# BAB I

# DOC. EU-100 Identifikasi Masalah

## 1.1. Latar Belakang Masalah

Kualitas air tambak merupakan syarat mutlak keberlangsungan hidup ikan, karena air merupakan tempat hidup semua jenis ikan. Kualitas air yang baik tentu akan meningkatkan kualitas hidup ikan dan untuk meningkatkan produktivitas (Yunior, 2019). Faktanya, kualitas air yang buruk telah diidentifikasi sebagai penyebab utama lebih dari 50% kegagalan panen dalam budidaya intensif, yang menegaskan urgensi dari manajemen kualitas air yang presisi (Kumar et al., 2023).

Salah satu faktor yang sangat menentukan keberhasilan budidaya adalah kontrol kualitas air karena berdasarkan studi menyebutkan bahwa sekitar 60% – 70% penyebab ikan mati pada budidaya perikanan darat dikarenakan kontrol kualitas air yang buruk sehingga masalah kualitas air dalam dunia budidaya perikanan darat merupakan masalah yang harus diberi perhatian secara khusus (Davina, 2024). Tantangan ini semakin kompleks dengan meningkatnya frekuensi kejadian iklim ekstrem yang dapat mengacaukan stabilitas parameter air secara tiba-tiba (Premaratne et al., 2021). Ditambah lagi 80% budidaya perikanan darat masih menggunakan cara tradisional untuk melakukan kontrol kualitas air (Davina, 2024). Metode konvensional ini sangat rentan terhadap human error dan ketidakefisienan waktu, sehingga seringkali gagal mendeteksi penurunan kualitas air pada stadium dini (Santoso et al., 2022).

Kualitas air yang kurang bagus atau kurang optimal dapat menyebabkan

banyak ikan yang hanya makan sedikit, sakit, bahkan ada pula yang mati, sehingga dapat menyebabkan kerugian bagi petambak ikan. Perubahan pada parameter kritis seperti pH dan suhu dapat mengganggu keseimbangan osmotik ikan, menghambat pertumbuhan, dan dalam kasus yang parah, bersifat letal (Zhao et al., 2020). Maka dari itu kualitas air sangat perlu diperhatikan guna meminimalisir kematian ikan saat dibudidayakan. Beberapa faktor penting dalam pembudidayaan ikan yaitu tingkat kadar garam yang tinggi pada air, suhu, salinitas dan pH (Yunior, 2019). Pemantauan parameter kualitas air seperti suhu dan pH secara real-time adalah kunci untuk mencegah kondisi kritis yang dapat menekan sistem kekebalan ikan dan memicu wabah penyakit (Alam et al., 2022).

Suhu air yang tidak sesuai akan mengakibatkan dampak buruk bagi kehidupan ikan, ikan memiliki rentang suhu yang optimal untuk kehidupan ikan. Jika suhu air tidak berada pada rentang yang ideal dapat memengaruhi kesehatan ikan. Setiap kenaikan suhu air secara signifikan akan meningkatkan konsumsi oksigen metabolisme ikan, sementara pada saat yang sama kapasitas pembawa oksigen dalam air menurun, sehingga menciptakan tekanan fisiologis yang parah (Ahmed et al., 2021). Selain suhu, fluktuasi pH yang tidak terkontrol juga sangat berbahaya. Nilai pH yang rendah (asam) dapat meningkatkan toksisitas logam berat terlarut, sementara pH yang tinggi (basa) dapat menyebabkan amonia ($NH_3$), yang sangat beracun bagi ikan, menjadi bentuk yang lebih predominan (Wang et al., 2023). Suhu air dapat meningkat jika terjadinya pemanasan global, perubahan iklim, atau pelepasan air limbah panas. Suhu air yang meningkat akan mengakibatkan banyak ikan yang mati mengambang. Hal ini akan berdampak

pada produksi ikan yang akan menurun (Yunior, 2019).

Menurut Pak Nawir kebanyakan warga di Suppa, Pinrang, masih mengandalkan cara-cara tradisional dalam mengelola kualitas air. Para warga biasanya mengamati kejernihan air, bau, serta gejala fisik ikan yang tampak tidak sehat, namun tanpa adanya alat ukur yang memadai untuk mengetahui kondisi air secara lebih akurat. Keterbatasan ini menyatakan bahwa ketergantungan pada indera manusia merupakan bottleneck utama dalam akuakultur skala kecil, yang mengakibatkan respons yang lambat terhadap perubahan lingkungan (Patel, 2024). Hal ini membuat Penambak ikan kesulitan untuk mendeteksi perubahan kualitas air yang dapat terjadi secara tiba-tiba, yang berpotensi menyebabkan kematian ikan atau kerugian yang cukup besar.

Dengan kemajuan teknologi, khususnya yang berbasis mikrokontroler, terdapat potensi solusi yang lebih efisien dan efektif untuk memantau kualitas air secara otomatis. Sistem berbasis mikrokontroler dapat memantau parameter penting seperti pH, kadar garam terlarut, serta suhu air secara real-time, dengan memberikan informasi yang lebih akurat dan peringatan dini jika kualitas air mulai memburuk. Sistem pemantauan real-time berbasis Internet of Things (IoT) telah terbukti efektif dalam memberikan data yang akurat dan peringatan dini untuk mencegah kerugian dalam budidaya perikanan (Jayasinghe et al., 2019). Implementasi sistem otonom semacam ini tidak hanya memitigasi risiko tetapi juga dapat mengoptimalkan pemberian pakan dan penggunaan energi, sehingga meningkatkan profitabilitas usaha secara keseluruhan (Nguyen & Tran, 2023). Dengan adanya sistem pemantauan otomatis ini, petani ikan dapat segera

mengambil tindakan perbaikan sebelum masalah kualitas air berdampak pada kesehatan ikan, sehingga dapat mengurangi risiko kematian ikan dan meningkatkan hasil produksi secara keseluruhan.

Namun, meskipun sistem otomatis ini menawarkan banyak keuntungan, ada beberapa hambatan dalam penerapannya, terutama terkait biaya, pengetahuan teknologi, dan kebutuhan untuk pelatihan yang memadai. Sebagian besar pembudidaya ikan mungkin merasa kesulitan dalam mengakses teknologi yang relatif canggih, terlebih lagi jika biaya yang dibutuhkan cukup tinggi. Oleh karena itu, pengembangan sistem yang low-cost, user-friendly, dan mudah dirawat menjadi prasyarat mutlak untuk adopsi yang luas di kalangan pembudidaya tradisional (Garcia-Sánchez et al., 2024). Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan sistem yang berbasis mikrokontroler yang lebih sederhana, terjangkau, dan mudah digunakan oleh pembudidaya ikan yang masih menerapkan metode tradisional.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem pemantauan kualitas air berbasis mikrokontroler yang dapat membantu para petani ikan dalam mengelola kualitas air secara lebih efektif dan efisien. Dengan menggunakan sistem otomatis yang terjangkau dan mudah dipahami, diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan hasil budidaya ikan, mengurangi risiko kerugian akibat buruknya kualitas air, dan memperbaiki produktivitas serta kesejahteraan pembudidaya ikan di daerah-daerah yang masih mengandalkan cara tradisional.

## 1.2. Rumusan Masalah

1) Bagaimana parameter kualitas air yang perlu dipantau untuk memastikan kondisi yang optimal bagi kesehatan ikan dan produktivitas budidaya ikan?
2) Bagaimana merancang dan membangun sistem instrumentasi pemantauan kualitas air pada kolam budidaya ikan berbasis mikrokontroler?
3) Bagaimana cara sistem berbasis mikrokontroler dapat memberikan data akurat secara real-time tentang kualitas air?

## 1.3. Karakteristik Solusi

Solusi yang diusulkan dalam penelitian ini adalah pengembangan sistem pemantauan kualitas air berbasis mikrokontroler yang sederhana, terjangkau, dan mudah digunakan oleh pembudidaya ikan tradisional. Sistem ini dirancang untuk memantau beberapa parameter kualitas air yang penting secara real-time, seperti pH, suhu, kadar garam terlarut dan kekeruhan air. Dengan adanya pemantauan otomatis, pembudidaya ikan dapat memperoleh informasi yang lebih akurat tentang kondisi air di kolam mereka, yang memungkinkan mereka untuk melakukan tindakan yang tepat waktu guna menjaga kesehatan ikan dan meningkatkan produktivitas budidaya.

Sistem pemantauan kualitas air berbasis mikrokontroler Arduino Uno, yang mengintegrasikan berbagai sensor seperti sensor pH digital, sensor turbidity, sensor salinitas konduktivitas, dan sensor DS18B20 untuk memantau parameter penting secara real-time. Data kualitas air ditampilkan melalui LCD 20x4 untuk memudahkan pembudidaya mengakses informasi langsung, dan dilengkapi modul

penyimpanan untuk mengelola data historis yang berguna dalam analisis jangka panjang. Sistem ini dirancang dalam wadah berbentuk box hitam yang ringkas dan tahan lama, melindungi komponen dari air dan debu.

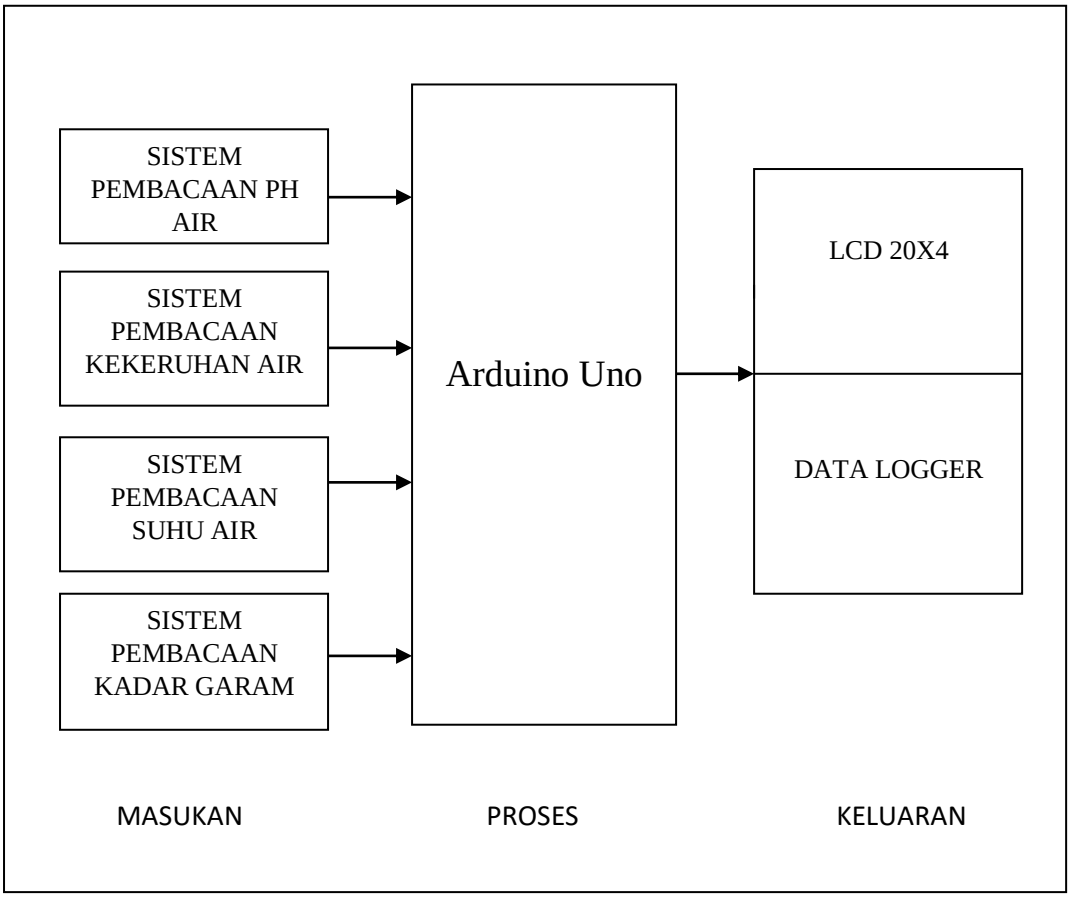
Fitur lain yang menjadi bagian dari solusi ini adalah kemudahan instalasi dan penggunaan. Sistem ini akan dirancang dengan antarmuka yang ramah pengguna, sehingga pembudidaya ikan tidak perlu memiliki pengetahuan teknis mendalam untuk mengoperasikannya. Dengan komponen yang mudah didapatkan, seperti mikrokontroler, sensor pH, dan sensor kadar garam, serta biaya yang terjangkau, sistem ini diharapkan dapat diimplementasikan oleh pembudidaya ikan yang masih mengandalkan metode tradisional. Sistem ini juga memungkinkan untuk dilakukan pengendalian otomatis dalam tahap lebih lanjut, seperti menambah aerator atau mengganti air secara otomatis, sehingga semakin meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengelolaan kualitas air dalam budidaya ikan.

Secara keseluruhan, solusi ini tidak hanya memberikan keandalan dalam pemantauan kualitas air, tetapi juga membuka peluang bagi pembudidaya ikan untuk mengadopsi teknologi dengan cara yang mudah, terjangkau, dan efektif, meskipun mereka masih menggunakan metode budidaya konvensional.

### 1.4. Skenario Produk

Produk ini dirancang untuk memantau kualitas air di kolam budidaya ikan dengan menggunakan mikrokontroler untuk mengukur parameter seperti pH, suhu, kadar garam, dan kekeruhan air secara real-time. Pembudidaya ikan dapat melihat hasil pengukuran melalui antarmuka yang mudah digunakan, baik di layar

atau aplikasi terhubung. Dengan data historis yang tersedia, pembudidaya dapat menganalisis tren kualitas air dan mengurangi ketergantungan pada pengamatan manual, meningkatkan efisiensi dan mengurangi risiko kematian ikan akibat kualitas air yang buruk.

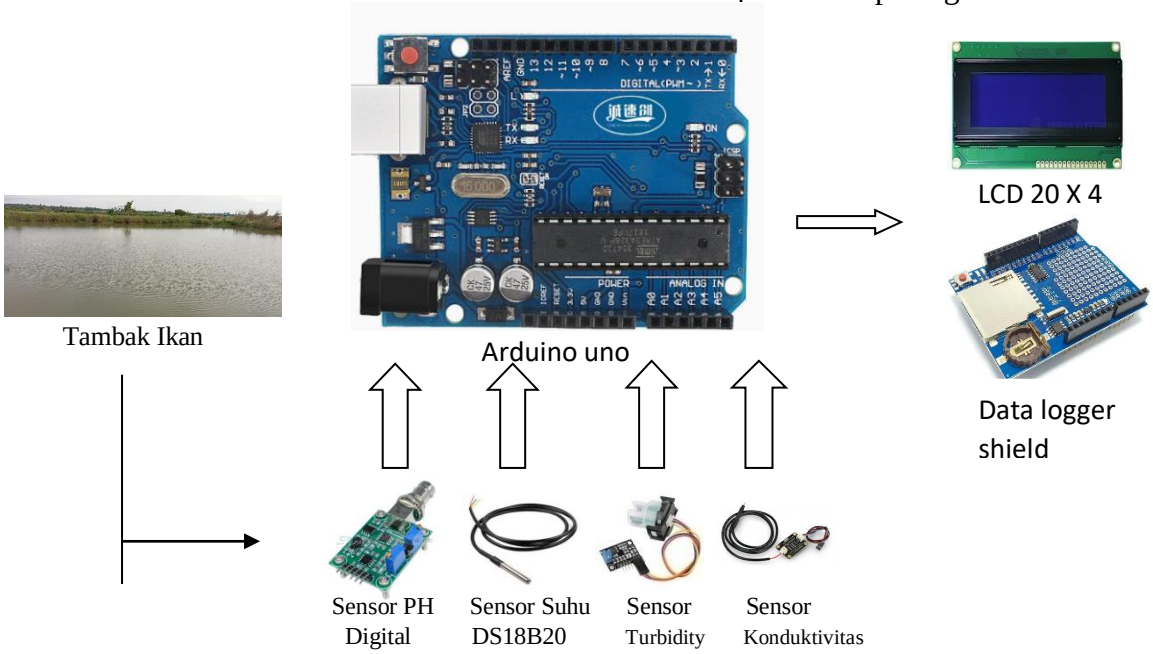



**Gambar 1.1** Diagram Blok Rancangan Sistem Instrumentasi Pemantauan Kualitasair Pada Kolam Budidaya Ikan Berbasis Mikrokontroler

Pada Diagram Blok Rancangan Sistem Instrumentasi Pemantauan Kualitas Air

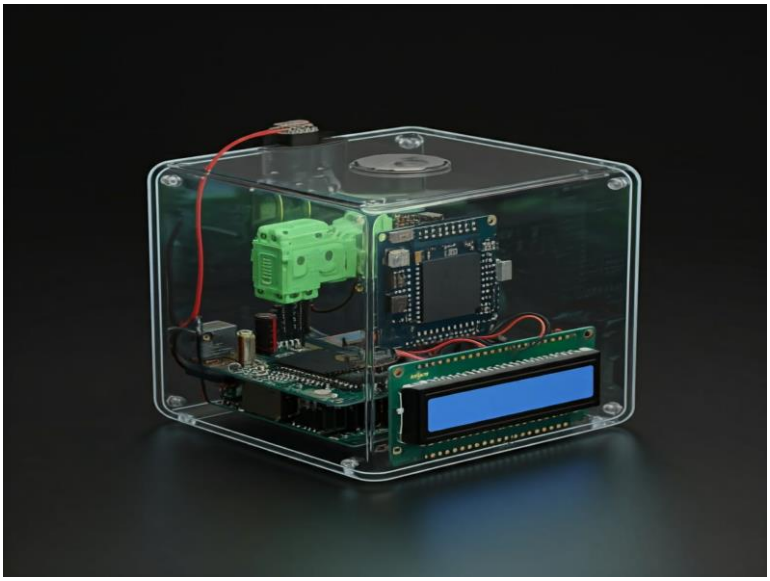
Pada kolam budidaya ikan berbasis mikrokontroler, terdapat empat parameter input yang terdiri dari sensor pH digital, sensor turbidity, sensor suhu, dan sensor konduktivitas. Keempat sensor ini masing-masing berfungsi untuk mendeteksi nilai pH, kekeruhan (turbidity), suhu, dan salinitas (kadar garam) air. Data yang diperoleh dari sensor-sensor tersebut kemudian diproses oleh

mikrokontroler arduino uno. Setelah diproses, nilai-nilai dari keempat parameter tersebut akan ditampilkan pada layar LCD sebagai output. Data logger, atau pencatat data adalah perangkat elektronik yang berfungsi untuk menyimpan dan merekam data secara otomati dari waktu ke waktu. Dapat dilihat pada gambar 3.1.




**Gambar 1.2** Flow sistem prinsip kerja sistem instrumentasi pemantauan kualitas air pada kolam budidaya ikan berbasis mikrokontroler.

Alat pemantauan kualitas air berbasis arduino uno ini bekerja dengan menggunakan sensor pH, suhu, kekeruhan, dan kadar garam yang dipasang di kolam budidaya ikan. Sensor-sensor tersebut secara terus-menerus mengirimkan data ke mikrokontroler arduino uno setiap 60 menit, yang kemudian memproses dan menampilkan informasi tentang kondisi air pada layar LCD. Jika nilai parameter air melebihi batas normal, arduino uno akan memicu alarm atau notifikasi pada LCD untuk memberi tahu pembudidaya ikan agar segera mengambil tindakan perbaikan. Data yang terkumpul juga disimpan untuk analisis lebih lanjut, membantu pembudidaya memantau tren kualitas air dan meningkatkan pengelolaan kolam secara lebih efisien dan akurat.



