metode pengolahan data.

IV HASIL DAN PEMBAHASAN, menyajikan hasil penelitian berupa hasil perancangan hardware maupun software, hasil pengujian karakteristik sensor, hasil pengujian alat serta pembahasan mengenai hasil pengujian.

V PENUTUP, berisi tentang kesimpulan penelitian yang telah dilakukan dan saran-saran yang diberikan oleh peneliti untuk peneliti selanjutnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Beberapa penelitian terkait alat monitoring air pada tambak udang berbasis IoT dapat dilihat pada *state of the art* pada Tabel 2.1

Tabel 2. 1 *State Of The Art*

Penlitian	Komponen Elektronik	Hasil
Yudi Maulana (2019)	Esp8622,sensor ph,real time clock,sensor temperature,relay,lcd 16X2,Android Blynk	Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem control dan monitoring tambak udang yang datanya di olah dan dikirimkan ke web server sehingga dapat di tampilkan di Arduino
Dwiki Ansarullah, Heru Nurwarsito (2022)	Arduino uno, node MCU sensor ds18b20, sensor kekeruhan SEN0189 DFRobot	Proses monitoring kualitas air memanfaatkan sensor kekeruhan dan sensor suhu dengan protokol komunikasi ZigBee
Indriawan Batara Putra (2020)	Arduino uno, lcd 20X4,pompa dc 5v,heater,relay 4 chanel,kipas dc 5v,power supply 5v-8A,thermometer	Merancang suatu prototype yang dapat mendeteksi dan mengontrol suhu serta salinitas air, mendeteksi nilai suhu dan salinitas yang didapat dan mengontrol kipas, heater dan pompa air untuk menjaga suhu dan kualitas salinitas air

Muhammad ‘Ubaid Amrulla (2023)	Arduino mega, sensor suhu, RTC, sensor pH dan sensor ammonia	Menggunakan kontrol berbasis paddle metode wheel mikrokontroler arduino mega
--------------------------------	--	--

Penelitian sebelumnya tentang alat pemantau kualitas air pada kolam ikan koi berbasis Arduino telah dilakukan. Penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan sensor pH untuk mendeteksi kadar pH air di kolam. Ketika sensor pH mendeteksi bahwa kadar pH melebihi batas yang telah ditentukan, pompa akan menyala untuk menyalurkan bahan aktif yang digunakan untuk menetralkan pH air. Namun, sistem pemantauan tersebut masih dilakukan secara manual, di mana kadar pH hanya ditampilkan di layar LCD. Pada penelitian yang peneliti lakukan, sistem pemantauan dibuat secara realtime dengan menggunakan aplikasi bylnk, sehingga TDS dan suhu air dapat dipantau kapan saja. Penelitian ini juga tetap menggunakan sensor tds dan suhu yang sama, sehingga menjadi dasar bagi peneliti dalam memilih sensor yang digunakan.

Penelitian tentang Sistem Monitoring Kualitas Air pada tambak udang berbasis *Internet of Things* (IoT) telah dilakukan sebelumnya. Dalam penelitian tersebut, Arduino Uno yang terhubung dengan NodeMCU digunakan untuk memudahkan pengiriman data. Alat tersebut dilengkapi dengan sensor suhu DS18B20 dan sensor kekeruhan DFRobot SEN0189. Sistem monitoring yang dirancang menggunakan protokol komunikasi ZigBee. Dalam penelitian yang peneliti lakukan, peneliti menggunakan ESP32, yang dikenal sebagai modul WiFi, untuk mengirim data ke smartphone melalui aplikasi bylnk. Alat yang dirancang juga dilengkapi dengan sensor sensor TDS dan sensor suhu DS18B20 untuk mendukung kinerja sistem. Data yang dibaca oleh sensor dapat dipantau melalui layar LCD maupun smartphone

Penelitian mengenai Sistem Monitoring Kualitas Air pada tambak udang vaname dengan kontrol kincir air sudah pernah dilakukan . Sistem monitoring tersebut menggunakan Arduino Mega, sensor pH, sensor amonia, dan sensor suhu. Ketika kadar pH, amonia, dan suhu yang terdeteksi oleh sistem melebihi batas yang

ditentukan, kincir air dengan kontrol paddle wheel akan otomatis berputar. Dalam penelitian yang peneliti lakukan, fokus utama adalah pada sistem monitoring air tambak, tanpa melibatkan sistem kendali. Namun, penelitian ini menjadi referensi karena peneliti juga menggunakan sensor yang sama, yaitu sensor kadar garam dan sensor suhu.

Penelitian terdahulu dalam pemantauan kualitas air tambak udang umumnya tidak menerapkan metode *Fuzzy Logic*, melainkan bergantung pada pemantauan secara manual atau sistem berbasis ambang batas tetap. Pendekatan tersebut memiliki beberapa kelemahan, seperti kurangnya fleksibilitas dalam menghadapi perubahan kondisi lingkungan yang tidak menentu. Pada penelitian ini, metode *Fuzzy Logic* digunakan untuk meningkatkan ketepatan dalam pengambilan keputusan terkait kualitas air. *Fuzzy Logic* memungkinkan sistem menangani ketidakpastian pada data sensor, sehingga hasil analisis kualitas air menjadi lebih responsif dan sesuai dengan kondisi nyata dibandingkan metode konvensional.

2.2 Tambak

Tambak dalam perikanan adalah kolam buatan yang umumnya terletak di kawasan pantai, diisi air, dan digunakan untuk kegiatan budidaya perairan (akuakultur). Hewan air seperti ikan, udang, dan kerang sering dibudidayakan di dalamnya. Istilah "tambak" biasanya dikaitkan dengan air payau atau air laut, sementara kolam berisi air tawar lebih dikenal sebagai kolam atau empang. Tambak adalah habitat buatan yang digunakan untuk budidaya air payau, umumnya di wilayah pesisir. Meskipun tambak sering diasosiasikan dengan budidaya udang windu, banyak spesies lain juga dapat dibudidayakan, seperti ikan bandeng, nila, kerapu, dan kakap putih. Namun, tambak lebih sering digunakan untuk budidaya udang windu (*Penaeus monodon*), yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan berorientasi ekspor[4].



Gambar 2. 1 Tambak Udang

2.2.1. Udang Vaname

Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) merupakan salah satu jenis udang introduksi yang berasal dari Amerika Selatan yang banyak dibudidayakan di Indonesia sejak akhir tahun 1990-an untuk menggantikan udang windu (*Penaeus Monodon*) yang sudah sulit dibudidayakan karena rentan akan penyakit bintik putih (*White Spot*). Perkembangan budidaya udang jenis vaname ini pun mulai berkembang di Bangka Belitung. Pertumbuhan udang vaname sangat bergantung pada kualitas air [4].



Gambar 2. 2 Udang Vaname

2.2.2. Kualitas Air

Dalam mengelola tambak udang sangat diperhatikan kualitas airnya, karena kualitas air merupakan salah satu cara yang menentukan keberhasilan dalam budidaya udang yang dapat dilakukan oleh para pembudidaya untuk meningkatkan produktivitas udang dan kebutuhan hidup udang. Kualitas air yang tidak bagus atau tidak optimal dapat menyebabkan udang banyak yang tidak nafsu makan, sakit, bahkan mati, sehingga bisa menyebabkan kerugian bagi petambak udang. Jika kualitas air pada tambak udang menurun maka akan menimbulkan suatu masalah dalam budidaya udang. Beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas air pada tambak udang yaitu suhu air dan salinitas air harus optimal [3].

2.3 ESP 32

Mikrokontroler ESP32 adalah rangkaian mikrokontroler sistem-on-chip berbiaya rendah dan berdaya rendah yang terintegrasi dengan modul WiFi dan memiliki Bluetooth dual-mode. Seri ESP32 menggunakan mikroprosesor Tensilicia Xtensa LX6 dalam varian dual-core dan sakelar antena built-in, balun RF, power 9 amplifier, amplifier penerima kebisingan rendah, filter, dan modul manajemen daya. ESP32 diproduksi dan dikembangkan oleh Sistem Espressif, yang diproduksi oleh TSMC pada proses 40 nm [12]. ESP32 ini merupakan penerus mikrokontroler ESP8266. Mikrokontroler ESP32 ditunjukkan pada Gambar 2.5 di bawah ini[2].



Gambar 2. 3 ESP 32

2.4 Sensor Suhu DS18B20

Dalam penelitian ini, sensor suhu yang digunakan adalah sensor tipe DS18B20 yang memiliki tingkat akurasi sekitar $0,5^{\circ}\text{C}$. Sensor ini mampu mengukur suhu dengan presisi 9 hingga 12 bit. Rentang suhu yang dapat diukur oleh sensor ini adalah dari -55°C hingga 125°C . Sensor ini berbentuk kabel dengan panjang sekitar 1 meter dan memiliki tiga kabel pendek berwarna merah, kuning, dan hitam. Fungsi masing-masing kabel adalah: kabel merah untuk tegangan positif, kabel kuning untuk sensor suhu yang dibaca oleh NodeMCU, dan kabel hitam untuk tegangan suplai negatif sensor suhu ds18b20 pada gambar 2.3 di bawah ini [3].



Gambar 2. 4 Sensor Suhu DS18B20

2.5 LCD (Liquid Cristal Display)

Merupakan komponen elektronika yang digunakan untuk menampilkan suatu karakter, baik itu angka, huruf atau karakter tertentu, sehingga tampilan tersebut dapat dilihat secara visual. Pemakaian LCD sebagai tampilan banyak digunakan karena daya yang dibutuhkan LCD relatif kecil (Orde Mikro Watt), meskipun pada modul ini dibatasi oleh sumber cahaya eksternal/internal, suhu dan jangka hidup, untuk lebih jelas berikut dibawah ini konfigurasi modul LCD 20 x 4[7].

