

**RANCANG BANGUN MONITORING KUALITAS AIR IKAN KOI
JARAK JAUH BERBASIS WIRELESS SENSOR NETWORK (WSN)
MENGUNAKAN LORA**

SKRIPSI

Oleh:

RAGIL CAHYO MUHARROM
NIM. 17640040



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

**RANCANG BANGUN MONITORING KUALITAS AIR IKAN KOI JARAK
JAUH BERBASIS WIRELESS SENSOR NETWORK (WSN)
MENGUNAKAN LORA**

SKRIPSI

Diajukan kepada:

**Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

Oleh:

**RAGIL CAHYO MUHARROM
NIM. 17640040**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

**RANCANG BANGUN MONITORING KUALITAS AIR IKAN KOI JARAK
JAUH BERBASIS WIRELESS NETWORK (WSN) MENGGUNAKAN LORA**

SKRIPSI

Oleh:

Ragil Cahyo Muharrom
NIM. 17640040

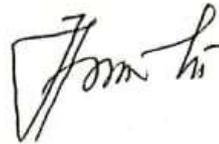
Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Pada tanggal, 22 Desember 2023

Pembimbing I



Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si
NIDT. 19870215 20180201 2 233

Pembimbing II



Ahmad Luthfin, M.Si
NIP 19860504 201903 1 009

Mengetahui,
Kepala Program Studi



Amam Tazi, M.Si
NIP. 19740703 200312 1 002

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN MONITORING KUALITAS AIR IKAN KOI JARAK
JAUH BERBASIS WIRELESS NETWORK (WSN) MENGGUNAKAN LORA

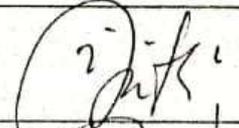
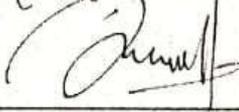
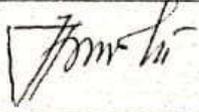
SKRIPSI

Oleh:

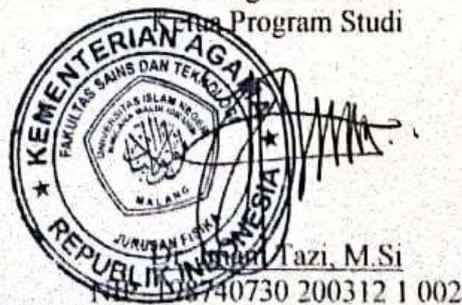
Ragil Cahyo Muharrom

NIM. 17640040

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji
Dan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Pada tanggal, 22 Desember 2023

Ketua Penguji	<u>Muthmainnah, M.Si</u> NIP. 19860325 201903 2 009	
Anggota Penguji	<u>Arista Romadani, M.Sc</u> NIP. 19900905 201903 1 018	
Pembimbing I	<u>Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si</u> NIDT. 19870215 20180201 2 233	
Pembimbing II	<u>Ahmad Luthfin, M.Si</u> NIP 19860504 201903 1 009	

Mengesahkan,
Program Studi



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : RAGIL CAHYO MUHARROM

NIM : 1740040

Jurusan : FISIKA

Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI

Judul Penelitian : Rancang Bangun Monitoring Kualitas Air Ikan Koi Jarak Jauh Berbasis Wireless Network (WSN) Menggunakan Lora

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 21 Desember 2023
Yang Membuat Pernyataan



Ragil Cahyo Muharrom
NIM. 1740040

MOTTO

“ALMOST IS NEVER ENOUGH”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tuhan sembahanku, Allah SWT sang pencipta, penguasa alam jagat raya yang mengatur kehidupan di alam semesta yang indah dan menakjubkan ini, Tuhan sang pemberi nikmat dan rahmat kepada seluruh makhluk-Nya “*Alhamdulillahillobbil ‘alamiin*”, semoga lembaran-lembaran ini menjadi amal sholeh dan selalu dalam ridho-Nya

Junjunganku, Nabi Muhammad SAW yang memberi cahaya dihati umatnya dan membawa kesejahteraan pada Alam Semesta ini dalam bentuk ilmu pengetahuan dan menjadi suri tauladan bagi seluruh umat, serta berharap di hari akhir nanti mendapat syafa’atnya pada hari kiamat “*Allahumma sholli ‘ala saiyidina Muhammad waala ‘ali saiyidina Muhammad*”

Orang tua ku Bapak Subeki dan Ibu Sriamah serta segenap keluarga besarku yang telah memberi nafkah, kasih sayang dan dukungan serta do’a yang telah dipanjatkan selama ini sehingga saya dapat kuat menjalani hidup jauh dari keluarga demi menggapai cita-cita

Para dosen dan pembimbing yang telah menunjukkan kebesaran Tuhan melalui keindahan dan keluasan ilmu yang tak terhingga nilainya, terutama dibidang ilmu fisika. Semoga berkah dan bermanfaat di dunia sampai akhirat

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillahirobbil'alamiin selalu terucap kehadiran Allah SWT atas segala limpahan karunia dan hidayah yang selalu Allah SWT berikan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir (Skripsi) yang berjudul **Rancang Bangun Monitoring Kualitas Air Ikan Koi Jarak Jauh Berbasis Wireless Network (WSN) Menggunakan Lora**

sebagai salah satu syarat kelulusan di Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penulis mengucapkan banyak terimakasih yang diiringi oleh do'a dan harapan *jazakumullah ahsanal jaza'* kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya Skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karunia yang tak terhingga.
2. Orang tua, kakak-kakak serta seluruh keluarga yang selalu mendukung, memberikan do'a serta semangat agar senantiasa diberikan kemudahan dalam melaksanakan segala urusan.
3. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, MA., selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Sri Harini, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Dr. Imam Tazi, M.Si., selaku Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

6. Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan nasehat, inspirasi, bimbingan serta arahnya kepada penulis dalam proses penyusunan Skripsi ini.
7. Ahmad Luthfin, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Integrasi yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan arahan dalam bidang integrasi Sains dan Al-Quran serta Hadist.
8. Segenap Dosen, Laboran dan Admin Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah mengamalkan ilmu, membimbing serta memberikan arahan selama proses perkuliahan.
9. Teman-teman Fisika Angkatan 2017 yang senantiasa memberikan semangat, motivasi, inspirasi, dan membantu penulis dalam proses penyusunan Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Skripsi ini masih jauh dari kata baik. Oleh karena itu, kritik dan saran yang sifatnya membangun dari setiap pembaca sangat penulis harapkan untuk penulisan yang lebih baik lagi. Penulis berharap Skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pembaca. Atas perhatiannya penulis ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
المخلص	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan	6
1.4 Manfaat	6
1.5 Batasan Masalah	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kualitas Air	6
2.2 Ikan Koi	8
2.3 WSN	9
2.4 LoRa	9
2.5 Sensor Suhu DS18B20	8
2.6 Sensor PH Air E210C	10
2.7 LCD 16x2	12
BAB III METODOLOGI	14
3.1 Jenis Penelitian	14
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	14
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	14
3.3.1 Alat Penelitian	14
3.3.2 Bahan Penelitian	15
3.4 Diagram Alir Penelitian	16
3.5 Diagram Blok Perancangan Perangkat Keras	17
3.6 Diagram Alir Perancangan Perangkat Lunak	18
3.7 Prosedur Perancangan Alat	19
3.7.1 Prosedur Penyusunan Alat Rancang Bangun	19
3.7.2 Desain Rancangan Alat Sistem Monitoring Suhu dan pH	20

3.8 Pengujian Alat	20
3.9 Pengambilan Data	22
3.10 Analisis Data	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Hasil Penelitian	25
4.1.1 Desain Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan PH	25
4.1.2 Pengaturan Software	27
4.2 Pengujian Alat dan Komponen	30
4.2.1 Uji Kesesuaian Sensor PH	31
4.2.2 Uji Kesesuaian Sensor Suhu	35
4.3 Pengujian Software	39
4.4 Pengambilan Data	41
4.5 Analisis Data	45
4.6 Integrasi Penelitian dengan Al-Qur'an	51
BAB V PENUTUP	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sensor Suhu DS18B20	9
Gambar 2.2 Sensor PH Air E201C.....	11
Gambar 2.3 LCD 12x6 I2C.....	12
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	16
Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan Perangkat Keras	17
Gambar 3.3 Diagram Alir Perancangan Perangkat Lunak.....	18
Gambar 3.4 Skema Rangkaian Sistem Monitoring Suhu dan PH Air Kolam Ikan Koi	20
Gambar 3.5 Perancangan Sistem Monitoring Suhu dan PH Air Kolam Ikan Koi.....	20
Gambar 4.1 Rancangan Desain Sistem Monitoring Suhu dan PH Air Kolam Ikan Koi	25
Gambar 4.2 Perakitan Rangkaian Sistem Monitoring Suhu dan PH Air Kolam Ikan Koi	26
Gambar 4.3 Proses Monitoring Suhu dan PH Air Kolam Ikan Gurami.....	27
Gambar 4.4 Tampilan Halaman Login IDE	28
Gambar 4.5 Tampilan Datastream IDE	29
Gambar 4.6 Tampilan Web Dashboard IDE.....	29
Gambar 4.7 Tampilan Aplikasi IDE	30
Gambar 4.8 (A) Pengukuran PH Menggunakan PH Meter (B) Pengukuran PH Menggunakan Sensor PH Air	31
Gambar 4.9 Grafik Uji Kalibrasi Sensor PH Air.....	32
Gambar 4.10 Kode Sensor PH di Program Arduino IDE	33
Gambar 4.11 Grafik Validasi Sensor PH Air.....	35
Gambar 4.12 (A) Pengukuran Suhu Menggunakan Termometer Digital (B) Pengukuran Suhu Menggunakan Sensor Suhu	36
Gambar 4.13 Hasil Uji Kalibrasi Sensor Suhu.....	37
Gambar 4.14 Kode Sensor Suhu di Program Arduino IDE	37
Gambar 4.15 Grafik Validasi Sensor Suhu	39
Gambar 4.16 Tampilan Hasil Pengukuran Sensor	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Sensor Suhu DS18B20	9
Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor Suhu DS18B20	11
Tabel 3.1 Data Validasi Sensor PH Air	21
Tabel 3.2 Data Validasi Sensor Suhu	22
Tabel 3.4 Pengukuran Suhu dan PH Kolam Ikan Koi di Pagi Hari	23
Tabel 3.5 Pengukuran Suhu dan PH Kolam Ikan Koi di Siang Hari	23
Tabel 3.6 Pengukuran Suhu dan PH Kolam Ikan Koi di Malam Hari	24
Tabel 4.1 Data Kalibrasi Sensor PH Air.....	31
Tabel 4.2 Data Validasi Sensor PH Air	34
Tabel 4.3 Data Kalibrasi Sensor Suhu.....	36
Tabel 4.4 Data Validasi Sensor Suhu	38
Tabel 4.5 Data Suhu dan PH pada 2 Juni 2023 Pukul 05.00 WIB – 06.00 WIB ..	41
Tabel 4.6 Data Suhu dan PH pada 2 Juni 2023 Pukul 10.30 WIB – 11.30 WIB ..	42
Tabel 4.7 Data Suhu dan PH pada 2 Juni 2023 Pukul 21.00 WIB – 22.00 WIB ..	42
Tabel 4.8 Data Suhu dan PH pada 3 Juni 2023 Pukul 05.00 WIB – 06.00 WIB ..	43
Tabel 4.9 Data Suhu dan PH pada 3 Juni 2023 Pukul 11.30 WIB – 12.30 WIB ..	43
Tabel 4.10 Data Suhu dan PH pada 3 Juni 2023 Pukul 21.00 WIB – 22.00 WIB	44
Tabel 4.11 Data Suhu dan PH pada 4 Juni 2023 Pukul 05.00 WIB – 06.00 WIB	44
Tabel 4.12 Data Suhu dan PH pada 4 Juni 2023 Pukul 11.30 WIB – 12.30 WIB	45
Tabel 4.13 Data Suhu dan PH pada 4 Juni 2023 Pukul 21.00 WIB – 22.00 WIB	45

ABSTRAK

Muharrom, R.C. 2023. **Rancang Bangun Monitoring Kualitas Air Ikan Koi Jarak Jauh Berbasis Wireless Sensor Network (WSN) Menggunakan LoRa** Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si (II) Ahmad Luthfin, M.Si

Kata Kunci: Monitoring Suhu dan PH, Suhu, PH, Wireless Sensor Network (WSN), LoRa

Sistem monitoring suhu dan pH air kolam ikan koi menggunakan dua sensor. yaitu sensor suhu DS18B20 dan sensor pH air 4502C, Tujuan dari penelitian ini untuk memonitoring parameter suhu dan pH pada kualitas air kolam ikan koi, dengan dari jarak jauh melalui LoRa. Proses pembuatan sistem monitoring ini dibagi menjadi beberapa tahapan, mulai dari perancangan hardware, pengaturan aplikasi IDE, pengujian akurasi sensor dan standar deviasi sensor. Berdasarkan hasil penelitian, sistem monitoring memiliki tingkat akurasi pengukuran suhu 99,54 % dan tingkat akurasi pengukuran pH air 96,88 %.

ABSTRACT

Muharrom, R.C. 2023. **Design and Build Long Range Koi Fish Water Quality Monitoring Based on Wireless Sensor Network (WSN) Using LoRa.** Thesis. Department of Physics, Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisors: (I) I Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si (II) Ahmad Luthfin, M.Si

Keywords: Temperature and pH Monitoring, Temperature, pH, Wireless Sensor Network (WSN)

The koi pond water temperature and pH monitoring system uses two sensors, namely DS18B20 temperature sensor and 4502C water pH sensor, The purpose of this study is to monitor temperature and pH parameters in koi pond water quality, remotely through LoRa. The process of making this monitoring system is divided into several stages, ranging from hardware design, IDE application settings, testing sensor accuracy and sensor standard deviation. Based on the research, the monitoring system has a temperature measurement accuracy of 99.54% and a water pH measurement accuracy of 96.88%.

المخلص

محرم ر.ج. 2023. نظام مراقبة درجة الحرارة والمستوى الحمضي لبركة أسماك الكارب بناءً على تقنية الأشياء المتصلة بالإنترنت (IoT). رسالة بكالوريوس. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية، مالانغ. المشرفة: (I) ويفيس ساسميتانينغهيديا ، الماجستير (II) أحمد لوثفين ، الماجستير.