**Gambar 1.3** Rancangan 3D dari sistem instrumentasi pemantauan kualitas air pada kolam budidaya ikan berbasis mikrokontroler.

Mengukur tingkat keasaman atau kebasaan air. Nilai pH yang ideal sangat penting untuk pertumbuhan ikan. Sensor turbiditas, Mengukur tingkat kekeruhan air. Kekeruhan yang tinggi dapat mengganggu pertumbuhan ikan dan mengurangi kadar oksigen terlarut.

Mengukur kadar garam dalam air. Tingkat salinitas yang sesuai sangat penting bagi kehidupan ikan. Sensor DS18B20, Mengukur suhu air. Suhu air yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat mempengaruhi metabolisme ikan. Mikrokontroler arduino uno berperan sebagaiotak dari sistem. Mikrokontroler ini akan menerima data dari sensor, mengolah data, dan menampilkannya pada LCD. LCD, Layar tampilan yang menampilkan data hasil pengukuran dari sensor-sensor. Box Sebagai wadah untuk komponen elektronik dan sensor, serta memudahkan pengamatan visual.

Sensor-sensor akan secara terus-menerus mengukur parameter kualitas air seperti pH, turbiditas, salinitas, dan suhu. Pengolahan Data yang diperoleh dari

sensor akan dikirimkan ke mikrokontroler arduino uno. Mikrokontroler akan mengolah data tersebut, seperti melakukan kalibrasi, konversi data mentah menjadi nilai yang mudah dibaca, dan melakukan perhitungan-perhitungan yang diperlukan.

Hasil pengolahan data akan ditampilkan pada layar LCD. Pengguna dapat melihat secara langsung nilai pH, turbiditas, salinitas, dan suhu air pada layar LCD, dapat dilihat pada gambar 3.3.

## 1.5 Keuntungan Produk

**A. Manfaat langsung:**

1. Pemantauan real-time: Pembudidaya ikan mendapatkan pemantauan kualitas air secara real-time, memungkinkan mereka untuk segera mengidentifikasi masalah dan mengambil tindakan cepat.
2. Efisiensi waktu: Dengan adanya sistem otomatis, pembudidaya ikan tidak perlu lagi memeriksa kualitas air secara manual. Hal ini menghemat waktu dan tenaga, serta meningkatkan efisiensi operasional.

**B. Manfaat tidak langsung:**

1. Peningkatan hasil produksi: Dengan menjaga kualitas air yang optimal, ikan akan tumbuh dengan lebih sehat dan produktif, meningkatkan hasil budidaya ikan(Scabra, 2019).
2. Pengurangan risiko kerugian: Dengan sistem peringatan dini, risiko kematian ikan atau kerugian akibat buruknya kualitas air dapat dikurangi, sehingga meningkatkan keuntungan pembudidaya ikan (Yunior, 2019).

## 1.6 Kendala dan Parameter Penting

Beberapa kendala yang dapat dihadapi dalam pengembangan sistem pemantauan kualitas air ini mencakup tantangan teknis, ekonomi, dan regulasi. Kendala teknis seperti keterbatasan akurasi dan daya tahan sensor dalam kondisi lingkungan yang berubah, serta kesulitan dalam memastikan kompatibilitas dan integrasi sistem, menjadi faktor penting yang harus diperhatikan. Dari sisi ekonomi, meskipun solusi ini ditujukan untuk pembudidaya ikan yang membutuhkan sistem terjangkau, biaya perangkat dan ketersediaan komponen yang mungkin terbatas di daerah pedesaan dapat menjadi hambatan. Di sisi regulasi, sistem harus memastikan bahwa parameter kualitas air yang dipantau sesuai dengan standar yang berlaku dalam budidaya ikan. Beberapa parameter penting yang perlu dipantau untuk memastikan kondisi optimal bagi ikan adalah pH, suhu, kadar garam, dan kekeruhan air. Parameter-parameter ini memiliki pengaruh langsung terhadap kesehatan ikan dan efektivitas budidaya.

## 1.7 Aspek Non- Teknis

Produk ini berdampak positif secara sosial dengan meningkatkan kesejahteraan pembudidaya ikan di pedesaan melalui efisiensi budidaya yang lebih baik. Dengan sistem pemantauan otomatis, pembudidaya dapat mengurangi kerugian akibat kualitas air buruk, serta meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mereka dalam menggunakan teknologi. Produk ini memberdayakan komunitas lokal dan membuka peluang untuk pengembangan usaha berbasis teknologi.

Dalam hal standar, sistem harus memenuhi regulasi kualitas air untuk

budidaya ikan dan standar keamanan komponen, seperti sertifikasi CE atau RoHS. Aspek perlindungan data juga perlu diperhatikan untuk menjaga keamanan pengguna.

Dari segi lingkungan, produk ini membantu mengurangi pemborosan air dan energi serta mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya, yang berdampak positif pada keberlanjutan dan kesehatan ekosistem kolam. Dengan komponen hemat energi dan potensi penggunaan tenaga surya, produk ini mendukung pengelolaan sumber daya alam yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

## 1.8 Data-data Pendukung

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan pemilik kolam ikan bernama Pak Nawir yang berlokasikan di Suppa, Pinrang, Sulawesi Selatan, kondisi kolam budidaya ikan yang ada memiliki luas sekitar 1 hektar. Jenis ikan yang dibudidayakan adalah ikan mas dan mujair, dengan perbandingan jumlah ikan mas dan mujair sebesar 4:3. Meskipun kedua jenis ikan ini dipelihara bersama, ikan mas sering kali menjadi yang paling sering mati, baik disebabkan oleh faktor lingkungan maupun masalah kualitas air.

Dalam pengelolaan kualitas air kolam, petani tidak melakukan pergantian air secara rutin. Sebagai gantinya, mereka mencampurkan air tawar dengan air asin dan menambahkan air garam ketika kadar garam menurun. Takaran garam yang digunakan sudah ditentukan berdasarkan pengalaman. Untuk mengatasi masalah kekeruhan, petani hanya mengandalkan pengamatan visual terhadap warna air, tanpa menggunakan alat ukur yang lebih akurat. Dalam hal pH air,

petani menstabilkannya dengan cara menambahkan pupuk, meskipun cara ini tidak selalu memberikan hasil yang optimal.

Perubahan cuaca yang tiba-tiba, termasuk fluktuasi suhu dan angin, sering menjadi penyebab kematian ikan, terutama ikan mas. Hal ini menandakan bahwa kondisi lingkungan yang tidak stabil sangat mempengaruhi kelangsungan hidup ikan. Waktu yang dibutuhkan untuk proses pembibitan hingga panen adalah sekitar 6 hingga 7 bulan. Pakan untuk bibit ikan dan ikan dewasa juga dibedakan, yang menunjukkan adanya perhatian terhadap kebutuhan nutrisi ikan pada berbagai tahap pertumbuhannya.

Ikan mas memiliki nilai ekonomi yang lebih tinggi dibandingkan ikan mujair, yang menjadikannya lebih menguntungkan untuk dibudidayakan. Perbandingan antara bibit dan hasil panen untuk ikan mas adalah 1:3, sementara untuk ikan mujair adalah 1:4. Hasil panen ikan ini dipasarkan langsung ke pedagang, tanpa adanya mitra kerja sama, yang berarti pembudidaya menjual hasil panennya secara langsung di pasar.

Secara keseluruhan, meskipun budidaya ikan berjalan dengan baik, masih terdapat beberapa tantangan yang dihadapi petani, terutama terkait dengan pengelolaan kualitas air, perubahan cuaca, dan kematian ikan mas yang lebih sering terjadi. Hal ini menunjukkan pentingnya teknologi pemantauan kualitas air yang lebih canggih untuk membantu mengurangi risiko kematian ikan dan meningkatkan produktivitas budidaya.

# BAB II

# DOC. EU-200 Spesifikasi Sistem/Produk

## 2.1. Fungsi Produk

Produk ini dirancang untuk membantu pembudidaya ikan memantau kualitas air secara otomatis dan real-time di kolam budidaya. Sistem ini mengukur empat parameter penting yang mempengaruhi kesehatan ikan, yaitu pH, suhu, salinitas, dan kekeruhan air. Dengan menggunakan sensor digital yang terhubung ke mikrokontroler arduino uno, sistem ini dapat secara terus-menerus mengumpulkan data dan menampilkan informasi tersebut pada layar LCD. Hal ini memungkinkan pembudidaya untuk langsung melihat kondisi kualitas air di kolam mereka dan melakukan tindakan korektif jika diperlukan.

Secara umum, produk ini berfungsi untuk mengurangi ketergantungan pada pemeriksaan manual kualitas air dan memberikan solusi yang lebih efisien dalam mengelola kolam budidaya. Dengan adanya sistem ini, pembudidaya dapat lebih fokus pada aspek lain dari budidaya ikan, karena kualitas air akan selalu terpantau dengan akurat.

## 2.2. Kinerja Produk

Kinerja produk ini diukur berdasarkan kemampuan sistem dalam memantau kualitas air secara real-time. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu sensor pH, sensor suhu, sensor salinitas, dan sensor turbidity, yang secara terus-menerus mengukur kualitas air dan memberikan umpan balik langsung pada pengguna melalui layar LCD.

Kinerja produk diharapkan dapat memenuhi standar ketepatan dalam

pengukuran dan responsivitas terhadap perubahan parameter kualitas air. Selain itu, produk ini akan dirancang untuk beroperasi dengan stabil dalam jangka waktu panjang tanpa sering memerlukan kalibrasi ulang atau perbaikan. Oleh karena itu, target kinerja untuk setiap parameter dan batasan operasional sistem perlu ditetapkan agar sistem dapat memberikan hasil yang akurat dan dapat diandalkan dalam kondisi lingkungan yang beragam, seperti fluktuasi suhu dan perubahan salinitas yang sering terjadi pada kolam budidaya ikan.

| Parameter | Target Kinerja | Batasan Operasional |
|---|---|---|
| **pH** | Akurasi ±0.1 pH unit | Rentang pH 6-9, batas kritis pH <6 atau >9 |
| **Suhu** | Akurasi ±0.5°C | Rentang suhu 20°C - 30°C, batas kritis <18°C atau >32°C |
| **TDS** | Akurasi ±1 ppt (part per thousand) | Rentang salinitas 0-1000 ppm, batas kritis > 1000 ppm |
| **Kekeruhan** | Akurasi ±10% dari nilai referensi | Rentang kekeruhan 0-3000 NTU, batas kritis >1500 NTU |

## 2.3. Karakteristik Produk

Sistem pemantauan kualitas air berbasis mikrokontroler ini memiliki beberapa sifat fisik yang dirancang untuk memastikan keandalan, kenyamanan penggunaan, dan ketahanan terhadap lingkungan. Produk ini memiliki ukuran kompak, dengan komponen utama yang dipasang dalam wadah pelindung berbentuk box yang tahan terhadap air dan debu, sehingga dapat digunakan di lingkungan kolam budidaya ikan yang rawan terkena kelembapan dan kontaminasi. Ukuran dan beratnya dirancang agar mudah ditempatkan di sekitar kolam tanpa mengganggu operasional lainnya. Komponen utama produk ini terdiri dari mikrokontroler arduino uno, sensor pH, sensor suhu (DS18B20),

sensor kekeruhan (turbidity), dan sensor konduktivitas untuk mengukur kadar garam, yang semuanya disambungkan dan diproses melalui mikrokontroler.

Fitur-fitur khusus dari produk ini termasuk pemantauan kualitas air secara real-time dengan tampilan data yang mudah dibaca pada layar LCD 20x4, yang memberikan informasi langsung mengenai kondisi pH, suhu, kekeruhan, dan salinitas air. Dengan desain antarmuka yang ramah pengguna, sistem ini dirancang agar dapat dioperasikan dengan mudah, meskipun oleh pembudidaya ikan yang masih menggunakan metode tradisional. Selain itu, produk ini dapat menggunakan energi terbarukan, seperti tenaga surya, sebagai sumber daya alternatif untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan pengelolaan sumber daya di area budidaya ikan.

1. Sensor pH



Gambar 2.1 sensor pH-4502c

Digital pH Meter adalah alat ukur elektronik yang digunakan untuk mengukur kadar pH zat setengah padat). Umumnya pH meter terdiri dari probe pengukur khusus (elektroda kaca) yang terhubung dengan meter elektronik yang mengukur dan menampilkan hasil pembacaan pH , Fitur dari sensor ph

digital ini adalah akurat dan handal , sederhana dan cepat , tahan fungsi dan fungsi otomatis , kemudian serbaguna.

| Spesifikasi | Keterangan |
|---|---|
| Working current | 5-10mA |
| The Response time | 5s |
| Stability time | 60s |
| Power consumption | 0,5W |
| Rentang uji ph | 0,01 – 14,00 pH |
| Rentang uji temperature | 0-80C |
| Working humidity | 95%RH |
| Lingkungan kerja | -10 hingga 50,0 °C |
| size | 42mm x32mm x20mm |
| output | Analog |
| Power supply | (AC-DC) 5 V |

2. Sensor suhu DS18B20



Gambar 2.2 Sensor Suhu DS18B20

Termometer Digital DS18B20 menyediakan pembacaan suhu 9 hingga 12-bit (dapat dikonfigurasi) yang menunjukkan suhu perangkat. Informasi dikirim ke/dari DS18B20 melalui antarmuka 1-Wire, sehingga hanya satu kabel (dan

ground) perlu dihubungkan dari mikroprosesor pusat ke DS18B20. Kekuatan untuk membaca, menulis, danmelakukan konversi suhu dapat diperoleh dari jalur data itu sendiri tanpa memerlukan eksternalsumber listrik.Karena setiap DS18B20 berisi nomor seri silikon unik, beberapa DS18B20 dapat ada di dalamnya bus 1-Kabel yang sama. Hal ini memungkinkan penempatan sensor suhu di banyak tempat berbeda. Aplikasi dimana fitur ini berguna mencakup kontrol lingkungan HVAC, penginderaan suhu di dalam gedung, peralatan atau mesin, dan pemantauan dan pengendalian proses.

| **Spesifikasi** | **Keterangan** |
|---|---|
| Stainless steel shell | 6*50mm |
| Power supply range | 3.0V to 5.5V |
| Operating temperature range | -55C to +125C |
| Storage temperature range | -55C to +125C |
| Accuracy over the range | -10C to +85C |
| Cable length | 100 cm |

3. Sensor turbidity

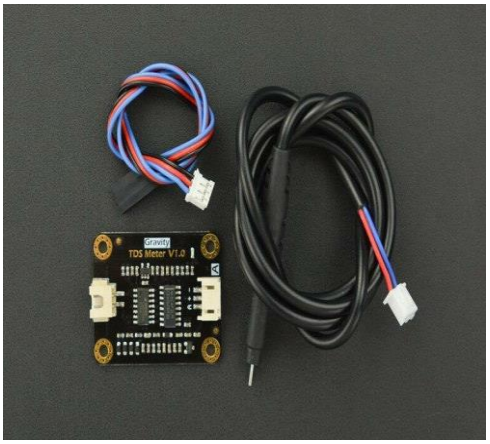


Gambar 2.3 Sensor Turbidity

Sensor Turbidity merupakan sensor yang berfungsi untuk mengukur kualitas air dengan mendeteksi tingkat kekeruhannya. Sensor ini mendeteksi partikel tersuspensi dalam air dengan cara mengukur transmitansi dan hamburan cahaya yang berbanding lurus dengan kadar Total Suspended Solids (TTS).

| Spesifikasi | Keterangan |
|---|---|
| Supply voltage | DC: 5.0V (4.8-5.5 V) |
| Minimum supply current | 20 mA |
| typical supply current | 25 mA |
| Maximum supply current | 50 mA |
| Typical power | 125mW |
| Sampling period | >= 100 ms/time |
| Output method | Analog signal |
| Warm – up time | >= 100 ms |
| Operating temperature | 4C ~ 85C |
| Working humidity | 0 ~95%RH |
| Service life | >10 years (25C) |

4. Sensor konduktivitas SEN0244




Gambar 2.4 Sensor Konduktivitas SEN0244

Sensor Konduktivitas / TDS / Kadar Garam memiliki desain yang kompak.Probe sensornya berbahan stik stainless yang berfungsi sebagai penerima data dari bahan yang diuji. Sensor ini dapat langsung disambungkan dengan pin analog arduino maupun pin analog mikrokontroller lainnya, tanpa harus memakai modul penguat tambahan.

| Spesifikasi | Keterangan |
|---|---|
| Working voltage | 3.3V/5V. |
| Sinyal keluaran | 0 – 2.3V |
| Rentang Pengukuran TDS | 0 - 1000 ppm |
| Ukuran | 42*32mm |
| Arus kerja | 3 - 6mA |
| Akurasi pengukuran TDS | ± 10% FS (25°C) |
| Antarmuka modul | PH2.0-3P |
| Antar muka elektroda | XH2.54-2P |

5. Arduino UNO




Gambar 2.5 Arduino UNO

Arduino Uno board didukung oleh software Arduino IDE (Integrated Development Environtment). Dengan Arduino IDE inilah kita melakukan pemrograman, melakukan kompilasi program, debugging dan proses download ke Arduino boardnya. Dengan sekali klik, program yang sudah kita buat langsung tercompile dan terdownload ke mikrokontroler yang ada di Arduino Board. Kemudian Arduino akan langsung bekerja sesuai dengan program yang kita inginkan.