Sumber cahaya di dalam sebuah perangkat LCD adalah sebuah lampu neon di bagian belakang susunan kristal cair tersebut. Titik cahaya inilah yang membentuk tampilan citra. Kutub kristal cair yang dilewati arus listrik akan berubah karena pengaruh polarisasi medan magnet yang timbul. Oleh karena itu, hanya beberapa warna saja yang diteruskan sedangkan warna lainnya tersaring. Dalam hal ini digunakan LCD

dengan banyak karakter 2 kali 16. Karena LCD 2 kali 16 ini biasa digunakan sebagai penampil karakter atau data pada sebuah rangkaian digital atau mikrokontroler[3].



Gambar 2. 5 LCD 12C

2.5.1. Modul I2C

Modul I2C adalah sistem komunikasi serial dua arah yang menggunakan jalur berbeda, yang dirancang secara manual untuk mempermudah proses pengiriman dan penerimaan data. I2C terdiri dari dua jalur, yaitu SCL dan SDA (serial data), yang digunakan untuk mengirim data antara I2C dan sistem kontrol. Perangkat yang terhubung ke sistem secara otomatis dapat berfungsi sebagai pengirim maupun penerima dalam bus I2C, yang dikenal sebagai master dan slave[5].

Master adalah perangkat yang menghasilkan sinyal awal untuk memulai pengiriman data pada I2C, sinyal berhenti untuk menyelesaikan transfer data, dan sinyal jam. Slave adalah perangkat yang menerima data yang dikirim oleh master. ESP8266 mendukung protokol I2C/IIC. Pada board ESP8266, port I2C terletak pada pin D1 untuk SDA dan pin D2 untuk SCL. Bentuk fisik I2C ditunjukkan pada Gambar 2.6[6].



Gambar 2. 6 Modul LCD 12C

2.6 Sensor TDS

Total Dissolved Solids (TDS) yaitu ukuran zat terlarut (baik itu zat organik maupun anorganik) yang terdapat pada sebuah larutan. TDS menggambarkan jumlah zat terlarut dalam part per *million* (ppm) atau sama dengan miligram per liter (mg/L). Umumnya berdasarkan definisi di bawah seharusnya zat yang terlarut dalam air (larutan) harus dapat melewati saringan yang berdiameter 2 mikrometer (2×10^{-6} meter). Aplikasi yang umum digunakan adalah untuk mengukur kualitas cairan pada pengairan, pemeliharaan aquarium, tambak udang, proses kimia, pembuatan air [8].

Total padatan terlarut dapat pula merupakan konsentrasi jumlah ion kation (bermuatan positif) dan anion (bermuatan negatif) di dalam air. Analisa total padatan terlarut merupakan pengukuran kualitatif dari jumlah ion terlarut, tetapi tidak menjelaskan pada sifat atau hubungan ion. Selain itu, pengujian tidak memberikan wawasan dalam masalah kualitas air yang spesifik. Oleh karena itu, analisa total padatan terlarut digunakan sebagai uji indikator untuk menentukan kualitas umum dari air. Sumber padatan terlarut total dapat mencakup semua kation dan anion terlarut [8].



Gambar 2. 7 Sensor TDS

2.7 Kadar Garam

Konsentrasi ion total terkandung dalam air yang diukur dalam miligram per liter atau kilogram per liter dikenal sebagai salinitas. Senyawa ion-ion seperti klorida, karbonat, bikarbonat, sulfat, natrium, kalsium, dan magnesium komponen ion-ion

dari senyawa ini. Salinitas dinyatakan dalam satuan ppt (part per thousand). Salinitas adalah konsentrasi seluruh larutan garam yang diperoleh dalam air laut. Konsentrasi garam-garam jumlahnya relatif sama dalam setiap contoh air atau air laut, bahkan jika pengambilan sampel dilakukan di berbagai lokasi yang berbeda. Salinitas berpengaruh terhadap osmotik air. Tekanan osmotik meningkat dengan meningkatnya salinitas. Biota yang hidup di air asin harus mampu menyesuaikan diri dengan tekanan osmotik lingkungannya. Oleh karena itu, tidak diperlukan untuk mengukur seluruh salinitas yang terkandung setiap kali. Cara yang biasa dilakukan untuk menentukan salinitas adalah menghitung jumlah kadar garam dalam suatu sampel disebut klorinitas dengan menggunakan rumus berikut.

$$\text{‰} = \text{chlorinitas} \times 1,817 \quad 2.1$$

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Umar and Ahyar, 2012), nilai salinitas yang ideal berkisar 20-25 ppt. Salinitas memiliki sifat yang berubah-ubah tergantung pengaruh dari kondisi lingkungan sekitar. Dari hal ini, peneliti mencoba merancang alat yang dapat memonitoring dan mengontrol salinitas dalam air[7].

2.8 Baterai

Baterai atau akumulator adalah sebuah sel listrik di mana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversibel dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia reversibel, adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai. Baterai pada skripsi ini berfungsi sebagai media penyimpanan muatan yang bersumber dari sel surya, selain itu menjadi sumber cadangan saat sel surya tidak bekerja dengan optimal. Sebagai media penyimpanan muatan, baterai dianggap beban bagi sel surya namun saat menggantikan peran sel surya, baterai akan berfungsi sebagai sumber DC[6].



Gambar 2. 8 Baterai

2.9 IoT (Internet Of Things)

Internet of Things atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Adapun kemampuan seperti berbagi data, remote kontrol, dan sebagainya, termasuk juga pada benda didunia nyata. Contohnya bahan pangan, elektronik, koleksi, peralatan apa saja, termasuk benda hidup yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global melalui sensor yang tertanam dan selalu aktif. Dengan semakin dimana bukan hanya smartphone atau komputer saja yang dapat terkoneksi dengan internet[4].

Namun berbagai macam benda nyata akan terkoneksi dengan internet. Sebagai contohnya dapat berupa : mesin produksi, mobil, peralatan elektronik, peralatan yang dapat dikenakan manusia (*wearables*), dan termasuk benda nyata apa saja yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global menggunakan sensor dan atau aktuator yang tertanam. *Internet of Things* (IoT) merupakan suatu konsep dimana objek tertentu mempunyai kemampuan untuk mentransfer data lewat jaringan Internet tanpa memerlukan adanya interaksi dari manusia ke manusia ataupun dari manusia ke perangkat komputer[9].

Oleh karena itu, IoT sebagai salah satu teknologi terbaru yang dapat menjadi solusi untuk memantau dan memonitoring suatu kondisi secara real time. Penerapan

Internet of Things (IoT) pada sistem monitoring dapat menjadikan pemantauan yang awalnya dilakukan secara manual berubah menjadi pemantauan secara digital. Beberapa elemen IoT seperti RFID (*Radio Frequency Identification*), WSN (*Wireless Sensor Network*), WPAN (*Wireless Personal Area Network*), WBAN (*Wireless Body Area Network*), HAN (*Home Area Network*), NAN (*Neighborhood Area Network*), M2M (*Machine to Machine*), CC (*Cloud Computing*), dan DC (*Data Center*) memiliki pengaruh dalam kehidupan seperti proses penginderaan. Elemen IoT ini merupakan bagian dari Internet Communication Technology untuk melakukan identifikasi, penginderaan, komunikasi dan perhitungan[4].

2.10 Fuzzy Logic

Definisi fuzzy secara bahasa diartikan sebagai tidak jelas atau kabur. Jenis logika yang dikenal sebagai logika fuzzy adalah logika dimana perbedaan antara benar dan salah bersifat ambigu. Dalam teori fuzzy, suatu nilai dapat berupa benar atau salah secara bersamaan. Bagaimanapun, seberapa besar keberadaan dan kesalahan bergantung pada bobot keanggotaan dimilikinya. Derajat keanggotaan logika fuzzy berkisar dari 0 hingga 1. Berbeda kontras dengan logika digital, yang hanya mendukung 1 atau 0[23].

Fuzzy Logic atau logika fuzzy merupakan suatu metode logika yang dikembangkan oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965, sebagai solusi untuk menangani ketidakpastian dan ambiguitas dalam proses pengambilan keputusan. Berbeda dengan logika klasik yang hanya mengenal dua kondisi, yaitu benar (1) dan salah (0), logika fuzzy memungkinkan nilai keanggotaan berada di antara 0 hingga 1. Hal ini menjadikan fuzzy logic sangat cocok diterapkan pada sistem yang memiliki variabel input tidak pasti, seperti suhu, kelembaban, atau salinitas air[23][24]

Dalam sistem fuzzy, nilai input yang bersifat *crisp* (nilai pasti dari sensor) akan dikonversi ke dalam himpunan fuzzy, yaitu sekumpulan nilai linguistik seperti dingin, normal, atau panas. Setiap nilai dalam himpunan fuzzy memiliki derajat

keanggotaan tertentu, yang dihitung menggunakan fungsi keanggotaan (*membership function*). Fungsi keanggotaan ini menggambarkan seberapa besar suatu nilai input termasuk ke dalam sebuah kategori fuzzy, dengan bentuk umum seperti segitiga (*trimf*), trapesium (*trapmf*), atau gauss (*gaussmf*).[25]

Secara dasar, teori himpunan fuzzy adalah pengembangan dari teori himpunan klasik. Dalam teori himpunan klasik (*cgrips*), suatu elemen dalam himpunan A hanya dapat memiliki dua kemungkinan status keanggotaan, yaitu menjadi anggota A atau tidak menjadi anggota A.

2.10.1 Himpunan Fuzzy

Pada himpunan klasik (*crisp set*), keanggotaan suatu elemen x dalam himpunan A hanya memiliki dua kemungkinan, yang dinyatakan sebagai $\mu_A[x]$, yaitu:

1. Nilai satu (1), yang berarti elemen tersebut merupakan anggota himpunan, atau
2. Nilai nol (0), yang berarti elemen tersebut bukan anggota himpunan.