شبكة الكلمات الدالة: مراقبة درجة الحرارة والمستوى الحمضي، درجة الحرارة، مستوى الحمضية، (WSN) الاستشعار اللاسلكية ،

يستخدم نظام مراقبة درجة حرارة مياه بركة كوي ودرجة الحموضة مستشعرين. وهي مستشعر الغرض من هذه الدراسة هو مراقبة ، C ومستشعر درجة حموضة الماء DS18B20 4502 درجة حرارة. معلمات درجة الحرارة والأس الهيدروجيني في جودة مياه بركة كوي ، عن بعد من خلال المدى الطويل IDE تنقسم عملية إنشاء نظام المراقبة هذا إلى عدة مراحل ، تتراوح من تصميم الأجهزة وإعدادات تطبيق بناء على نتائج الدراسة ، يتمتع نظام المراقبة بمعدل. واختبار دقة المستشعر والانحراف المعياري للمستشعر %دقة قياس درجة الحرارة بنسبة 99.54% ومستوى دقة قياس درجة الحموضة في الماء بنسبة 96.8

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perikanan adalah salah satu sektor ekonomi potensial yang dapat ditumbuh kembangkan untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat. Indonesia memiliki beberapa jenis ikan yang populer dibudidayakan antara lain bandeng, lele, patin, nila kerapu dan koi. Berdasarkan data yang dirilis oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) pada tahun 2021 diketahui bahwa angka konsumsi ikan nasional mencapai 55,37 kg/kapita pada 2021. Angka itu naik 1,48% dibanding tahun sebelumnya yang sebesar 54,56 kg/kapita. Dari sisi potensi penyerapan tenaga kerja, sektor perikanan budidaya pada tahun 2030 diproyeksikan dapat menciptakan 8,9 juta lapangan kerja baru yang meningkat dari angka saat ini yaitu 2,7 juta lapangan kerja (Philips, 2015). Meskipun punya potensi yang cukup besar, namun, sektor perikanan budidaya masih belum tergarap dengan baik. Hal ini ditunjukkan dengan penurunan angka PDB perikanan dari 8,37% pada tahun 2015 menjadi 5,15% pada tahun 2016 (Ditjen Perikanan Budidaya, 2017)

Ikan koi merupakan salah satu komoditas perikanan yang memiliki potensi ekonomi yang besar untuk dibudidayakan tetapi memiliki kendala yang berpengaruh terhadap produksi perikanan kondisi tersebut adalah penyakit yang dapat menyebabkan kematian masal pada ikan koi. Salah penyebab munculnya penyakit pada ikan koi adalah buruknya kualitas air pada kolam ikan koi. Ikan koi sangat sensitif terhadap perubahan suhu dan pH karena dapat menyebabkan warna

menjadi pucat, keracunan, hingga menghambat pertumbuhan. (Loka dan Roospitasari, 2013).

Karakteristik kualitas air yang sangat berpengaruh pada ikan koi antara lain adalah tingkat kejernihan air, kadar keasaman (pH) dan suhu. Semua karakteristik air harus pada batasan normal, dan apabila kurang atau melebihi batasan yang sudah ditentukan maka dapat mempengaruhi pertumbuhan dalam budidaya ikan koi. Para pembudidaya ikan harus melakukan pengontrolan secara teratur dan menjaga kualitas air untuk keberhasilan budidaya ikan koi tersebut. Harus dilakukan pengecekan dengan mengukur tingkat kejernihan air, kadar keasaman (pH) dan suhu. Hal ini berpengaruh terhadap efisiensi waktu dan kerja dari para pembudidaya ikan koi. Maka dari itu dibutuhkan alat yang dapat membantu memonitoring kualitas air secara real time. Salah satu ayat Al-Qur'an menjelaskan tentang besarnya peranan air dalam kehidupan, yakni pada (Qs. Al-Anbiya' : 30):

أَوَلَمْ يَرَ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا ۖ وَجَعَلْنَا

مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ ۚ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ۝ ٣٠

Artikel: *“Dan apakah orang-orang kafir tidak mengetahui bahwa langit dan bumi, keduanya dahulu menyatu, kemudian Kami pisahkan antara keduanya, dan Kami jadikan segala sesuatu yang hidup berasal dari air, maka mengapa mereka tidak beriman?” (Qs. Al-Anbiya' : 30)*

Anugerah ini adalah Air yang menjadi sumber bagi seluruh kehidupan di bumi.

Lafal رَتْقًا (ratqan) dalam ayat ini bermakna padat dan keras. Sedangkan lafal

فَفَتَقْنَا هُمَا (*fafataqnahuma*) dalam ayat ini bermakna Kami lembutkan/belah langit dan bumi. Hal ini sebagaimana penafsiran menurut Ibnu Abbas bahwa ayat ini bercerita, “Dahulu langit dibuat oleh Allah dengan bentuk yang padat dan keras sehingga tak ada sedikitpun air hujan yang turun darinya. Begitu juga bumi yang dijadikan tandus dan tak ada sedikitpun benih yang tumbuh. Tak ada tanda kehidupan hingga Allah lembutkan langit sehingga keluar darinya air hujan dan Allah belah muka bumi sehingga keluar darinya tumbuh-tumbuhan.

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebas yang dimiliki oleh suatu larutan. Ini didefinisikan sebagai kologaritma dari aktivitas ion hidrogen terlarut (H^+). Koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara eksperimental, sehingga nilainya didasarkan pada perhitungan teoritis, nilai pH menunjukkan sejauh mana hubungan atau alkalinitas cairan dipengaruhi oleh garam karbonat dan bikarbonat dalam cairan. Kehadiran pH bertindak sebagai sistem penyangga keseimbangan - senyawa kimia. Parameter yang masih bisa dihuni ikan berada pada pH 4.0 - 6.0 (Kharisma,2020)

Pada sebuah literatur penelitian menunjukkan kualitas air pada masing-masing kolam uji diukur setiap 10 hari sekali pada pagi pertumbuhan terbaik ikan mas mantap ada pada pH 6,5 - 8,5 dan oksigen terlarut dengan hasil penambahan panjang mutlak dan bobot mutlak tertinggi (Ibnu dwi,2019)

Pengaruh suhu terhadap ikan merupakan kemampuan mengambil oksigen (hypoxia). Selain itu, suhu rendah dapat menyebabkan ikan tidak aktif, bergerombol serta tidak mau berenang dan makan sehingga imunitasnya terhadap penyakit berkurang. Hal tersebut diduga merupakan salah satu penyebab kematian benih ikan terutama pada awal pemeliharaan. Pada dasarnya suhu dapat mematikan untuk

biota, bukan hanya suhu yang ekstrim tetapi perubahan suhu secara otomatis dari suhu alami yang menyebabkan kematian. Pada sebuah penelitian menunjukkan bahwa suhu standard berkisar 29°C-32°C dapat bekerja lebih efektif sehingga mampu menurunkan kadar amonia dalam air. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Muthalib (2015)

Pada literatur terdapat beberapa penelitian yang berhubungan dengan pemantauan kualitas air kolam budidaya baik telah dilakukan monitoring kualitas air di Kecamatan Kalibawang. Sampel yang diambil sebanyak 12 Rumah Tangga Pembudidaya (RTP) dengan jumlah kolam sebanyak 18 kolam. Kolam-kolam tersebut tersebar di 4 kelompok pembudidaya ikan (Pokdakan), yaitu Mina Sejahtera 3 kolam (Gurame), Mina Telaten 4 kolam (Lele), Manunggal Roso 5 kolam (Lele), dan Mina Enggal Abadi 4 kolam (lele). Ditambah 2 kolam milik perorangan dengan komoditas ikan patin. Parameter yang diukur diantaranya pH dan suhu air,. Hasil monitoring kualitas air kecamatan Kalibawang dapat menunjukkan bahwa suhu air rata rata 29.94 kisaran 27.9-31.5 dan pH air rata rata 7.26 kisaran 6.6 – 8.8 (Rahmawati, A. 2017.)

Wireless Sensor Network (WSN) adalah jaringan nirkabel yang terdiri dari perangkat otonom yang terdistribusi menggunakan sensor untuk memantau kondisi lingkungan (Karl & Willig, 2015)

Penggunaan Wireless Sensor Network (WSN) berbasis LoRa mengatasi kendala umum WSN yaitu pada range komunikasi yang sempit. LoRa merupakan teknologi modulasi spektrum radio yang mengakomodasi jarak komunikasi yang jauh dengan konsumsi daya yang rendah. Tetapi terdapat kekurangan pada sistem ini, yaitu data pengiriman saling menginterferensi satu sama lainnya yang

menyebabkan data loss. Metode Time Division Multiple Access (TDMA) dipakai agar terhindar dari masalah tersebut. TDMA sendiri merupakan metode penjadwalan pengiriman yang dibagi berdasarkan timeslot, serta compatible dengan LoRa karena bekerja pada 1 frekuensi waktu. Pada implementasi TDMA, semua waktu perangkat harus tersinkronisasi satu sama lain sehingga pengiriman terjadwal dapat dilakukan (Pule, et al., 2017).

Penggunaan metode Timing-sync Protocol for Sensor Network (TPSN) dipakai sebagai metode sinkronisasi waktu yang mendukung sistem. WSN baru-baru ini dianggap sebagai alternatif yang berpotensi menjanjikan untuk memantau lingkungan sungai karena memiliki sejumlah keunggulan seperti penerapan yang mudah, pemantauan waktu nyata, dan biaya yang relatif rendah. LoRa adalah salah satu protokol Low Power Wide Area Wireless Network (LPWAN) untuk aplikasi Internet of Things (IoT). Kelebihan dari LoRa antara lain adalah jangkauan yang luas (5km – 15km) dan konsumsi daya yang lebih rendah dari ZigBee (Pule, et al., 2017).

Berdasarkan paparan tersebut, maka diperlukan sistem pemantau kualitas air berdasarkan pH dan suhu berbasis digital yang dapat menunjukkan kualitas air secara real time dan dapat dipantau dari mana saja

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang alat monitoring kualitas air jarak jauh berbasis WSN LORA?
2. Bagaimana karakteristik alat monitoring air berbasis WSN LORA?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah :

1. Merancang alat monitoring kualitas air berbasis WSN LORA
2. Mengetahui karakteristik Ph dan suhu pada alat monitoring kualitas air berbasis WSN LORA.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah diharapkan alat yang dirancang dapat membantu dalam monitoring suhu dan dapat dipantau secara jarak jauh

1.5 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat ini hanya dirancang untuk memonitoring nilai pH dan suhu
2. Bahasa pemrograman yang digunakan Arduino IDE
3. Karakteristik alat hanya pada akura

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas Air

Air adalah suatu senyawa hidrogen dan oksigen dengan rumusan kimia H_2O yang berikatan secara kovalen, ikatan ini terbentuk akibat dari terikatnya elektron secara bersama. Air merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat dibutuhkan oleh setiap makhluk hidup di dunia, baik itu manusia, hewan maupun tumbuhan.

Berdasarkan sifat fisiknya (secara fisika) terdapat tiga macam bentuk air, yaitu air sebagai benda cair, air sebagai benda padat, dan air sebagai benda gas atau uap. Air adalah merupakan sumber daya alam yang diperlukan untuk hajat hidup orang banyak, bahkan oleh semua makhluk hidup. Oleh karena itu sumber daya air harus dilindungi agar tetap dapat dimanfaatkan dengan baik oleh manusia serta makhluk hidup yang lain. Pemanfaatan air untuk berbagai kepentingan harus dilakukan secara bijaksana, dengan memperhitungkan generasi sekarang maupun generasi yang akan datang.

Pada permukaan bumi diperkirakan terdapat 332 juta kubik mil air, dan dari sejumlah itu 97,2 % terdapat di laut , Terdapat banyak jenis ikan di lautan dan jumlahnya pun tidak terhitung. Ini merupakan salah satu karunia dari Allah Subhanahu wa ta'ala yakni agar manusia lebih bersyukur. Sebagaimana tertulis di dalam kitab suci Alquran bahwa makhluk hidup, termasuk diciptakannya ikan, juga ada penjelasannya. ADA banyak jenis ikan di lautan dan jumlahnya pun tidak terhitung. Ini merupakan salah

satu karunia dari Allah Subhanahu wa ta'ala yakni agar manusia lebih bersyukur. Sebagaimana tertulis di dalam kitab suci Alquran bahwa makhluk hidup, termasuk diciptakannya ikan, juga ada penjelasannya. Terkait ikan-ikan di lautan, Allah Subhanahu wa ta'ala berfirman:

وَهُوَ الَّذِي سَخَّرَ الْبَحْرَ لِتَأْكُلُوا مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُوا مِنْهُ حِلْيَةً

تَلْبَسُونَهَا وَتَرَى الْفُلْكَ مَوَاجِرَ فِيهِ وَلِتَبْتَغُوا مِنْ فَضْلِهِ وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ

Artikel: *"Dan Dialah, Allah yang menundukkan lautan (untukmu) agar kamu dapat memakan daripadanya daging yang segar (ikan), dan kamu mengeluarkan dari lautan itu perhiasan yang kamu pakai; dan kamu melihat bahtera berlayar padanya, dan supaya kamu mencari (keuntungan) dari karunia-Nya, dan supaya kamu bersyukur." (QS An Nahl: 14)*

Dikutip dari tafsir Kementrian Agama RI Syaikh Abdurrahman bin Nashir as-Sa'di, لِنَأْكُلُوا مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا (agar kamu dapat memakan daripadanya daging ikan yang segar)

Allah menyebutkan sifat segar bagi ikan maknanya “Dan” Dialah Dzat yang sendiri, tidak ada sekutu bagiNya “yang menundukkan lautan (untukmu)” dan menyediakannya demi kemanfaatan kemanfaatan kalian yang variatif, ”agar kamu dapat memakan darinya daging yang segar (ikan)” yaitu ikan ikan dan binatang air yang kalian buru, ” hasil hasil rizki mereka, barang bawaan serta perniagaan mereka yang mereka jadikan sarana untuk mengais rizki rizki dan kemurahan Allah atas mereka. “dan supaya kamu bersyukur” (kepada Dzat) yang telah memudahkan

semua ini bagi kalian dan menyuguhkannya, dan menyanjung Allah atas karuniaNya atas kalian.

Kualitas air adalah kondisi kualitatif air yang diukur dan atau diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metode tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku pasal 1 keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 tahun 2003. Kualitas air dapat dinyatakan dengan parameter kualitas air meliputi parameter fisik dan kimia.

Kualitas air dapat diketahui dengan melakukan pengujian tertentu terhadap air tersebut. Pengujian yang dilakukan adalah uji kimia, fisik, biologi atau uji kenampakan (bau dan warna). Pengelolaan kualitas air adalah upaya pemeliharaan air sehingga tercapai kualitas air yang diinginkan sesuai peruntukannya untuk menjamin agar kondisi air tetap dalam kondisi alamiahnya. (Sumitra, 2014).

Penurunan kualitas air dapat diindikasikan dengan adanya peningkatan kadar parameter fisika terukur. Misalnya pada peningkatan kadar parameter warna, berubahnya warna air menjadi kecoklatan hingga hitam dapat mengindikasikan adanya kandungan bahan kimia seperti logam besi, mangan dan sianida yang berasal dari pembuangan limbah pabrik. Air yang memiliki bau yang tidak enak, mengindikasikan salah satunya adanya pencemaran oleh bakteri tinja (*E.coli*) yang dapat menyebabkan penyakit tipus. Jika air telah tercemar dengan logam berat dan bakteri *E.coli*, maka secara otomatis air tersebut akan memiliki rasa (Handayani, 2014).

2.1.1 Parameter Air

Beberapa parameter yang menentukan kualitas air meliputi parameter fisik dan kimia yaitu :

A. Parameter Fisika Suhu

Suhu air merupakan salah satu faktor yang menjadi perhatian terhadap pengkajian - pengkajian kelautan. Catatan suhu air dapat difungsikan bukan hanya untuk mempelajari gejala-gejala fisika terhadap laut, tetapi juga berkaitan dengan kehidupan hewan atau tumbuhan. Suhu air dipermukaan dipengaruhi oleh kondisi meteorologi. Curah hujan, penguapan, kelembaban udara, suhu udara, kecepatan angin, dan radiasi matahari merupakan faktor faktor yang berperan dalam perubahan suhu. Suhu mempunyai peranan krusial untuk menentukan kelangsungan tumbuh kembangnya ikan dan tumbuhan yang ada dalam kolam kisaran suhu yang baik untuk membantu kelangsungan hidup ikan dan tumbuhan adalah 28°C– 32°C.