Modul ini sudah dilengkapi dengan berbagai hal yang diperlukan untuk mendukung kinerja mikrokontroler, tinggal colokkan ke power supply atau sambungkan melalui kabel USB ke PC, maka Arduino Uno ini sudah siap bekerja. *Arduino Uno* board memilki 14 pin digital input atau output, koneksi USB, sebuah resonator keramik 16MHz, 6 analog input, colokkan power input, ICSP header dan sebuah tombol reset.

| **Atribut** | **Detail** |
|---|---|
| CPU | ATmega328P, 8-bit AVR, Clock Speed 16 MHz |
| SRAM | 2 KB |
| FLASH | 32KB ( 0,5 KB digunakan oleh bootloader) |
| Tegangan | 5V |
| Arus Kerja | 50mA |
| Dapat di Program | Ya (C, C++ melalui arduino IDE) |
| Open Source | Ya |
| **Konektivitas** | |
| I2C | 1 saluran (SDA: A4, SCL: A5) |
| SPI | 1 saluran (MOSI: pin 11, MISO: pin 12, SCK: pin 13) |
| UART | 1 saluran UART hardware (TX: pin 1, RX: pin 0) |
| USB | Tipe USB-B, digunakan untuk: 1) Pemrograman board; 2) Komunikasi serial dengan komputer |
| **I/O** | |
| GPIO | 14 (termasuk 6 PWM) |
| SPI | 4 |
| 12C | 2 |
| PWM | 6 |
| ADC | 6 (10-bit) |
| PANJANG | 68,6 mm |
| LEBAR | 53,44 mm |
| KETEBALAN | 15 mm |
| BERAT | 25 gram |
| MATERIAL | PCB berbahan dasar fiberglass (FR4) dengan lapisan tembaga untuk jalur sirkuit |

6. LCD 20 x 4



Gambar 2.6 LCD 20x4

LCD 20x4 adalah jenis layar Liquid Crystal Display (LCD) yang memiliki 20 kolom dan 4 baris**,** yang berarti layar ini dapat menampilkan 20 karakter perbarisdan 4 baris teks secara bersamaan. LCD ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik seperti sistem kontrol, mesin ATM, alat ukur, atau proyek berbasis mikrokontroler seperti Arduino atau ESP32 untuk menampilkan informasi atau status.

| **Spesifikasi** | **Keterangan** |
|---|---|
| Number of characters | 20 characters x 4 Lines |
| Driver controller | HD44780(atau kompatibel) |
| Tegangan operasi | 4.7V – 5.3V |
| Arus operasi | Sekitar 1 – 2 mA |
| Tegangan backlight | 4.2V – 5.0V |
| Warna tampilan | Latar biru dengan teks putih |
| Dimensi fisik | Sekitar 98 mm x 60mm x 12mm |
| Berat | 50 gram |
| Bahan | PCB dengan lapisan pelindung & layar LCD kaca |
| Backlight type | LED |

7. Arduino Data Logger Shield



Gambar 2.**7** Arduino Data Logger Shield

Data logger shield Arduino dengan RTC (Real-Time Clock) adalah peranti yang digunakan untuk mencatat data secara otomatis dari sensor atau input lainnya, dan menyimpannya pada kartu SD dengan disertai informasi waktu yang akurat dari RTC. RTC memastikan bahwa data yang disimpan dilengkapi dengan timestamp (waktu penyimpanan) yang presisi, sehingga data tersebut dapat dianalisis dengan benar.

| **Spesifikasi** | **Keterangan** |
|---|---|
| Kompatibel board | Arduino Uno, Mega, dll |
| IC RTC | DS1307 |
| Baterai backup | CR1220/CR2032 |
| Akurasi DS1307 | ±2 detik/hari |
| Penyimpanan data | Mendukung kartu microSD hingga 32 GB (FAT16/FAT32) |
| Interface SD | I2C (SDA/SCL) |
| Ukuran shield | Standar ukuran shield Arduino (sekitar 68.8 mm x 53.4 mm) |
| Level tegangan | 5V |

8. Aki 6V




Gambar 2.8 Aki 6V

Aki 6V adalah jenis aki dengan tegangan 6 volt, yang digunakan untuk menyuplai daya pada berbagai perangkat yang membutuhkan tegangan tersebut. Aki ini biasanya digunakan pada perangkat-perangkat dengan konsumsi daya rendah, Aki 6V sering digunakan karena ukurannya yang kompak dan kapasitas daya yang cukup untuk memenuhi kebutuhan perangkat tertentu.

| **Spesifikasi** | **Keterangan** |
|---|---|
| Teknologi | VRLA Battery |
| Model | NP4.5-6 |
| Terminal | Left |
| Tegangan | 6 volt |
| Kapasitas | 4.5 Ampere hours |
| Dimensi | 70 x 48 x 102mm |

## 2.4. Rencana dan Jadwal (Timeline) Pelaksanaan Proyek

| No | Uraian Kegiatan | Bulan | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Studi Literatur | | | | |
| 2 | Penyusunan EU100 | | | | |
| 3 | Penyusunan EU200 | | | | |
| 4 | Perancangan Sistem Perangkat Keras | | | | |
| 5 | Perancangan Sistem Perangkat Lunak | | | | |
| 6 | Desain Sistem Secara Keseluruhan | | | | |
| 7 | Desain Konstruksi/Mekanik | | | | |

## 2.5. Rencana Anggaran Belanja

| No | Jenis Pengeluaran | Volume | Harga Satuan (Rp) | Total (Rp) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Arduino Uno | 1 Unit | 100.000 | 100.000 |
| 2 | Sensor pH Digital | 1 Unit | 350.000 | 350.000 |
| 3 | Sensor TDS DFRobot SEN0244 | 1 Unit | 300.000 | 300.000 |
| 4 | Sensor Turbidity | 1 Unit | 130.000 | 130.000 |
| 6 | Sensor DS18B20 | 1 Unit | 20.000 | 20.000 |
| 7 | LCD 20 x 4 | 1 Unit | 90.000 | 90.000 |
| 8 | Box Plastik Hitam | 1 Unit | 30.000 | 30.000 |
| 9 | Aki Kering 6V | 1 Unit | 100.000 | 100.000 |
| 10 | Shield Data Logger | 1 Unit | 33.000 | 33.000 |
| 11 | Komponen Lain (Kabel jumper, solasi bakar, dll) | 1 Unit | 50.000 | 50.000 |
| SUB TOTAL | | | | 1.283.000 |

## 2.6. Rencana Pengujian

**A) Metode Pengujian untuk Setiap Spesifikasi:**

1) **pH**: Uji dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan alat uji pH manual (pH meter) untuk memastikan akurasi pengukuran.
2) **Suhu**: Kalibrasi dengan termometer digital untuk memastikan pembacaan suhu sesuai dengan standar.
3) **Kadar Garam**: Uji dengan menggunakan refraktometer untuk membandingkan pembacaan sensor dengan hasil pengukuran manual kadar garam.
4) **Kekeruhan**: Uji dengan menggunakan turbidimeter untuk memastikan kesesuaian dengan pembacaan sensor turbidity.

**B) Kriteria Keberhasilan Pengujian:**

1) **Akurasi Pengukuran**: Nilai pengukuran harus memiliki toleransi ±5% dari hasil pengujian manual.
2) **Keandalan Sistem**: Sistem harus dapat memberikan data dengan konsisten selama periode pengujian tanpa kegagalan komponen.
3) **Waktu Respons**: Waktu yang dibutuhkan untuk pembacaan data dari sensor ke tampilan LCD tidak lebih dari 3 detik.

# BAB III

# DOC. EU-300 Perancangan Sistem/Produk

## 3.1. Perancangan Sistem Perangkat Keras

### A. Arsitektur Sistem:

Arsitektur sistem terdiri dari beberapa komponen utama yang berfungsi untuk memantau kualitas air secara real-time. Komponen-komponen tersebut terdiri dari sensor, mikrokontroler, tampilan data (LCD), dan sumber daya listrik (misalnya baterai atau sumber daya eksternal). Berikut adalah arsitektur sistem secara umum:

1. Sensor:
    a) Sensor pH: Mengukur tingkat keasaman atau kebasaan air di kolam.
    b) Sensor Suhu (DS18B20): Mengukur suhu air untuk memantau kondisi lingkungan yang memengaruhi metabolisme ikan.
    c) Sensor Turbidity: Mengukur kekeruhan air untuk mengetahui kandungan padatan terlarut yang dapat mempengaruhi kualitas oksigen.
    d) Sensor Konduktivitas (Salinitas): Mengukur kadar garam dalam air untuk menentukan salinitas yang ideal bagi ikan.
2. Mikrokontroler (arduino uno):

    Sebagai otak sistem, menerima data dari sensor, mengolahnya, dan mengirimkan hasilnya ke tampilan LCD serta memberikan peringatan jika parameter air melebihi batas yang ditentukan.

3. LCD (16x4):
    a) Sebagai antarmuka pengguna, menampilkan hasil pengukuran secara real-time. Pembudidaya ikan dapat memantau kondisi kualitas air langsung dari tampilan ini.
4. Sumber Daya:
    a) Sistem ini dapat menggunakan sumber daya eksternal atau internal (misalnya baterai atau adaptor) yang dapat mendukung sistem operasional selama 24 jam sehari.

C. Desain Subsistem:

Setiap subsistem memiliki fungsi khusus yang saling berinteraksi untuk memastikan pemantauan kualitas air berjalan dengan lancar. Berikut adalah rincian subsistem dan fungsinya:

1. Subsistem Pengukuran (Sensor):
    a) Fungsi: Mengumpulkan data kualitas air yang berupa pH, suhu, salinitas, dan kekeruhan.
    b) Interaksi: Data yang dihasilkan oleh sensor langsung dikirim ke mikrokontroler arduino uno untuk diproses.
2. Subsistem Pengolahan Data (Mikrokontroler arduino uno):
    a) Fungsi: Mengolah data yang diterima dari sensor dan menampilkannya pada LCD. Jika nilai melebihi ambang batas, mikrokontroler memicu alarm.
    b) Interaksi: Menerima data sensor dan memprosesnya. Hasil pemrosesan data ditampilkan pada LCD atau dikirim ke jaringan

untuk pemantauan jarak jauh.

3. Subsistem Tampilan (LCD):
    a) Fungsi: Menampilkan data kualitas air secara visual sehingga pembudidaya dapat melihat hasil pengukuran.
    b) Interaksi: Data yang telah diproses oleh mikrokontroler dikirim ke LCD untuk ditampilkan kepada pengguna.

D. Pemilihan Alat dan Bahan:

1. Mikrokontroler arduino uno:
    a) Spesifikasi: Kapasitas pengolahan yang baik, dan berbagai pin input/output yang cukup untuk menghubungkan sensor dan perangkat lain.
    b) Alasan Pemilihan: Tegangan Logika 5v, Kompatibilitas Shield dan Modul, serta Kemudahan Penggunaan dan Stabilitas
2. Sensor pH:
    a) Spesifikasi: Sensor pH digital dengan rentang pengukuran pH 0-14.
    b) Alasan Pemilihan: Akurasi tinggi dan kompatibel dengan arduino uno.
3. Sensor Suhu DS18B20:
    a) Spesifikasi: Sensor suhu digital dengan rentang -55°C hingga +125°C, akurasi ±0.5°C.
    b) Alasan Pemilihan: Mudah diintegrasikan dengan arduino uno dan akurat dalam pengukuran suhu.

4. Sensor Turbidity:
    a) Spesifikasi: Sensor turbidity dengan rentang pengukuran 0-1000 NTU.
    b) Alasan Pemilihan: Mampu mengukur kekeruhan air secara akurat dan sering digunakan dalam aplikasi serupa.
5. Sensor TDS:
    a) Spesifikasi: Sensor konduktivitas air dengan rentang 0 - 5000 µS/cm.
    b) Alasan Pemilihan: Memungkinkan pengukuran kadar garam yang akurat, sangat penting untuk salinitas di kolam ikan.

## 3.2. Perancangan Sistem Perangkat Lunak

### 3.2.1 Algoritma Sistem Pemantauan Kualitas Air pada Kolam Budidaya Ikan

Algoritma sistem pemantauan kualitas air ini dimulai dari proses persiapan fisik alat oleh pengguna. Sebelum alat dinyalakan, seluruh sensor harus dipastikan terpasang dengan benar sesuai dengan posisi pada skematik, dan ujung-ujung sensornya diarahkan keluar melalui bagian atas box untuk kemudian dicelupkan ke dalam air kolam. Selain itu, kondisi aki 6V yang menjadi sumber daya utama juga perlu dicek agar dapat memberikan tegangan yang cukup untuk menyalakan seluruh rangkaian sistem. Setelah persiapan selesai, pengguna menekan tombol saklar yang berada di sisi kanan box untuk menyalakan alat. Ketika alat aktif, step-down converter akan langsung menurunkan tegangan dari 6V menjadi 5V, sesuai kebutuhan operasional Arduino Uno dan seluruh komponen lainnya.

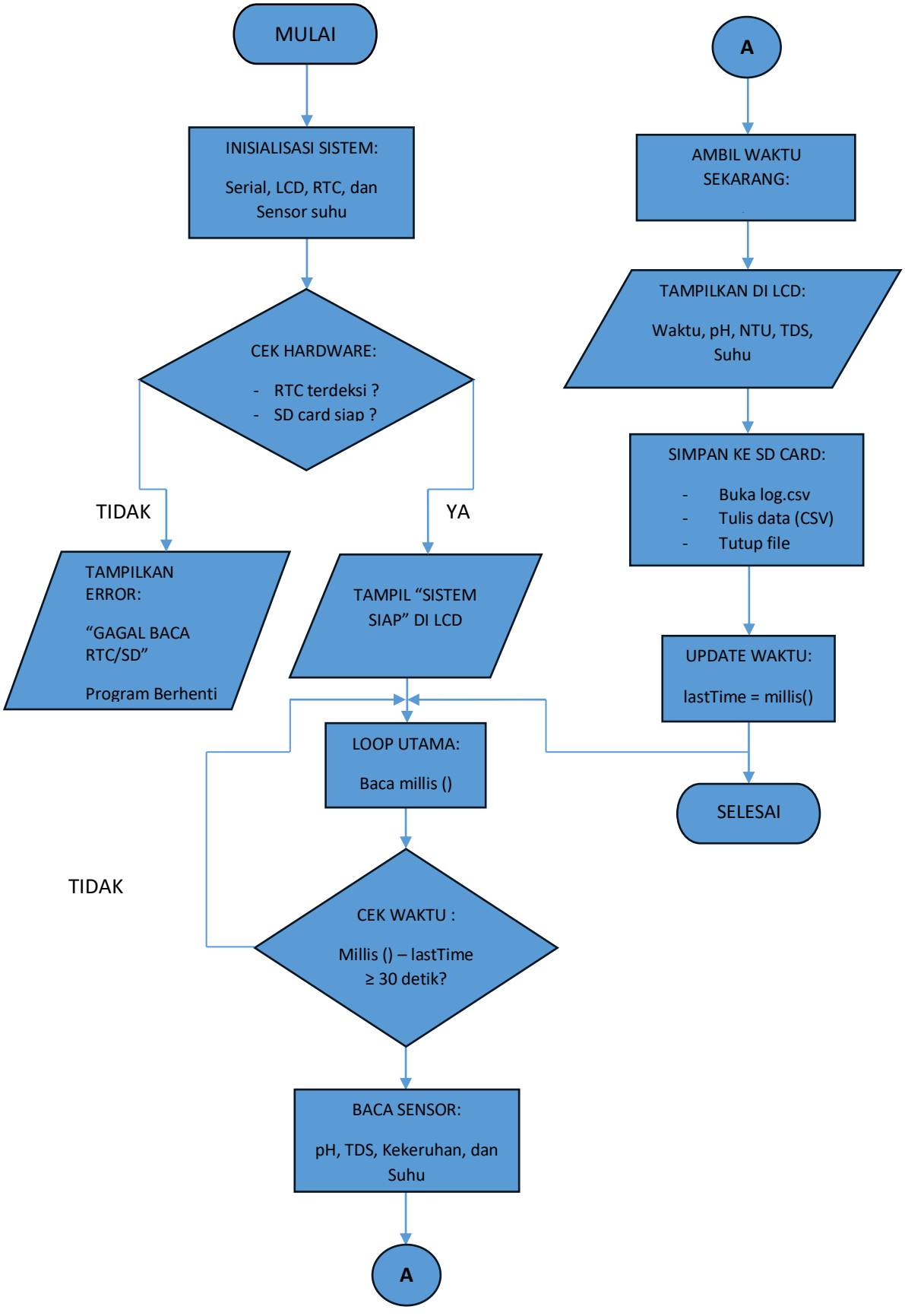
Selanjutnya, Arduino akan menjalankan proses inisialisasi secara otomatis. Proses ini mencakup aktivasi komunikasi dengan Serial Monitor, LCD I2C 20x4, modul RTC DS1307 sebagai penanda waktu, modul SD card sebagai media penyimpanan data, serta sensor suhu DS18B20. Setelah semua modul terinisialisasi, Arduino akan mengecek apakah RTC dan SD card berhasil terdeteksi. Jika salah satu tidak terbaca, sistem akan menampilkan pesan kesalahan pada LCD dan menghentikan program. Jika semua perangkat bekerja normal, maka alat akan menampilkan status "SISTEM SIAP" dan masuk ke dalam loop utama.

Di dalam loop utama, Arduino akan membaca waktu internal menggunakan millis() untuk menentukan apakah sudah waktunya mengambil data. Jika selisih waktu dari pembacaan sebelumnya telah mencapai lima menit, sistem akan mulai mengambil data dari sensor pH (pin A0), turbidity (pin A1), TDS (pin A2), dan suhu air (DS18B20). Nilai-nilai tersebut akan dikombinasikan dengan waktu dan tanggal dari RTC, kemudian ditampilkan pada LCD 20x4 agar pengguna dapat memantau secara langsung tanpa perlu membuka box. Secara bersamaan, data juga akan disimpan ke dalam SD card dalam format CSV, termasuk waktu, pH, NTU, TDS (ppm), dan suhu (°C). Proses ini akan terus berulang secara otomatis setiap lima menit selama alat menyala.

Setelah pengguna selesai menggunakan alat, sistem dapat dimatikan kembali dengan menekan tombol saklar pada sisi kanan box. Untuk menjaga akurasi pembacaan sensor dan memperpanjang usia pemakaian, ujung sensor sebaiknya segera dibersihkan menggunakan air bersih dan tisu. Dengan algoritma

ini, sistem berjalan secara otomatis, efisien, dan mudah dioperasikan oleh pengguna tanpa perlu intervensi teknis tambahan.

### 3.2.2 Flowchart



### 3.3 Desain Sistem Secara Keseluruhan

Desain sistem ini mencakup beberapa subsistem utama yang berfungsi secara terintegrasi untuk mencapai tujuan pemantauan kualitas air secara otomatis. Berikut adalah rincian fungsi dan interaksi antar subsistem:

A. Subsistem Input (Sensor)

1. Fungsi: Mengukur parameter kualitas air di kolam budidaya ikan.
2. Komponen:
    a) Sensor pH Digital: Mengukur tingkat keasaman atau kebasaan air (rentang 0-14 pH).
    b) Sensor Suhu DS18B20: Mengukur suhu air (rentang -55°C hingga +125°C).
    c) Sensor Turbidity: Mengukur tingkat kekeruhan air (rentang 0-1000 NTU).
    d) Sensor Konduktivitas: Mengukur kadar garam atau salinitas air (0-50 ppt).
3. Interaksi: Data yang diperoleh dari setiap sensor dikirim ke mikrokontroler arduino uno untuk diproses.

B. Subsistem Prosesor (Mikrokontroler arduino uno)

1. Fungsi: Sebagai pusat pemrosesan data dari sensor dan pengambilan keputusan.
2. Tugas Utama:
    a) Menerima input dari sensor (pH, suhu, turbidity, dan salinitas).

b) Mengkalibrasi dan memproses data mentah menjadi informasi yang mudah dibaca.
c) Membandingkan data sensor dengan nilai ambang batas yang telah ditentukan.
d) Mengaktifkan alarm atau peringatan jika parameter kualitas air melebihi ambang batas.
e) Mengirimkan data ke modul RTC untuk pencatatan.

3. Interaksi:
   a) Mengontrol pengiriman data ke LCD untuk ditampilkan.
   b) Mengaktifkan alarm jika kondisi air abnormal.
   c) Menyimpan data historis ke Data Logger (RTC DS1307).

C. Subsistem Output (Display dan Alarm)

1. Fungsi: Menyajikan data hasil pengukuran kualitas air dan memberikan peringatan jika terjadi kondisi abnormal.
2. Komponen:
   a) LCD 20x4: Menampilkan parameter pH, suhu, kekeruhan, dan salinitas dalam format berikut:

      pH: 7.4

      Suhu: 27.3°C

      Salinitas: 1.2 ppt

      Kekeruhan: 50 NTU

   b) Alarm Notifikasi: Memberikan peringatan berupa suara atau pesan visual jika parameter keluar dari batas optimal.

3. Interaksi:
    a) Menerima data yang diproses dari arduino uno untuk ditampilkan di LCD.
    b) Mengaktifkan alarm jika nilai parameter abnormal.

