

Penerapan Sistem Pemantauan Kolam Ikan Koi Berbasis IoT

Implementation of an IoT-Based Koi Pond Monitoring System

¹Siloam Maxi Kristama*, ²Indrastanti R. Widiarsari

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana

^{1,2}Jl. Dr. O. Notohamidjojo No. 1 – 10, Blotongan, Kota Salatiga, Jawa Tengah, Indonesia

*e-mail: siloammaxiii@gmail.com

(received: 11 September 2026, revised: 29 September 2026, accepted: 30 September 2026)

Abstrak

Ikan koi (*Cyprinus carpio*) merupakan salah satu jenis ikan hias yang memiliki nilai ekonomi dan daya tarik visual yang tinggi. Salah satu faktor yang memengaruhi kondisi ikan koi adalah kualitas air, yang dapat diamati melalui parameter suhu, pH, dan Total Dissolved Solids (TDS). Penelitian ini bertujuan menerapkan sistem pemantauan kualitas air kolam ikan koi berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu melakukan akuisisi, pemrosesan, dan penyajian data secara real-time melalui smartphone. Metode penelitian menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) yang meliputi studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, kalibrasi, pengujian, dan evaluasi sistem. Sistem menggunakan sensor pH PH4502C, sensor suhu DS18B20, dan sensor TDS yang terhubung dengan Arduino Uno sebagai pengolah data serta ESP8266 sebagai modul komunikasi Wi-Fi. Data hasil pengukuran dikirimkan ke platform Blynk untuk ditampilkan pada antarmuka monitoring. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali pengukuran dalam waktu 1 menit dan dibandingkan dengan hasil pengukuran alat uji. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata pembacaan sistem sebesar 25,46 °C, 6,91, dan 191,40 ppm, masing-masing dengan standar deviasi 0,055 °C, 0,010, dan 1,67 ppm untuk suhu, pH, dan TDS. Dibandingkan dengan alat uji, diperoleh selisih rata-rata sebesar 0,02 °C untuk suhu, 0,01 untuk pH, dan 2,00 ppm untuk TDS. Nilai standar deviasi yang relatif kecil dan selisih rata-rata yang rendah menunjukkan konsistensi pembacaan sistem pada kondisi pengujian yang dilakukan. Sistem juga berhasil mengintegrasikan proses akuisisi data, pemrosesan, komunikasi melalui ESP8266, dan visualisasi pada Blynk sehingga informasi kualitas air dapat dipantau secara real-time. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem dapat digunakan sebagai prototipe monitoring multi-parameter kualitas air, sedangkan evaluasi akurasi absolut, keberhasilan transmisi data, *packet loss*, dan *latency* memerlukan pengujian lanjutan menggunakan instrumen referensi dan pencatatan komunikasi secara khusus.

Kata kunci: Arduino, Internet of Things (IoT), sistem monitoring, Total Dissolved Solid (TDS, kualitas air.

Abstract

Koi fish (*Cyprinus carpio*) are ornamental fish with high economic value and visual appeal. Water quality is one of the key factors affecting koi health and condition and can be monitored through parameters such as temperature, pH, and Total Dissolved Solids (TDS). This study aims to implement an Internet of Things (IoT)-based water quality monitoring system for koi ponds capable of acquiring, processing, and presenting data in real time via a smartphone. The research employed a Research and Development (R&D) approach consisting of literature review, requirements analysis, system design, implementation, calibration, testing, and evaluation. The system uses a PH4502C pH sensor, a DS18B20 temperature sensor, and a TDS sensor connected to an Arduino Uno for data processing, with an ESP8266 serving as the Wi-Fi communication module. Measurement data are transmitted to the Blynk platform and displayed through a monitoring interface. Testing was conducted through five measurements within a one-minute period and compared with measurements obtained from reference instruments. The results showed average system readings of 25.46 °C, 6.91, and 191.40 ppm, with standard deviations of 0.055 °C, 0.010, and 1.67 ppm for temperature, pH, and TDS, respectively. Compared with the reference instruments, the system yielded mean differences of 0.02 °C for

<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

temperature, 0.01 for pH, and 2.00 ppm for TDS. The relatively small standard deviations and low mean differences indicate consistent system readings under the tested conditions. The system also successfully integrated data acquisition, processing, communication through the ESP8266, and visualization through Blynk, enabling real-time monitoring of water quality information. These results demonstrate that the system can serve as a prototype for multi-parameter water quality monitoring, while further evaluation of absolute accuracy, data transmission reliability, packet loss, and latency requires additional testing using reference instruments and dedicated communication logging.

Keywords: arduino, internet of things (iot), monitoring system, total dissolved solid (tds), water quality.