B. Parameter Kimia pH

pH adalah cerminan derajat keasaman yang diukur dari jumlah ion hidrogen menggunakan rumus $\text{pH} = -\log (\text{H}^+)$. pH air berpengaruh terhadap tingkat kesuburan perairan karena mempengaruhi kehidupan jasad renik. Perairan asam akan kurang produktif, dikarenakan dapat membunuh ikan dan tumbuhan. Pada pH Tinggi, kandungan oksigen terlarut akan berkurang, sebagai akibatnya konsumsi oksigen menurun. Hal ini sebaliknya terjadi pada suasana basa. Atas dasar ini, maka lebih baik kondisi dalam air dengan pH 6,5 – 9.0 dan kisaran optimal adalah pH 7,5 – 8,5

2.2 Ikan Koi (*Cyprinus carpio*)

Ikan Koi merupakan salah satu ikan yang masih termasuk ke dalam satu varian dengan ikan mas. Ikan koi tercatat sebagai spesies yang tersebar luas dan

jumlahnya cukup melimpah. Ikan koi menempati rata – rata kedalaman pada perairan 1118 – 1721 m dan melakukan pergerakan rata – rata harian 147 – 238 m. Ikan koi biasanya menempati daerah yang tenang diantara kayu terendam dan vegetasi air (Jones et al., dalam Awan, 2016).

Koi merupakan hewan yang hidup di daerah beriklim sedang dan hidup pada perairan tawar. Mereka bisa hidup pada temperatur 28°C – 30°C dengan pH 6.5 – 7.4. Suhu yang ideal untuk Koi yaitu sekitar 15°C - 25°C dengan pH ideal sekitar 7.2 – 7.4 (Loka dan Roospitasari, 2013).

Jenis kelamin Koi dapat dibedakan saat ikan tersebut dewasa, yaitu kurang lebih saat mencapai ukuran panjang 24 cm. Koi jantan mempunyai bentuk tubuh lebih ramping sedangkan Koi betina lebih gemuk dan sedikit membulat (Gunawan, 2015)

Menurut Bachtiar (2013), morfologi Koi tidak jauh berbeda dengan jenis-jenis ikan yang lain. Badan Koi ditutupi oleh dua lapis kulit yaitu kulit luar (epidermis) dan kulit dalam (dermis). Epidermis berguna untuk melindungi kulit dari lingkungan luar, seperti kotoran-kotoran dan hama atau penyakit. Dermis mengandung pigmen atau warna seperti xantofora (kuning), melanofora (hitam), guanofora (putih kemilauan) dan eritrofora (merah). Bagian kepala Koi mirip dengan ikan Mas Koki, tetapi dilengkapi oleh satu pasang sunggut. Sunggut bermanfaat sebagai pengindra saat mencari makanan dalam lumpur. Mata tidak berkembang, berwarna merah, hitam, dan sedikit keputih-putihan. Mulut ikan Koi tidak terlalu lebar dan bagian rahang tidak memiliki gigi. Gigi pada ikan Koi berfungsi untuk mengoyak makanan yang terdapat di bagian dalam kerongkongan (Loka dan Roospitasari, 2013).

2.3 Wireless Sensor Network (WSN)

Wireless Sensor Network (WSN) merupakan jaringan yang dibentuk oleh banyaknya sensor node di mana setiap node dilengkapi dengan sensor untuk mendeteksi fenomena fisik seperti cahaya, panas, tekanan, dan lain-lain secara umum Wireless Sensor Network (WSN) atau sensor jaringan nirkabel merupakan suatu peralatan sistem embedded (tertanam) yang di dalamnya terdapat satu atau lebih sensor dan dilengkapi dengan peralatan sistem komunikasi atau bisa disebut sensor yang bekerja tanpa menggunakan kabel. Pada setiap node juga terdapat pengolahan data, kemampuan berkomunikasi, dan penyimpanan data (Ikhsan,2020).

Masing-masing titik dalam WSN dilengkapi dengan radio transceiver sebagai node penerima atau pengirim atau juga perangkat pendukung lainnya. Dimana setiap node akan saling berkomunikasi satu sama lain begitu pula dengan sink node atau base station yang merupakan node pengumpul data dari setiap node menggunakan komunikasi wireless. WSN memberikan informasi sensor dan aktuator yang disimpan dalam cloud melalui wifi untuk berbagi informasi dan memantau dengan perangkat jarak jauh. Hasil informasi sensor dapat melakukan pengembangan pada tanaman (Haruna dkk, 2019)

2.3.1 Long Range (LoRa)

LoRa (Long Range) merupakan modul telekomunikasi wireless berdaya rendah, yang diperkenalkan oleh Semtech pada tahun 2013. Karakteristik lain dari LoRa adalah daya pancar yang dapat mencakup area relatif luas, terutama di lingkungan perkotaan yang kompleks Menurut (Qrimly, 2017).

LoRa (Long Range) adalah suatu format modulasi yang unik dan mengagumkan yang dibuat oleh Semtech. modulasi yang dihasilkan menggunakan modulasi FM. Inti pada pemrosesan menghasilkan nilai frekuensi yang stabil. metode transmisi juga bisa menggunakan PSK (Phase Shift Keying), FSK (Frequency Shift Keying) dan lainnya. Menurut (Yunus, 2018).

2.3.2 ESP

ESP32-WROOM-32 (ESP-WROOM-32) adalah modul Wi-Fi+BT+BLE MCU generik yang kuat yang menargetkan berbagai aplikasi, mulai dari jaringan sensor berdaya rendah hingga tugas yang paling menuntut, seperti pengkodean suara, *streaming* musik, dan decoding MP3. Selain itu, ESP32 juga dapat diprogram menggunakan bahasa pemrograman C/C++ atau Python. Espressif Systems menyediakan SDK dan berbagai *library* yang dapat digunakan untuk memudahkan pengembangan aplikasi(Qrimly, 2017).

Dalam pengembangan IoT, ESP32 dapat berfungsi sebagai *node* sensor, *gateway*, atau bahkan sistem kendali utama. Dengan dukungan sensor dan perangkat tambahan, ESP32 dapat memungkinkan pengukuran dan pengontrolan terhadap berbagai variabel seperti suhu, kelembaban, tekanan, dan cahaya. Oleh karena itu, ESP32 adalah salah satu *platform* yang populer dalam pengembangan IoT dan memberikan potensi besar untuk aplikasi di masa depan



Gambar 2.1 ESP 32

Sumber gambar : <https://cyberxservice.com/arduino-pin-diagram/>

2.3.3 Arduino IDE

IDE adalah singkatan dari *Integrated Development Environment* yang merupakan sebuah software yang berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan mengunggah ke dalam memory mikrokontroler (Feri Juadi, 2011).

IDE Arduino adalah software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java. IDE Arduino terdiri dari:

- a. *Editor* program merupakan sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit dalam bahasa pemrograman.
- b. *Compiler* adalah sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa pemrograman) menjadi kode biner. Sebuah mikrokontroler tidak bisa memahami bahasa pemrograman, melainkan hanya bisa memahami kode biner, itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini.
- c. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori di dalam papan Arduino.



Gambar 2.2 Arduino IDE

Sumber gambar : <https://comparecamp.com/arduino-ide-review-pricing-pros-cons-features/>

2.3.4 Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 suhu air dimonitoring dengan menggunakan sensor DS18B20 dengan memiliki keluaran digital. tingkat akurasi yang cukup tinggi, yaitu $0,5^{\circ}\text{C}$ pada rentang suhu -10°C sampai $+85^{\circ}\text{C}$. Sensor suhu pada umumnya membutuhkan ADC dan beberapa pin port pada mikrokontroler, namun DS18B20 ini tidak membutuhkan ADC agar dapat mengirim data dengan mikrokontroler dan hanya membutuhkan 1 *wire* saja (Dendi Ramdani,2020).

Sensor ini merupakan sensor suhu DS18B20 dengan kemampuan tahan air (*waterproof*) sehingga cocok digunakan untuk mengukur suhu pada tempat yang sulit, atau basah. DS18B20 menyediakan 9 hingga 12-bit (yang dapat dikonfigurasi) data. Sensor menggunakan Chip DS18B20. Struktur sensor ini adalah berujung stainless steel, anti karat dan tahan air (*waterproof*). Sensor ini biasa digunakan untuk mengukur suhu akuarium, suhu air mendidih dan sebagainya. sensor ini memiliki fitur utama sebagai berikut, antarmuka hanya menggunakan satu kabel sebagai komunikasi (menggunakan protokol Unique 1-Wire), Setiap sensor memiliki kode pengenalan unik 64-bit yang tertanam di onboard ROM, Kemampuan

multidrop yang menyederhanakan aplikasi penginderaan suhu terdistribusi, Tidak memerlukan komponen tambahan Juga bisa diumpankan daya melalui jalur datanya (Wibis Finanda,2020).

Sensor DS18B20 bekerja dengan mengubah resistivitas menjadi suhu. Semakin besar resistivitas air maka semakin besar suhu air. Persamaan yang menyebutkan hubungan antara resistivitas dan suhu yaitu (Abtokhi, Ahmad, 2013):

$$R = \frac{\rho l}{A} \dots \dots \dots (2.1)$$

$$\rho = \frac{RA}{l} \dots \dots \dots (2.2)$$

$$\rho = \rho_o (1 + \alpha \Delta t) \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana R adalah hambatan listrik, ρ adalah hambatan jenis (Resistivitas), Δt adalah perubahan suhu ρ_o adalah resistivitas asli dan α adalah koefisien suhu resistivitas

Pada logam semakin besar suhu maka nilai hambatan akan semakin naik, berbeda pada bahan semikonduktor, semakin besar suhu maka nilai hambatan akan semakin turun.



Gambar2.3 Sensor Suhu DS18B20

Sumber gambar : <https://electronilab.co>

2.3.5 Sensor PH PH4502C

Sensor pH Meter Analog Kit PH air dimonitoring dengan menggunakan Ph4502C pada tingkat keasaman cairan (pH) yang menggunakan penginderaan

pengukur standar industri sebagai komponen utamanya. Elektroda sensor terbuat dari membran kaca sensitif dengan impedansi kecil sehingga menghasilkan hasil pengukuran dengan respon cepat dan stabilitas terhadap suhu tinggi. Hasil pembacaan sensor bisa langsung diakses oleh mikrokontroler melalui antarmuka pH 2.0 yang terdapat pada sensor. Sensor ini sangat ideal untuk aplikasi pengukuran pH cairan dalam jangka panjang (Umi Syafiqoh,2018).

Modul sensor ini merupakan module yang berfungsi untuk mendeteksi tingkat ph air yang dimana outputnya berupa tegangan analog. Dikarenakan module ph meter sensor ini range output tegangan analognya dari 0 – 3Vdc dengan inputan power supply 3.3 – 5.5Vdc. Modul ini memiliki Dua alat yang terpisah yaitu pH signal Conversion Board yang memiliki Spesifikasi Tegangan kerja antara 3.3 ~ 5.5V, Output tegangan analog : 0 ~ 3.0V, Jenis konektor probe yang digunakan tipe “BNC”,Tingkat akurasi pengukuran : ± 0.1 (pada suhu pengujian 25°C),Signal Connector : PH2.0-3P,Dimensi board : 42mm x 32mm Dan Probe pH yang memiliki spesifikasi termasuk dalam grade laboratorium (Wibis Finanda,2020).

Elektroda sensor pada sensor pH air terbentuk dari bahan lapisan kaca yang sensitive dengan impedansi yang kecil oleh sebab itu dapat menghasilkan pembacaan dan penilaian yang stabil dan cepat pada suhu cairan/larutan tinggi maupun rendah. Hasil dari pembacaan sensor pH bisa didapatkan oleh mikrokontroler dengan menggunakan antarmuka pH 2.0 yang sudah ada pada modul sensor pH air. Sensor pH air ini sangat baik untuk digunakan dalam melakukan pembacaan kadar pH cairan dengan interval waktu yang lama (Pratama, I Putu Yoga Pramesia, dkk, 2022).

Luaran sensor pH berupa sinyal listrik dalam bentuk tegangan satuan Volt (DC). Nilai tegangan tersebut harus dikonversi menjadi nilai pH (Diharja, Reza, dkk, 2021).



Gambar 2.4 Sensor pH PH4502C

Sumber gambar : <https://www.saravati.com>.

2.3.6 LCD (Liquid Crystal Display)

Liquid Crystal Display atau yang biasa disebut LCD merupakan suatu komponen yang mampu menampilkan besaran fisik yang kita inginkan berdasarkan hasil pemrosesan rangkaian pengukuran dimunculkan dalam suatu screen atau layar, biasanya berupa huruf dan angka. Contohnya antara lain: temperatur, waktu, kelembaban, tekanan, kecepatan dan lain-lain. Data yang ditampilkan dari LCD ini merupakan data yang berasal dari hasil pengukuran sensor yang kemudian mengalami konversi oleh Analog Digital Converter (ADC) dan diproses oleh prosesor.. Data yang berasal dari LCD ini lebih memudahkan dalam melakukan pengamatan dibandingkan dengan data yang langsung diambil dari hasil pengukuran sensornya (Agung Nur,2016).

LCD memanfaatkan silicon atau gallium dalam bentuk kristal cair sebagai pemendar cahaya. Pada layar LCD, setiap matrik adalah susunan dua dimensi piksel yang dibagi dalam baris dan kolom. Dalam keadaan normal, cairan yang digunakan

memiliki warna cerah. Daerah-daerah tertentu pada cairan akan berubah warnanya menjadi hitam ketika tegangan diterapkan antara bidang latar dan pola elektroda yang terdapat pada sisi dalam lempeng kaca bagian depan (Sitorus,2017).

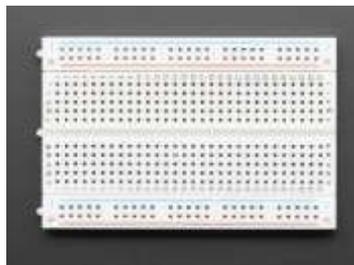


Gambar 2.5 LCD (Liquid Crystal Display) 16x2

Sumber gambar : <https://www.indiamart.com/proddetail/lcd-display>

2.3.7 Breadboard

Breadboard merupakan konstruksi dasar sebuah sirkuit elektronik dan prototipe dari suatu rangkaian elektronik. Breadboard banyak digunakan untuk membuat rangkaian komponen karena pada saat pembuatan prototipe tidak perlu melakukan proses menyolder karena *breadboard* bersifat solderless. Jadi *breadboard* sangat cocok pada tahap proses pembuatan prototipe karena akan sangat membantu berkreasi dalam desain sirkuit elektronika (Jamhur Ghifari,2019).



Gambar 2.6 Breadboard

Sumber gambar : <https://potentiallabs.com>

2.3.8 LoRa sx1276

LoRa memungkinkan transmisi jarak jauh dengan konsumsi daya yang rendah. Teknologi ini mencakup lapisan fisik, sedangkan teknologi dan protokol lain seperti LoRaWAN (Jaringan Area Luas Jangkauan Panjang) menutupi lapisan atas. Ini dapat mencapai kecepatan data dari 27 Kbps hingga 0,3 Kbps tergantung Spektrum penyebaran LoRa menggunakan modulasi Chirp Spread Spectrum (CSS) dan digunakan juga untuk militer dan komunikasi yang memerlukan keamanan. LoRa memiliki jangkauan yang luas, konsumsi daya dan kecepatan data rendah, berbiaya rendah yang dioperasikan dengan baterai, dan transmisi data yang aman. LoRa diterapkan pada jaringan publik, private, atau hybrid sehingga dapat mencapai jangkauan yang lebih luas jika dibandingkan dengan jaringan seluler. Teknologi LoRa dapat diaplikasikan untuk Internet of Things (IoT)[7] . Kemampuan teknologi LoRa SX1276 dapat disesuaikan dengan parameter dan spesifikasi yang dibutuhkan untuk menunjang sistem deteksi ini. Dengan demikian, data deteksi radiasi yang sudah diperoleh dari detektor dapat sampai pada gateway dan bisa diakses pada sisi monitoring atau storage/aplikasi server melalui media internet. Internet dengan kecepatan transfer data yang memadai digunakan untuk memastikan tidak ada data deteksi yang mengalami kegagalan dalam proses penyampaian data dari transceiver ke receiver.