D. Subsistem Penyimpanan Data (RTC DS1307)
1. Fungsi: Merekam data historis hasil pemantauan parameter kualitas air secara berkala.
2. Komponen:
    a) RTC DS1307: Modul penyimpan waktu real-time yang menyimpan data dengan format waktu (jam, hari, bulan, tahun).
3. Interaksi:
    a) RTC menerima data dari arduino uno dan menyimpan nilai parameter kualitas air.
    b) Data historis dapat digunakan untuk menganalisis tren kualitas air dalam jangka panjang.

E. Subsistem Catu Daya
1. Fungsi: Menyediakan daya untuk semua komponen elektronik.
2. Komponen:
    a) Adaptor DC 5V: Sumber daya utama.
    b) Tenaga Surya (Opsional): Sumber daya alternatif untuk efisiensi energi.

3. Interaksi:
    a) Memberikan suplai daya ke sensor, mikrokontroler, LCD, alarm, dan RTC.

F. Diagram Interaksi Antar Subsistem

1. Sensor (pH, suhu, turbidity, salinitas) → mengirim data → arduino uno.
2. arduino uno:
    a) Memproses dan mengkalibrasi data sensor.
    b) Membandingkan dengan ambang batas.
    c) Mengirim data ke:
        1) LCD untuk ditampilkan.
        2) RTC untuk disimpan.
3. Data Historis → tersimpan di RTC untuk keperluan analisis.

### 3.4. Desain Konstruksi/Mekanik (Jika Ada)

A. Struktur Konstruksi/Mekanik Produk:

1. Enclosure (Box): Desain kotak pelindung yang kuat dan tahan air untuk melindungi komponen elektronik (mikrokontroler, sensor, dan LCD) dari kelembapan dan kerusakan.
    a) Material: ABS atau plastik tahan air.
    b) Fitur: Tempat untuk memasang sensor di luar kotak pelindung dengan saluran untuk kabel sensor.

B. Menentukan Ukuran atau Dimensi Produk:

1. Ukuran Konstruksi:

a) Panjang: 20 cm

b) Lebar: 15 cm

c) Tinggi: 10 cm

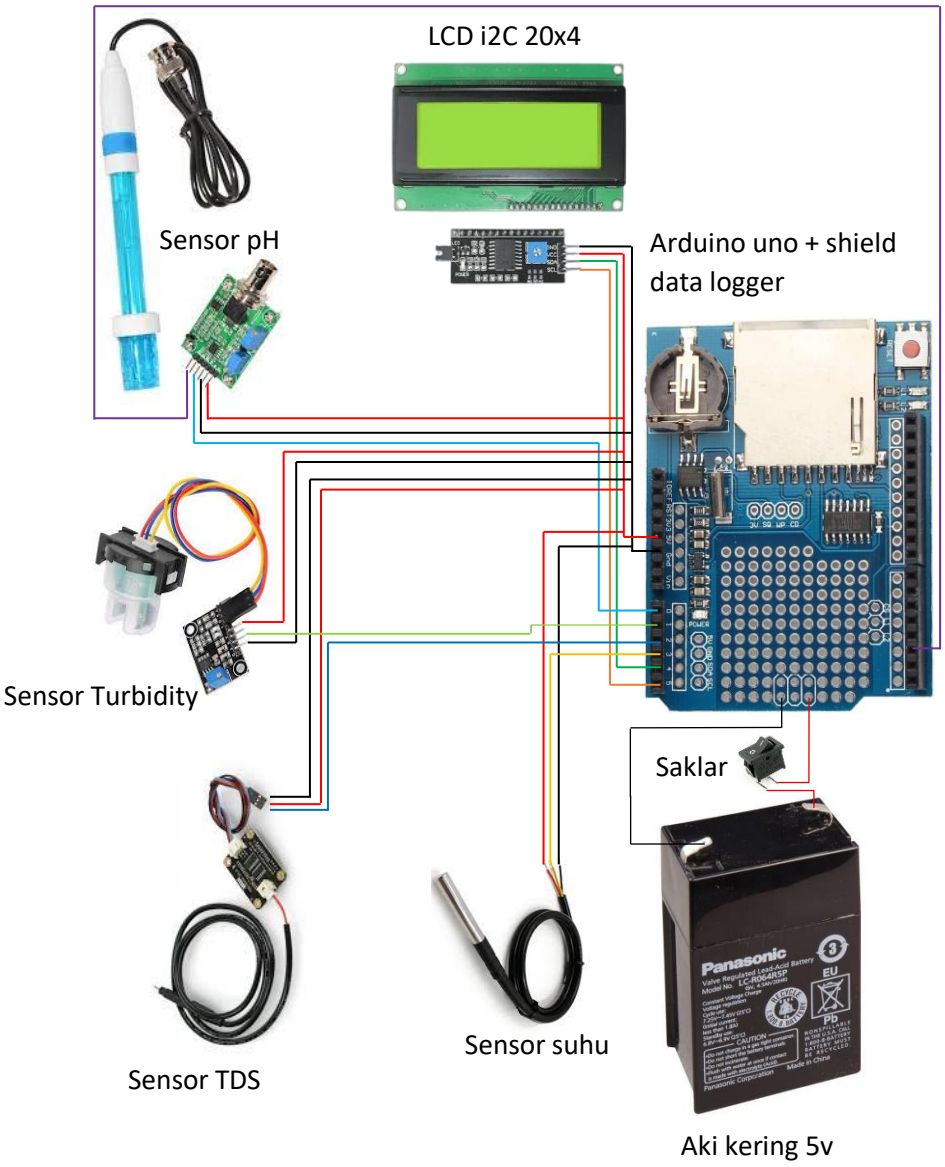
d) Sensor Pemasangan: Sensor akan dipasang di sisi luar kotak pelindung untuk memastikan sensor terpapar langsung dengan air.

# BAB IV

# DOC.EU-400 IMPLEMENTASI

## 4.1 Hasil Perancangan Sistem Perangkat Keras

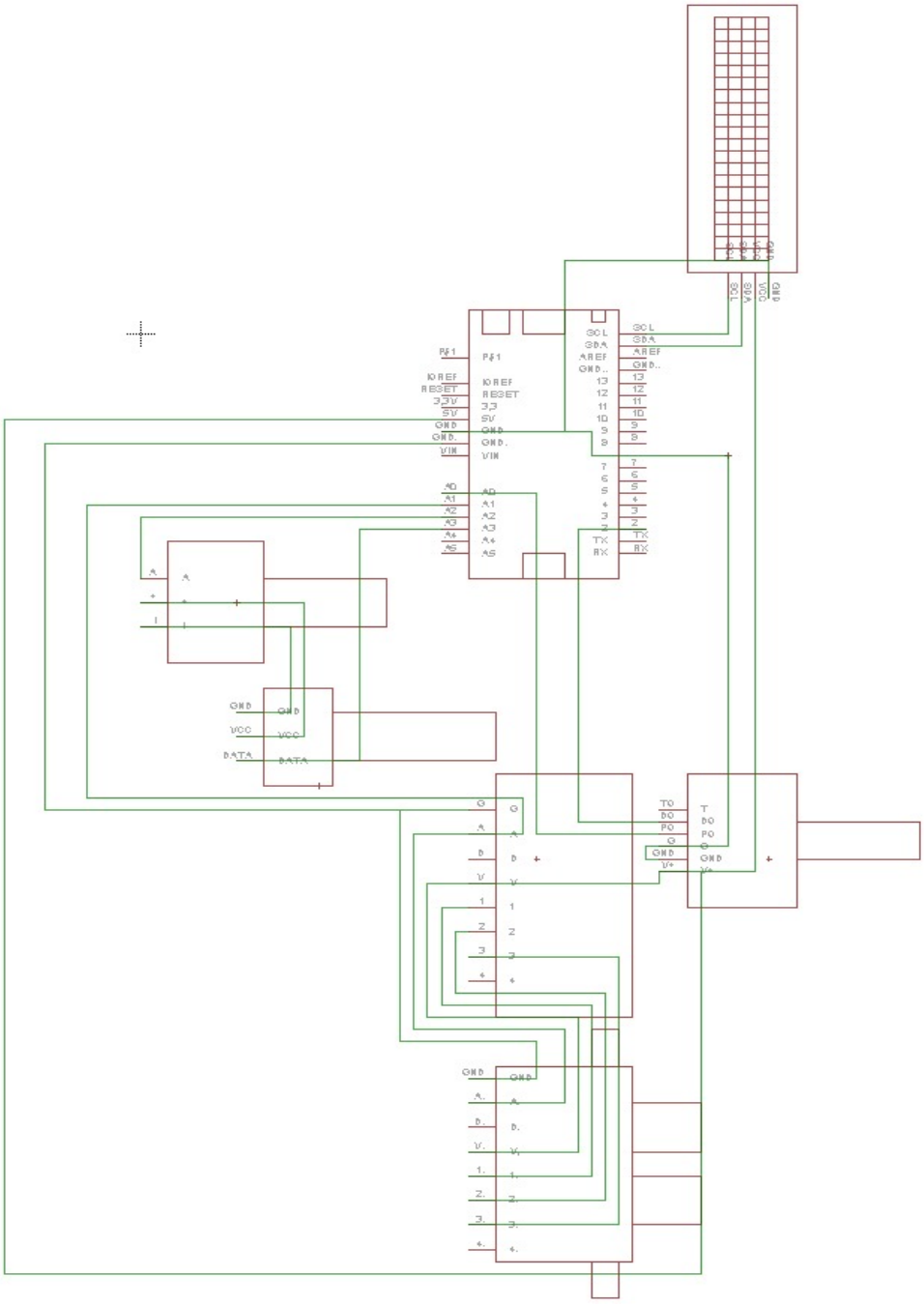
Pada rangkaian terdiri dari sebuah Arduino Uno sebagai mikrokontroler yang terhubung langsung dengan shield data logger (termasuk modul RTC) dan sebuah memory card 2GB yang akan berfungsi sebagai tempat penyimpanan data. Sensor yang digunakan mencakupsebuah sensor pH-4502C, sebuah sensor suhu DS18B20, sebuah sensor Turbidity SEN-0175, sebuah sensor TDS DFRobot SEN0244 dan LCD 20x4 yang menggunakan modul I2C. Sensor pH-4502C akan dihubungakan ke papan arduino uno dengan koneksi pin V+ ke 5v, pin G ke GND, dan pin Po ke A0. Untuk Sensor Turbidity akan dihubungakan ke papan arduino uno dengan koneksi pin V ke 5v, pin G ke GND, dan pin A ke A1. UntukSensor TDS DFRobot SEN0244 akan dihubungakan ke papan arduino uno dengan koneksi pin plus (+) ke 5v, pin minus(-) ke GND, dan pin A ke A2. UntukSensor suhu DS18B20 akan dihubungakan ke papan arduino uno dengan koneksi pin V ke 5v, pin G ke GND, dan pin D ke A3. Kemudian yang terakhir adalah LCD I2C 20x4 akan dihubungkan kepapan arduino uno dengan koneksi pin V ke 5v, pin G ke GND, pin SDA ke A4, dan pin SCL ke A5. SD card pada data logger menggunakan komunikasi SPI pada pin D10-D13.




Gambar 4.1 Desain Skematik Subsistem

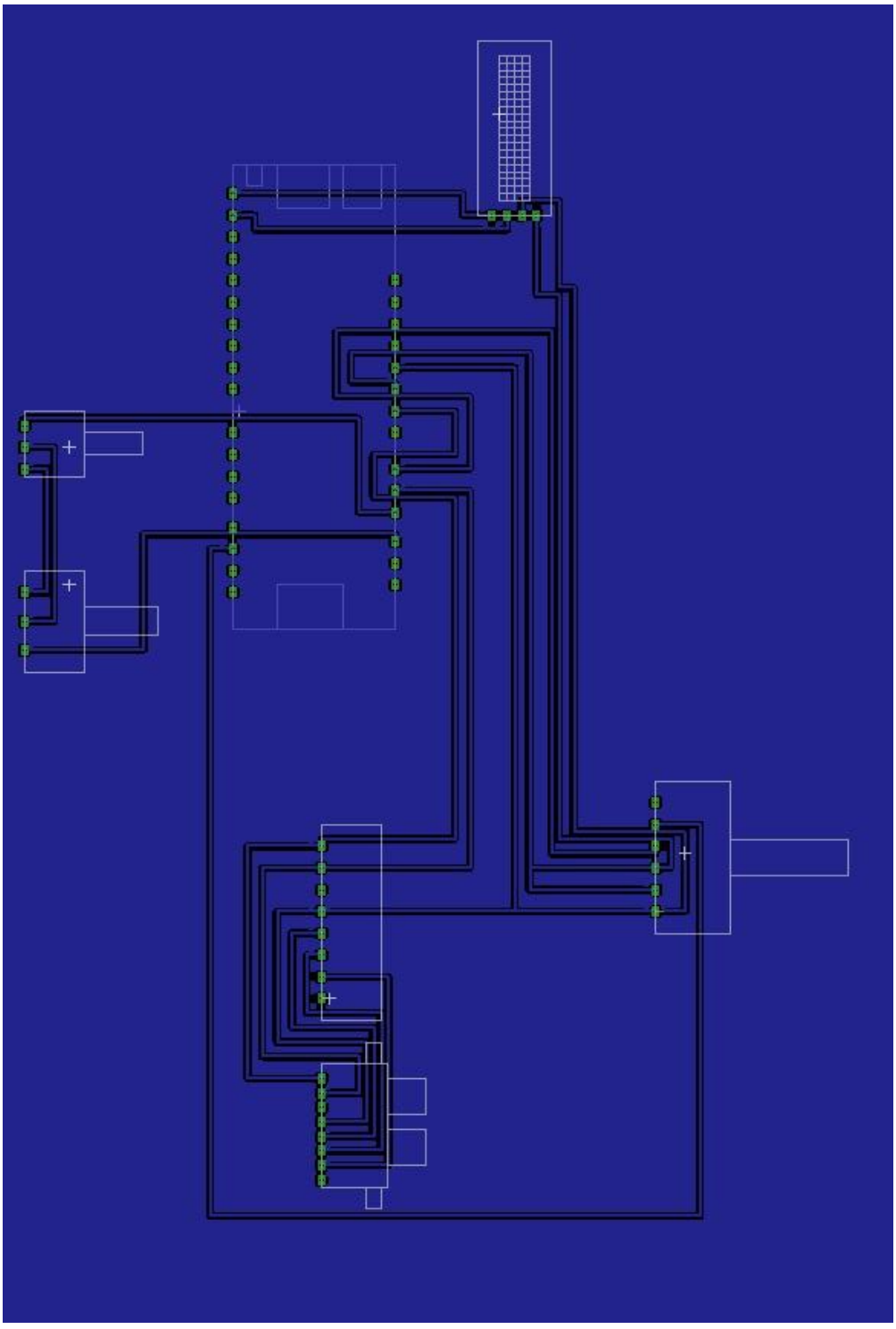
Gambar ini merupakan desain skematik subsistem dalam bentuk wiring diagram visual. Gambar ini menggunakan ilustrasi nyata dari masing-masing komponen seperti pi Po sensor pH yang terhubungan dengan pin A0, pin A sensor turbidity yang terhubungan dengan pin A1, pin A sensor TDS yang terhubungan dengan pin A2, pin D sensor suhu DS18B20 yang terhubungan dengan pin A3, pin SDA dan pin SCL LCD I2C 20x4 yang

terhubungan dengan pin A4 & A5, serta Arduino Uno dengan data logger shield di atasnya. Wiring diagram ini memperjelas hubungan antar komponen dengan menunjukkan jalur kabel berwarna yang menghubungkan pin satu ke pin lainnya.



Gambar 4.2 Desain Skematik Sistem Keseluruhan

Gambar ini adalah representasi logis dari koneksi semua komponen dalam alat monitoring. Pada gambar ini, Arduino Uno ditampilkan sebagai pusat kendali utama yang menghubungkan seluruh sensor dan modul. LCD 20x4 dengan antarmuka I2C terhubung ke pin SDA (A4) dan SCL (A5), sedangkan sensor pH, turbidity, TDS, dan suhu masing-masing terhubung ke pin analog atau digital pada Arduino. Modul data logger terhubung melalui beberapa pin digital dan menyediakan jalur komunikasi untuk penyimpanan data ke SD card. Skematik ini menggambarkan bagaimana aliran data dan daya didistribusikan antar komponen, serta menjadi acuan utama dalam proses perakitan sistem maupun pembuatan PCB.



Gambar 4.3 Desain PCB Board Sistem

Gambar ini merupakan desain PCB board sistem, yang menunjukkan tata letak jalur tembaga dan penempatan komponen elektronik pada papan cetak (PCB). Jalur-jalur hitam pada gambar mewakili koneksi antar pin dan komponen yang telah dirancang sebelumnya dalam skematik elektronik. Titik-titik hijau menandakan titik-titik solder atau via yang menghubungkan lapisan atau jalur berbeda pada PCB. Desain ini dibuat dengan tingkat kerapatan jalur yang cukup tinggi, sehingga presisi dalam proses produksi menjadi sangat penting.

### 4.2 Hasil Perancangan Sistem Perangkat Lunak

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <RTClib.h>
#include <SD.h>
#define PH_PIN A0
#define TURBIDITY_PIN A1
#define TDS_PIN A2
#define ONE_WIRE_BUS A3
#define SD_CS 10
```

Program diawali dengan memasukan beberapa library yang digunakan untuk mengakses beberapa perangkat keras seperti Wire.h dan LiquidCrystal_I2C.h digunakan untuk mengatur komunikasi dengan LCD I2C 20x4, sementara OneWire.h dan DallasTemperature.h digunakan untuk membaca sensor suhu DS18B20 yang bekerja dengan protokol 1-Wire. Library RTClib.h digunakan untuk mengakses modul RTC DS1307, dan SD.h untuk mengakses penyimpanan data pada kartu SD. Setelah itu, beberapa pin didefinisikan sebagai konstanta, yaitu pin analog A0 hingga A3 untuk sensor pH, turbidity, TDS, dan suhu, serta pin digital 10 sebagai chip select untuk kartu SD.

```
// === Objek Sensor dan Modul ===
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature suhuSensor(&oneWire);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);
RTC_DS1307 rtc;
// === TDS ===
#define VREF 5.0
#define SCOUNT 30
// === Kalibrasi Turbidity ===
#define OFFSET 2500
#define SCALE -500
#define MAX_NTU 3000
// === Waktu Sampling ===
unsigned long previousMillis = 0;
const unsigned long interval = 30000; // 30 detik
```

Pada bagian ini untuk menginisialisasi objek seperti objek oneWire dan suhuSensor digunakan untuk membaca data dari sensor suhu, sementara objek lcd mengatur tampilan pada LCD 20x4 dengan alamat I2C 0x27. Objek rtc berfungsi untuk menangani waktu secara real-time menggunakan modul RTC DS1307. Selain itu, program juga mengatur beberapa parameter kalibrasi seperti referensi tegangan, jumlah sampel untuk filter median, serta offset dan skala untuk sensor kekeruhan.