Berbeda dengan himpunan klasik, pada sistem fuzzy, suatu elemen dapat menjadi anggota suatu himpunan dengan derajat keanggotaan tertentu yang nilainya berada dalam rentang $[0,1]$. Artinya, elemen tersebut bisa termasuk sebagian dalam himpunan, tergantung sejauh mana kesesuaian nilainya dengan kategori tersebut. Misalnya, suhu 29°C dapat memiliki keanggotaan 0,7 dalam himpunan "Normal", dan 0,3 dalam himpunan "Panas".[23]

Himpunan *fuzzy* memiliki dua atribut utama:

1. Linguistik, yaitu himpunan yang menggunakan istilah bahasa alami untuk menyatakan kondisi, seperti "dingin", "normal", atau "panas".
2. Numerik, yaitu nilai-nilai angka yang digunakan untuk mewakili kondisi tersebut, misalnya suhu 20, 28, 34, dan sebagainya.

2.10.2 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan (*membership function*) merupakan elemen penting dalam sistem logika fuzzy yang berperan untuk mengubah input numerik (*crisp value*) menjadi nilai fuzzy berdasarkan tingkat keanggotaan terhadap suatu himpunan. Secara umum, fungsi keanggotaan adalah sebuah kurva yang menghubungkan setiap nilai input dengan nilai keanggotaannya terhadap suatu kategori linguistik. Nilai keanggotaan ini, dilambangkan dengan $\mu(x)$, memiliki rentang antara 0 hingga 1, di mana:

- a. Nilai $\mu(x)=0$ menyatakan bahwa input tidak termasuk dalam himpunan tersebut.
- b. Nilai $\mu(x)=1$ menyatakan bahwa input sepenuhnya termasuk dalam himpunan.
- c. Nilai antara 0 dan 1 menunjukkan bahwa input termasuk sebagian dalam himpunan.

Pendekatan fungsi keanggotaan ini sangat penting dalam logika *fuzzy* karena memungkinkan representasi ketidakpastian dan ambiguitas pada data input, sehingga sistem dapat meniru cara berpikir manusia dalam pengambilan keputusan. Jika U adalah himpunan semesta (*universal set*) dan A adalah himpunan fuzzy di dalam U , maka A dapat dinyatakan sebagai kumpulan pasangan terurut $(x, \mu_A(x))$, yang menunjukkan seberapa besar nilai x menjadi anggota dari himpunan fuzzy A .

Terdapat berbagai jenis fungsi keanggotaan yang dapat digunakan untuk memodelkan suatu variabel *fuzzy*, antara lain:

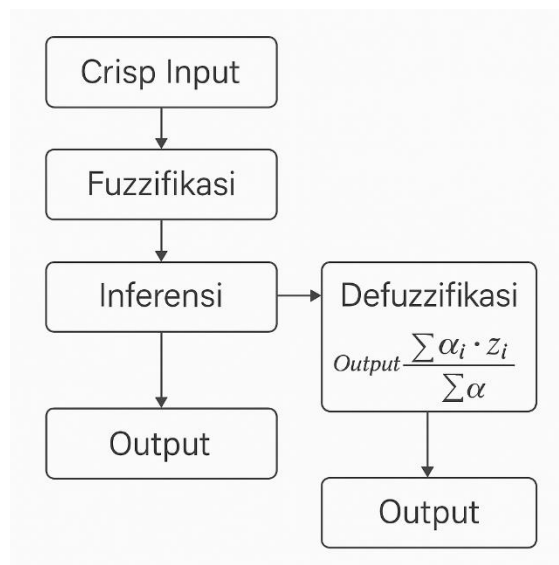
- a. Representasi Linear
- b. Kurva Segitiga
- c. Kurva Trapesium
- d. Kurva Bahu
- e. Kurva S
- f. Koordinat Keanggotaan

Selain fungsi keanggotaan, dalam operasi fuzzy dikenai operator dasar untuk menggabungkan nilai keanggotaan antar himpunan fuzzy:

- A. Operator *AND* : mengambil nilai minimum dari dua keanggotaan:
 $\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(y))$
- B. Operator *OR* : mengambil nilai maksimum dari dua keanggotaan:
 $\mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(y))$
- C. Operator *NOT* : nilai keanggotaan dikurangkan dari 1:
 $\mu_{A'}(x) = 1 - \mu_A(x)$

2.10.3 Tahapan dalam fuzzy

Sistem logika *fuzzy* bekerja melalui serangkaian tahapan sistematis yang memungkinkan suatu input numerik (*crisp*) dapat diproses untuk menghasilkan output keputusan yang sesuai. Terdapat empat tahapan utama dalam sistem *fuzzy*, yaitu fuzzifikasi, penerapan aturan (*inferensi fuzzy*), komposisi aturan, dan defuzzifikasi ini dapat di lihat dengan jelas pada Gambar 2.11 tahapan dalam fuzzy[23]



Gambar 2.11 Tahapan dalam *fuzzy*

2.10.4 Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan tahapan awal dalam sistem logika *fuzzy* yang berfungsi untuk mengubah nilai input *numerik* (crisp value) menjadi nilai *fuzzy*. Nilai-nilai input yang berasal dari sensor atau hasil pengukuran, seperti suhu atau kadar garam, bersifat pasti dan tidak dapat langsung diproses oleh sistem *fuzzy*. Oleh karena itu, melalui proses *fuzzifikasi*, nilai tersebut dikonversi menjadi derajat keanggotaan terhadap satu atau lebih himpunan linguistik, misalnya “dingin”, “normal”, atau “panas”.

2.10.5 Logika Pengambilan Keputusan

Pada tahap ini, dilakukan pengambilan Keputusan berdasarkan nilai yang diperoleh fuzzifikasi dan rule base yang telah di susun. Prinsip kerja logika fuzzy menggunakan kombinasi aturan jika-maka (if-then) untuk mengonversi input fuzzy menjadi output dalam bentuk himpunan fuzzy.

2.10.6 Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses akhir dalam sistem logika fuzzy yang berfungsi untuk mengubah output *fuzzy* menjadi nilai numerik (*crisp output*) yang dapat digunakan secara nyata dalam sistem kontrol atau pengambilan Keputusan

2.10.7 Fuzzy Logic Sugeno

Fuzzy Logic Sugeno diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno pada tahun 1985. Logika *fuzzy* sugeno hampir sama dengan fuzzy mamdani, fuzzy sugeno memiliki output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Sistem fuzzy Sugeno memperbaiki kelemahan yang dimiliki oleh sistem *fuzzy* murni untuk menambah suatu perhitungan matematika sederhana sebagai bagian THEN. Pada perubahan ini, sistem fuzzy memiliki suatu nilai rata-rata tertimbang (Weighted Average Values) di dalam bagian aturan fuzzy IF-THEN. Sistem fuzzy Sugeno juga memiliki kelemahan terutama pada bagian THEN, yaitu

dengan adanya perhitungan matematika sehingga tidak dapat menyediakan kerangka alami untuk representasikan pengetahuan manusia dengan sebenarnya. *Fuzzy Logic* mempunyai 3 model *Fuzzy Inference System* (FIS). *Fuzzy Sugeno* merupakan salah satunya. FIS adalah sebuah penarikan kesimpulan dari kaidah *fuzzy* yaitu *input* (*crisp value*) dan *output* (*crisp value*). *Fuzzy Sugeno* diperkenalkan oleh Takagi, Sugeno dan Kang sehingga bisa disebut sistem inferensi *fuzzy* TSK. Aturan dari Model TSK menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{IF } x_1 \text{ is } A_1 \text{ AND } \dots \text{ AND } x_n \text{ is } A_n \text{ THEN } y = f(x_1, \dots, x_n) \quad 2.2$$

Fungsi f merupakan variabel – variabel *input* yang nilainya ada di dalam interval *range* variabel *output*. Batasan dari fungsi f biasanya dengan pernyataan bahwa f merupakan kombinasi linear dari variabel-variabel *input*:

$$F(x_1, \dots, x_n) = w_0 + w_1x_1 + \dots + w_nx_n \quad w_0, w_1, \dots, w_n \quad 2.3$$

merupakan konstanta yang berupa bilangan *real* yang merupakan bagian dari spesifikasi aturan *fuzzy*.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Alat Dan Bahan Penelitian

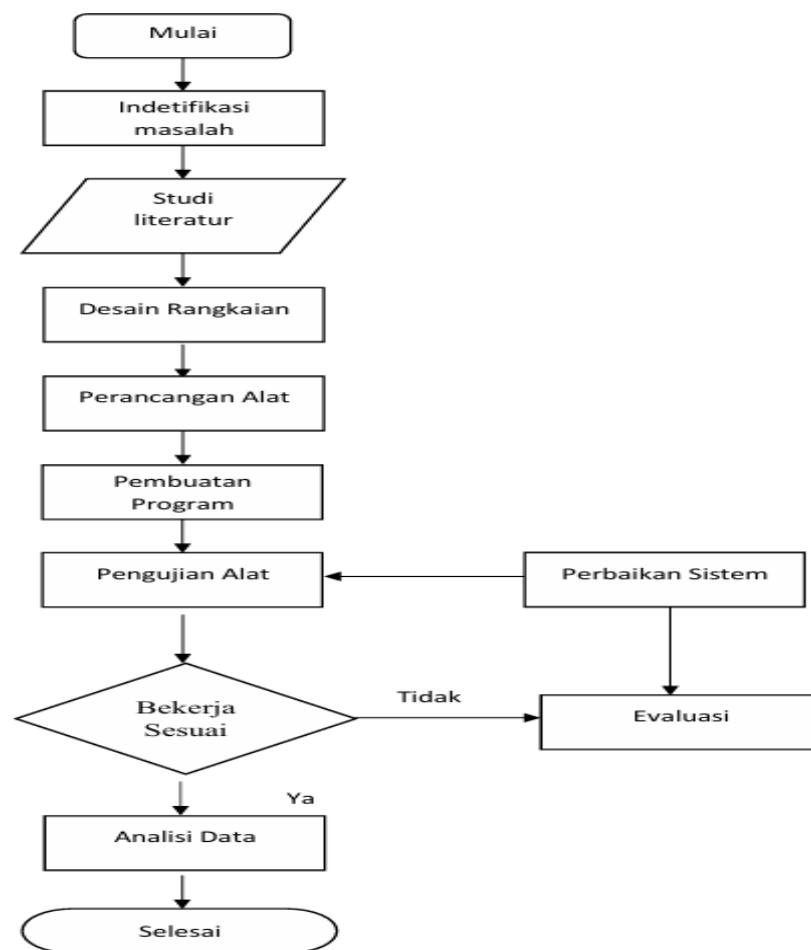
Adapun perancangan sistem smart tambak udang untuk monitoring ph air dan kadar garam digunakan beberapa alat dan bahan untuk merancang bangun hardware dan software. Berikut ini adalah alat dan bahan yang digunakan.