2.3.8 LoRa sx1276

LoRa memungkinkan transmisi jarak jauh dengan konsumsi daya yang rendah. Teknologi ini mencakup lapisan fisik, sedangkan teknologi dan protokol lain seperti LoRaWAN (Jaringan Area Luas Jangkauan Panjang) menutupi lapisan atas. Ini dapat mencapai kecepatan data dari 27 Kbps hingga 0,3 Kbps tergantung Spektrum penyebaran LoRa menggunakan modulasi Chirp Spread Spectrum (CSS) dan digunakan juga untuk militer dan komunikasi yang memerlukan keamanan. LoRa memiliki jangkauan yang luas, konsumsi daya dan kecepatan data rendah, berbiaya rendah yang dioperasikan dengan baterai, dan transmisi data yang aman. LoRa diterapkan pada jaringan publik, private, atau hybrid sehingga dapat mencapai jangkauan yang lebih luas jika dibandingkan dengan jaringan seluler. Teknologi LoRa dapat diaplikasikan untuk Internet of Things (IoT)[7] . Kemampuan teknologi LoRa SX1276 dapat disesuaikan dengan parameter dan spesifikasi yang dibutuhkan untuk menunjang sistem deteksi ini. Dengan demikian, data deteksi radiasi yang sudah diperoleh dari detektor dapat sampai pada gateway dan bisa diakses pada sisi monitoring atau storage/aplikasi server melalui media internet. Internet dengan kecepatan transfer data yang memadai digunakan untuk memastikan tidak ada data deteksi yang mengalami kegagalan dalam proses penyampaian data dari transceiver ke receiver.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2023 di kolam ikan Koi JL Gajayana Dinoyo Kecamatan Lowokwaru Kota Malang

3.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dipaparkan disini adalah penelitian rancang bangun dengan melakukan uji coba prototipe monitoring suhu dan ph pada kolam. Pengembangan ini dilakukan untuk melakukan monitoring kualitas air di dalam kolam secara *realtime* dengan wireless sensor network untuk monitoring secara jarak jauh *long range* (Lora).

3.3 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan tujuan untuk mengkaji hal-hal yang berhubungan dengan teori-teori relevan yang mendukung dalam perencanaan dan perancangan sistem. Kajian pustaka yang dibutuhkan untuk penelitian ini mengenai karakteristik sensor suhu, sensor ph, LoRa sx1276, *Liquid Crystal Display* (LCD), breadboard, software arduino IDE

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat Penelitian

Adapun alat-alat yang digunakan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut :

1. PC/Laptop
2. Software Arduino IDE
3. pH Buffer

4. Termometer

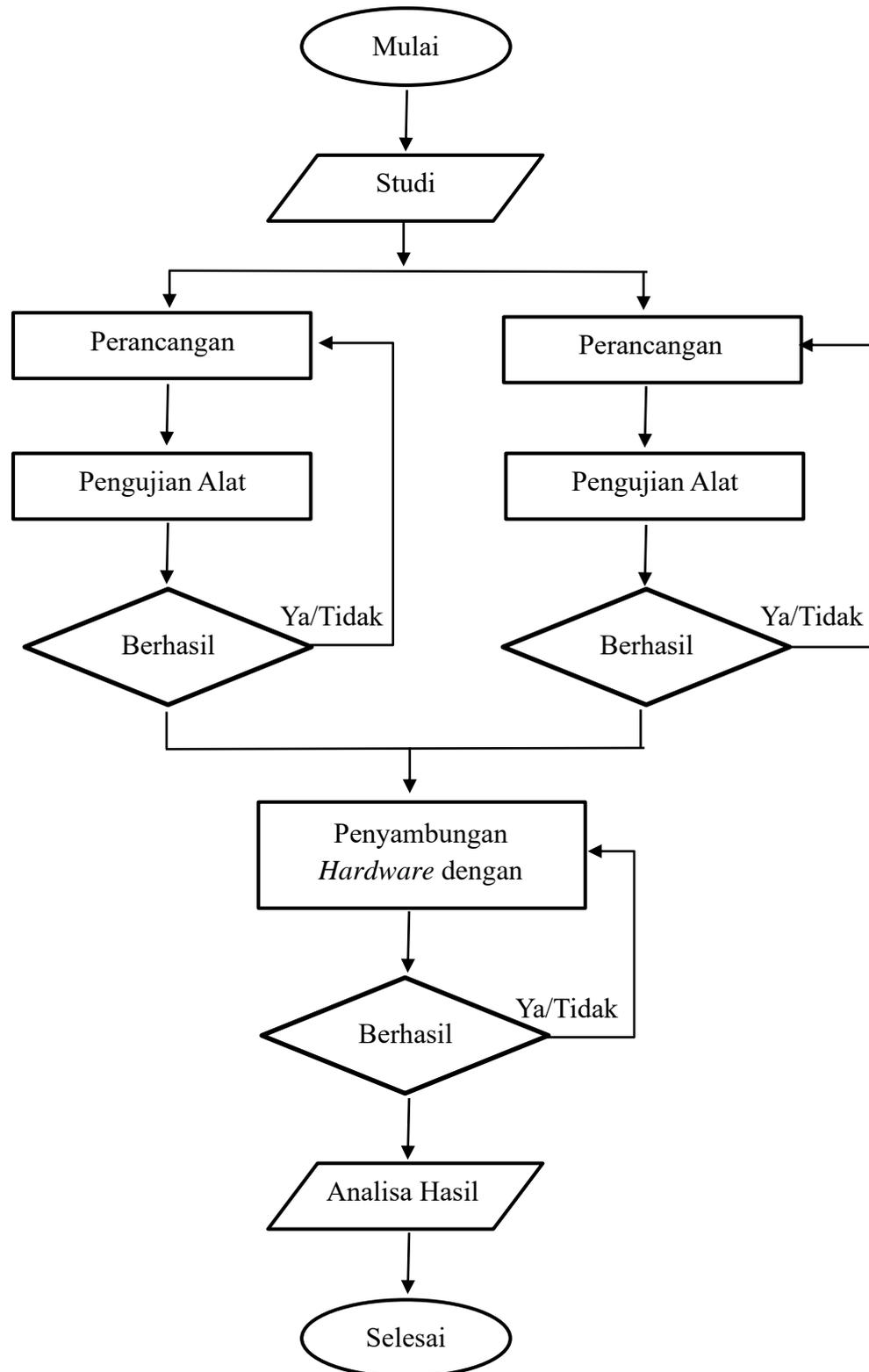
3.4.2 Bahan Penelitian

Adapun bahan-bahan yang digunakan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut :

1. LoRa sx1276
2. Kabel USB
3. LCD 16x2
4. Kabel Jumper
5. Modul dan Sensor pH
6. Modul dan Sensor Suhu

3.5 Prosedur Penelitian

Penelitian rancang bangun alat monitoring suhu dan ph pada kolam berbasis *long range* (Lora) ini meliputi beberapa tahapan yakni seperti yang ditunjukkan pada diagram alir sebagai berikut ini :



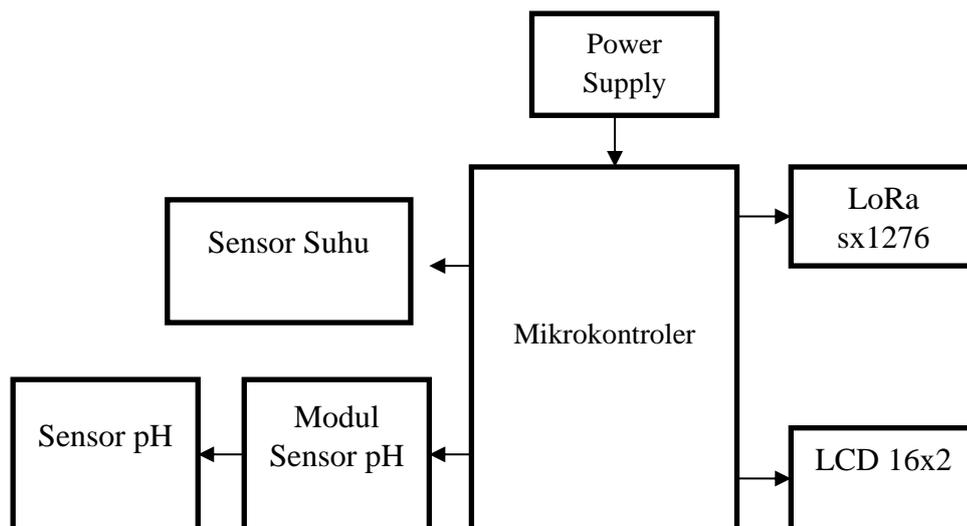
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.6 Tahap Perancangan Alat

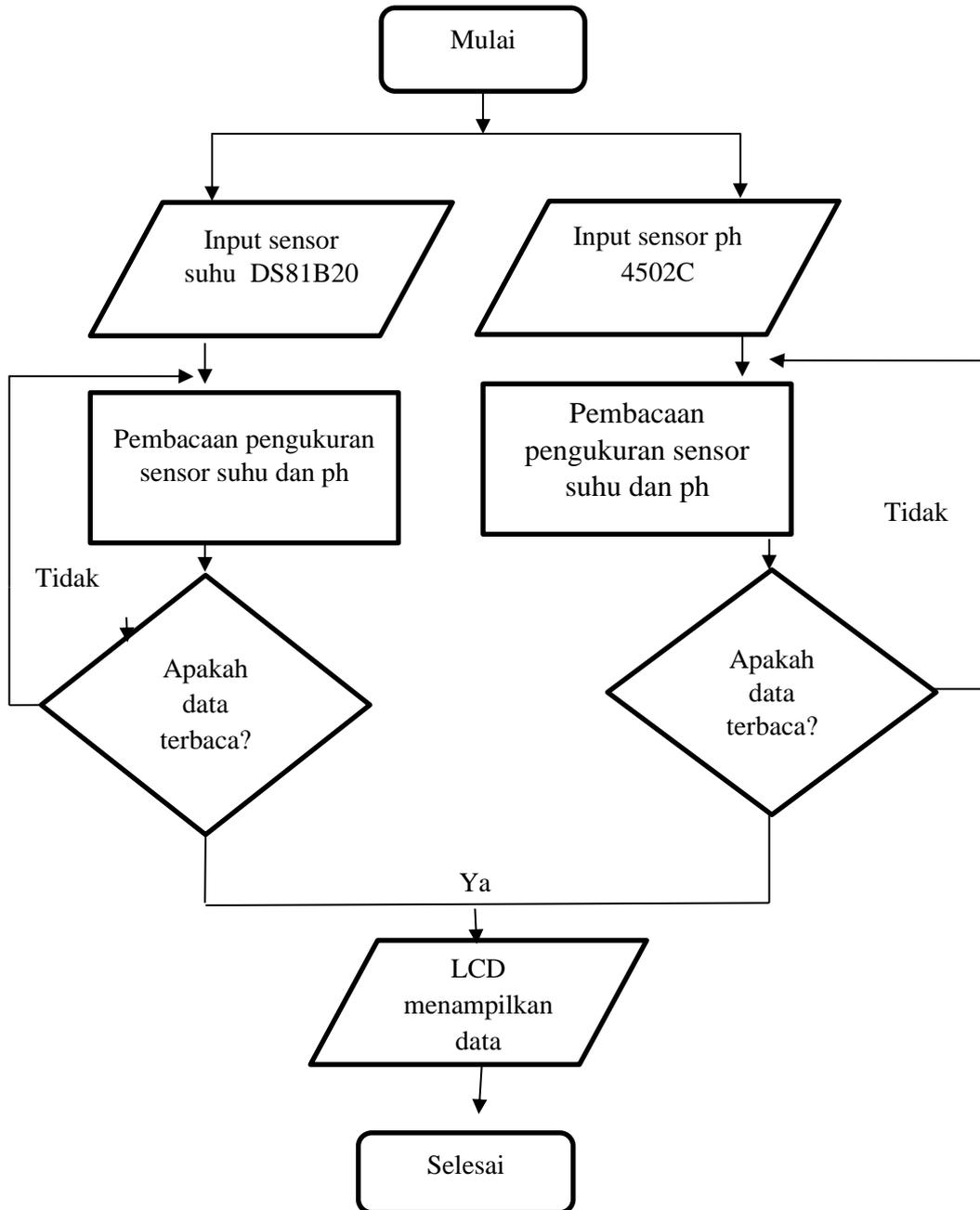
Perancangan alat dibagi menjadi dua tahap, yakni tahap perancangan perangkat keras (*Hardware*) dan yang kedua tahap perancangan pada perangkat lunak (*Software*).

3.6.1 Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Pada pengujian komunikasi LoRa, perangkat keras terdiri dari 2 perangkat, yaitu perangkat LoRa transmitter dan LoRa receiver. Kedua perangkat menggunakan masing-masing 1 modul LoRa SX1276 dan 1 Arduino Rangkaian Skema Pengirim Rangkaian pengirim atau transmitter terdiri dari 3 komponen yaitu LoRa sx1276, Esp 32 ,Sensor pH dan sensor suhu. Rangkaian penerima atau receiver terdiri dari 3 komponen yaitu LoRa sx1276, Arduino dan LCD . Perangkat keras yang dibutuhkan pada pembuatan rancang bangun penelitian ini terdiri dari sensor suhu, sensor pH, mikrokontroler LoRa sx1276, *liquid crystal display* (LCD), serta bahan pendukung lainnya. Adapun perancangan tahapan kerja perangkat keras tersebut dapat dilihat pada diagram blok berikut ini :



Gambar 3.2 Blok Diagram Perancangan Alat



Gambar 3.3 Blok Diagram Perancangan Alat

3.6.2 Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Pengendali utama pada prototipe monitoring suhu dan pH pada kolam ini menggunakan program LoRa sx1276 yang digunakan untuk mengatur kerja sensor suhu dan ph,serta mengatur proses pengiriman data dari LoRa sx1276 ke lcd. LoRa sx1276 membutuhkan perangkat lunak (*software*) seperti Arduino IDE

yang diperlukan untuk mengintegrasikan bahasa C / C+ atau bahasa pemrograman yang lain untuk mikrokontroler.

3.7 Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data pada penelitian ini adalah dengan menguji kinerja dari rancang bangun prototipe alat monitoring kualitas air kolam berbasis wireless network. Data akan diambil dari pembacaan sensor yang digunakan yaitu berupa data suhu dan pH. Selanjutnya nilai data dari sensor dibandingkan dengan nilai data sebenarnya yang diukur menggunakan sebuah instrumen ukur untuk menguji keakurasian alat. Kemudian untuk pengambilan data monitoring kolam alat dipasang di lokasi untuk melakukan monitoring suhu dan pH .

3.8 Metode Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis kuantitatif. Dimana analisis data dilakukan setelah data dari seluruh responden atau sumber data lain terkumpul. Setelah data diperoleh selanjutnya data akan dikelompokkan pada tabel menurut variabel.

Berikutnya berdasarkan data yang telah diperoleh dilakukan perbandingan data nilai dari sensor dengan nilai data dari alat ukur instrumen, untuk melakukan pengujian dan mengukur tingkat kesalahan menggunakan perhitungan presentase error. Adapun persamaan untuk mengetahui nilai error bisa dilihat pada persamaan 3.1 berikut ini.

$$\%error = \left| \frac{\text{hasil pengukuran alat ukur} - \text{hasil pengukuran sensor}}{\text{hasil pengukuran alat ukur}} \right| \times 100\% \quad (3.1)$$

Selanjutnya untuk data monitoring pada kolam yang dilakukan selama 3 jam sampling data dilakukan setiap sepuluh menit kemudian dari hasil sampling tersebut data akan dirata-rata setiap satu jam agar memudahkan dalam pembahasan.