```
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  suhuSensor.begin();
  lcd.init(); lcd.backlight(); lcd.clear();
  if (!rtc.begin()) {
    lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("RTC Tidak
Ditemukan");
    while (1);
  }
  if (!rtc.isrunning()) {
    rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)));
  }
  if (!SD.begin(SD_CS)) {
    lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("SD Gagal!");
    while (1);
```

```
  }

  lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("Sistem Siap");
  delay(2000);
}
```

Fungsi void setup() bertugas mempersiapkan seluruh modul dan sensor sebelum sistem mulai beroperasi. Di sini, komunikasi serial diinisialisasi untuk keperluan debugging, sensor suhu dan LCD disiapkan, serta modul RTC dan SD card diperiksa koneksinya. Jika RTC tidak berjalan, waktu akan diatur secara otomatis berdasarkan waktu kompilasi program. Jika SD card gagal terdeteksi, program akan berhenti dan menampilkan pesan error di LCD. Setelah semua modul siap, LCD akan menampilkan pesan "Sistem Siap" sebelum masuk ke loop utama.

```
void loop() {
  if (millis() - previousMillis >= interval) {
    previousMillis = millis();
    suhuSensor.requestTemperatures();
    float suhu = suhuSensor.getTempCByIndex(0);
    float ph = bacaPH();
    float ntu = bacaTurbidity();
    float tds = bacaTDS(suhu);
    int persen = map(ntu, 0, MAX_NTU, 0, 100);
    persen = constrain(persen, 0, 100);
    DateTime now = rtc.now();
    // === Tampilkan ke LCD ===
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("pH: "); lcd.print(ph, 2);
    lcd.setCursor(11, 0);
    lcd.print(now.timestamp(DateTime::TIMESTAMP_TIME));
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("TDS: "); lcd.print(tds, 0); lcd.print("
ppm");
    lcd.setCursor(0, 2);
    lcd.print("NTU: "); lcd.print(ntu, 1); lcd.print("
(");
    lcd.print(persen); lcd.print("%)");
    lcd.setCursor(0, 3);
```

```
    lcd.print("Temp: "); lcd.print(suhu, 1);
lcd.print((char)223); lcd.print("C");
```

Fungsi void loop() menjalankan pembacaan sensor dan penyimpanan data secara berkala setiap 5 menit. Program menggunakan pendekatan non-blocking delay dengan memanfaatkan fungsi millis() untuk memastikan pembacaan sensor terjadi tepat waktu tanpa mengganggu operasi lainnya. Data yang dibaca meliputi suhu air (°C), pH, tingkat kekeruhan (NTU), dan TDS (ppm). Hasil pembacaan sensor ditampilkan di LCD dengan format yang rapi, termasuk waktu dari RTC. Data tersebut juga disimpan ke dalam kartu SD dalam format CSV.

```
    // === Simpan ke SD Card (CSV) ===
    File dataFile = SD.open("log.csv", FILE_WRITE);
    if (dataFile) {
      dataFile.print(now.timestamp());
      dataFile.print(","); dataFile.print(ph, 2);
      dataFile.print(","); dataFile.print(tds, 0);
      dataFile.print(","); dataFile.print(ntu, 1);
      dataFile.print(","); dataFile.print(persen);
      dataFile.print(","); dataFile.println(suhu, 1);
      dataFile.close();
    } else {
      Serial.println("Gagal membuka file SD");
    }
```

Program akan membuka atau membuat file bernama log.csv di kartu SD, lalu mencatat semua hasil pembacaan sensor ke dalam file tersebut. Format penyimpanan menggunakan CSV (Comma Separated Values), sehingga memudahkan untuk dianalisis dengan perangkat lunak seperti Excel. Data yang dicatat meliputi timestamp lengkap (tanggal dan jam), pH, TDS, NTU, persentase kekeruhan, dan suhu. Jika file tidak dapat dibuka, maka pesan kesalahan akan ditampilkan melalui port serial.

```
float bacaPH() {
  unsigned int pH_Value = 0;
  for (int i = 0; i < 10; i++) {
    pH_Value += analogRead(PH_PIN);
    delay(10);
  }
  float avgAnalog = (float)pH_Value / 10.0;
  float tegangan = avgAnalog * (5.0 / 1023.0);
  float kalibrasi = 42.7 ;
  float ph = -10.15* tegangan + kalibrasi;
  return ph;
}
```

Fungsi ini membaca tegangan dari sensor pH sebanyak 10 kali untuk mendapatkan nilai rata-rata, lalu mengubah hasil analog ke tegangan dalam satuan volt. Tegangan ini dikalibrasi menggunakan persamaan linier hasil regresi empiris dari data sebelumnya, yaitu ph = -10.15 * tegangan + kalibrasi, dengan nilai kalibrasi yang bisa disesuaikan tergantung hasil pengujian laboratorium.

```
float bacaTurbidity() {
  int sensorValue = analogRead(TURBIDITY_PIN);
  float voltage = sensorValue * (5.0 / 1023.0);
  float ntu = OFFSET + SCALE * voltage;
  return constrain(ntu, 0, MAX_NTU);
}
```

Fungsi ini membaca nilai analog dari sensor turbidity dan mengkonversikannya ke tegangan. Nilai tegangan ini kemudian diubah ke nilai NTU (Nephelometric Turbidity Units) berdasarkan rumus linier yang dikalibrasi menggunakan OFFSET dan SCALE. Hasil akhirnya dikembalikan dengan pembatasan nilai maksimal menggunakan constrain() untuk mencegah data ekstrem.

```
float bacaTDS(float temperature) {
  int buffer[SCOUNT];
  for (int i = 0; i < SCOUNT; i++) {
    buffer[i] = analogRead(TDS_PIN);
```