Tabel 3.1 Alat dan bahan penelitian

No	Alat dan Bahan	Penggunaan	Keterangan
1	Laptop	Digunakan untuk memprogram ESP32 menggunakan Arduino IDE	1 buah
2	ESP 32	Sebagai mikrokontroler utama untuk membaca sensor dan mengirim data IoT	1 buah
3	Kabel serial	Untuk menghubungkan ESP32 ke laptop saat proses pemrograman	1 buah
4	IDE Arduino	Software untuk menulis dan mengunggah program ke ESP32	Versi 1.8.10
5	Sensor Suhu Ds18b20	Mengukur suhu air di tambak	1 buah
6	Sensor <i>Total</i>	Mengukur kadar garam	1 buah

	<i>Dissolved Solids</i>	atau kandungan zat terlarut dalam air	
8	Baterai	Menyediakan sumber daya untuk ESP32 dan sensor	2 buah
10	LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>) 16 kali 2	Menampilkan data suhu, TDS, atau status system	1 buah
11	Kabel Jumper	Menghubungkan komponen satu sama lain	Secukupnya

3.2 Tahap Penelitian



Gambar 3. 1 *Flowchart*

Dalam melakukan penelitian, beberapa hal yang harus dilakukan adalah tahap pembuatan untuk memastikan proses desain berjalan sesuai dengan ketentuan yang telah dirancang. Flowchart adalah ringkasan yang menggambarkan proses penelitian.

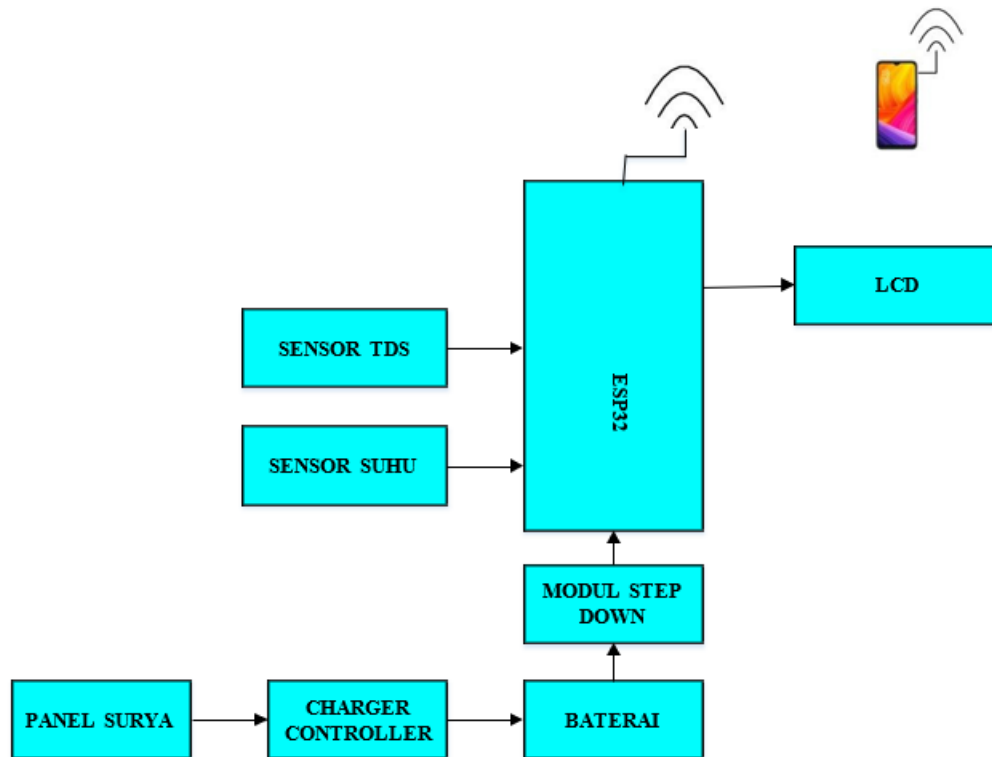
Gambar 3.1 menjelaskan alur penelitian yang akan dibuat. Pertama, identifikasi masalah merupakan hal utama yang harus menjadi pokok pembahasan, biasanya sering terjadi dalam kehidupan masyarakat. Tahap kedua adalah studi literatur untuk memperdalam dan memahami topik permasalahan yang akan diteliti. Studi literatur ini melibatkan pemahaman terhadap berbagai referensi sumber seperti jurnal, buku, dan internet yang berhubungan dengan pembuatan alat, termasuk mempelajari cara kerja rangkaian yang akan dibuat dan dirancang.

Pada tahap desain rangkaian, peralatan dan bahan yang digunakan untuk penelitian ini harus dipersiapkan. Tahap perancangan alat mencakup perancangan hardware, termasuk perancangan rangkaian mekanik dan elektronik. Selanjutnya, dilakukan pembuatan program pada Arduino Uno dan pengontrolan monitoring air pada tambak udang berbasis IoT. Pengujian sistem dilakukan untuk melihat apakah alat yang dirancang berhasil dan berfungsi sesuai dengan rancangan atau tidak. Pada tahap ini, peneliti melakukan pengujian pada sensor-sensor yang digunakan, yaitu sensor pH dan TDS, serta membandingkan data yang terbaca di LCD dan Telegram. Jika alat berhasil setelah dilakukan pengujian, maka analisis data akan dilanjutkan. Namun, jika gagal, evaluasi ulang akan dilakukan pada alat dan sistem, kemudian dilakukan perbaikan. Setelah itu, kesimpulan akan dibuat yang merangkum seluruh pembahasan.

3.3 Perancangan Dan Implementasi Sistem

Perancangan sistem monitoring adalah tahap dimana proses pemantauan suhu, parameter kualitas air (*Total Dissolved Solids*) dan Suhu air pada tambak dirancang. Pembahasan dalam tahap ini mencakup bagian-bagian seperti rancangan desain,

sistem rangkaian listrik dan elektronik untuk mendukung sistem kontrol, serta proses penulisan program menggunakan perangkat lunak Arduino IDE.



Gambar 3. 2 Blok Diagram Perancangan Sistem

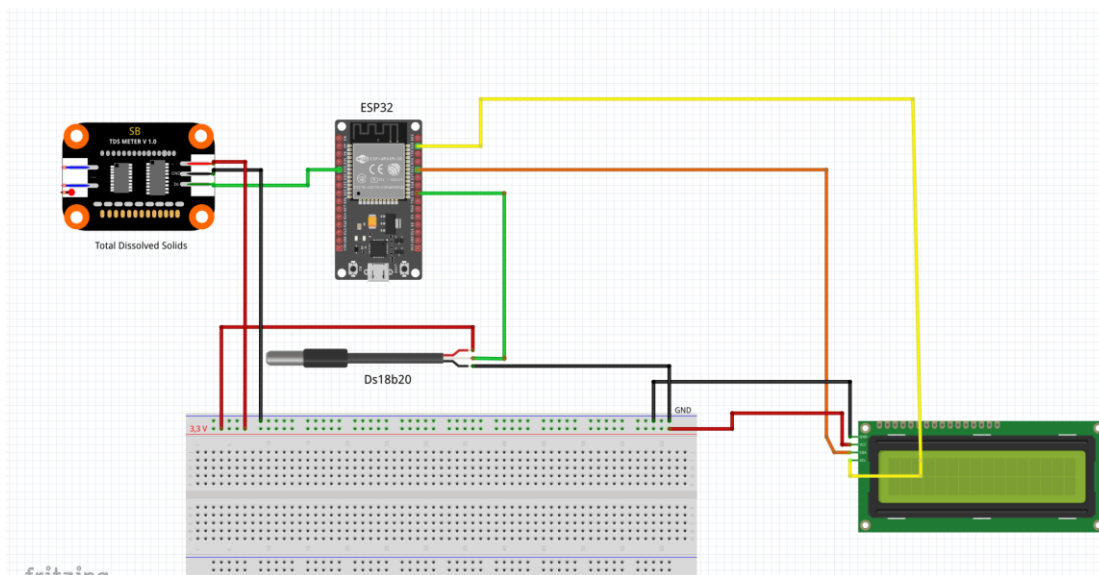
Blok diagram ini menggambarkan sebuah sistem yang terdiri dari beberapa elemen untuk memantau berbagai parameter dengan ESP32 sebagai pengontrol inti. Berikut adalah rincian dari setiap elemen dalam diagram tersebut:

1. **Charger Control:** Komponen ini bertugas untuk mengatur pengisian daya baterai dari panel surya, memastikan baterai terisi dengan aman dan efisien.
2. **Baterai:** Menyimpan energi yang dihasilkan oleh panel surya dan menyediakan daya bagi sistem saat dibutuhkan.
3. **Modul Step Down:** Mengatur penurunan tegangan dari baterai agar sesuai dengan kebutuhan daya ESP32 dan komponen lain.