Adapun persamaan untuk mengetahui nilai rata-rata bisa dilihat pada persamaan 3.2 berikut ini.

$$\bar{x} = \frac{X_1+X_2+X_3+\dots+X_n}{N} \quad (3.2)$$

3.9 Format Rencana Uji Coba Penelitian

Pengujian dilakukan pada alat monitoring pH dan suhu. Alat input pada sistem ini menggunakan sensor pH dan suhu. Pengujian pada sensor pH memiliki tujuan agar mengetahui akurasi sensor dalam membaca tingkat keasaman air. Pengujian dilakukan dengan membandingkannya dengan nilai pH buffer.

Tabel 3.1 Uji Kesesuaian Sensor pH

No.	Jenis Cairan	pH Meter	Sensor pH	Error(%)
1	Jeruk			
2	Aquades			
3	Baking soda			
4	Air Sabun			
Rata-rata Error				

Sedangkan pada pengujian sensor suhu bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi dalam membaca suhu yang terdapat dalam air. Pengujian dilakukan dengan membandingkan suhu dari sensor dengan termometer dengan satuan celcius.

Tabel 3.2 Uji Kesesuaian Sensor Suhu

No	Jenis Cairan	Termometer	Sensor Suhu	Error(%)
1	Air			
2	Air			
3	Air			
Rata-rata Error				

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

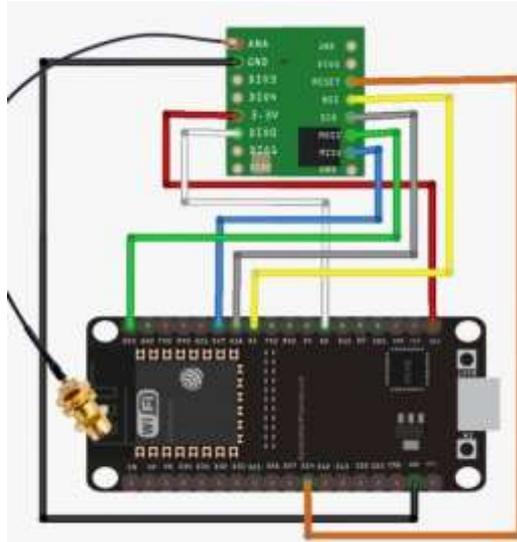
4.1 Hasil Penelitian

Terdapat beberapa hal yang diuji pada penelitian rancang bangun alat monitoring suhu dan pH air kolam ikan koi meliputi, pengujian awal terhadap tiap komponen yang digunakan pada rancang bangun yakni pengujian tiap sensor dan pengujian efektifitas dari rancang bangun Ketika diaplikasikan. Perancangan alat monitoring suhu dan pH air kolam ikan koi meliputi pengujian hardware dan software.

Sebelum dilakukan penelitian ini harus melewati beberapa tahapan seperti studi literatur, proses perancangan *hardware* dan *software*. Pada perancangan hardware menggunakan mikrokontrol ESP32 dan LoRa sebagai pengirim sekaligus penerima data yang dibaca sensor.

4.1.1 Perancangan dan Pengujian LoRa

Rangkaian ini menggunakan modul LoRa 433Mhz. yang dihubungkan dengan mikrokontrol ESP32, modul LoRa ini dapat mengirim dan menerima data secara real time dan dari jarak yang jauh, kelebihan LoRa dibandingkan dengan modul lain adalah selain jarak tempuh yang jauh tetapi juga sangat hemat konsumsi daya yakni sekitar 4.2 mA ketika sedang mengirim atau menerima data. Adapun rangkaian modul LoRa dengan ESP32 dapat dilihat di gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Skematik rangkaian ESP32 dengan modul LoRa

Rangkaian ESP32 dengan LoRa digunakan dalam berbagai aplikasi seperti pemantauan lingkungan, pemantauan kebun, pengawasan keamanan, jaringan sensor jarak jauh, dan proyek IoT lainnya di mana komunikasi nirkabel jarak jauh menjadi kebutuhan utama.

Tabel 4.1 Wiring Modul LoRa dengan ESP32

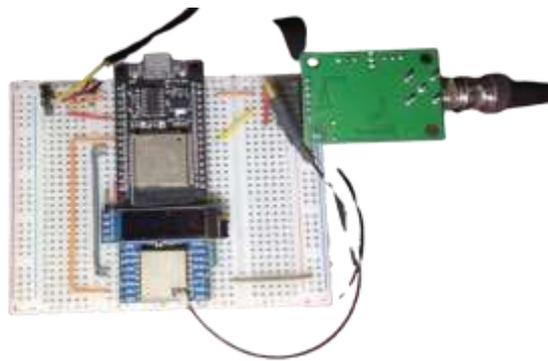
Tabel Wiring LoRa ESP32		
LoRa	PIN	ESP32
	3V3	3V3
	GND	GND
MISO	(19)	(19)
MOSI	(27)	(23)
CS	(18)	(5)
SCLK	(5)	(18)
RST	(23)	(14)
DI0	(14)	(2)

Prinsip kerja dari LoRa melibatkan modulasi chirp, di mana data dikodekan dalam perubahan frekuensi gelombang sinusoidal yang berubah seiring waktu.

Teknik spektrum lebar digunakan untuk mengurangi gangguan dan meningkatkan daya tangkap sinyal. LoRa juga menggunakan modulasi differensial dan teknik spread spectrum untuk meningkatkan toleransi terhadap interferensi dan perubahan kondisi saluran

4.1.2 Perancangan dan Pengujian Sensor Suhu dan PH

Perancangan alat pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kontrol sistem monitoring. Mikrokontroler tersebut memerintahkan sensor suhu DS18B20 dan sensor pH Air E201C untuk membaca suhu dan pH air, kemudian mikrokontroler mengirimkan hasil pengukuran ke LCD 12x6 I2C



Gambar 4.2 Rancangan Desain Sistem Monitoring Suhu dan PH Air Kolam

Pada rangkaian tersebut, sensor DS18B20 mempunyai pin data input yang akan dipasangkan dengan pin GPIO4 pada mikrokontroler ESP32. Diantara pin data input dan VCC diberi resistor 4700 ohm. Sementara LCD 12x6 I2C mempunyai pin SDA dan SCL yang akan dipasangkan dengan pin GPIO21 dan GPIO22 mikrokontroler ESP32. Kedua komponen tersebut membutuhkan daya 5V mikrokontroler ESP32. Komponen utama terakhir, sensor pH air E201C mempunyai pin input analog yang akan dipasangkan dengan pin GPIO33 mikrokontroler ESP32. Sensor ini membutuhkan daya 3.3V di mikrokontroler



Gambar 4.3 Proses Monitoring Suhu dan PH Air Kolam Ikan berbasis wireless sensor network

4.2 Karakteristik Sensor PH

Pada tahap ini, sensor-sensor yang digunakan akan diuji terlebih dahulu sebelum melakukan pengujian terhadap prototype secara keseluruhan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui keakuratan sensor suhu DS18B20 dan sensor pH air 4502C agar nilai yang dihasilkan tepat sesuai alat ukur yang sudah terkalibrasi. di masukkan dalam system pengkodean data melalui software Arduino IDE

4.2.1 Kalibrasi Sensor PH



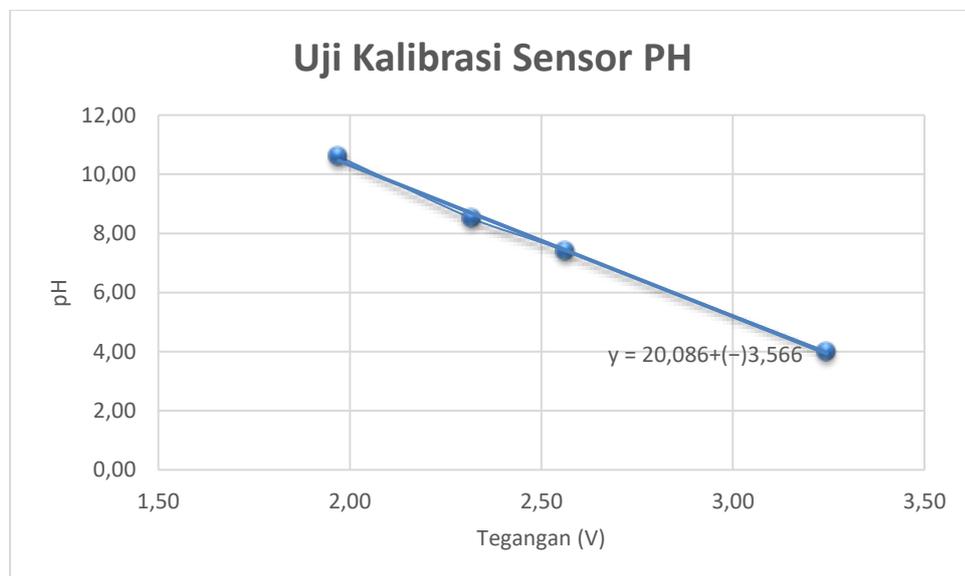
Gambar 4.4 (A) Pengukuran PH Menggunakan PH Meter (B) Pengukuran PH Menggunakan Sensor PH Air berbasis WSN LoRa

Hasil pengukuran sensor pH berupa data analog yang harus dikonversi terlebih dahulu menjadi nilai pH. Metode regresi linier digunakan untuk mengkonversi nilai analog menjadi nilai pH dengan mencari hasil nilai tegangan pada saat hasil nilai pH menunjukkan nilai tertentu. Hasil pengukuran nilai tegangan dan pH sebagai berikut :

Tabel 4.2 Data Kalibrasi Sensor PH Air

No	Jenis Cairan	Tegangan (V)	pH meter
1	Air Sabun Batang	1,90	10.60
2	Baking Soda	2.25	8.40
3	Aquades	2.50	7.40
4	Nutrisari	3.19	4

Hasil data tersebut kemudian ditampilkan melalui grafik untuk mencari persamaan linier yang digunakan untuk menentukan nilai pH. Plot grafik hasil pengukuran tegangan sensor sebagai berikut :



Gambar 4.5 Grafik Uji Kalibrasi Sensor PH Air

Berdasarkan plot grafik, semakin besar nilai tegangan maka semakin kecil nilai pH hasil pengukuran. Hal ini terjadi karena sensor pH air memiliki elektroda

pengukur yang memiliki membran khusus yang responsif terhadap ion hidrogen (H^+). Ketika elektroda bertemu dengan cairan asam akan menghasilkan potensial listrik yang tinggi. Larutan asam mengandung lebih banyak ion hidrogen (H^+) dibandingkan dengan ion hidroksil (OH^-), sebaliknya pada larutan basa mengandung lebih banyak ion hidroksil (OH^-) dibandingkan ion hidrogen (H^+) (Kusuma, Abdi Pandu, dkk, 2014).

Semakin besar muatan listrik maka semakin besar pula tegangan yang dihasilkan (Iqbal, AM, 2020).

Dalam grafik di atas, pH air diukur menggunakan pH meter dan potensial listrik diukur menggunakan sensor pH air. Berdasarkan plot grafik menghasilkan persamaan linier sebagai berikut :

$$y = 20,086 + (-)3,566x \quad (4.1)$$

$$pH = 20,086 + (-)3,566 \text{ (Tegangan)} \quad (4.2)$$

Konstanta y merupakan nilai pH dan konstanta x merupakan nilai tegangan. Persamaan linier di atas digunakan untuk mengkonversi hasil pengukuran tegangan pada sensor menjadi nilai pH. Konstanta x diganti dengan hasil pengukuran tegangan sensor. Maka ketika sensor menghasilkan nilai tegangan tertentu maka nilai tersebut dikonversi ke nilai pH berdasarkan persamaan 4.2. Kemudian persamaan linier tersebut dimasukkan ke dalam coding program Arduino IDE seperti pada gambar berikut.

```

21 //y = -5.1186x + 20.548
22 ph = (-5.1186*teganganPH) + 20.548;
23 Serial.print ("pH :");
24 Serial.println (ph, 2);
25 Serial.println ("-----");
26 delay (1000);
27
28
29

```

Gambar 4.6 Kode Sensor PH di Program Arduino IDE

Setelah nilai pH dapat dicari menggunakan sensor, selanjutnya nilai sensor dikalibrasi dengan membandingkan hasil pengukuran pH dan hasil pengukuran pH meter. Kalibrasi sensor digunakan untuk mencari nilai *error* dan standar deviasi sensor pH air E201C. Pengkalibrasian dilakukan menggunakan sampel berupa nutrisari, aquades, air sabun, dan baking soda. Sampel dipilih berdasarkan variasi cairan asam, cairan netral, dan cairan basa. Hasil pengukuran pH menggunakan pH meter dan sensor pH air dapat dilihat pada tabel berikut.

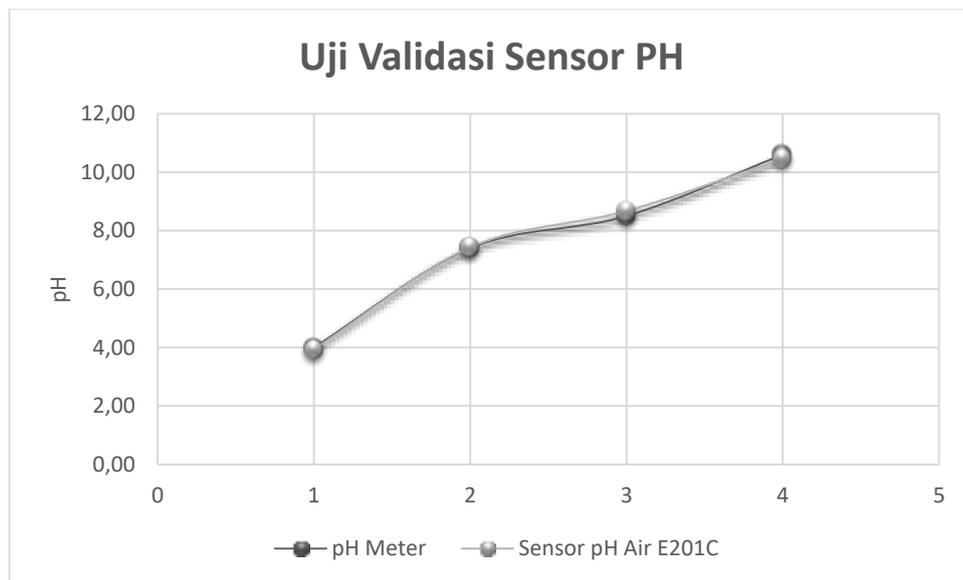
Tabel 4.3 Data Validasi Sensor PH Air

No	Jenis Cairan	pH meter	Sensor pH					\bar{x}	simpangan	Akurasi %
			1	2	3	4	5			
1	Jeruk	4.00	3.90	3.95	3.93	3.92	3.93	3.95	0.05	98.46
2	Aquad es	7.40	7.40	7.43	7.41	7.42	7.43	7.42	0.02	99.61
3	Baking Soda	8.40	8.44	8.46	8.46	8.40	8.43	8.38	0.02	97.96
4	Air Sabun Batang	10.60	10.55	10.57	10.56	10.52	10.58	10.58	0.02	98.66
Rata-rata										98.67

Berdasarkan data hasil kalibrasi, hasil pengukuran sensor bekerja dengan baik. Saat pengukuran pH pada aquades yang merupakan cairan netral, pH meter dan sensor pH menampilkan hasil pengukuran masing-masing 7,40 dan 7,42. Selisih hasil pengukuran kedua alat tersebut yaitu 0,02. Hal ini terjadi karena hasil pembacaan tegangan yang kurang akurat dengan nilai akurasi 99,61 %. Pada pengukuran pH dengan nilai tinggi pada air sabun yang memiliki nilai 10,60, hasil pengukuran yang terbaca pada sensor menunjukkan nilai rata-rata 10,58. Hal ini menunjukkan bahwa pengukuran sensor pada pH tinggi kurang maksimal.