```
    delay(5);
  }
  float avgVoltage = getMedianNum(buffer, SCOUNT) *
VREF / 1024.0;
  float compensationCoefficient = 1.0 + 0.02 *
(temperature - 25.0);
  float compensationVoltage = avgVoltage /
compensationCoefficient;
  float tdsValue = (133.42 * pow(compensationVoltage,
3)- 255.86 * pow(compensationVoltage, 2)
+ 857.39 * compensationVoltage) * 0.5;
  return tdsValue;
}
int getMedianNum(int bArray[], int iFilterLen) {
  int bTab[iFilterLen];
  for (byte i = 0; i < iFilterLen; i++) bTab[i] =
bArray[i];
  int i, j, bTemp;
  for (j = 0; j < iFilterLen - 1; j++) {
    for (i = 0; i < iFilterLen - j - 1; i++) {
      if (bTab[i] > bTab[i + 1]) {
        bTemp = bTab[i];
        bTab[i] = bTab[i + 1];
        bTab[i + 1] = bTemp;
      }
    }
  }
  if ((iFilterLen & 1) > 0)
    bTemp = bTab[(iFilterLen - 1) / 2];
  else
    bTemp = (bTab[iFilterLen / 2] + bTab[iFilterLen / 2
- 1]) / 2;
  return bTemp;
}
```

Sensor TDS (Total Dissolved Solids) membutuhkan pengambilan sampel lebih banyak karena fluktuasi data yang lebih tinggi. Sebanyak 30 data analog dikumpulkan, kemudian nilai median dari data tersebut dihitung menggunakan fungsi getMedianNum() agar lebih tahan terhadap noise. Nilai ini dikonversi menjadi tegangan rata-rata, lalu dikompensasi berdasarkan suhu air. Rumus kubik yang digunakan untuk menghitung nilai TDS didasarkan pada karakteristik sensor

TDS buatan DFRobot, dan hasil akhirnya dikalikan 0.5 untuk disesuaikan dengan versi kalibrasi sensor.

Fungsi ini digunakan untuk menghitung nilai median dari sejumlah data yang telah dibaca dari sensor TDS. Algoritma bubble sort digunakan untuk mengurutkan array, lalu nilai tengah dari array tersebut dikembalikan. Jika jumlah data genap, maka median dihitung dari rata-rata dua nilai tengah. Fungsi ini membantu meningkatkan akurasi dan stabilitas pembacaan data sensor dengan mengurangi pengaruh dari data outlier atau noise.

Saat program dimulai, bagian setup() akan menginisialisasi semua perangkat: komunikasi serial, sensor suhu, LCD I2C 20x4, RTC, dan SD card. Jika RTC atau SD card tidak terdeteksi, sistem akan menampilkan pesan kesalahan di LCD dan berhenti beroperasi. Setelah sistem siap, LCD akan menampilkan status "Sistem Siap".

Pada bagian loop(), sistem memeriksa apakah waktu sampling (5 menit) telah berlalu menggunakan fungsi millis(). Jika belum, program terus menunggu. Jika ya, maka sistem akan mulai membaca data dari semua sensor. Sensor suhu diakses terlebih dahulu menggunakan pustaka DallasTemperature. Data suhu ini digunakan untuk kompensasi pada pembacaan sensor TDS. Selanjutnya, pembacaan sensor pH dilakukan dengan mengambil rata-rata dari 10 pembacaan analog untuk mengurangi noise, lalu dikonversi ke nilai pH berdasarkan rumus kalibrasi. Sensor turbidity dibaca secara langsung, dikonversi menjadi nilai NTU, kemudian dihitung persentase kekeruhannya berdasarkan skala maksimum 3000 NTU. Untuk sensor TDS, sistem mengambil 30 sampel data analog, menghitung

median, lalu menggunakan rumus konversi dengan kompensasi suhu untuk menghitung nilai TDS dalam ppm.

Setelah semua data terkumpul, waktu dari RTC diambil, dan semua informasi ditampilkan ke layar LCD: pH, TDS, NTU (dan persentasenya), suhu, dan waktu. Kemudian data yang sama disimpan ke file CSV di SD card dalam format: waktu, pH, TDS, NTU, persen NTU, suhu. Ini memungkinkan pencatatan historis data kualitas air. Jika proses penyimpanan gagal, pesan kesalahan akan ditampilkan di serial monitor.

Sensor pH (PH-4502C) bekerja dengan memberikan output tegangan yang berkaitan dengan tingkat keasaman larutan. Dalam program, nilai analog dari sensor dikonversi menjadi tegangan dalam volt dengan rumus :

$$V = \frac{Nilai\ ADC\ x\ 5}{1023}$$

$$pH = -10.15\ x\ V + Kalibrasi$$

Keterangan :

- V= Tegangan (v)
- ADC= Analog to Digital Converter (dalam skala 0-5v)
- pH= Nilai pH yang akan terbaca
- Kalibrasi= 42.7 (disesuaikan dari hasil kalibrasi dengan larutan pH standar)

Contoh pada saat sensor membaca tegangan 4v, maka nilai pH yang akan terbaca adalah :

pH= -10.15 x 4+ 42.7

= 2.1

Sensor turbidity juga menghasilkan tegangan analog, yang setelah dikonversi ke voltase akan diproses dengan rumus:

$$V = \frac{Nilai\ ADC\ x\ 5}{1023}$$

$$NTU = OFFSET + SCALE\ x\ V$$

Keterangan :

- V= Tegangan (v)
- ADC= Analog to Digital Converter (dalam skala 0-5v)
- OFFSET= Nilai konstanta untuk menyesuaikan pembacaan sensor (2500)
- SCALE= Kemiringan grafik hubungan tegangan terhadap NTU

  ( -500)
- NTU= Tingkat kekeruhan (NTU)

Contoh pada saat sensor membaca tegangan 4v, maka nilai NTU yang akan terbaca adalah :

NTU= 2500 + (-500 x 4) = 500 ntu

Sensor TDS memiliki karakteristik non-linear dan juga dipengaruhi oleh suhu air. Oleh karena itu, pembacaan dilakukan dengan mengambil beberapa sampel nilai analog, kemudian dihitung nilai mediannya. Tegangan rata-rata tersebut dikompensasi terhadap suhu menggunakan rumus:

$$V = \frac{Median\ ADC\ x\ 5}{1023}$$

$$KS = 1 + \ 0.02\ x\ (-25)$$

$$TK = \frac{V}{KS}$$

$$TDS = (\ 133.42\ x\ TK - 255.86\ x\ KS + 857.39\ x\ V) \times 0.5$$

- V= Tegangan rata-rata (v)
- Median ADC = Nilai ADC diambil sebanyak 30 kali, lalu dicari mediannya
- KS = Nilai Kompensasi suhu (v)
- TK = Nilai tegangan koreksi (v)
- TDS= Nilai TDS (ppm)

Contoh pada saat sensor membaca tegangan 3v, maka nilai TDS yang akan terbaca adalah :

KS = $1 + \ 0.02\ x\ (-25)$ = 0.5

TK = $\frac{3}{0.5}$ = 6

TDS = (133.42 x 6 – 255,86 x 0.5 + 857.39 x 3) 0.5

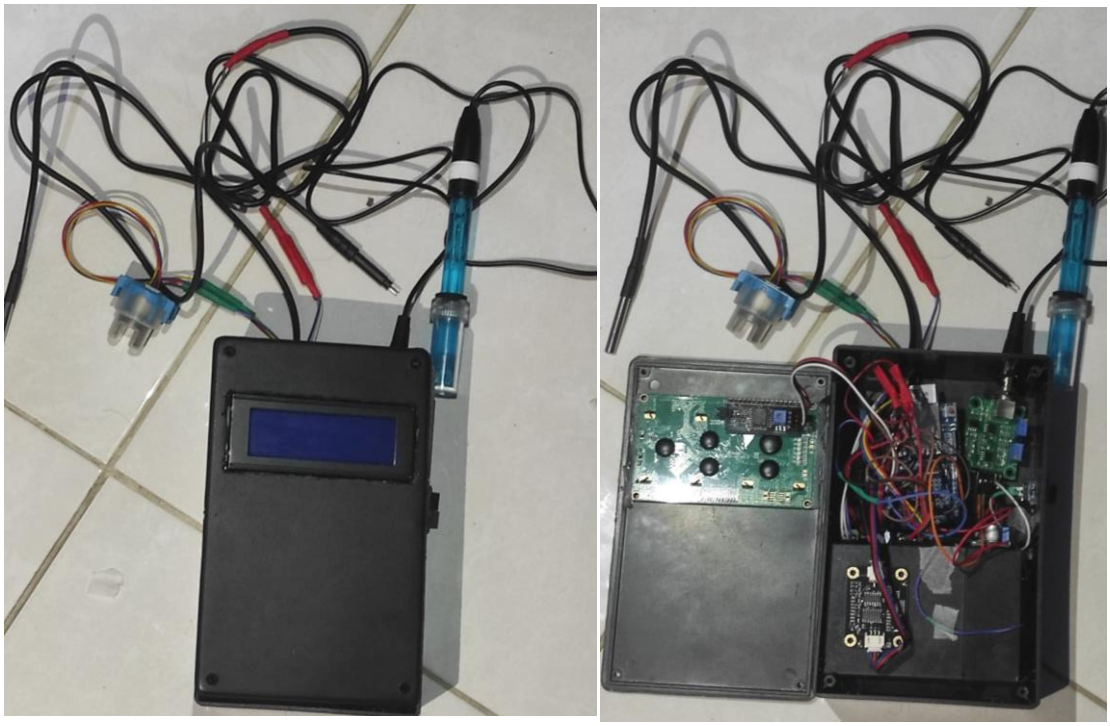
= 1622.38

Sensor suhu DS18B20 bekerja secara digital dan langsung memberikan nilai suhu dalam satuan derajat Celsius melalui fungsi pustaka DallasTemperature tanpa perlu konversi tambahan. Nilai suhu ini tidak hanya ditampilkan, tetapi juga digunakan untuk mengoreksi pembacaan TDS agar lebih akurat.

## 4.3 Konstruksi Mekanik

### 4.3.1 Foto Produk

Produk yang kami rancang adalah sebuah alat yang didalamnya terdapat 4 jenis sensor antara lain sensor pH-4502c, sensor turbidity, sensor TDS DFRobot SEN0244, dan sensor suhu DS18B20, yang nantinya keempat jenis sensor ini dapat mengukur tingkat kualitas air khususnya pada kolam budidaya ikan berdasarkan nilai pH, tingkat kekeruhan, tingkat kadar garam terlarut, dan temperatur air. Berikut ada foto produk yang kami hasilkan:



Gambar 4.4 Alat Monitoring Kualitas Air

### 4.3.2 Spesifikasi Produk

Alat monitoring kualitas air ini dikemas dalam sebuah kotak enclosure berukuran 18,5 cm × 11,5 cm × 6 cm yang terbuat dari plastik

keras berwarna hitam. Di bagian depan kotak terdapat tampilan LCD I2C 20x4 yang dipasang dengan rapi melalui lubang persegi panjang, sehingga informasi dapat dengan mudah dibaca dari luar tanpa membuka kotak.

Di dalam kotak, komponen elektronik ditata secara efisien. Arduino Uno yang dipasangkan dengan shield data logger dan modul RTC ditempatkan di bagian bawah sebelah kiri. Modul sensor pH (pH-4502C) diletakkan di sisi kanan bawah, sementara modul sensor suhu DS18B20, sensor TDS, dan sensor turbidity ditempel di atas aki 6V menggunakan lem lilin agar tidak bergeser. Penataan ini membuat penggunaan ruang dalam box menjadi optimal tanpa mengganggu sirkulasi kabel.

Sebagai sumber daya, alat ini menggunakan aki 6V yang ditanam langsung di dalam kotak. Tegangan dari aki diturunkan oleh modul step-down untuk menyesuaikan dengan kebutuhan Arduino dan sensor. Konfigurasi ini membuat alat bersifat mandiri dan dapat digunakan di lapangan tanpa bergantung pada sumber listrik eksternal.

Untuk pengkabelan, jalur kabel power dan data disusun rapi dengan isolasi bakar. Keempat ujung sensor (pH, TDS, turbidity, dan suhu) diarahkan keluar dari bagian atas kotak, tepat di atas LCD, melalui lubang kecil. Penempatan lubang di sisi atas ini membantu meminimalisasi kemungkinan masuknya air atau kelembapan dari lingkungan sekitar.

### 4.4 Cara Pengoprasian Sistem/Produk

Pengoperasian alat monitoring kualitas air ini diawali dengan memastikan seluruh sensor telah terpasang dengan benar, dan ujung-ujungnya diarahkan keluar melalui bagian atas box agar dapat dicelupkan ke air. Aki 6V juga perlu dicek kondisinya agar cukup daya untuk menyalakan sistem. Setelah alat dinyalakan dengan menekan tombol saklar yang berada disebelah kanan box.

Saat alat aktif, Arduino akan langsung menjalankan proses inisialisasi dan membaca semua sensor. Modul RTC akan memberikan waktu saat itu, yang akan digunakan untuk mencatat data. Hasil pembacaan sensor, seperti pH, suhu, TDS, dan turbidity akan langsung ditampilkan pada layar LCD 20x4 beserta dengan tanggal/bulan/ tahun dan secara otomatis disimpan ke SD card dalam format CSV oleh data logger.

Selama alat berjalan, pengguna dapat memantau data langsung dari LCD tanpa membuka box. Setelah selesai digunakan, alat dapat dimatikan dengan menekan kembali tombol saklar pada sebelah kanan box, dan ujung sensor sebaiknya dibersihkan menggunakan air bersih dan tisu.

# BAB V

# DOC.EU-500 PENGUJIAN DAN ANALISIS

## 5.1 Pengujian Sistem Spesifikasi Produk

### 5.1.1 Alat Ukur Pembanding

Kami menggunakan alat ukur TDS/EC/pH/Salinity/Temperature Meter Digital Tester, yaitu alat ukur portabel multifungsi yang digunakan untuk mengukur berbagai parameter kualitas air. Alat ini umum digunakan dalam aplikasi seperti hidroponik, akuarium, pengolahan air, kolam renang, dan laboratorium.




Gambar 5.1 Alat ukur TDS/EC/pH/Salinity/Temperature Meter Digital Tester

Alat ini dapat mengukur TDS (Total Dissolved Solids) dengan rentang pengukuran 0-9999 ppm akurasi ±2% FS, EC (Electrical Conductivity) dalam µS/cm atau mS/cm dengan rentang pengukuran 0 – 9999 µS/cm akurasi ±2% FS, pH dengan rentang pengukuran 0-14

akurasi ±0.05 pH, dan suhu dalam °C dengan rentang pengukuran 0-60°C akurasi ±0.5 °C.

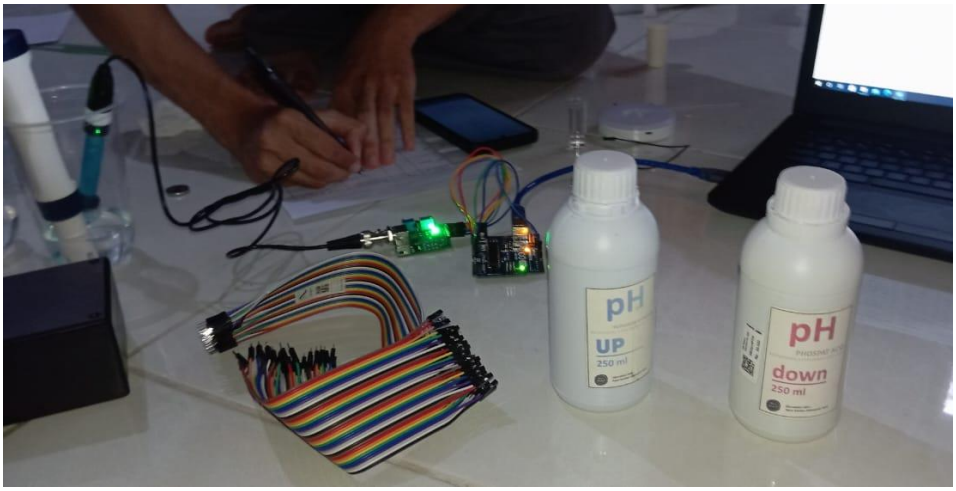
### 5.1.2 Pengujian Sensor pH-4502c

Langkah pertama kami menghubungkan pin power, pin ground, dan pin data sensor pH ke papan arduino kemudian menyiapkan program untuk kalibrasi sensor pH dan menguploadnya di papan arduino setelah itu kami menyiapkan 2 gelas yang berisi air mineral (Aqua) dengan pH normal sebanyak 100mL, masing-masing berlabel “pH Up”, dan “pH down”. Kemudian kami menguji pH awal dengan sensor pH dan pH meter lalu mencatat nilai output dari sensor dan pH meter sebanyak 5x, setelah kami membersihkan ujung sensor dan ujung pH meter kami menuangkan cairan pH up ke gelas yang berlabel “pH up” sebanyak 5mL lalu menguji “pH Up” dan mencatat nilai output dari sensor dan pH meter sebanyak 5x, setelah itu kami membersihkan kembali ujung sensor pH dan ujung pH meter lalu kami menuangkan cairan pH down pada gelas berlabel “pH down” sebanyak 5mL lalu menguji pH down dan mencatat nilai output dari sensor dan pH meter sebanyak 5x. kami mengulangi langkah ini dengan volume air yang berbeda yakni Air dengan volume 200 mL dan 300 mL. Setelah kami mendapatkan data dari hasil pembacaan sensor pH dan hasil pembacaan pH meter kemudian kami menghitung nilai errornya dengan rumus :

$$Error = \left| \frac{\text{hasil pembacaan sensor pH} - \text{ hasil pembacaan pH meter}}{\text{hasil pembacaan pH meter}} \right| x100\%$$

## Tabel 5.1 Hasil Pengujian sensor pH-4502c

| Volume Air | Takaran Pengatur pH | Pengujian Ke- | Hasil Pembacaan Sensor pH | Hasil Pembacaan pH meter | Nilai Error (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 100 mL | pH Awal | 1 | 7,63 | 7,71 | 1,04 |
| | | 2 | 7,65 | 7,71 | 0,78 |
| | | 3 | 7,64 | 7,71 | 0,91 |
| | | 4 | 7,65 | 7,71 | 0,78 |
| | | 5 | 7,63 | 7,71 | 1,04 |
| | Rata-rata | | 7,64 | 7,71 | 0,91 |
| | pH Up | 1 | 9,11 | 8,96 | 1,67 |
| | | 2 | 9,12 | 8,96 | 1,79 |
| | | 3 | 9,14 | 8,96 | 2,01 |
| | | 4 | 9,13 | 8,96 | 1,90 |
| | | 5 | 9,11 | 8,96 | 1,87 |
| | Rata-rata | | 9,12 | 8,96 | 1,84 |
| | pH Down | 1 | 2,05 | 1,97 | 4,06 |
| | | 2 | 2,09 | 1,97 | 6,09 |
| | | 3 | 2,11 | 1,97 | 7,11 |
| | | 4 | 2,13 | 1,97 | 8,12 |
| | | 5 | 2,10 | 1,97 | 6,60 |
| | Rata-rata | | 2,09 | 1,97 | 6,39 |
| Rata-rata Nilai Error Volume Air 100mL | | | | | 3,05 |
| 200 mL | pH Awal | 1 | 7,46 | 7,60 | 1,84 |
| | | 2 | 7,49 | 7,60 | 1,45 |
| | | 3 | 7,50 | 7,60 | 1,32 |
| | | 4 | 7,52 | 7,60 | 1,05 |
| | | 5 | 7,51 | 7,60 | 1,18 |
| | Rata-rata | | 7,49 | 7,60 | 1,36 |
| | pH Up | 1 | 8,25 | 8,55 | 3,51 |
| | | 2 | 8,27 | 8,55 | 3,27 |
| | | 3 | 8,30 | 8,55 | 2,92 |
| | | 4 | 8,32 | 8,55 | 2,69 |
| | | 5 | 8,34 | 8,55 | 2,46 |
| | Rata-rata | | 8,29 | 8,55 | 2,97 |
| | pH Down | 1 | 2,66 | 2,58 | 3,10 |
| | | 2 | 2,65 | 2,58 | 2,71 |
| | | 3 | 2,67 | 2,58 | 3,49 |
| | | 4 | 2,68 | 2,58 | 3,88 |
| | | 5 | 2,69 | 2,58 | 4,26 |
| | Rata-rata | | 2,67 | 2,58 | 3,28 |
| Rata-rata Nilai Error Volume Air 200mL | | | | | 2.60 |
| 300 mL | pH Awal | 1 | 7,51 | 7,61 | 1,31 |
| | | 2 | 7,52 | 7,61 | 1,18 |
| | | 3 | 7,52 | 7,61 | 1,18 |
| | | 4 | 7,51 | 7,61 | 1,31 |
| | | 5 | 7,53 | 7,61 | 1,05 |
| | Rata-rata | | 7,52 | 7,61 | 1,20 |
| | pH Up | 1 | 8,12 | 8,42 | 3,56 |
| | | 2 | 8,16 | 8,42 | 3,09 |
| | | 3 | 8,15 | 8,42 | 3,21 |
| | | 4 | 8,17 | 8,42 | 2,97 |
| | | 5 | 8,18 | 8,42 | 2,85 |
| | Rata-rata | | 8,15 | 8,42 | 3,13 |
| | pH Down | 1 | 2,63 | 2,84 | 7,39 |
| | | 2 | 2,64 | 2,84 | 7,04 |
| | | 3 | 2,65 | 2,84 | 6,69 |
| | | 4 | 2,62 | 2,84 | 7,74 |
| | | 5 | 2,61 | 2,84 | 8,09 |
| | Rata-rata | | 2,63 | 2,84 | 7,39 |
| Rata-rata Nilai Error Volume Air 300mL | | | | | 3.91 |




Gambar 5.2 Pengujian Sensor pH-4502c

Berdasarkan hasil pengujian sensor pH-4502c menunjukkan kinerja yang cukup baik dalam mengukur pH pada tiga volume air (100 mL, 200 mL, dan 300 mL) dengan tiga kondisi: pH awal, pH naik, dan pH turun. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali untuk setiap kondisi, lalu dibandingkan dengan pH meter sebagai referensi.

Hasil menunjukkan bahwa rata-rata nilai error terendah terjadi pada volume 200 mL sebesar 2,60%, menandakan stabilitas pembacaan sensor pada volume ini. Pada volume 100 mL, nilai error sedikit lebih tinggi, terutama saat pH turun, kemungkinan karena distribusi larutan yang kurang merata. Sementara itu, volume 300 mL memiliki rata-rata error tertinggi sebesar 3,91%, dengan error terbesar saat pH turun hingga 8,09%, yang bisa disebabkan oleh pencampuran larutan yang kurang homogen.

Secara keseluruhan, sensor pH-4502c cukup andal dengan rata-rata error yang masih dalam batas wajar (<5%). Namun, akurasi sensor

dipengaruhi oleh volume air, pencampuran larutan, dan posisi sensor saat pengukuran. Volume 200 mL terbukti memberikan hasil paling stabil dan akurat dalam pengujian ini.

### 5.1.3 Pengujian Sensor Turbidity

Langkah pertama kami menghubungkan pin power, pin ground, dan pin data sensor Turbidity ke papan arduino kemudian menyiapkan program untuk kalibrasi sensor turbidity dan menguploadnya di papan arduino setelah itu kami menyiapkan 3 gelas dan bubuk kopi cappucino. Gelas 1 sebanyak 150mL, Gelas 2 sebanyak 300mL, dan Gelas 3 sebanyak 450mL. Kemudian kami menuangkan bubuk kopi pada gelas 1,2, dan 3 dengan takaran 1 tutup botol. Setelah itu kami mengujinya dengan sensor turbidity sebanyak 5x dari masing-masing gelas dan mencatat nilainya pada tabel. Setelah takaran 1 selesai, kami kembali menuangkan bubuk kopi pada gelas 1,2, dan 3 dengan takaran 1 tutup botol lagi sehingga masing-masing gelas miliki 2 takaran tutup botol dan kami mengujinya dengan sensor turbidity sebanyak 5x dari masing-masing gelas dan mencatatnya pada tabel. Kemudian kami mengulanginya setelah menambahkan bubuk kopi 1 tutup botol lagi untuk takaran ke-3.

## Tabel 5.2 Hasil Pengujian sensor Turbidity

| Volume Air | Takaran Kopi | Pengujian Ke- | Hasil Pembacaan Sensor Tubidity (NTU) | Hasil Pembacaan Sensor Turbidity (%) |