4. ESP32: Berfungsi sebagai pengendali utama sistem. ESP32 mengolah data yang diterima dari berbagai sensor yang terhubung, seperti sensor pH, sensor TDS (Total Dissolved Solids), dan sensor suhu.
5. Sensor TDS Berfungsi untuk mengukur jumlah padatan terlarut dalam cairan, penting untuk menentukan kualitas air pada tambak udang
6. Sensor Suhu: Mendeteksi suhu lingkungan atau cairan yang dipantau.
7. LCD (Output): Berfungsi untuk menampilkan data hasil pengukuran dari sensor yang diolah oleh ESP32, memungkinkan pengguna untuk memantau parameter seperti TDS dan suhu secara langsung.

3.4 Perancangan Alat

3.4.1 Perancangan Komponen Elektronika



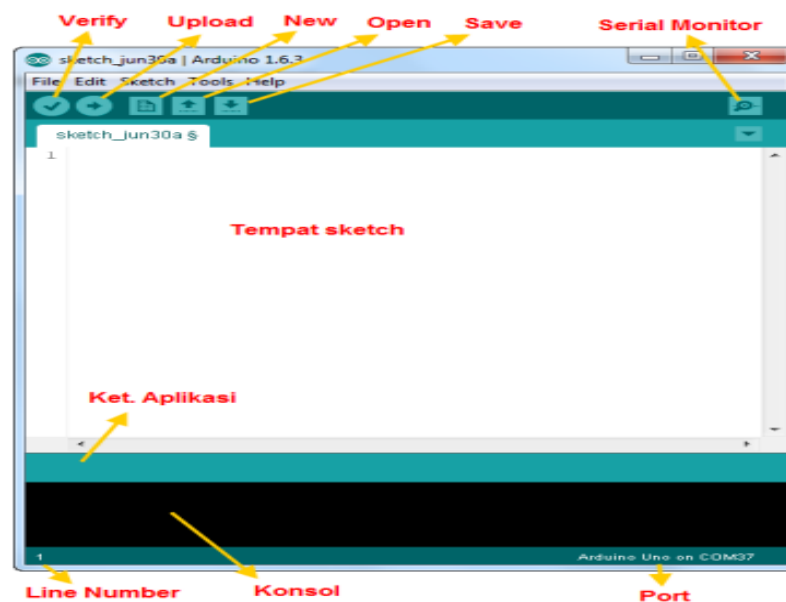
Gambar 3. 3 Rangkaian Alat

Alat pemantauan kualitas air pada tambak udang berbasis IoT (*Internet of Things*) ini bekerja dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang diprogram. Dalam pembuatan alat ini, dibuat skema untuk menghubungkan sensor tds dan sensor suhu sebagai input ke ESP32, serta I2C dan LCD sebagai output. Selain itu, alat ini

memanfaatkan ESP32 yang berfungsi sebagai modul WiFi dalam proses pengiriman data ke smartphone melalui aplikasi Telegram. ESP32 memiliki beberapa pin out yang terdiri dari 10 Port GPIO dari D0 hingga D10, mendukung fungsionalitas PWM, antarmuka I2C dan SPI, antarmuka 1 Wire, serta ADC. Skema rangkaian lengkap dari alat smart tambak udang ini dapat dilihat pada Gambar 3.3

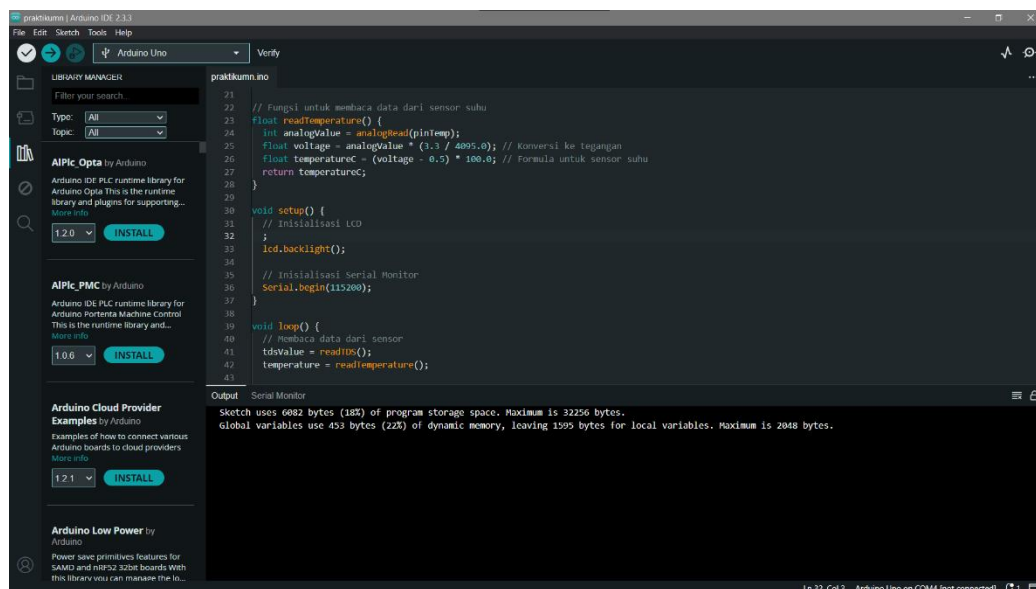
3.4.2 Perancangan Perangkat Lunak

Alat pemantauan kualitas air pada tambak udang berbasis IoT (*Internet of Things*) ini memerlukan perancangan perangkat lunak berupa pemrograman sebagai pendukungnya. Perangkat lunak ini dirancang menggunakan Arduino IDE, yang merupakan platform pemrograman untuk mikrokontroler seperti ESP32. Berikut adalah gambar perangkat lunak Arduino IDE yang digunakan dalam pengembangan sistem ini.



Gambar 3. 4 Software Arduino Ide

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah sebuah perangkat lunak yang berfungsi untuk menulis, mengedit, dan mengunggah kode pemrograman ke mikrokontroler seperti Arduino dan ESP32. Platform ini menawarkan antarmuka yang sederhana sehingga pengguna dapat dengan mudah membuat program (disebut sketsa), mengkompilasinya, dan mengunggahnya ke perangkat keras Arduino melalui sambungan USB. Bahasa pemrograman yang digunakan pada Arduino IDE berbasis C/C++, dan software ini juga dilengkapi dengan pustaka (*library*) yang memudahkan interaksi dengan berbagai sensor dan modul.



Gambar 3. 5 Running Program

3.5 Perancangan Kebutuhan Sistem

Sebelum menentukan kapasitas baterai yang akan digunakan pada perancangan alat ini, maka terlebih dahulu perlu dilakukan pendataan kebutuhan daya listrik. Data ini mencakup setiap komponen yang digunakan dan konsumsi dayanya. Rumus untuk mencari total daya pemakaian per hari adalah dengan menggunakan Persamaan Tabel 3.3 sebagai berikut.

$$\text{Daya} = \text{Tegangan (V)} \times \text{Arus (I)}$$

3.1

Total daya yang dibutuhkan pada alat monitoring air pada tambak udang berbasis IoT selama 24 jam berdasarkan perhitungan ialah 69 watt. Alat ini menggunakan baterai sebagai sumber energi. Untuk menentukan kapasitas baterai yang akan digunakan, maka perlu dilakukan perhitungan lebih lanjut, termasuk mempertimbangkan efisiensi baterai, durasi operasi, dan cadangan daya yang diperlukan agar sistem dapat berfungsi optimal selama periode waktu yang diinginkan.

3.6 Menentukan Kapasitas Batrei

Tabel 3. 1 Tabel Kebutuhan Listrik

Komponen	Jumlah	Waktu Yang Digunakan	Daya (Watt)	Total Daya (Watt hour)
Sensor TDS	1	24 jam	0.05w	1,2wh
Sensor pH	1	24 jam	0.05w	1,2wh
LCD	1	24 jam	0.01w	2,4wh
Esp32	1	24 jam	2.05w	49,2wh
TOTAL			2,21w	55,2wh
Total Daya Yang Di Butuhkan Sistem				55,2wh

Energi pada baterai tidak dapat digunakan 100%. Biasanya nilai dieferensiasi baterai pada sistem smart tambak udang adalah sebesar 20% dari total energi. Oleh karena itu, diperlukan cadangan energi tambahan sebesar 20%.

$$\text{Cadangan} = \text{Daya sistem} : (100\% - 20\%)$$

$$= 55,2 \text{ Watt} : 80\%$$

$$= 69 \text{ W}$$

Berdasarkan perhitungan, kebutuhan dasar penggunaan baterai adalah sebesar 69 watt. Setelah itu, pemilihan spesifikasi baterai harus disesuaikan dengan kebutuhan sistem yang dirancang. Dalam hal ini, memilih baterai dengan spesifikasi 5V 7.5Ah. Selanjutnya, dilakukan perhitungan ulang untuk menentukan jumlah baterai yang diperlukan.

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah baterai} &= \text{Total Daya} : \text{Kapasitas Baterai} \\
 &= 69\text{Watt} : (5 \text{ V} \times 7.5 \text{ Ah}) \\
 &= 69\text{Watt} : 90 \\
 &= 0,76
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan baterai berkapasitas 12V 7.5Ah pada perancangan alat ini, kebutuhan baterai hanya satu unit. Pada bab selanjutnya, akan dibahas mengenai durasi ketahanan baterai pada alat ini.