Tegangan yang terbaca mendekati batas minimal tegangan yaitu 0 V. Namun nilai akurasi dari sensor pH air E201C masih bisa ditoleransi dengan nilai 98,66 %.

Pada pengukuran pH nutrisi menunjukkan hasil pengukuran pH 4,00 ketika diukur menggunakan pH meter. Hasil pengukuran sensor menunjukkan nilai 3,94. Perbedaan hasil pengukuran terjadi karena tegangan yang terbaca mendekati nilai maksimal yaitu 3,3 V. Semakin mendekati batas maksimal maka hasil pengukuran kurang akurat. Namun berdasarkan hasil validasi sensor, akurasi sensor masih bisa ditoleransi dengan nilai akurasi 98,46 %.



Gambar 4.7 Grafik Validasi Sensor PH Air

Berdasarkan data yang sudah diperoleh, rata-rata standar deviasi (s) hasil pengukuran sensor yaitu 0,073. Hal ini menunjukkan bahwa sensor menghasilkan keragaman data yang sedikit. Semakin sedikit keragaman data hasil pengukuran maka menunjukkan bahwa sensor ini memiliki tingkat stabilitas yang baik

4.2.2 Kalibrasi Sensor Suhu

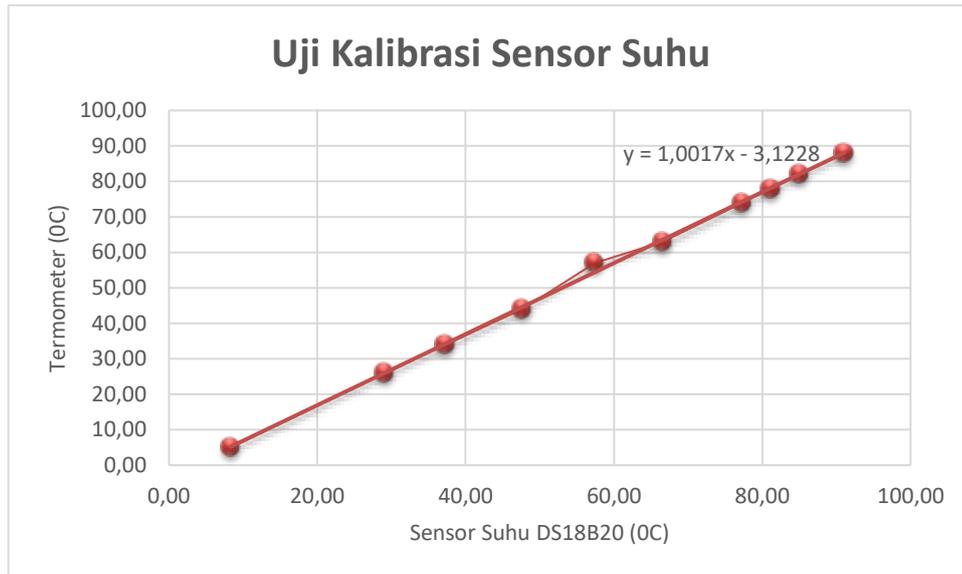
Pembacaan sensor suhu langsung berupa nilai suhu karena sensor ini memiliki library yang mengkonversi nilai analog menjadi nilai digital. Akan tetapi hasil pembacaan sensor mempunyai selisih sekitar 3 °C, sehingga diperlukan

kalibrasi agar nilai outputnya tepat. Kalibrasi sensor dilakukan dengan mencari persamaan regresi linier yang nantinya akan dimasukkan ke dalam program Arduino IDE. Sebagai parameter digunakan termometer untuk mencari nilai terdekat agar pembacaan sensor semakin akurat (Koestoera, RA, 2019).

Tabel 4.4 Data Kalibrasi Sensor Suhu

No	Cairan	Termometer ($^{\circ}\text{C}$)	Sensor Suhu ($^{\circ}\text{C}$)
1	1	5.00	7.85
2	2	26.00	28.14
3	3	34.00	36.24
4	4	44.00	46.34
5	5	57.00	57.50
6	6	63.00	65.17
7	7	74.00	76.39
8	8	78.00	80.18
9	9	82.00	84.04
10	10	88.00	90.08

Hasil uji kalibrasi sensor tersebut kemudian di plot dalam grafik untuk mencari persamaan regresi liniernya untuk membuat pembacaan sensor lebih akurat.



Gambar 4.8 Hasil Uji Kalibrasi Sensor Suhu

Berdasarkan hasil plot grafik, dapat diketahui persamaan regresi linier untuk mencari nilai suhu yang lebih akurat.

$$y = 1.0017x - 3.1228 \quad (4.3)$$

Hasil persamaan regresi linier tersebut kemudian dimasukkan ke dalam program Arduino IDE sehingga pembacaan sensor menjadi lebih akurat.

```

45 void loop() {
46   // sensors.setResolution(10);
47   sensors.requestTemperatures();
48   //y = 1.0017x - 3.1228
49   tempC = 1.0017*sensors.getTempCByIndex(0)-3.1228};
50   IntervalView();
51 }

```

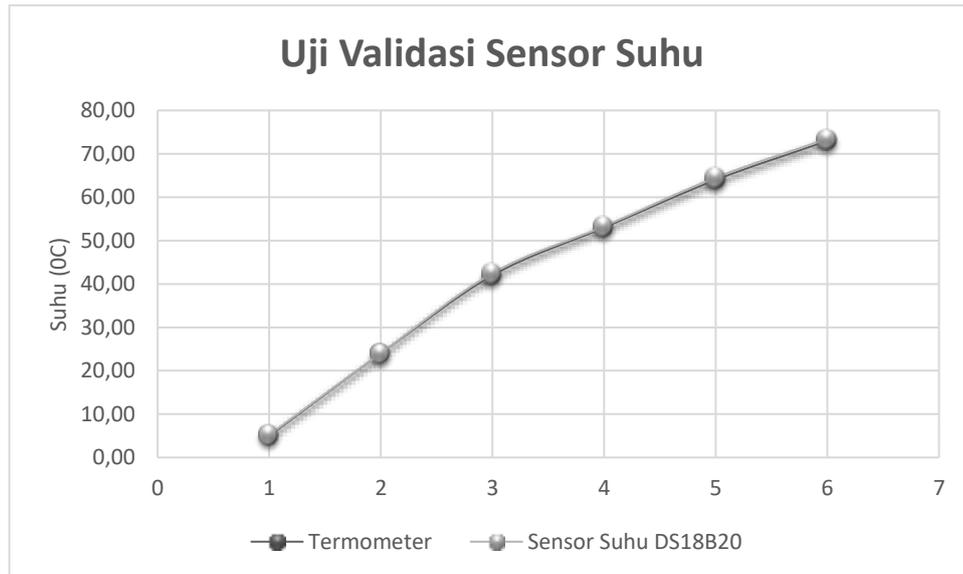
Gambar 4.9 Kode Sensor Suhu di Program Arduino IDE

Selanjutnya sensor diuji keakuratannya menggunakan beberapa sampel yaitu air dingin, air biasa, air hangat, dan air panas. Pertama sampel diukur suhunya menggunakan termometer. Kemudian sampel diukur suhunya menggunakan sensor suhu sebanyak 5 kali.

Tabel 4.5 Data Validasi Sensor Suhu

No	Cairan	Termometer ($^{\circ}\text{C}$)	Sensor Suhu ($^{\circ}\text{C}$)					\bar{x}	simpangan	Akurasi %
			1	2	3	4	5			
1	1	5.00	5.35	5.27	5.23	5.16	5.21	5.24	0.24	95.12
2	2	24.00	24.01	23.95	24.08	24.14	24.14	24.06	0.06	99.73
3	3	42.00	42.90	42.87	42.69	42.20	41.82	42.50	0.50	98.82
4	4	53.00	53.83	53.40	53.22	53.08	52.96	53.30	0.30	99.44
5	5	64.00	64.98	64.73	64.67	64.24	64.08	64.54	0.54	99.16
6	6	73.00	73.99	73.82	73.39	73.18	73.01	73.48	0.48	99.35
Rata-rata										98.60

Hasil pengukuran suhu termometer dan rata-rata hasil pengukuran suhu sensor dibandingkan untuk mengetahui keakuratan sensor tersebut. Pada cairan 1, saat diukur menggunakan termometer menunjukkan suhu 5°C . Ketika diukur menggunakan sensor, suhu yang ditampilkan yaitu $5,24^{\circ}\text{C}$. Selisih pengukuran suhu antara termometer dan sensor suhu yaitu $0,24^{\circ}\text{C}$. Begitupun pada pengukuran suhu cairan 2, cairan 3, dan cairan 4, berdasarkan hasil pengukuran termometer dan sensor suhu hasil pengukurannya memiliki selisih masing-masing $0,06^{\circ}\text{C}$, $0,50^{\circ}\text{C}$, dan $0,30^{\circ}\text{C}$. Pada cairan 4 dan cairan 5, suhu yang terbaca pada termometer yaitu 64°C dan 73°C , sementara suhu yang terbaca pada sensor yaitu $64,54^{\circ}\text{C}$ dan $73,48^{\circ}\text{C}$. Hal ini menunjukkan bahwa sensor suhu dapat bekerja dengan baik di segala kondisi baik suhu tinggi maupun suhu rendah dengan rata-rata nilai akurasi sebesar $98,60\%$.



Gambar 4.10 Grafik Validasi Sensor Suhu

Sensor suhu ini juga memiliki tingkat stabilitas hasil pengukuran yang baik. Tingkat stabilitas ini dapat diketahui melalui nilai standar deviasi (s) data. Berdasarkan data hasil pengukuran, rata-rata nilai standar deviasi (s) yaitu 0,29. Semakin kecil nilai standar deviasi (s) menunjukkan bahwa keragaman data semakin sedikit yang berarti bahwa tingkat stabilitasnya baik

4.3 Uji Coba Alat

Uji coba alat dilakukan di kolam ikan Koi di JL Gajayana Dinoyo Kecamatan Lowokwaru Kota Malang. Pengambilan data dilakukan selama 3 hari pada pagi pukul 05.00 WIB – 06.00 WIB, siang 12.30 WIB – 13.30 WIB, dan malam pukul 21.00 WIB – 22.00 WIB. Hasil pengukuran suhu dan pH kolam ikan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.6 Data Suhu dan PH pada 21 November 2023 Pukul 05.00 WIB – 06.00 WIB

No	Waktu (WIB)	Suhu		Simpangan	Akurasi %	pH		simpangan	Akurasi %
		Termometer ($^{\circ}\text{C}$)	Sensor Suhu ($^{\circ}\text{C}$)			PH Meter	Sensor pH		
1	05:00	24	24.01	0.01	99.00	7.5	7.30	0.20	98.00
2	05:10	24	23.95	0.05	95.00	7.5	7.30	0.20	98.00
3	05:20	24	23.95	0.05	95.00	7.6	7.40	0.20	98.00
4	05:30	24	24.01	0.01	99.00	7.6	7.25	0.35	96.50
5	05:40	24	24.01	0.01	99.00	7.6	7.25	0.35	96.50
6	05:50	24	24.01	0.01	99.00	7.6	7.20	0.40	96.00
7	06:00	24	24.01	0.01	99.00	7.6	7.36	0.24	97,76
Rata-rata					99.91	Rata-rata			97.54

Tabel 4.7 Data Suhu dan PH pada 21 November 2023 Pukul 12.30 WIB – 13.30 WIB

No	Waktu (WIB)	Suhu Termometer ($^{\circ}\text{C}$)	Sensor Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Simpangan	Akurasi %	pH		simpangan	Akurasi %
						PH Meter	Sensor pH		
1	12:30	28	28.13	0.01	99.00	7.3	7.66	0.20	96.13
2	12:40	28	28.26	0.05	95.00	7.3	7.80	0.20	95.00
3	12:50	28	28.57	0.05	95.00	7.4	7.70	0.20	97.00
4	12:00	28	28.50	0.01	99.00	7.5	7.72	0.35	97.68
5	12:10	28	28.57	0.01	99.00	7.5	7.91	0.35	95.68
6	12:20	28	28.63	0.01	99.00	7.4	7.96	0.40	94.04
7	12:30	28	28.63	0.01	99.00	7.3	7.87	0.24	96.11
Rata-rata					98.19	Rata-rata			95.87

Tabel 4.8 Data Suhu dan PH pada 21 November 2023 Pukul 21.00 WIB – 22.00 WIB

No	Waktu (WIB)	Suhu		Simpangan	Akurasi %	pH		simpangan	Akurasi %
		Termometer ($^{\circ}\text{C}$)	Sensor Suhu ($^{\circ}\text{C}$)			PH Meter	Sensor pH		
1	21:00	24	24.07	0.01	99.73	7.5	7.85	0.20	98.00
2	21:10	24	24.07	0.05	99.73	7.5	7.78	0.20	98.00
3	21:20	24	24.07	0.05	99.73	7.5	7.81	0.20	98.00
4	21:30	24	24.01	0.01	99.96	7.5	7.83	0.35	96.50
5	21:40	24	24.01	0.01	99.96	7.4	7.82	0.35	96.50
6	21:50	24	24.01	0.01	99.96	7.4	7.86	0.40	96.00
7	22:00	24	23.95	0.01	99.81	7.4	7.85	0.24	97.76
Rata-rata					99.91	Rata-rata		97.54	

Tabel 4.9 Data Suhu dan PH pada 22 November 2023 Pukul 05.00 WIB – 06.00 WIB

No	Waktu (WIB)	Suhu		Simpangan	Akurasi %	pH		simpangan	Akurasi %
		Termometer ($^{\circ}\text{C}$)	Sensor Suhu ($^{\circ}\text{C}$)			PH Meter	Sensor pH		
1	05:00	26	26.01	0.01	99.96	5.3	5.60	0.20	96.77
2	05:10	26	25.95	0.05	99.80	5.3	5.48	0.20	98.06
3	05:20	26	25.95	0.05	99.80	5.3	5.57	0.20	97.10
4	05:30	26	25.89	0.01	99.56	5.3	5.59	0.35	96.88
5	05:40	26	25.95	0.01	99.80	5.3	5.60	0.35	96.77
6	05:50	26	25.89	0.01	99.56	5.3	5.63	0.40	96.45
7	06:00	26	25.95	0.01	99.80	5.3	5.66	0.24	96.13
Rata-rata					99.91	Rata-rata		97.54	

Tabel 4.10 Data Suhu dan PH pada 22 November 2023 Pukul 12.30 WIB – 13.30 WIB

No	Waktu (WIB)	Suhu		Simpangan	Akurasi %	pH		simpangan	Akurasi %
		Termometer ($^{\circ}\text{C}$)	Sensor Suhu ($^{\circ}\text{C}$)			PH Meter	Sensor pH		
1	12:30	27	27.07	0.01	96.25	5.6	5.96	0.20	96.77
2	12:40	27	27.00	0.05	96.88	5.6	5.90	0.20	98.06
3	12:50	27	27.07	0.05	96.04	5.6	5.98	0.20	97.10
4	13:00	27	27.19	0.01	97.32	5.7	5.96	0.35	96.88
5	13:10	27	27.25	0.01	96.80	5.7	6.01	0.35	96.77
6	13:20	27	27.31	0.01	96.19	5.7	6.07	0.40	96.45
7	13:30	27	27.38	0.01	96.19	5.7	6.07	0.24	96.13
Rata-rata					99.91	Rata-rata		96.52	