|---|---|---|---|---|
| 150 mL | 1 | 1 | 497,56 | 16,59 |
| | | 2 | 470,70 | 15,69 |
| | | 3 | 484,74 | 16,16 |
| | | 4 | 451,45 | 16,38 |
| | | 5 | 478,02 | 15,93 |
| | 2 | 1 | 1653,85 | 55,13 |
| | | 2 | 1630,65 | 54,35 |
| | | 3 | 1598,29 | 53,28 |
| | | 4 | 1601,34 | 53,38 |
| | | 5 | 1690,48 | 56,35 |
| | 3 | 1 | 2466,42 | 82,21 |
| | | 2 | 2467,64 | 82,25 |
| | | 3 | 2462,15 | 82,07 |
| | | 4 | 2470,09 | 82,34 |
| | | 5 | 2465,20 | 82,17 |
| 300 mL | 1 | 1 | 382,17 | 12,74 |
| | | 2 | 357,75 | 11,93 |
| | | 3 | 363,86 | 12,13 |
| | | 4 | 356,53 | 11,88 |
| | | 5 | 337,00 | 11,23 |
| | 2 | 1 | 616,00 | 20,53 |
| | | 2 | 705,74 | 23,52 |
| | | 3 | 733,21 | 24,44 |
| | | 4 | 699,02 | 23,30 |
| | | 5 | 686,81 | 22,89 |
| | 3 | 1 | 2036,63 | 67,89 |
| | | 2 | 2075,09 | 69,17 |
| | | 3 | 2077,53 | 69,25 |
| | | 4 | 2080,59 | 69,35 |
| | | 5 | 2071,43 | 69,05 |
| 450 mL | 1 | 1 | 270,45 | 9,02 |
| | | 2 | 285,71 | 9,52 |
| | | 3 | 274,11 | 9,14 |
| | | 4 | 278,39 | 9,28 |
| | | 5 | 289,38 | 9,65 |
| | 2 | 1 | 326,12 | 10,70 |
| | | 2 | 329,67 | 10,99 |
| | | 3 | 340,66 | 11,36 |
| | | 4 | 348,60 | 11,62 |
| | | 5 | 343,10 | 11,44 |
| | 3 | 1 | 1521,98 | 50,73 |
| | | 2 | 1525,64 | 50,85 |
| | | 3 | 1513,43 | 50,45 |
| | | 4 | 1529,91 | 51,00 |
| | | 5 | 1511,60 | 50,39 |



Gambar 5.3 Pengujian Sensor Turbidity

Berdasarkan pengujian sensor turbidity menunjukkan bahwa nilai kekeruhan (NTU) meningkat seiring dengan bertambahnya takaran bubuk kopi dalam air pada berbagai volume (150 mL, 300 mL, dan 450 mL). Pada setiap volume, tren kenaikan terbaca secara konsisten, yang menunjukkan bahwa sensor dapat mendeteksi peningkatan kadar partikel tersuspensi di dalam air. Misalnya, pada volume 150 mL, pembacaan rata-rata meningkat dari sekitar 478 NTU (takaran 1) menjadi 1.648 NTU (takaran 2), dan mencapai sekitar 2.462 NTU (takaran 3). Hal serupa terjadi pada volume 300 mL dan 450 mL, meskipun nilai NTU sedikit lebih rendah pada volume yang lebih besar untuk takaran kopi yang sama.

Perbedaan hasil antar volume dengan takaran kopi yang sama kemungkinan disebabkan oleh pengenceran: semakin besar volume air, maka konsentrasi partikel kopi per mililiter akan lebih rendah, sehingga kekeruhan terdeteksi lebih kecil. Selain itu, pembacaan antar pengulangan cukup stabil, menandakan sensor bekerja dengan baik dan

responsif terhadap perubahan tingkat kekeruhan. Secara keseluruhan, sensor turbidity memberikan hasil yang logis, konsisten, dan representatif terhadap perubahan konsentrasi partikel dalam cairan.

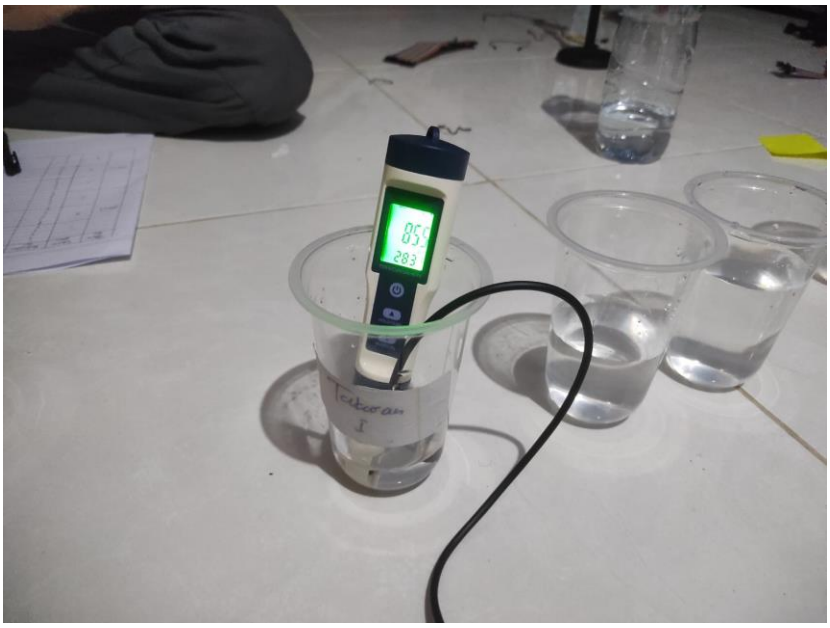
### 5.1.4 Pengujian Sensor TDS

Langkah pertama kami menghubungkan pin power, pin ground, dan pin data sensor tds ke papan arduino kemudian menyiapkan program untuk kalibrasi sensor tds dan menguploadnya di papan arduino setelah itu kami menyiapkan 3 gelas. Gelas 1 sebanyak 100mL, Gelas 2 sebanyak 200mL, dan Gelas 3 sebanyak 300mL. Kemudian kami menuangkan 5mL air garam pada masing-masing gelas 1,2, dan 3. Setelah itu kami mengujinya dengan sensor tds dan tds meter sebanyak 5x dari masing-masing gelas dan mencatat nilainya pada tabel. Setelah takaran 1 selesai, kami melanjutkan takaran 2 dengan menambahkan 5 mL air garam pada masing-masing gelas kemudian kami mengujinya dengan sensor tds sebanyak 5x dari masing-masing gelas dan mencatatnya pada tabel. Setelah itu kami mengulanginya setelah menambahkan 5mL air garam lagi untuk takaran ke-3. Setelah kami mendapatkan data dari hasil pembacaan sensor TDS dan hasil pembacaan TDS meter kemudian kami menghitung nilai errornya dengan rumus :

$$Error = \left| \frac{\text{hasil pembacaan sensor TDS} - \text{hasil pembacaan TDS meter}}{\text{hasil pembacaan TDS meter}} \right| x100\%$$

## Tabel 5.3 Hasil Pengujian sensor TDS DFRobot SEN0244

| Volume Air | Takaran Garam | Pengujian Ke- | Hasil Pembacaan Sensor TDS (ppm) | Hasil Pembacaan TDS mter (ppm) | Nilai Error (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 100 mL | 1 | 1 | 935 | 880 | 6,25 |
| | | 2 | 935 | 880 | 6,25 |
| | | 3 | 938 | 880 | 6,59 |
| | | 4 | 938 | 880 | 6,59 |
| | | 5 | 938 | 880 | 6,59 |
| | Rata-rata | | 936 | 880 | 6,45 |
| | 2 | 1 | 1084 | 1012 | 7,11 |
| | | 2 | 1084 | 1012 | 7,11 |
| | | 3 | 1084 | 1012 | 7,11 |
| | | 4 | 1084 | 1012 | 7,11 |
| | | 5 | 1088 | 1012 | 7,50 |
| | Rata-rata | | 1084 | 1012 | 7,18 |
| | 3 | 1 | 1113 | 1067 | 4,31 |
| | | 2 | 1113 | 1067 | 4,31 |
| | | 3 | 1113 | 1067 | 4,31 |
| | | 4 | 1113 | 1067 | 4,31 |
| | | 5 | 1117 | 1067 | 4,68 |
| | Rata-rata | | 1113 | 1067 | 4,38 |
| Rata-rata Nilai Error | | | | | 6,00 |
| 200 mL | 1 | 1 | 642 | 610 | 6,07 |
| | | 2 | 645 | 610 | 5,74 |
| | | 3 | 645 | 610 | 5,74 |
| | | 4 | 647 | 610 | 6,07 |
| | | 5 | 647 | 610 | 6,07 |
| | Rata-rata | | 6,45 | 610 | 5,39 |
| | 2 | 1 | 840 | 824 | 1,94 |
| | | 2 | 840 | 824 | 1,94 |
| | | 3 | 840 | 824 | 1,94 |
| | | 4 | 840 | 824 | 1,94 |
| | | 5 | 840 | 824 | 1,94 |
| | Rata-rata | | 840 | 824 | 1,94 |
| | 3 | 1 | 1068 | 1008 | 5,95 |
| | | 2 | 1068 | 1008 | 5,95 |
| | | 3 | 1072 | 1008 | 6,35 |
| | | 4 | 1076 | 1008 | 6,75 |
| | | 5 | 1068 | 1008 | 5,95 |
| | Rata-rata | | 1070 | 1008 | 6,19 |
| Rata-rata Nilai Error | | | | | 4.68 |
| 300 mL | 1 | 1 | 468 | 442 | 5,88 |
| | | 2 | 470 | 442 | 6,33 |
| | | 3 | 466 | 442 | 5,43 |
| | | 4 | 464 | 442 | 4,98 |
| | | 5 | 462 | 442 | 4,52 |
| | Rata-rata | | 466 | 442 | 5,42 |
| | 2 | 1 | 655 | 617 | 6,16 |
| | | 2 | 655 | 617 | 6,16 |
| | | 3 | 655 | 617 | 6,16 |
| | | 4 | 655 | 617 | 6,16 |
| | | 5 | 655 | 617 | 6,16 |
| | Rata-rata | | 655 | 617 | 6,16 |
| | 3 | 1 | 917 | 883 | 3,85 |
| | | 2 | 917 | 883 | 3,85 |
| | | 3 | 917 | 883 | 3,85 |
| | | 4 | 914 | 883 | 3,51 |
| | | 5 | 914 | 883 | 3,51 |
| | Rata-rata | | 915 | 883 | 3,71 |
| Rata-rata Nilai Error | | | | | 5,10 |



Gambar 5.4 Pengujian Sensor TDS DFRobot SEN0244

Berdasarkan Pengujian Sensor TDS DFRobot SEN0244, pengujian dilakukan pada tiga volume air berbeda (100 mL, 200 mL, dan 300 mL), masing-masing dengan tiga tingkat konsentrasi larutan garam (5 mL, 10 mL, dan 15 mL). Setiap kombinasi diuji sebanyak lima kali, dan hasil pembacaan sensor dibandingkan dengan alat ukur referensi (TDS meter), lalu dihitung nilai error dalam persentase.

Secara umum, sensor TDS menunjukkan performa yang cukup baik, dengan rata-rata error masih dalam batas wajar, yaitu terendah pada volume 200 mL sebesar 4,68%, dan tertinggi pada volume 300 mL sebesar 5,10%. Volume 100 mL menghasilkan nilai error rata-rata sebesar 4,60%, sedikit lebih rendah dari volume 300 mL namun lebih tinggi dari volume 200 mL.

Pada volume 100 mL, nilai error cukup tinggi di takaran pertama dan kedua, berkisar antara 6,25% hingga 7,50%, lalu menurun signifikan di takaran ketiga. Hal ini menunjukkan bahwa pada volume

kecil, campuran garam belum homogen di awal, dan sensor baru memberikan pembacaan yang lebih akurat setelah konsentrasi meningkat.

Volume 200 mL memberikan hasil yang paling stabil, terutama pada takaran garam ke-2, dengan nilai error sangat rendah (hanya sekitar 1,94%). Ini menunjukkan bahwa pada volume ini, larutan garam lebih homogen dan sensor bekerja lebih optimal.

Sementara itu, pada volume 300 mL, nilai error bervariasi tergantung pada tingkat konsentrasi garam. Pada takaran garam ke-2, error sedikit meningkat (sekitar 6,16%), kemungkinan karena pencampuran belum merata. Namun, pada takaran ke-3, nilai error menurun signifikan hingga 3,51%—menandakan bahwa peningkatan konduktivitas larutan membuat pembacaan sensor menjadi lebih akurat.

Secara keseluruhan, sensor TDS DFRobot SEN0244 cukup andal digunakan untuk mengukur total padatan terlarut di dalam air. Namun, akurasinya sangat dipengaruhi oleh volume air, tingkat konsentrasi, dan pencampuran larutan. Volume 200 mL terbukti sebagai kondisi paling ideal dalam pengujian ini, dengan nilai error paling rendah dan stabil.

### 5.1.5 Pengujian Sensor Suhu

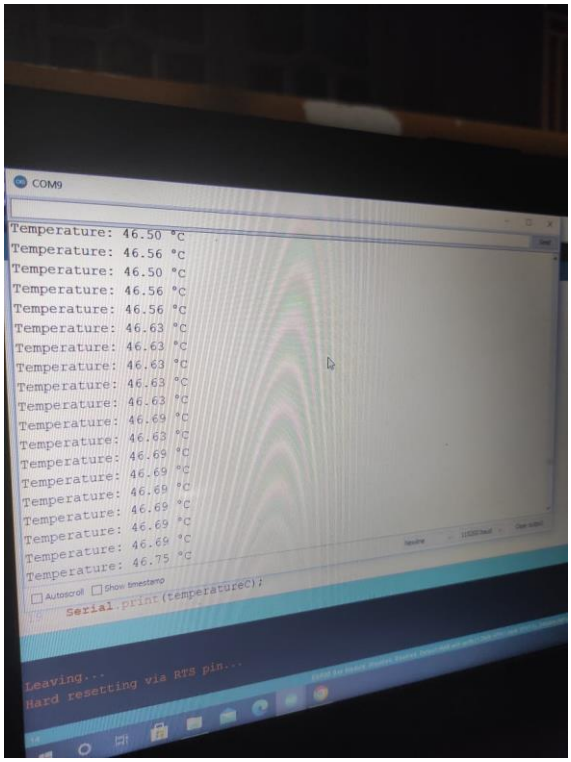
Langkah pertama kami menghubungkan pin power, pin ground, dan pin data sensor suhu ke papan arduino kemudian menyiapkan program untuk kalibrasi sensor suhu dan menguploadnya di papan

arduino setelah itu kami menyiapkan 3 gelas yang berisi air sebanyak 100mL dengan label “Dingin”, “Normal”, dan “ Panas”. Kemudian kami menguji suhu gelas “Dingin” dengan sensor suhu dan temperatur meter sebanyak 5x dan mencatat hasilnya pada tabel. Kami melakukan hal yang sama pada gelas “Normal” dan gelas “Panas”. Setelah kami mendapatkan data dari hasil pembacaan sensor pH dan hasil pembacaan pH meter kemudian kami menghitung nilai errornya dengan rumus :

$$Error = \frac{\text{hasil pembacaan sensor suhu} - \text{hasil pembacaan suhu meter}}{\text{hasil pembacaan suhu meter}} x100\%$$

**Tabel 5.4 Hasil Pengujian sensor Suhu DS18B20**

| Volume Air | Suhu Air | Pengujian Ke- | Hasil Pembacaan Sensor Suhu (C°) | Hasil Pembacaan Suhu meter (C°) | Nilai Error (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 100 mL | Dingin | 1 | 21,12 | 21,5 | 1,77 |
| | | 2 | 21,06 | 21,5 | 2,05 |
| | | 3 | 21,19 | 21,5 | 1,44 |
| | | 4 | 21,37 | 21,5 | 0,60 |
| | | 5 | 21,31 | 21,5 | 0,88 |
| | Rata-rata | | 21,21 | 21,5 | 1,34 |
| | Normal | 1 | 28,44 | 29 | 1,93 |
| | | 2 | 28,31 | 29 | 2,38 |
| | | 3 | 28,37 | 29 | 2,17 |
| | | 4 | 28,25 | 29 | 2,59 |
| | | 5 | 28,62 | 29 | 1,31 |
| | Rata-rata | | 28,39 | 29 | 2,07 |
| | Panas | 1 | 46,75 | 49,3 | 5,17 |
| | | 2 | 46,63 | 49,3 | 5,42 |
| | | 3 | 46,69 | 49,3 | 5,29 |
| | | 4 | 46,56 | 49,3 | 5,56 |
| | | 5 | 46,50 | 49,3 | 5,68 |
| | Rata-rata | | 46,62 | 49,3 | 5,42 |




Gambar 5.5 Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Berdasarkan pengujian sensor DS18B20 menunjukkan akurasi yang baik, terutama pada suhu rendah. Pada air dingin, rata-rata nilai error hanya 1,47%, yang menandakan bahwa sensor mampu membaca suhu rendah dengan sangat akurat dan stabil. Error tertinggi pun hanya mencapai 2,05%, sementara terendah 0,83%.

Pada kondisi suhu normal, rata-rata nilai error meningkat menjadi 1,93%, dengan nilai error tertinggi sebesar 2,41% dan terendah 1,31%. Meskipun lebih tinggi dibanding air dingin, nilai ini masih sangat wajar dan menunjukkan bahwa sensor tetap konsisten dalam kondisi suhu ruang.

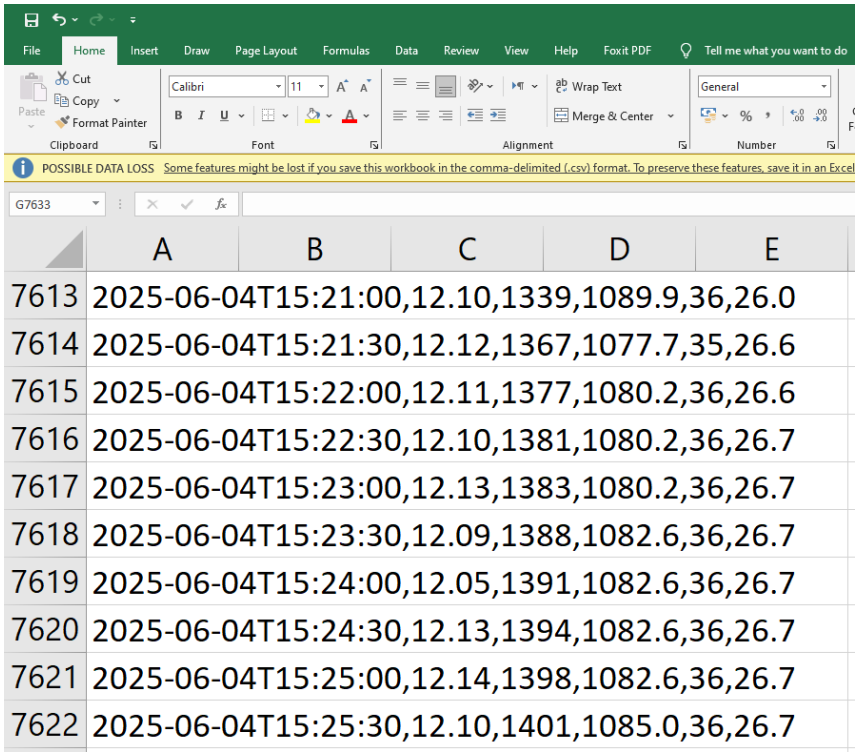
Namun, pada kondisi air panas, sensor menunjukkan error yang lebih besar dengan rata-rata mencapai 5,42%. Nilai error tertinggi

tercatat sebesar 5,99%, sementara terendah 5,17%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor cenderung kurang akurat pada suhu tinggi. Penyebabnya bisa jadi karena respons sensor terhadap perubahan suhu tinggi tidak secepat alat referensi atau karena disipasi panas di sekitar sensor.

Secara keseluruhan, sensor DS18B20 cukup andal dan konsisten, terutama untuk pengukuran suhu rendah hingga normal. Namun, pada suhu tinggi, pengguna perlu mempertimbangkan adanya sedikit deviasi, dan bisa melakukan kalibrasi lanjutan jika diperlukan untuk aplikasi yang membutuhkan presisi tinggi.

### 5.1.6 Pengujian Alat

Langkah pertama memastikan semua pin terhubung dengan benar sesuai dengan desain skematik, lalu kami menyiapkan programnya dengan menguploadnya ke papan arduino uno. Setelah itu kami melakukan finishing dengan memasukan semua komponen kedalam kotak project, Setelah itu kami turun ke kolam budidaya ikan bagian pinggiran, kemudian kami menyesuaikan ketinggian penyangga alat dengan ketinggian air kolam, setelah itu kami menekan tombol saklar yang berada disebelah kanan kotak untuk mengaktifkan alat, setelah itu kami mencelupkan ke empat ujung sensor kedalam air kolam budidaya ikan. Setelah itu alat akan bekerja menampilkan data ke LCD 20x4 dan menyimpannya ke dalam SD card.

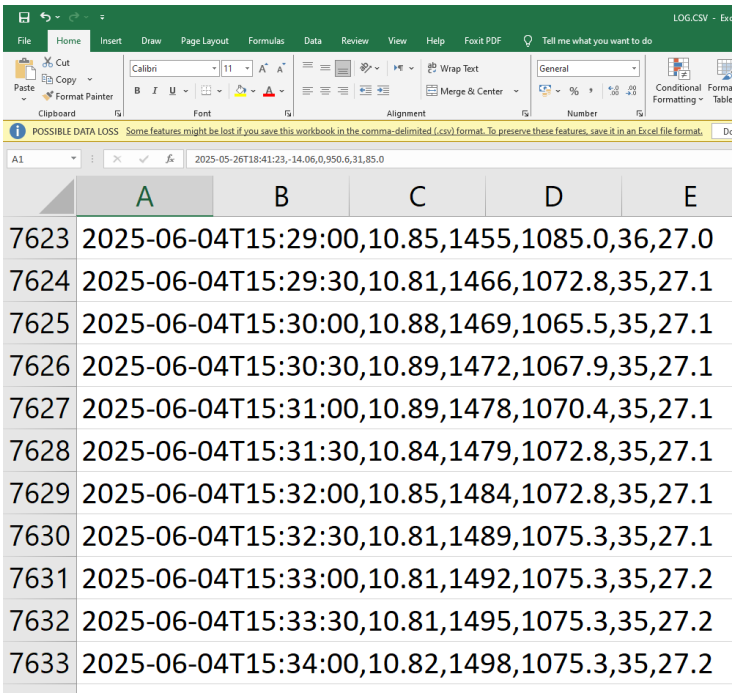


| | A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|---|
| 7613 | 2025-06-04T15:21:00,12.10,1339,1089.9,36,26.0 | | | | |
| 7614 | 2025-06-04T15:21:30,12.12,1367,1077.7,35,26.6 | | | | |
| 7615 | 2025-06-04T15:22:00,12.11,1377,1080.2,36,26.6 | | | | |
| 7616 | 2025-06-04T15:22:30,12.10,1381,1080.2,36,26.7 | | | | |
| 7617 | 2025-06-04T15:23:00,12.13,1383,1080.2,36,26.7 | | | | |
| 7618 | 2025-06-04T15:23:30,12.09,1388,1082.6,36,26.7 | | | | |
| 7619 | 2025-06-04T15:24:00,12.05,1391,1082.6,36,26.7 | | | | |
| 7620 | 2025-06-04T15:24:30,12.13,1394,1082.6,36,26.7 | | | | |
| 7621 | 2025-06-04T15:25:00,12.14,1398,1082.6,36,26.7 | | | | |
| 7622 | 2025-06-04T15:25:30,12.10,1401,1085.0,36,26.7 | | | | |

Gambar 5.6 Data yang tersimpan pada SD card untuk titik lokasi pertama

Pada gambar diatas menunjukkan data yang tersimpan pada SD card untuk titik lokasi pertama dimana format isinya adalah waktu pengambilan data, nilai pH, nilai TDS (ppm), Tingkat kekeruhan (NTU), Persentase tingkat kekeruhan (%), suhu (°C). contoh pada data pertama : 2025-06-04T15:21:00 menunjukkan waktu, 12.10 menunjukkan nilai pH, 1339 menunjukkan nilai TDS (ppm), 1089.9 menunjukkan tingkat kekeruhan (NTU), 36 menunjukkan tingkat kekeruhan (%), dan 26.0 menunjukkan nilai suhu (°C).

Setelah kami mendapatkan data pertama untuk kolam budidaya ikan bagian pinggiran, selanjutnya kami melakukang pengujian alat untuk kolam bagian tengah, dan hasil yang kami dapatkan sebagai berikut:



| | A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|---|
| 7623 | 2025-06-04T15:29:00,10.85,1455,1085.0,36,27.0 | | | | |
| 7624 | 2025-06-04T15:29:30,10.81,1466,1072.8,35,27.1 | | | | |
| 7625 | 2025-06-04T15:30:00,10.88,1469,1065.5,35,27.1 | | | | |
| 7626 | 2025-06-04T15:30:30,10.89,1472,1067.9,35,27.1 | | | | |
| 7627 | 2025-06-04T15:31:00,10.89,1478,1070.4,35,27.1 | | | | |
| 7628 | 2025-06-04T15:31:30,10.84,1479,1072.8,35,27.1 | | | | |
| 7629 | 2025-06-04T15:32:00,10.85,1484,1072.8,35,27.1 | | | | |
| 7630 | 2025-06-04T15:32:30,10.81,1489,1075.3,35,27.1 | | | | |
| 7631 | 2025-06-04T15:33:00,10.81,1492,1075.3,35,27.2 | | | | |
| 7632 | 2025-06-04T15:33:30,10.81,1495,1075.3,35,27.2 | | | | |
| 7633 | 2025-06-04T15:34:00,10.82,1498,1075.3,35,27.2 | | | | |

Gambar 5.7 Data yang tersimpan pada SD card untuk titik lokasi kedua

Pada gambar diatas menunjukkan data yang tersimpan pada SD card untuk titik lokasi kedua dimana format isinya adalah waktu pengambilan data, nilai pH, nilai TDS (ppm), Tingkat kekeruhan (NTU), Persentase tingkat kekeruhan (%), suhu (°C). contoh pada data pertama : 2025-06-04T15:29:00 menunjukkan waktu, 10.85 menunjukkan nilai pH, 1455 menunjukkan nilai TDS (ppm), 1085.0 menunjukkan tingkat kekeruhan (NTU), 36 menunjukkan tingkat kekeruhan (%), dan 27.0 menunjukkan nilai suhu (°C).

**Tabel 5.5 Hasil Pengujian Alat Titik Lokasi Pertama**

| Hasil Pembacaan Sensor pH | Hasil Pembacaan Sensor Turbidity (NTU) | Hasil Pembacaan Sensor TDS (ppm) | Hasil Pembacaan Sensor Suhu (°C) | Waktu (Jam, Menit, Detik) |
|---|---|---|---|---|
| 12.10 | 1089.9 (36%) | 1339 | 26.0 | 15 : 21 : 00 |
| 12.12 | 1077.7 (35%) | 1367 | 26.6 | 15 : 21 : 30 |
| 12.11 | 1080.2 (36%) | 1377 | 26.6 | 15 : 22 : 00 |
| 12.10 | 1080.2 (36%) | 1381 | 26.7 | 15 : 22 : 30 |
| 12.13 | 1080.2 (36%) | 1383 | 26.7 | 15 : 23 : 00 |
| 12.09 | 1082.6 (36%) | 1388 | 26.7 | 15 : 23 : 30 |
| 12.05 | 1082.6 (36%) | 1391 | 26.7 | 15 : 24 : 00 |
| 12.13 | 1082.6 (36%) | 1394 | 26.7 | 15 : 24 : 30 |
| 12.14 | 1082.6 (36%) | 1398 | 26.7 | 15 : 25 : 00 |
| 12.10 | 1085.0 (36%) | 1401 | 26.7 | 15 : 25 : 30 |

Dari tabel hasil pengujian alat untuk titik lokasi pertama atau titik lokasi pinggiran kolam budidaya ikan terdapat empat parameter yang didapatkan yakni yang pertama nilai pH air, tinggkat kekeruhan air, TDS atau total padatan terlarut dalam air, dan suhu air, dimana keempat parameter ini didapatkan setiap 30 detik sekali selama 5 menit 30 detik mulai dari pukul 15:21:00 – 15:25:30 sehingga didapatkan 10 total data.