3.7 Pengujian Kalibrasi Sensor

Pada tahap ini, akan dilakukan uji coba terhadap alat yang telah dirancang untuk memastikan bahwa alat tersebut berfungsi dengan baik. Untuk mengevaluasi keakuratan sensor yang digunakan, perlu diketahui nilai error (kesalahan). Data error diperoleh dengan membandingkan jarak pengukuran aktual dengan jarak yang diukur oleh sensor. Rumus persentase error dapat dilihat pada persamaan berikut ini

$$\%Error = \frac{(\text{Nilai Percobaan} - \text{Nilai Sensor Pabrik})}{\text{Nilai Sensor Pabrik}} \times 100\% \quad 3.2$$

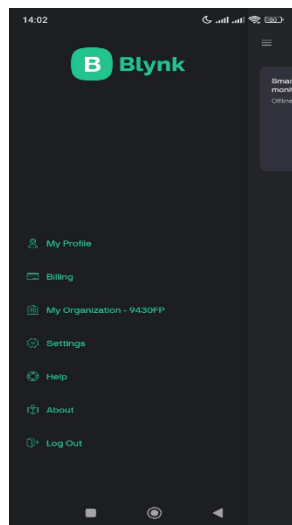
Keterangan:

Nilai Percobaan : Nilai Yang Sebenarnya

Nilai Sensor Pabrik : Nilai Yang Terukur Oleh Sensor

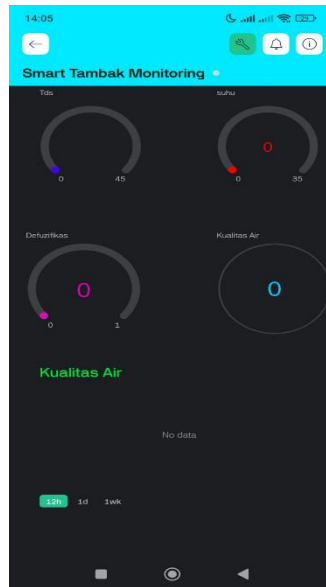
3.8 Tampilan Awal Aplikasi Pemantauan Di SmartPhone

Tampilan awal aplikasi Blynk pada smartphone merupakan bagian menu utama yang digunakan untuk memantau kualitas air di tambak udang. Melalui menu ini, pengguna dapat mengakses informasi penting seperti nilai akhir dari sensor *total dissolved solids* dan suhu. Aplikasi ini dirancang untuk memberikan antarmuka yang sederhana namun informatif, sehingga memudahkan pengguna dalam mengawasi kondisi tambak secara real time melalui perangkat *smartphone*.



Gambar 3. 6 Tampilan Awal

Gambar 3.6 merupakan tampilan awal aplikasi bagian menu beranda yang menampilkan kondisi kualitas pada air tambak udang dan nilai akhir dari kedua sensor tds dan suhu



Gambar 3. 7 Desain Aplikasi

Gambar 3.7 merupakan desain aplikasi menu hasil pengujian dengan menampilkan 2 sensor dan 4 data yaitu data kondisi kualitas air tambak udang yang pertama sensor tds dan sensor suhu



Gambar 3. 8 Gambar Notifikasi Pada Aplikasi

Gambar 3.8 Merupakan desain dari pengiriman notifikasi pada smartphone saat kondisi air tambak udang dalam kondisi bahaya

3.9 Perancangan Metode *Fuzzy Logic*

Tahapan perancangan pengendalian pada sistem ini bertujuan untuk menentukan output berupa kualitas air yang sesuai berdasarkan nilai suhu dan kadar garam (salinitas) yang terukur di tambak. *Fuzzy logic* Sugeno digunakan sebagai metode pengambilan keputusan karena mampu menangani ketidakpastian dan sifat nonlinear dari data lingkungan. Dalam penelitian ini, sistem pengendalian *Fuzzy Logic* menggunakan metode Sugeno orde nol, di mana output dari setiap aturan berupa nilai konstan yang telah ditentukan berdasarkan kategori kualitas air, yaitu buruk, sedang, dan baik.

Sistem ini memiliki dua parameter input, yaitu suhu (°C) dan salinitas (ppt), yang masing-masing diklasifikasikan ke dalam tiga himpunan linguistik (dingin, normal, panas untuk suhu; rendah, normal, tinggi untuk salinitas). Sementara itu, parameter output yang dihasilkan berupa nilai numerik (*crisp value*) yang menunjukkan tingkat kualitas air. Nilai output ini dihitung berdasarkan kontribusi dari semua aturan yang aktif menggunakan metode rata-rata tertimbang (*weighted average*), sesuai dengan rumus Sugeno sebagai berikut:

$$\text{Output} = \frac{\sum(\alpha_i \cdot z_i)}{\sum \alpha_i} \quad 3.3$$

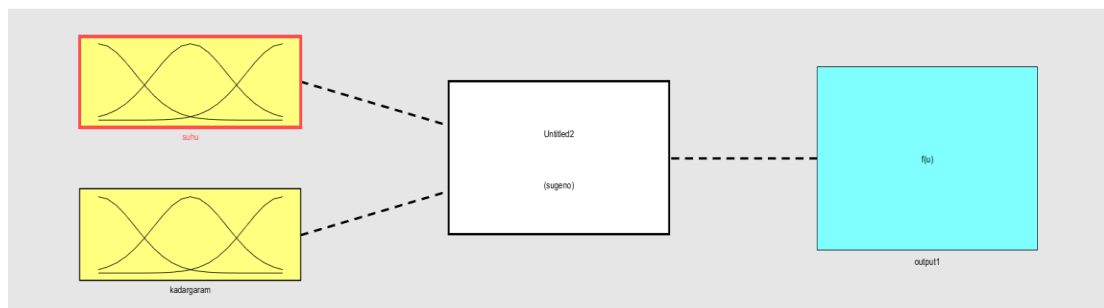
Keterangan :

α_i adalah derajat keanggotaan dari aturan ke-i

z_i adalah nilai output tetap dari aturan ke-i

Hasil akhir dari proses ini dikategorikan ke dalam tiga tingkat kualitas, yaitu output < 0 sebagai buruk, $0,5$ sebagai sedang, dan ≥ 1 sebagai baik

Pada penelitian ini, digunakan *fuzzy logic* dengan metode sugeno dengan menggunakan aplikasi matlab. Metode *fuzzy logic* sugeno digunakan sebagai penentu skala prioritas dari pembacaan sensor DS18B20 dan sensor salinitas dalam tambak udang. Oleh karena itu, terdapat variabel-variabel input untuk menentukan skala prioritas, berupa variabel suhu dan salinitas. Gambar dari aplikasi matlab *fuzzy* Sugeno dapat di lihat pada Gambar 3.9

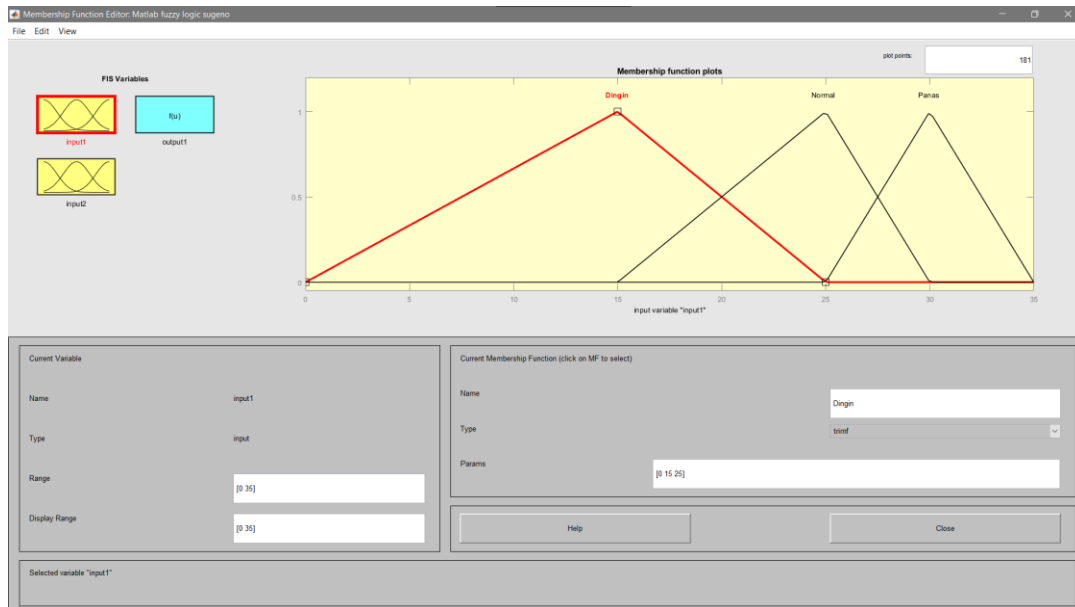


Gambar 3. 9 Tampilan Fuzzy Logic Sugeno

Pada Gambar 3.9 merupakan fuzzy logic metode Sugeno yang dimana terdiri dari dua input yaitu suhu dan salinitas serta output untuk menentukan kualitas air. Aplikasi matlab digunakan untuk memfuzzifikasi serta mensimulasi hasil dari variabel *fuzzy* sugeno.