Tabel 4.11 Data Suhu dan PH pada 22 November 2023 Pukul 21.00 WIB – 22.00 WIB

No	Waktu (WIB)	Suhu		Simpangan	Akurasi %	pH		simpangan	Akurasi %
		Termometer ($^{\circ}\text{C}$)	Sensor Suhu ($^{\circ}\text{C}$)			PH Meter	Sensor pH		
1	21:00	25	25.13	0.01	99.50	5.6	5.78	0.20	98.13
2	21:10	25	25.13	0.05	99.50	5.5	5.72	0.20	97.68
3	21:20	25	25.13	0.05	99.50	5.5	5.72	0.20	97.68
4	21:30	25	25.07	0.01	99.73	5.5	5.66	0.35	98.32
5	21:40	25	25.07	0.01	99.73	5.5	5.66	0.35	98.32
6	21:50	25	25.01	0.01	99.96	5.5	5.68	0.40	98.11
7	22:00	25	25.01	0.01	99.96	5.5	5.62	0.24	98.74
Rata-rata					99.70	Rata-rata		98.14	

Tabel 4.12 Data Suhu dan PH pada 23 November 2023 Pukul 05.00 WIB – 06.00 WIB

No	Waktu (WIB)	Suhu		Simpangan	Akurasi %	pH		simpangan	Akurasi %
		Termometer ($^{\circ}\text{C}$)	Sensor Suhu ($^{\circ}\text{C}$)			PH Meter	Sensor pH		
1	05:00	25	25.01	0.01	96.77	6.3	6.60	0.20	96.77
2	05:10	25	25.07	0.05	98.06	6.3	6.48	0.20	98.06
3	05:20	25	25.07	0.05	97.10	6.3	6.57	0.20	97.10
4	05:30	25	25.07	0.01	96.88	6.3	6.59	0.35	96.88
5	05:40	25	25.07	0.01	96.77	6.3	6.60	0.35	96.77
6	05:50	25	25.07	0.01	96.45	6.3	6.63	0.40	96.45
7	06:00	25	25.14	0.01	96.13	6.3	6.66	0.24	96.13
Rata-rata					99.70	Rata-rata		96.88	

Tabel 4.13 Data Suhu dan PH pada 23 November 2023 Pukul 12.30 WIB – 13.30 WIB

No	Waktu (WIB)	Suhu		Simpangan	Akurasi %	pH		simpangan	Akurasi %
		Termometer ($^{\circ}\text{C}$)	Sensor Suhu ($^{\circ}\text{C}$)			PH Meter	Sensor pH		
1	12:30	28	27.75	0.01	99.07	6.6	6.82	0.20	97.71
2	12:40	28	27.94	0.05	99.78	6.6	6.88	0.20	97.08
3	12:50	28	28.00	0.05	100.00	6.6	6.97	0.20	96.15
4	13:00	28	28.00	0.01	100.00	6.6	6.97	0.35	96.15
5	13:10	28	28.00	0.01	100.00	6.6	6.99	0.35	95.94
6	13:20	28	28.07	0.01	99.74	6.6	6.98	0.40	96.04
7	13:30	28	28.19	0.01	99.30	6.6	6.90	0.24	96.88
Rata-rata					99.70	Rata-rata		96.88	

Tabel 4.14 Data Suhu dan PH pada 23 November 2023 Pukul 21.00 WIB – 22.00 WIB

No	Waktu (WIB)	Suhu		Simpangan	Akurasi %	pH		simpangan	Akurasi %
		Termometer ($^{\circ}\text{C}$)	Sensor Suhu ($^{\circ}\text{C}$)			PH Meter	Sensor pH		
1	21:00	25	25.19	0.01	99.27	6.5	6.78	0.20	97.05
2	21:10	25	25.13	0.05	99.50	6.5	6.78	0.20	97.05
3	21:20	25	25.07	0.05	99.73	6.5	6.74	0.20	97.47
4	21:30	25	25.07	0.01	99.73	6.5	6.72	0.35	97.68
5	21:40	25	25.01	0.01	99.96	6.5	6.74	0.35	97.47
6	21:50	25	25.01	0.01	99.96	6.5	6.73	0.40	97.58
7	22:00	25	25.01	0.01	99.96	6.5	6.72	0.24	97.68
Rata-rata					99.70	Rata-rata		96.88	

4.2 Analisis Data

Pengamatan yang dilakukan selama 3 hari menghasilkan data sebagai berikut. Cuaca yang sangat cerah dan kinerja alat sistem monitoring suhu dan pH berada pada kondisi optimal yakni berkisar $28,00^{\circ}\text{C}$ – $32,00^{\circ}\text{C}$ menghasilkan pengukuran yang baik sesuai dengan kondisi lingkungan. Pada hari kedua dan ketiga, cahaya matahari tertutup awan sehingga radiasi matahari tidak berada pada kondisi optimal yakni dibawah $28,00^{\circ}\text{C}$. Kondisi lingkungan dipengaruhi oleh musim, lintang, ketinggian dari permukaan laut, waktu dalam hari, penutupan awan, dan kedalaman perairan (Sinaga, Eva Lia Risky, dkk, 2016).

Berdasarkan hasil pengukuran, suhu kolam ikan paling tinggi didapatkan pada sore hari pukul 12.00 WIB – 12.30 WIB sebesar $28,00^{\circ}\text{C}$ – $28,63^{\circ}\text{C}$ pada hari

pertama. Pada hari kedua, hasil pengukuran suhu air kolam ikan sebesar $27,13^{\circ}\text{C}$ – $27,63^{\circ}\text{C}$. Pada hari ketiga hasil pengukuran suhu air kolam ikan sebesar $27,75^{\circ}\text{C}$ – $28,19^{\circ}\text{C}$. Peningkatan suhu air kolam juga dipengaruhi oleh radiasi matahari ke air kolam. Laju perpindahan panas radiasi matahari mempengaruhi suhu kolam ikan sehingga semakin besar laju perpindahan panas maka semakin meningkat juga suhu air kolam (Burhani, Khalis, dkk, 2014).

Berdasarkan penelitian C A Siregar dan A Marabdi Siregar (2019), laju perpindahan panas radiasi matahari mengalami peningkatan setiap 30 menit saat siang hari. Hal ini direspon dengan baik oleh sensor, terbukti dengan peningkatan pengukuran suhu dari $26,07^{\circ}\text{C}$ – $27,01^{\circ}\text{C}$.

Namun peningkatan suhu air kolam masih bisa ditoleransi dikarenakan masih dalam kisaran suhu 24°C – 30°C . Sehingga tingkat konsumsi ikan terhadap pakan tidak mengalami penurunan pada suhu ini. Perubahan suhu juga memiliki potensi kecil untuk mempengaruhi tingkat konsumsi oksigen ikan karena suhu cukup konstan. Metabolisme ikan masih berada dalam kondisi normal pada suhu 24°C – 30°C . Karena suhu optimal, enzim pencernaan diproduksi dengan baik sehingga metabolisme ikan berjalan dengan lancar (Oktavianto, Dwiyan, dkk, 2014).

Penurunan suhu dialami pada malam hari yaitu $23,95^{\circ}\text{C}$ – $25,19^{\circ}\text{C}$ pada hari pertama, $25,01^{\circ}\text{C}$ – $25,13^{\circ}\text{C}$ pada hari kedua, dan $25,01^{\circ}\text{C}$ – $25,19^{\circ}\text{C}$, berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan pukul 21.00 WIB – 22.00 WIB. Penurunan ini disebabkan air kolam ikan sudah tidak mendapatkan cahaya matahari dan suhu lingkungan semakin rendah. Berdasarkan penelitian Heriani, Dela, dkk, (2019), suhu lingkungan menurun pada malam hari jika dibandingkan dengan siang hari. Perpindahan panas secara konveksi terjadi antara udara dan air menyebabkan

suhu air kolam ikan ikut menurun (Munthaha, Muhammad, dkk, 2020). Penurunan suhu air kolam ikan menyebabkan resistivitas yang dibaca sensor juga menurun. Akibatnya suhu yang diukur oleh sensor juga mengalami penurunan.

Hasil pengukuran suhu pada malam hari masih berada di atas suhu minimum suhu air kolam yaitu 24°C , sehingga masih bisa ditoleransi. Suhu di bawah minimum dapat mengganggu pertumbuhan dan respirasi bakteri. Akibatnya kadar amonia yang berasal dari urin ikan gurami tidak bisa dioksidasi menjadi senyawa nitrat yang relatif aman bagi ikan daripada amonia yang sangat beracun bagi ikan jika jumlahnya berlebihan. Senyawa amonia ini dapat mengganggu sistem pernafasan ikan dan menurunkan kekebalan ikan terhadap penyakit (Muarif, 2016).

Pada pagi hari, berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan dari pukul 05.00 WIB – 06.00 WIB, kolam ikan memiliki suhu paling rendah yaitu $25,89^{\circ}\text{C}$ – $26,01^{\circ}\text{C}$ pada hari pertama dan kedua, $25,01^{\circ}\text{C}$ – $25,14^{\circ}\text{C}$ pada hari ketiga. Berdasarkan penelitian Heriani Dela, dkk (2019), suhu lingkungan pada sore hari sangat rendah sehingga menyebabkan suhu air kolam ikan menjadi sangat kecil.

Pada kondisi ini, suhu air kolam ikan masih berada pada suhu yang bisa ditoleransi karena suhu masih di atas batas minimum kualitas air kolam ikan koi yaitu 24°C . Pada siang hari, tingkat produksi oksigen sangat rendah karena proses fotosintesis yang memproduksi oksigen baru bisa dimulai ketika terdapat cahaya matahari (Sinaga, Eva Lia Risky, dkk, 2016). Namun karena suhu tidak terlalu tinggi, maka konsumsi oksigen ikan koi tidak mengalami peningkatan. Peningkatan konsumsi oksigen pada ikan disebabkan oleh metabolisme ikan meningkat dua kali lipat sebagai akibat dari kenaikan suhu air. Akibatnya energi yang seharusnya

digunakan untuk pertumbuhan malah digunakan untuk mengatur suhu tubuh untuk mengimbangi reaksi kimia yang berjalan dua kali lebih cepat (Muarif,2016).

Hasil penelitian M. Taufiq Tamam dan Dwi Nugroho Aji (2022) memperoleh nilai suhu tertinggi pada siang hari. Lalu suhu menurun pada malam harinya sebesar 1 °C. Suhu terendah didapatkan pada pengukuran terakhir dengan selisih 2 °C dari suhu tertinggi. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil pengukuran suhu pada sensor DS18B20 dapat mengukur suhu secara stabil di segala waktu dan kondisi.

Hasil pengukuran pH memiliki nilai tertinggi pada sore hari yaitu 7,02 – 7,96 pada hari pertama, 5,48 – 7,78 pada hari kedua, dan 6,48 – 7,78 pada hari ketiga. Hasil penelitian M. Taufiq Tamam dan Dwi Nugroho Aji (2022), pada siang hari mendapatkan nilai pH tertinggi. Menurut jurnal Eva Lia Risky Sinaga dkk (2016),

Akan tetapi dikarenakan terjadinya hujan di siang hingga sore hari menyebabkan penurunan pH yang sangat drastis ditambah dengan lingkungan yang dikelilingi kos yang menghasilkan banyak karbondioksida maupun karbon amoniak. Kadar pH kolam dapat berubah saat terkena hujan. Menurut Teguh Sutoto, Kepala Balai Benih Ikan (BBI) Pangkalpinang, pada saat musim hujan, air kolam dalam akan naik sehingga menyebabkan kadar pH rendah dan asam kolam tinggi (Sunaryani, Astried, dkk, 2021).

Nilai pH menurun pada malam hari namun selisihnya tidak berbeda jauh dengan nilai pH pada siang hari. Penurunan pH ini karena pada malam hari tingkat konsentrasi CO₂ meningkat. Meningkatnya CO₂ akan membuat perairan menjadi lebih asam, dalam artian pH perairan menurun. CO₂ bereaksi dengan air dan menghasilkan ion hidrogen (H⁺) (Sinaga, Eva Lia Risky, dkk, 2016).

Ion Hidrogen (H^+) akan bereaksi dengan sensor pH air dan menghasilkan tegangan tinggi. Tegangan tersebut dikonversi menjadi nilai pH yang rendah. Kadar pH yang telah diukur masih berada di atas batas optimum pH air kolam ikan yaitu 6 – 8. Kadar pH ini semakin menurun pada pagi hari dengan hasil pengukuran rata-rata 9,3 – 9,7. Hasil penelitian M. Taufiq Tamam dan Dwi Nugroho Aji (2022)

Nilai pH terendah didapatkan pada pengukuran di pagi hari, namun selisihnya juga tidak terlalu jauh. Hal ini terjadi karena kadar oksigen semakin berkurang akibat fitoplankton tidak melakukan fotosintesis sejak matahari tenggelam. Sebaliknya kadar CO_2 semakin tinggi akibat meningkatnya aktivitas mikroba untuk menguraikan bahan organik. Akibatnya tingkat konsentrasi ion Hidrogen (H^+) semakin tinggi. Ion Hidrogen (H^+) bereaksi dengan sensor pH dan tegangan yang terbaca oleh sensor semakin tinggi, maka nilai pH yang terukur menurun.

Selain tingkat konsentrasi ion Hidrogen (H^+), kadar NH_3 atau amonia juga bisa mempengaruhi nilai pH. Amonia berasal dari kotoran ikan atau sisa pakan yang tidak dikonsumsi oleh ikan koi. Kenaikan kadar amonia juga bisa disebabkan oleh kepadatan kolam ikan yang tinggi. Kadar Amonia yang tinggi bisa menyebabkan kadar pH semakin tinggi (Pratama, Naufal Abiyu dan Mukti, Akhmad Taufiq, 2018).

Secara umum kualitas kolam air ikan yang diteliti berada dalam kondisi kurang baik. Meskipun suhu kolam ikan masih berada pada kondisi optimal, namun pH air berada di bawah pH optimal yaitu 6,5 – 8. PH kolam ikan yang berada lebih dari pH optimal atau kurang dari pH optimal dapat menyebabkan gangguan pernafasan pada ikan dan menghambat pertumbuhan ikan. Namun tingginya pH air kolam ikan ini dapat diatasi menggunakan sistem resirkulasi yang dapat

mengurangi kadar amonia (NH_3) dalam air, sehingga pH air kolam ikan dapat terjaga (Sunaryani, Astried, dkk, 2021).

Berdasarkan data yang diperoleh saat pengujian sensor suhu, sensor dapat berfungsi cukup baik rata-rata modul dan pembanding memiliki error dan standard deviasi rendah yakni kurang dari 1. Menurut nilai ambang batas adalah sebesar ± 1 °C. sehingga dapat disimpulkan alat bekerja dengan baik. Karena simpangan yang terjadi pada pengujian suhu kurang dari 1

4.3 Integrasi Penelitian dengan Al-Qur'an

Penelitian sistem monitoring suhu dan pH air kolam ikan koi ini untuk mengetahui kualitas air kolam ikan Salah satu parameter kualitas air kolam ikan yaitu suhu dan pH. Keduanya sangat penting agar ikan dapat tumbuh dengan baik. Pentingnya menjaga kualitas air juga menjadi bentuk pelestarian manusia terhadap makhluk hidup lain seperti yang sudah dijelaskan dalam Firman Allah SWT dalam surat An-Nahl ayat 65:

وَاللَّهُ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا ۗ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَسْمَعُونَ ﴿٦٥﴾

“Dan Allah menurunkan dari langit air (hujan) dan dengan air itu dihidupkan-Nya bumi sesudah matinya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kebesaran Tuhan) bagi orang-orang yang mendengarkan (pelajaran)” (QS. An-Nahl (16): 65).