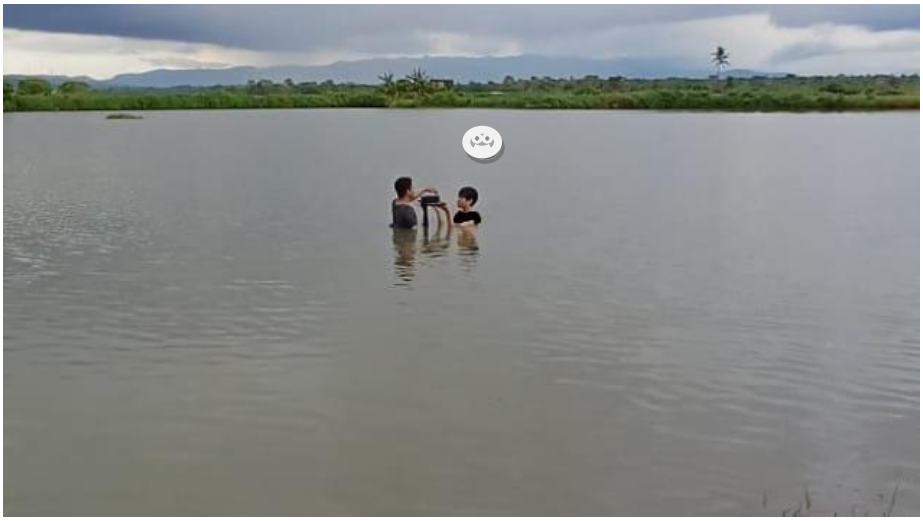
**Tabel 5.6 Hasil Pengujian Alat Titik Lokasi Kedua**

| Hasil Pembacaan Sensor pH | Hasil Pembacaan Sensor Turbidity (NTU) | Hasil Pembacaan Sensor TDS (ppm) | Hasil Pembacaan Sensor Suhu (°C) | Waktu (Jam, Menit, Detik) |
|---|---|---|---|---|
| 10.85 | 1085.0 (36%) | 1455 | 27.0 | 15 : 29 : 00 |
| 10.81 | 1072.8 (35%) | 1466 | 27.1 | 15 : 29 : 30 |
| 10.88 | 1065.5 (35%) | 1469 | 27.1 | 15 : 30 : 00 |
| 10.89 | 1067.9 (35%) | 1472 | 27.1 | 15 : 30 : 30 |
| 10.89 | 1070.4 (35%) | 1478 | 27.1 | 15 : 31 : 00 |
| 10.84 | 1072.8 (35%) | 1479 | 27.1 | 15 : 31 : 30 |
| 10.85 | 1072.8 (35%) | 1484 | 27.1 | 15 : 32 : 00 |
| 10.81 | 1075.3 (35%) | 1489 | 27.1 | 15 : 32 : 30 |
| 10.81 | 1075.3 (35%) | 1492 | 27.2 | 15 : 33 : 00 |
| 10.81 | 1075.3 (35%) | 1495 | 27.2 | 15 : 33 : 30 |

Dari tabel hasil pengujian alat titik lokasi kedua atau titik lokasi tengah kolam budidaya ikan sama seperti tabel sebelumnya terdapat empat parameter yang didapatkan yakni yang pertama nilai pH air, tinggkat kekeruhan air, TDS atau total padatan terlarut dalam air, dan suhu air, dimana keempat parameter ini didapatkan setiap 30 detik sekali selama 5 menit 30 detik mulai dari pukul 15:21:00 – 15:25:30 sehingga didapatkan 10 total data.



Gambar 5.8 Pengujian Alat Titik Lokasi Pertama



Gambar 5.9 Pengujian Alat Titik Lokasi Kedua

Berdasarkan hasil pengujian alat yang mencakup pembacaan sensor pH, turbidity, TDS, dan suhu selama rentang waktu selama 5 menit 30 detik untuk masing-masing titik lokasi, dapat disimpulkan bahwa keempat sensor bekerja dengan cukup baik dan menunjukkan

pola pembacaan yang logis. Nilai pH air pada titik lokasi pertama (pinggir kolam) memiliki rata-rata lebih tinggi dibandingkan dengan titik lokasi kedua (tengah kolam). Nilai pH di pinggir kolam berkisar antara 12.05 hingga 12.14, sedangkan di tengah kolam berkisar antara 10.81 hingga 10.89. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh pengaruh lingkungan di sekitar tepi kolam seperti interaksi dengan tanah dasar atau tumbuhan air yang dapat meningkatkan pH.

Selanjutnya, untuk parameter kekeruhan (turbidity), kedua lokasi menunjukkan hasil yang relatif mirip dengan persentase sekitar 35% hingga 36%. Namun, pinggir kolam cenderung sedikit lebih keruh dibandingkan bagian tengah, yang bisa disebabkan oleh aktivitas ikan atau sedimentasi yang lebih tinggi di pinggir kolam.

Pada pengukuran TDS (Total Dissolved Solids) atau total padatan terlarut, hasilnya menunjukkan bahwa nilai TDS di titik lokasi kedua (tengah kolam) lebih tinggi dibandingkan dengan titik pertama. Nilai TDS di tengah kolam berada di kisaran 1455 hingga 1495 ppm, sementara di pinggir kolam berada di kisaran 1339 hingga 1401 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi zat terlarut lebih besar di tengah kolam, yang mungkin disebabkan oleh akumulasi sisa pakan, kotoran ikan, atau bahan organik lainnya.

Parameter terakhir yaitu suhu air juga menunjukkan adanya perbedaan kecil antara kedua lokasi. Suhu air di tengah kolam berkisar antara 27.0°C hingga 27.2°C, sedikit lebih tinggi dibandingkan suhu di

pinggir kolam yang berkisar antara 26.0°C hingga 26.7°C. Perbedaan suhu ini kemungkinan disebabkan oleh paparan sinar matahari yang lebih merata di tengah kolam dibandingkan bagian pinggir yang bisa lebih teduh.

## 5.2 Pengujian Pemecahan Masalah

### 5.2.1 Evaluasi Terhadap Rumusan Masalah

Evaluasi terhadap rumusan masalah terkait Sistem Instrumentasi Pemantauan Kualitas Air pada Kolam Budidaya Ikan Berbasis Mikrokontroler menunjukkan bahwa ketiga rumusan masalah telah dijawab secara terpadu melalui proses perancangan, implementasi, dan pengujian sistem. Rumusan masalah pertama mengenai parameter kualitas air yang perlu dipantau telah terjawab dengan jelas melalui pemilihan empat parameter utama, yaitu pH, kekeruhan (turbidity), kadar garam terlarut (TDS), dan suhu. Keempat parameter ini terbukti relevan karena berpengaruh langsung terhadap kesehatan ikan dan kestabilan lingkungan kolam budidaya (Susanto & Nurjanah, 2020). Selanjutnya, rumusan masalah kedua tentang bagaimana merancang dan membangun sistem instrumentasi telah direalisasikan melalui integrasi sensor-sensor tersebut ke dalam sistem berbasis mikrokontroler. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengambil data dari masing-masing sensor secara simultan dan cukup stabil, menandakan bahwa rancangan perangkat keras dan perangkat lunaknya telah berfungsi dengan baik.

Rumusan masalah ketiga mengenai kemampuan sistem memberikan data secara akurat dan real-time juga telah terjawab, ditunjukkan dari data pengujian yang menunjukkan respons sensor yang konsisten terhadap perubahan kondisi air. Meskipun masih terdapat selisih kecil antara pembacaan sensor dan alat ukur, sistem sudah cukup andal dalam memberikan gambaran kondisi kualitas air secara langsung. Dengan demikian, evaluasi ini menyimpulkan bahwa keseluruhan rumusan masalah telah terjawab secara menyeluruh, meskipun sistem masih memiliki ruang untuk peningkatan akurasi, khususnya pada aspek kalibrasi sensor dan kompensasi terhadap faktor lingkungan seperti suhu.

### 5.2.2 Analisis Efektivitas Solusi

Solusi yang ditawarkan dalam proposal berupa sistem instrumentasi pemantauan kualitas air berbasis mikrokontroler dapat dinilai cukup efektif berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem yang telah dilakukan. Efektivitas sistem ditunjukkan dari kemampuan alat dalam memantau empat parameter penting kualitas air, yaitu pH, turbidity, TDS, dan suhu secara real-time dengan tingkat kestabilan data yang cukup baik. Sistem ini mampu memberikan hasil pembacaan yang konsisten, dengan fluktuasi nilai sensor yang kecil dan kecenderungan data yang logis terhadap perubahan lingkungan, sehingga dapat diandalkan untuk pemantauan jangka pendek. Hal ini membuktikan bahwa solusi yang dirancang dapat menjawab kebutuhan

utama dalam budidaya ikan, yaitu pengawasan kualitas air secara berkelanjutan dan responsif.

Selain itu, penggunaan mikrokontroler sebagai pusat kendali data memberikan fleksibilitas dan efisiensi dalam pengoperasian sistem, termasuk potensi untuk integrasi ke sistem otomatisasi atau pemantauan jarak jauh. Sistem ini juga hemat biaya karena menggunakan komponen sensor yang relatif terjangkau namun mampu memberikan hasil yang representatif. Meski terdapat sedikit selisih antara hasil pembacaan sensor dan alat ukur referensi, perbedaan ini masih dalam batas yang wajar dan dapat diminimalkan melalui proses kalibrasi lebih lanjut. Penurunan akurasi pada suhu tinggi dan keterbatasan pencampuran larutan pada beberapa pengujian menunjukkan bahwa efektivitas sistem akan semakin meningkat jika dilengkapi dengan fitur pendukung seperti kompensasi suhu dan sistem homogenisasi otomatis.

Secara keseluruhan, solusi yang dirancang terbukti efektif untuk kebutuhan pemantauan kualitas air di kolam budidaya ikan skala kecil hingga menengah. Sistem ini mampu memberikan informasi yang cukup akurat, konsisten, dan mudah digunakan oleh pelaku budidaya, sehingga dapat membantu meningkatkan produktivitas dan menjaga kesehatan ikan secara preventif. Dengan pengembangan lanjutan pada aspek akurasi dan otomasi, sistem ini memiliki potensi besar untuk diterapkan secara luas dalam sektor akuakultur.

### 5.2.3 Hasil Pengujian dan Analisis

Pengujian dilakukan terhadap empat sensor utama, yaitu sensor pH, turbidity, TDS, dan suhu, yang diintegrasikan dalam sistem berbasis mikrokontroler untuk pemantauan kualitas air kolam budidaya ikan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa keempat sensor bekerja cukup baik dan memberikan data yang konsisten serta logis.

Sensor pH menunjukkan respons yang sesuai terhadap perubahan kadar asam dan basa dalam air. Nilai sensor meningkat saat diberi cairan pH up dan menurun saat diberi pH down. Meskipun terdapat selisih kecil dibandingkan pH meter (sekitar 10–25 unit ADC), arah perubahan tetap sesuai dan pengulangan data cukup stabil. Perbedaan volume air tidak terlalu memengaruhi hasil, walaupun pada volume besar terdapat sedikit deviasi.

Sensor turbidity mampu mendeteksi peningkatan partikel tersuspensi akibat penambahan bubuk kopi. Nilai NTU meningkat sesuai takaran kopi dan menunjukkan konsistensi antar pengulangan. Pada volume air yang lebih besar, nilai kekeruhan sedikit lebih rendah karena efek pengenceran, namun tren tetap jelas dan logis.

Sensor TDS memberikan pembacaan ppm yang meningkat seiring dengan penambahan larutan garam. Pola kenaikannya stabil di berbagai volume, dan hasilnya cukup mendekati alat referensi. Namun, pembacaan TDS sedikit dipengaruhi oleh suhu karena kompensasi suhu belum diterapkan.

Sensor suhu mencatat data yang cukup akurat, dengan selisih kecil terhadap alat referensi, terutama pada suhu rendah hingga sedang. Akurasi sedikit menurun di suhu tinggi, namun masih dalam batas wajar untuk keperluan pemantauan air kolam.

Secara keseluruhan, sistem mampu merekam data dari semua sensor secara real-time dan stabil. Tren data dari pengujian 30 menit menunjukkan keandalan sistem dalam memantau perubahan kondisi air. Meskipun masih ada kekurangan seperti perlunya kalibrasi lebih lanjut dan kompensasi suhu, sistem sudah cukup efektif untuk pemantauan kualitas air kolam ikan secara praktis.

# BAB VI

# PENUTUP

## 6.1 Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan kualitas air pada kolam budidaya ikan berbasis mikrokontroler Arduino Uno, yang memanfaatkan sensor pH, TDS, suhu, dan kekeruhan (turbidity) sebagai parameter utama. Sistem ini mampu menampilkan data secara real-time melalui LCD 20x4 dan mencatat data secara otomatis ke dalam SD card. Pengujian dilakukan secara langsung di dua titik lokasi kolam, yaitu bagian pinggir dan tengah, dengan masing-masing menghasilkan sepuluh data selama periode pengamatan 5 menit 30 detik. Hasil menunjukkan bahwa semua sensor bekerja dengan cukup baik dan konsisten, dengan pembacaan data yang logis sesuai perubahan kondisi lingkungan. Perbedaan parameter antar lokasi seperti nilai pH yang lebih tinggi di pinggir kolam dan nilai TDS serta suhu yang lebih tinggi di tengah kolam menunjukkan sensitivitas sistem terhadap variasi lingkungan.

Evaluasi terhadap rumusan masalah menunjukkan bahwa seluruh aspek penelitian, mulai dari identifikasi parameter penting, perancangan sistem, hingga akurasi dan kestabilan pembacaan sensor, telah terjawab dengan baik. Walaupun terdapat sedikit selisih hasil pembacaan dengan alat ukur referensi, alat ini sudah cukup efektif untuk digunakan dalam pemantauan kualitas air kolam budidaya skala kecil hingga menengah, serta memiliki potensi untuk pengembangan lebih lanjut.

## 6.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian sistem dan analisis terhadap performa alat pemantauan kualitas air pada kolam ikan, terdapat beberapa aspek yang masih dapat ditingkatkan untuk menyempurnakan kinerja sistem secara keseluruhan. Oleh karena itu, berikut disampaikan saran-saran pengembangan yang meliputi identifikasi area perbaikan, usulan modifikasi, serta rencana implementasi perbaikan.

1. Identifikasi Area Perbaikan

   Beberapa aspek yang perlu ditingkatkan dalam sistem pemantauan kualitas air ini meliputi:

   a. Keterbatasan akses data secara real-time jarak jauh karena sistem hanya menampilkan data melalui LCD dan menyimpannya ke SD card.
   b. Ketahanan fisik alat di lapangan, terutama terhadap air, panas, dan getaran, yang dapat memengaruhi umur pakai serta kestabilan sistem dalam jangka panjang.

2. Usulan Modifikasi

   Untuk mengatasi kekurangan-kekurangan tersebut, modifikasi yang diusulkan adalah sebagai berikut:

   a. Mengintegrasikan modul komunikasi nirkabel seperti ESP32 (WiFi) atau GSM untuk mendukung pemantauan kualitas air secara jarak jauh melalui perangkat mobile atau komputer.
   b. Mendesain ulang casing alat dengan material yang lebih kuat dan tahan air (IP65 ke atas), serta menambahkan sistem penyangga yang stabil agar alat

tetap aman saat digunakan di tepi kolam atau area terbuka.

3. Rencana Implementasi Modifikasi (Menyusun Langkah-Langkah Perbaikan)

Langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk merealisasikan modifikasi di atas adalah:

a. Mengganti Arduino Uno dengan ESP32 untuk menambah fungsi konektivitas nirkabel, serta melakukan integrasi data dengan platform IoT seperti Thingspeak, Blynk, atau Google Firebase.
b. Mendesain ulang casing fisik alat dengan bahan tahan air dan panas, serta menambahkan dudukan atau kaki penyangga berbahan PVC atau aluminium untuk stabilitas pemasangan di lapangan.
c. Melakukan uji coba lapangan lanjutan dalam berbagai kondisi lingkungan (terik, hujan, kolam terbuka maupun tertutup) untuk mengukur ketahanan sistem serta memastikan modifikasi yang dilakukan dapat meningkatkan performa sistem secara nyata.

# DAFTAR PUSTAKA


Yunior, Y. T. K., & Kusrini. (2019). Sistem Monitoring Kualitas Air pada Budidaya Perikanan Berbasis IoT dan Manajemen Data. Citec Journal, Vol. 6, No. 2, 153-157. ISSN: 2354-5771.

Davida, M. A. M., & Iriana, R. (2024). Pembuatan Prototype Alat Monitoring Kualitas Air Berbasis Internet of Things (IoT). JUIT, Vol. 3, No. 2, 92-102. ISSN: 2828-6936 (P) / 2828-6901 (E).

Ahmed, N., Thompson, S., & Glaser, M. (2021). Environmental and physiological impacts of temperature stress in aquaculture. Reviews in Aquaculture, 13(1), 379-395.

Alam, M. S., Islam, M. M., & Rahman, M. T. (2022). A comprehensive review of IoT-based smart water quality monitoring systems for sustainable aquaculture. Aquacultural Engineering, 98, 102292.

Garcia-Sánchez, A. J., García-Sánchez, F., & García-Haro, J. (2024). Designing low-cost IoT solutions for small-scale aquaculture: A feasibility study. Computers and Electronics in Agriculture, 217, 108567.

Jayasinghe, M., Wijerathne, N., & Rathnayaka, R. M. K. T. (2019). Smart water quality monitoring system for aquaculture. 2019 IEEE 14th International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS), 480-485.

Kumar, V., Tiwari, P., & Singh, A. (2023). Water quality as a primary determinant of success in intensive aquaculture systems: A global meta-analysis. Aquaculture Reports, 30, 101576.

Nguyen, H. Q., & Tran, T. P. (2023). IoT-enabled smart aquaculture: A review on

data-driven optimization of feeding and energy management. Aquacultural Engineering, 102, 102348.

Patel, R., & Smith, J. (2024). Barriers to technology adoption in small-scale aquaculture: A focus on perceptual limitations and technical training needs. Journal of World Aquaculture Society, 55(2), 455-470.

Premaratne, M., Jinadasa, S. W. K., & Jayasinghe, G. Y. (2021). Impact of climate change-induced extreme weather events on water quality fluctuations in tropical aquaculture ponds. Science of The Total Environment, 778, 146203.

Santoso, J., Hariadi, M., & Wijaya, A. (2022). Comparative analysis of traditional versus automated water quality monitoring in Indonesian brackishwater pond aquaculture. Aquaculture Studies, 22(4), AQUAST937.

Wang, Y., Li, X., & Zhang, Z. (2023). The dynamics and toxicity of ammonia nitrogen in aquatic ecosystems: A review focusing on pH and temperature interactions. Environmental Pollution, 316, 120534.

Zhao, H., Chen, M., & Li, S. (2020). Effects of acute pH and temperature stress on the osmotic regulation and immunity of Nile tilapia (Oreochromis niloticus). Aquaculture Research, 51(11), 4673-4683.

Kori, I. (2022). Measuring water quality using Arduino and turbidity sensor. International Journal of Computer Applications.