3.9.1 Variabel Suhu

Berikut adalah proses *fuzzifikasi variabel* suhu, serta grafik *fuzzifikasi* suhu dapat di lihat pada Gambar 3.10



Gambar 3. 10 Gambar Fuzzifikasi Suhu

Pada Gambar 3.10 terdapat variabel suhu yang dimana himpunan pada suhu terdiri dari tiga yaitu dingin, normal dan Panas yang dimana parameter domain dari dingin adalah (0 15 25), parameter domain dari normal adalah (15 25 30), dan parameter domain dari panas adalah (25 30 35). Adapun Tabel suhu yang dapat dilihat pada Tabel di bawah ini

Tabel 3. 2 Tabel Suhu

Variabel Suhu		
Himpunan	Domain	Range
Dingin	[0-25]	[0-35]
Normal	[15-30]	
Panas	[25-35]	

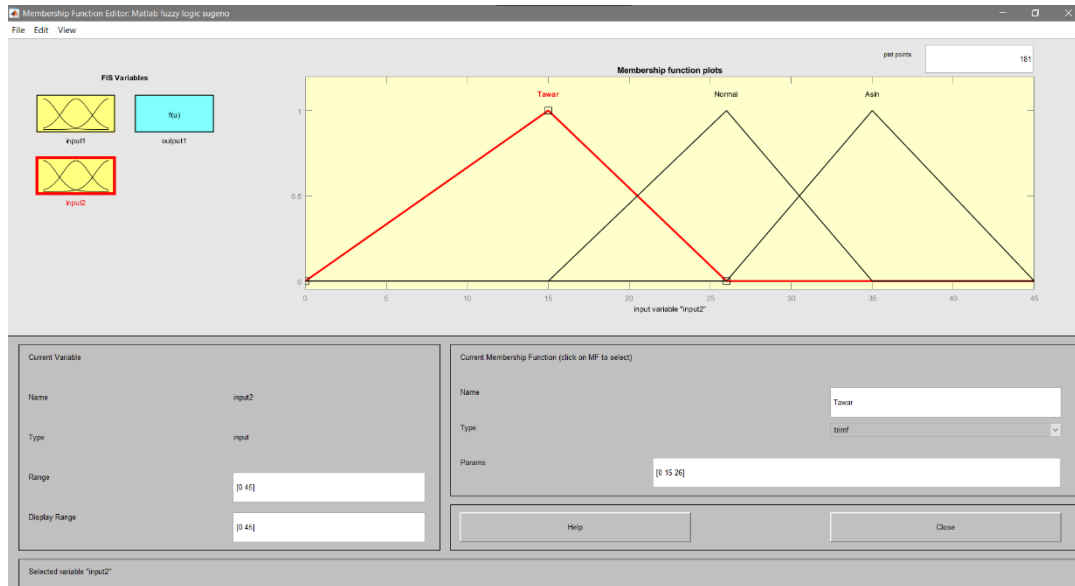
Pada Tabel 3.4 terdapat tiga variabel *linguistik* dan *numerik*, rumus fuzzifikasi suhu dapat dilihat dibawah ini :

$$\mu_{Dingin}(x) = \begin{cases} 1; x \leq 25 \\ \frac{25 - x}{25 - 15}; 15 \leq x \leq 25 \\ 0; x \geq 25 \end{cases}$$

$$\mu_{Normal}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 15 \\ \frac{(x - 15)}{(25 - 15)}; 15 \leq x \leq 25 \\ \frac{(30 - x)}{(30 - 25)}; 25 \leq x \leq 30 \\ 0; x \geq 30 \end{cases}$$

$$\mu_{Panas}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 25 \\ \frac{(x - 25)}{(30 - 25)}; 25 \leq x \leq 30 \\ 1; x \geq 35 \end{cases}$$

3.9.2 Variabel Kadar Garam



Gambar 3. 11 Gambar *Fuzzifikasi* Kadar Garam

Pada Gambar 3.11 terdapat variabel salinitas yang dimana himpunan pada salinitas terdiri dari tiga yaitu tawar, normal dan asin yang dimana parameter dari domain tawar adalah (0 15 26), parameter dari domain normal adalah (15 26 35), dan parameter dari domain asin adalah (26 35 45). Adapun Tabel salinitas yang dapat dilihat pada Tabel di bawah ini :

Tabel 3. 3 Tabel Kadar Garam

Variabel Kadar Garam		
Himpunan	Domain	Range
Tawar	[0-26]	[0-45]
Sedang	[15-35]	
Asin	[26-45]	

Pada Tabel 3.5 terdapat himpunan dan nilai domain, rumus *fuzzifikasi* salinitas dapat dilihat dibawah ini :

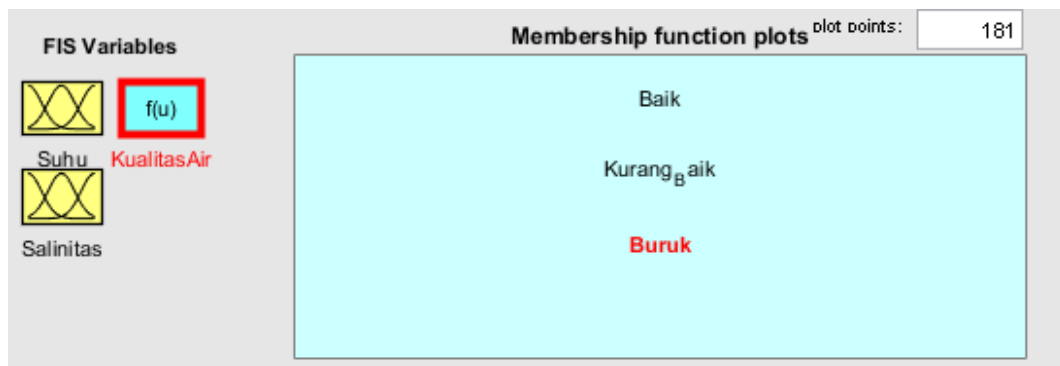
$$\mu_{Tawar}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 26 \\ \frac{26 - x}{26 - 15}; 15 \leq x \leq 26 \\ 1; x \geq 26 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 15 \\ \frac{(x - 15)}{(26 - 15)}; 15 \leq x \leq 26 \\ \frac{(35 - x)}{(35 - 26)}; 26 \leq x \leq 35 \\ 0; 35 \leq x \end{cases}$$

$$\mu_{Asin}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 26 \\ \frac{(x - 26)}{(35 - 26)}; 26 \leq x \leq 35 \\ 1; x \geq 35 \end{cases}$$

3.9.3 Komposisi Aturan

Pada tahapan ini akan dijelaskan pembuatan aturan fuzzy untuk menentukan output berdasarkan dua variabel input yaitu Suhu dan Salinitas, menggunakan metode sugeno. Dari 2 variabel ini, terbentuk 9 kombinasi aturan. Seluruh kombinasi aturan ini digunakan untuk menyatakan hubungan antara 2 variabel input dan output. Output



Gambar 3. 12 Output Kualitas Air Tambak

disini dinyatakan sebagai nilai konstanta dari kualitas air dengan 3 keluaran yaitu baik, kurang baik, buruk dengan masing-masing memiliki nilai seperti berikut dan

dapat di lihat pada Gambar 3.12 dari Gambar di atas, masing-masing output memiliki nilai diantaranya:

- Baik = 1
- Kurang Baik = 0.5
- Buruk = 0

Dari ketentuan di atas, kualitas air memiliki rentang nilai antara 0 sampai 1 agar dapat memudahkan pembacaan kualitas air. Nilai 0 menandakan kualitas air 3 buruk dan nilai 1 menandakan kualitas air baik. Penentuan nilai kurang baik yaitu 0.5 diambil berdasarkan nilai tengah rentang kualitas air. Berikut merupakan 9 kombinasi aturan yang digunakan

1. If Suhu Dingin and Salinitas Tawar then kualitas air Buruk
2. If Suhu Dingin and Salinitas Sedang then kualitas air Kurang Baik
3. If Suhu Dingin and Salinitas Asin then kualitas air Buruk
4. If Suhu Normal and Salinitas Tawar then kualitas air Kurang Baik
5. If Suhu Normal and Salinitas Sedang then kualitas air Baik
6. If Suhu Normal and Salinitas Asin then kualitas air Kurang Baik
7. If Suhu Panas and Salinitas Tawar then kualitas air Buruk
8. If Suhu Panas and Salinitas Sedang then kualitas air Kurang Baik
9. If Suhu Panas and Salinitas Asin then kualitas air Buruk

Tabel 3.6 Input Suhu *Fuzzy Logic*

Himpunan	Rentang Suhu (°C)	Keterangan
Dingin	0-20	Suhu rendah
Normal	18-30	Suhu optimal untuk tambak
Panas	30-35	Suhu terlalu tinggi

Tabel 3.7 Input Kadar Garam

Himpunan	Rentang Salinitas (ppt)	Keterangan
Tawar	0-26	Kadar garam kurang
Sedang	15-35	Kadar garam ideal
Asin	26-45	Kadar garam terlalu tinggi

Tabel 3.8 Output *Fuzzy Logic* Sugeno

Himpunan	Nilai Output (z)	Kualitas Air
Buruk	0	Buruk
Sedang	0,5	Kurang Baik
Baik	1	Baik

Tabel 3.9 *Rulebase System Fuzzy Logic*

Suhu Dan Kadar Garam	Tawar	Sedang	Asin
Dingin	Buruk	Kurang Baik	Buruk
Normal	Kurang baik	Baik	Kurang baik
Panas	Buruk	Kurang baik	Buruk

3.10 Kapal Tanpa Awak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mengimplementasikan kapal RC yang dapat digunakan untuk memantau kualitas air di tambak udang secara efisien. Dengan menggunakan teknologi ini, diharapkan pemantauan dapat dilakukan dengan lebih fleksibel dan akurat, serta memberikan data yang real-time untuk pengelolaan tambak yang lebih baik.[11]