Dan Allah menurunkan air hujan dari arah langit sesuai kadar yang ditentukan-Nya. Dan dengan air itu dihidupkan-Nya bumi dengan tumbuhnya berbagai jenis tanaman dan tumbuhan di permukaannya yang tadinya sudah mati, kering, dan tampak tanpa tanda kehidupan. dan akibat yang ditimbulkannya

terhadap permukaan bumi, benar-benar terdapat tanda-tanda kebesaran, kekuasaan, dan keesaan Allah bagi orang-orang yang mau mendengarkan dan mengambil pelajaran. Dan bukan saja pada air hujan, sungguh, pada hewan ternak yang kamu pelihara itu, seperti unta, sapi, kambing, dan domba, juga benarbenar terdapat pelajaran yang sangat berharga bagi kamu untuk mengakui kekuasaan dan kebesaran-Nya jika kamu mau memperhatikan. Kami memberimu minum yang segar dan penuh gizi dari apa yang ada dalam perutnya, yakni hewan ternak betina, berupa susu murni yang tersarikan antara kotoran dan darah; susu yang bersih dari campuran keduanya, dan mudah ditelan bagi orang yang meminumnya.

Dengan air tumbuhan bisa hidup, tanah bisa subur, semua binatang menjadikannya sebagai minuman penghilang dahaga. Air menjadi tumpuan bagi semua makhluk termasuk manusia. Urgensi air terkait erat dengan kesehatan, kebersihan, dan kebutuhan biologis. Air sendiri memiliki peran urgen dalam semua organ tubuh agar dapat berfungsi secara sempurna, seperti proses pembuangan, pelicin bagi sendi-sendi, membangun proses pencernaan, menstabilkan suhu tubuh, metabolisme tubuh, dan mengangkut nutrisi ke seluruh tubuh (Mukhlis, Febri Hijroh, 2022).

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian tentang sistem monitoring suhu dan pH air kolam ikan koi berbasis Wireless Sensor Network (WSN) menggunakan LoRa, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Racang bangun alat monitoring kualitas air suhu dan pH membutuhkan dua buah sensor kedua sensor tersebut membaca nilai variable kemudian dibaca oleh mikrokontrol ESP32 dalam bentuk ADC, kemudian dikonversi menjadi variable nilai suhu dan pH data yang telah dikonversi tersebut dikirim secara telemetri menggunakan modul LoRa data yang ditransmisikan diterima oleh LoRa Receiver diproses melalui mikrokontrol ESP32 data tersebut ditampilkan dalam sebuah layar OLED SSD1306 dalam bentuk variable suhu, dan Ph
2. Rata-rata akurasi sensor suhu berbasis wsn lora pada kolam ikan koi adalah 99,54 % dan rata-rata akurasi sensor pH berbasis wsn lora adalah 96,8 %.

5.2 Saran

Setelah dilakukan penelitian ini, ada beberapa saran untuk meningkatkan efektivitas kinerja sistem monitoring suhu dan pH air kolam ikan

Dalam menghadapi tantangan penelitian ini direkomendasikan untuk melibatkan sampel yang lebih untuk memperkuat validitas dan generalisabilitas hasil. Dan memperhatikan pengaruh yang mungkin terlewatkan, yang dapat mempengaruhi hubungan antara variabel yang diteliti.

DAFTAR PUSTAKA

- Abtokhi, Ahmad. 2012. *Analisis Deskriptif Nilai Resistivitas Air Akibat Radiasi Matahari pada Jenis Wadah Logam*. Jurnal Neutrino. Vol 4 (2): 121-127
- Artyasa, Marina., dkk. 2020. *Aplikasi Smart Home Node MCU IOT Untuk Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*. Vol 7 (1): 1-7.
- Arman, Muhammad, dkk.2022. *Perbandingan Karakteristik Sensor Temperatur LM25 dan DS18B20 Pada Simulator Cerobong Tata Udara*. Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar.
- Astried, Sunaryani, dkk. 2021. *Evaluasi Kualitas Air Pada Sistem Resirkulasi Budidaya Ikan Koi, Osphronemus gourami Menggunakan Pemodelan Dinamika Sistem*. Jurnal Riset Akuakultur. p-ISSN 1907-6754 e-ISSN 2502-6534. Vol 16 (3): 155-165
- Burhani, Kharis, dkk.2014. *Pengembangan Media Pembelajaran Perpindahan Panas Radiasi Dengan Variasi Beda Perlakuan Permukaan Spesimen Uji*. Journal of Mechanical Engineering Learning. ISSN 2252-651X. Vol 3 (2)
- Datasheet DS18B20. 2019. Maxim Integrated Product, Inc.
- Datasheet PH Sensor E-210-C. 2017. Gizmo Mechatronix Central.
- Diharja, Reza, dkk. 2021. *Rancang Bangun Sistem dan Kontrol Penggunaan Air PDAM Secara Realtime Berbasis Wemos dan IoT*. Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI. ISSN 2442-2436. Vol 7.
- Ezraneti, Riri, dkk. 2018. *Fortifikasi Probiotik dalam Pakan untuk Meningkatkan Pertumbuhan Ikan Gurami (Osphronemus goramy)*. Acta Aquatic: Aquatic Science Journal. Vol 5 (2): 64-68
- Heriani, Dela, dkk. 2019. *Perbandingan Suhu Lingkungan dan Pengaruh Pakan Terhadap Produktivitas Sapi Perah di Daerah dengan Ketinggian Berbeda*. Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu. ISSN 2614-0497. Vol 7 (2): 234-240
- Imaduddin, Ghulam dan Saprizal, Andi. 2017. *Otomatisasi Monitoring dan Pengaturan Keasaman Larutan dan Suhu Air Kolam Ikan pada Pembenihan Ikan Lele*. Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informatika dan Komputer. Vol 7(2)
- Iqbal, AM. 2020. *Evaluasi Proses Elektroagulasi-Biokoagulasi Menggunakan Biokoagulan Kacang Arab (Cicer arietinum) dan Biji Kelor (Moringa oleifera) untuk Pengolahan Limbah Laboratorium Kimia*. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Skripsi

- Khumaidi, Ach dan Hidayat, Aris. 2018. *Identifikasi Penyebab Kematian Massal Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*) di Sentra Budidaya Ikan Koi, Desa Beji, Kecamatan Kedung Banteng, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah*. Journal of Aquaculture Science. ISSN 2550-0910. Vol 3 (2): 145-153.
- Koestoer, RA, dkk. 2019. *Metode Sederhana untuk Kalibrasi Sensor Suhu Tahan Air DS18B20 dalam Penangas Minyak Berdasarkan Sistem Akuisisi Data Arduino*. AIP Publishing.
- Koroglu, H., dkk. 2008. *Evaluation of the Efficiency of Electrocoagulation Process for the Removal of Cr(VI) from Synthetic Wastewaters*.
- Kusuma, Abdi Pandu, dkk. 2014. *DSS untuk Menganalisis pH Kesuburan Tanah Menggunakan Metode Single Linkage*. Jurnal EECCIS. Vol 8 (1): 61-66
- Muarif. 2016. *Karakteristik Suhu Perairan di Kolam Budidaya Perikanan*. Jurnal Mina Sains. ISSN 2407-9030. Vol 2 (2): 96-101
- Mukhlis, Febri Hiroh. 2022. *Paradigma Ekologis dalam Tafsir Al-Qur'an: Kajian Tematik Kontekstual*. Jurnal Studi Al-Qur'an dan Tafsir. ISSN 2598-5817. Vol 6 (1): 89-108
- Munthaha, Muhammad, dkk. 2020. *Pengaruh Variasi Kecepatan Udara Terhadap Laju Perpindahan Panas pada Pendinginan Panel Surya*. Jurnal Poros Teknik. ISSN 2085-5761. Vol 12 (1): 29-34
- Nugroho, E. 2011. *Sukses Budidaya Gurami di Lahan Sempit dan Hemat Air*. Jakarta (ID): Penebar Swadaya.
- Oktavianto, Dwiyan, dkk. 2014. *Respon Aktivitas Amilase dan Protease Ikan Gurami *Osphronemus gourami* Lac. Terhadap Perbedaan Temperatur Air*. Scripta Biologica. Vol 1 (4): 14-18
- Patmawati, Hetty., dkk. 2022. *Budidaya Ikan Koi (*Osphronemus Gouramy*) dalam Kolam Bundar pada Kelompok Pemuda Sabilulungan di Sindangkasih Ciamis*. Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat. ISSN 2460-8572. Vol 8 (1): 59-66.
- Pratama, I Putu Yoga Pramesia., dkk. 2022. *Perancangan PH Meter dengan Sensor PH Air Berbasis Arduino*. Jurnal Ilmiah Teknologi dan Komputer Vol 3
- Pratama, Naufal Abiyu dan Mukti, Akhmad Taufiq. 2018. *Pembesaran Larva Ikan Koi *Osphronemus Koi* Secara Intensif di Sheva Fish Boyolali, Jawa Tengah*. Journal of Aquaculture and Fish Helath. ISSN 2301-7309. Vol 7 (3): 102-110
- Puspitasari, Devi. 2018. *Kajian Kesesuaian Kualitas Air untuk Budidaya Ikan Koi di Desa Ngranti Kecamatan Boyolangu Kabupaten Tulungagung*. Jurnal Universitas Negeri Surabaya.

- Ramadhana, Mutiara dan Putra, Suwanda. 2020. *Sistem Kontrol Suhu dan Kelembapan pada Budidaya Jamur Tiram Berbasis IoT*. Bangka Belitung: Politeknik Menufaktur Negeri.
- Sejati, B.S dan Anshory, I. 2019. *Sistem Kendali Overhead Crane dengan Wireless Control Menggunakan Smartphone Android dan Tampilan LCD Berbasis Arduino*. Jurnal Simetri Rekayasa. Vol 1 (2): 39-45
- Shihab, M. Quraish. 2007. *Wawasan Al-Quran: Tafsir Tematik Atas Pelbagai Persoalan Umat*. Bandung: Mizan
- Siegers, Willem H. 2019. *Pengaruh Kualitas Air Terhadap Pertumbuhan Nila Nirwana (Oreochromis sp.) Pada Tambak Payau*. The Journal of Fisheries Development. ISSN 2528-3987. Vol 3 (2): 95-104
- Sinaga, Eva Lia Risky, dkk. 2016. *Profil Suhu, Oksigen Terlarut, dan PH Secara Vertikal Selama 24 Jam di Danau Kelapa Gading Kabupaten Asahan Sumatera Utara*. Omni-Akuatika. ISSN 1858-3873. Vol 12 (2): 114-124
- Siregar, C. A dan Siregar, A Marabdi. 2019. *Studi Eksperimental Pengaruh Kemiringan Sudut Terhadap Alat Destilasi Air Laut Memanfaatkan Energi Matahari*. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur, dan Energi. ISSN 2622-7398. Vol 2 (2): 165-170
- Sulaksono, DH. dan Suryo, AM. 2021. *Sistem Monitoring dan Kontrol Otomatis untuk Budidaya Ikan Koi dengan Parameter Suhu dan PH Berbasis Internet of Things (IoT)*. SNESTIK
- Syukri. 2020. *Tafsir Ayat-Ayat Perumpamaan Masalah Aqidah dan Akhlak Dalam Al-Qur'an*. Mataram: Sanabil
- Tamam, M. Taufiq dan Aji, Dwi Nugroho. 2022. *Perancangan dan Pembuatan Sistem Pengaturan pH dan Suhu Air pada Kolam Ikan*. Resistor. ISSN 2621-9700. Vol. 5 (1): 81-84

LAMPIRAN

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Kode Program/Sketch Arduino IDE LoRa

Program Lora

```
[00.00, 28/12/2023] ,: #include <SPI.h>
```

```
#include <LoRa.h>
```

```
int counter = 0;
```

```
//#define sclk 5
```

```
#define rst 23
```

```
#define dio0 2
```

```
#define cs 18
```

```
//#define miso 19
```

```
//#define mosi 27
```

```
void setup() {
```

```
  Serial.begin(9600);
```

```
  while (!Serial);
```

```
  Serial.println("LoRa Sender");
```

```
  LoRa.setPins(sclk, rst, dio0);
```

```
  if (!LoRa.begin(915E6)) {
```

```
    Serial.println("Starting LoRa failed!");
```

```
    while (1);
```

```
    }  
}  
  
void loop() {  
    Serial.print("Sending packet: ");  
    Serial.println(counter);  
  
    // send packet  
    LoRa.beginPacket();  
    LoRa.print("hello ");  
    LoRa.print(counter);  
    LoRa.endPacket();  
  
    counter++;  
  
    delay(1000);  
}  
[00.00, 28/12/2023] ,: #include <LoRa.h>  
#include <SPI.h>  
  
#define ss 5  
#define rst 14  
#define dio0 2
```

```
void setup()
{
  Serial.begin(115200);

  while (!Serial);

  Serial.println("LoRa Receiver");

  LoRa.setPins(ss, rst, dio0); //setup LoRa transceiver module

  while (!LoRa.begin(915E6)) //433E6 - Asia, 866E6 - Europe, 915E6 - North
  America
  {
    Serial.println(".");
    delay(500);
  }
  LoRa.setSyncWord(0xA5);
  Serial.println("LoRa Initializing OK!");
}

void loop()
{
  int packetSize = LoRa.parsePacket(); // try to parse packet
  if (packetSize)
  {
```

```
Serial.print("Received packet ");

while (LoRa.available()      // read packet
{
    String LoRaData = LoRa.readString();
    Serial.print(LoRaData);
}

Serial.print(" with RSSI ");    // print RSSI of packet

Serial.println(LoRa.packetRssi());
}
}
```

Program Arduino IDE

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#define oneWireBus 4
const int ph_Pin = 33;

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

float tempC;
unsigned long timeNote = 0;

float nilai_analog_ph = 0;
float ph;
float teganganPH;
```

```
// Setup a oneWire instance to communicate with any OneWire
devices
OneWire oneWire(oneWireBus);

// Pass our oneWire reference to Dallas Temperature sensor
DallasTemperature sensors(&oneWire);

void setup() {
  // Start the Serial Monitor
  Serial.begin(115200);
  // Start the DS18B20 sensor
  sensors.begin();
  //Start E201C pH Sensor
  pinMode (ph_Pin, INPUT);

  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.begin(16, 2);
  // Print a message to the LCD.
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print(F("Suhu :"));
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print(F("PH  :"));
}

void intervalView() {
  if ((unsigned long)millis() - timeNote >= 500) { // 500
ini interval dalam satuan mili sekon lur
    timeNote = millis();

    Serial.print ("Nilai ADC :");
    Serial.println (nilai_analog_ph, 2);
```

```

Serial.print ("Tegangan :");
Serial.println (teganganPH, 2);

//menampilkan nilai suhu
Serial.print("Suhu :");
Serial.print(tempC);
Serial.println(F("°C"));
lcd.setCursor(7, 0);
lcd.print(tempC, 2);
lcd.print(F(" C"));

//menampilkan nilai ph
Serial.print("pH :");
Serial.println(ph);
lcd.setCursor(7, 1);
lcd.print(ph, 2);

Serial.println ("-----");
}
}

void loop() {

// sensors.setResolution(10);
sensors.requestTemperatures();
//Persamaan Linier hasil kalibrasi;
tempC = 1.0017*(sensors.getTempCByIndex(0))-3.1228;
intervalView();

nilai_analog_ph = analogRead(ph_Pin);
teganganPH = (3.3/4095.0)*nilai_analog_ph-0.2;
//Persamaan Linier Hasil Kalibrasi

```

$$\text{ph} = (-5.1186 * \text{teganganPH}) + 20.548;$$

}