Gambar 3. 14 Rc Kapal Catamaran

Untuk memantau kualitas air di tambak, sistem ini dilengkapi dengan sensor suhu dan sensor TDS yang terintegrasi dengan teknologi IoT. Sensor-sensor tersebut mengumpulkan data tentang suhu dan kadar Total Dissolved Solids (TDS) dalam air tambak secara langsung. Data yang dikumpulkan kemudian dikirimkan ke platform pemantauan melalui jaringan internet. Dengan penerapan IoT, pemantauan kualitas air dapat dilakukan dengan lebih efisien dan akurat. Apabila sensor mendeteksi adanya perubahan signifikan pada suhu atau TDS, sistem akan mengirimkan notifikasi kepada pengelola tambak agar dapat mengambil langkah yang diperlukan. Dengan demikian, kualitas air tambak dapat terjaga dengan baik, mendukung pertumbuhan udang secara optimal.[11]

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran, pengujian dan analisa dari alat yang telah dibuat yaitu alat monitoring air pada tambak udang berbasis *Internet of Things*, dapat disimpulkan:

1. Sistem yang dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32 dengan sensor suhu DS18B20 dan sensor TDS telah berhasil diimplementasikan untuk memantau kualitas air tambak secara real-time. Data suhu dan kadar garam (TDS) yang terdeteksi oleh sensor dapat dipantau melalui aplikasi Blynk di smartphone, memberikan kemudahan bagi petambak untuk mengontrol kondisi tambak secara efisien dan praktis
2. Hasil pengujian menunjukkan adanya perubahan suhu dan kadar garam dalam tambak udang selama lima hari. Suhu air tercatat antara 27°C hingga 33°C, dengan perbedaan yang lebih besar terjadi antara siang dan malam. Kadar garam bervariasi antara 24 ppt hingga 31 ppt, cenderung lebih tinggi pada siang hari dan menurun pada malam hari. Meskipun perubahan ini masih dalam batas yang wajar, penting untuk mengatur sirkulasi air menggunakan kincir air agar kadar garam dapat tersebar secara merata.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian sistem, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk pengembangan lebih lanjut, antara lain:

1. Untuk meningkatkan efektivitas sistem, disarankan untuk menambahkan sensor untuk memantau parameter kualitas air lainnya, seperti kadar oksigen terlarut atau pH air, yang juga penting bagi udang Vaname
2. Disarankan untuk mengukur suhu air di tiga titik berbeda: atas, tengah, dan dasar tambak. Suhu di bagian atas lebih dipengaruhi oleh sinar matahari, sementara di tengah dan dasar cenderung lebih stabil. Pemantauan suhu di seluruh kedalaman tambak penting untuk mengidentifikasi perbedaan yang dapat memengaruhi kualitas air tambak udang
3. Disarankan untuk melakukan pemeliharaan dan kalibrasi sensor secara rutin. Hal ini penting agar sensor suhu dan kadar garam tetap akurat, mengingat perubahan kondisi lingkungan yang dapat memengaruhi kinerja alat dan berpotensi menyebabkan korosi pada komponen alat jika tidak dirawat dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Makmur, ., Suwoyo, H. S., Fahrur, M., & Syah, R . PENGARUH JUMLAH TITIK AERASI PADA BUDIDAYA UDANG VANAME, *Litopenaeus vannamei*. Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis, 10(3), 727–738. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v10i3.24999> (2018)
- [2] Azizah Bella, A. B., Putri, D. R. P. S., & Mandang, I . Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Salinias pada Air Laut. *Progressive Physics Journal*, 2(1), 37. <https://doi.org/10.30872/ppj.v2i1.767> (2021)
- [3] R. S. Utami and Roslidar, “Sistem Kendali dan Pemantau Kualitas Air Tambak Udang Berbasis Salinitas, Suhu, dan pH Air,” *J. Komputer, Inf. Teknol. dan Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 43–48, (2023).
- [4] Y. Adityas and S. R. Riady, “Water Quality Monitoring System with Parameter of pH, Temperature, Turbidity, and Salinity Based on Internet of Things,” *JISA (Jurnal Inform. dan Sains)*, vol. 4, no. 1, , doi: e-ISSN: 2614-8404 (2021).
- [5] A. Zamzami and O. Fransisco, “SISTEM MONITORING KUALITAS AIR TAMBAK UDANG BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT),” *Pros. Semin. NASIONAL INOVASI Teknol. Terap.*, (2021).
- [6] I. G. N. A. Kusuma, "Perancangan Simple Stateless Autentifikasi Dan Otorisasi Layanan Rest-Api Berbasis Protokol Http," *MISI (Manajemen informatika & Sistem Informasi)*, vol. 4, (2021).
- [7] I. Vipriyandhito, A. Pandu Kusuma, and D. Fanny Hebrasianto Permadi, “Rancang Bangun Alat Monitoring Kualitas Air Pada Kolam Ikan Koi Berbasis

Arduino,” JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform., vol. 6, no. 2, pp. 875–879, doi: 10.36040/jati.v6i2.5768 (2022).

[8] D. Ansarullah and H. Nurwarsito, “Monitoring Kualitas Air pada Tambak Udang berbasis Internet of Things dengan Protokol Komunikasi ZigBee,” J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput., vol. 6, no. 2, pp. 615–624, (2022).

[9] Anggara Trisna Nugraha, Purwidi Asri, Perwi Darmajanti, Diego Ilham Yoga Agna, and Muhammad ‘Ubaid Amrullah, “Rancang Bangun Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Vaname Dengan Kontrol Paddle Wheel Berbasis Mikrokontroller,” J. 7 Samudra, vol. 8, no. 2, pp. 49–54, , doi: 10.54992/7samudra.v8i2.132 (2023).

[10] A. PASARIBU, Analisis Tegangan Keluaran Konverter AC-DC Satu Fasa Dengan Beban Lampu Halogen, MEDAN: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara,(2018).

[11] M. Bagus, R. Huda, and W. D. Kurniawan, “Analisa Sistem Pengendalian Temperatur Menggunakan Sensor Ds18B20 Berbasis Mikrokontroler Arduino,” J. Rekayasa Mesin, vol. 07, no. 02, pp. 18–23, (2022).

[12] E. Mufida, R. S. Anwar, R. A. Khodir, and I. P. Rosmawati, “Perancangan Alat Pengontrol pH Air untuk Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino Uno,” INSANtek, vol. 1, no. 1, pp. 13–19, .45 (2020)

[13] Ardutech, “LCD I2C dengan Arduino.” Accessed: Feb. 24, . [Online]. Available: <https://www.ardutech.com/lcd-i2c- dengan-arduino/> (2024)

[14] Humairah, “Fisika Listrik Power Suply.” Accessed: Feb. [Online]. Available:[https://www.scribd.com/document/388992103/Humairah-2011 FisikaListrik-Power-Suply](https://www.scribd.com/document/388992103/Humairah-2011-FisikaListrik-Power-Suply) (2024)

[15] H. Al Fani, Sumarno, and Jalaluddin, “Perancangan Alat Monitoring Pendeteksi Suara di Ruangan Bayi RS Vita Insani Berbasis Arduino Menggunakan Buzzer,” J. MEDIA Inform. BUDIDARMA, vol. 4, no. 1, pp. 144–149, (2020).

- [16] D. Abimanto and Iwan Mahendro, “Penggunaan Aplikasi Telegram Untuk Kegiatan Pembelajaran Jarak Jauh Pada Mata Kuliah Bahasa Inggris Materi Speaking Pada Mahasiswa Universitas Maritim Amni Semarang,” *Pros. Kematriman*, vol. 1, no. 1, pp. 245–256, (2021).
- [17] A. Khadir, “Teknik Sederhana Dalam Pemrograman Bahasa C,” *J. Pendidik. Inform. Dan Sains*, vol. 1, no. 8, [Online]. Available: <https://jurnal.poltekba.ac.id/index.php/jtt/article/download/877/pdf%5C> (2018)
- [18] Makarim, “Sistem pemrograman dan pengaplikasian arduino IDE pada bahasa C,” *J. SAINTEK*, vol. 1, no. 3, pp. 67–76, (2021).
- [19] N. Manungkalit, “Fitur dan Ikon pada aplikasi Arduino IDE,” *J. Coding, Sist. Komput. Untan*, vol. 1, no. 4, pp. 65–72, (2020).
- [20] K. F. Izdihar, “Pengaruh TDS Air Tambak terhadap Kualitas Udang Budidaya,” *efishery.com*, PT Multidaya Teknologi Nusantara. Accessed: [Online]. Available: <https://efishery.com/id/resources/tdsair-tambak-udang/> (2024)
- [21] J. Carina, “Mengubah Air Laut Menjadi Layak Dikonsumsi,” *Kompas.com*. Access. [Online]. Available: <https://megapolitan.kompas.com/read/2017/08/13/00171071/mengubah-airlaut-menjadi-layak-dikonsumsi> (2024)
- [22] R. Zamora, H. Harmadi, and W. Wildian, “Perancangan Alat Ukur Tds (Total Dissolved Solid) Air Dengan Sensor Konduktivitas Secara Real Time,” *Sainstek J. Sains dan Teknol.*, vol. 7, no. 1, p. 11, 2016, doi: 10.31958/js.v7i1.120.(2024)
- [23] V.M . nasution and G Prakasa “ Perancangan Aplikasi Fuzzy Logic Untuk Prediksi Kasus Positif Covid-19 Menggunakan Metode Tsukamoto,” *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMAN*, vol. 5, no.4, p.1642, oct (2021)
- [24] Saputri, A.D., Ramadhani, R.D. and Adhitama, R. ‘Logika Fuzzy Sugeno Untuk Pengambilan Keputusan Dalam Penjadwalan Dan Peningkat Service Sepeda Motor’,

Journal of Informatics, Information System, Software Engineering and Applications (INISTA), 2(1), pp. 49–55. (2019)

[25] S. Kusumadewi and H. Purnomo, "Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan". Yogyakarta: Graha Ilmu, (2013)