1 Pendahuluan

Budidaya ikan hias, khususnya ikan koi, merupakan sektor perikanan yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan diminati masyarakat. Dalam perspektif teknologi informasi, kegiatan budidaya dapat dipandang sebagai sistem yang menghasilkan data lingkungan secara kontinu. Parameter seperti suhu, pH, dan Total Dissolved Solids (TDS) dapat menjadi data yang diakuisisi dan diproses menggunakan sistem informasi [1]. Stabilitas kualitas air menjadi salah satu indikator yang dapat dipantau secara digital untuk mendukung pengelolaan kolam. Dengan demikian, pengelolaan kolam koi dapat dikembangkan dari metode konvensional menjadi sistem monitoring berbasis data. Metode pengukuran kualitas air secara manual masih memiliki keterbatasan dalam pengelolaan informasi. Pengukuran secara berkala tanpa pencatatan terpusat menyebabkan data historis tidak tersedia secara terstruktur. Padahal, data historis dapat digunakan untuk melihat tren dan perubahan kondisi kualitas air. Fluktuasi suhu, pH, dan TDS juga dapat terjadi dalam waktu singkat sehingga diperlukan pemantauan yang lebih teratur. Ketiadaan sistem monitoring dapat menyebabkan penanganan perubahan kualitas air dilakukan setelah masalah terjadi [2].

Perkembangan Internet of Things (IoT) memberikan pendekatan baru dalam pengelolaan budidaya berbasis sistem terhubung. IoT memungkinkan sensor, mikrokontroler, jaringan komunikasi, dan platform digital diintegrasikan dalam satu sistem. Data suhu, pH, dan TDS dapat dikumpulkan dan dikirim melalui jaringan untuk ditampilkan pada dashboard atau aplikasi. Pendekatan tersebut memungkinkan pengguna melihat kondisi kolam secara real-time[3]. Dengan demikian, pemantauan dapat dilakukan tanpa harus selalu berada di lokasi kolam. Penerapan IoT juga dapat menghubungkan lingkungan fisik dengan sistem komputasi digital. Kolam ikan dapat menjadi lingkungan fisik yang kondisi airnya direpresentasikan dalam bentuk data digital. Data tersebut dapat menghubungkan sensor, jaringan komunikasi, dan sistem penyimpanan dalam satu ekosistem monitoring. Pemantauan tidak hanya menghasilkan informasi pada saat tertentu, tetapi juga dapat menghasilkan data yang dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut [4]. Dengan pendekatan tersebut, teknologi informasi dapat mendukung pengelolaan lingkungan budidaya secara lebih terintegrasi. Penggunaan Arduino Uno yang terintegrasi dengan ESP8266 mendukung proses akuisisi dan komunikasi data. Arduino Uno berfungsi membaca dan mengolah data sensor sebelum data dikirim melalui jaringan internet. ESP8266 digunakan sebagai perangkat komunikasi untuk meneruskan data menuju platform monitoring. Data tersebut dapat ditampilkan melalui platform digital untuk membantu pengguna memantau kondisi air. Dengan arsitektur tersebut, sistem mengintegrasikan proses pengukuran, pengolahan, komunikasi, dan visualisasi data [5].

Berbeda dengan penelitian yang hanya berfokus pada sensor atau perangkat keras, penelitian ini melihat sistem monitoring sebagai satu kesatuan teknologi informasi. Sistem mencakup proses akuisisi, pemrosesan, transmisi, dan visualisasi data. Data kualitas air diposisikan sebagai informasi yang dapat membantu pengelolaan budidaya secara lebih sistematis. Penggunaan beberapa parameter dalam satu sistem juga memberikan informasi kondisi air yang lebih lengkap. Dengan demikian, penelitian ini mengintegrasikan beberapa proses monitoring dalam satu sistem berbasis IoT. Sistem yang dirancang dilengkapi dengan early warning system berdasarkan nilai ambang batas [6]. Ketika nilai parameter melewati batas yang telah ditentukan, sistem memberikan notifikasi kepada pengguna melalui jaringan internet. Mekanisme tersebut memungkinkan sistem memberikan respons terhadap perubahan kondisi lingkungan secara otomatis. Notifikasi digunakan untuk membantu pengguna mengetahui adanya perubahan kualitas air lebih awal. Namun, tindakan korektif terhadap kondisi tersebut tetap dilakukan oleh pengguna [7].

Data hasil monitoring juga memiliki peluang untuk dikembangkan menjadi data historis dan bahan analisis. Data tersebut dapat digunakan untuk melihat hubungan antara kondisi kualitas air dan lingkungan kolam. Hasil analisis selanjutnya berpotensi digunakan dalam pengembangan sistem pendukung keputusan. Pengembangan tersebut sejalan dengan konsep smart aquaculture yang mengintegrasikan sensor, komputasi, dan analitik data. Namun, penerapan database historis, analitik prediktif, dan decision support system merupakan peluang pengembangan lanjutan, bukan fitur utama penelitian ini. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan menerapkan sistem pemantauan kolam ikan koi berbasis Internet of Things. Sistem melakukan akuisisi data suhu, pH, dan TDS secara real-time. Data hasil pengukuran kemudian ditampilkan melalui platform digital. Sistem juga memberikan informasi kondisi air kepada pengguna melalui proses monitoring jarak jauh. Dengan demikian, penelitian diarahkan untuk meningkatkan efektivitas pemantauan kualitas air melalui penerapan teknologi informasi.

2 Tinjauan Literatur

Penelitian terdahulu dikaji untuk mengetahui perkembangan penerapan IoT dalam monitoring kualitas air budidaya ikan. Kajian meliputi parameter yang dipantau, perangkat yang digunakan, metode komunikasi, dan media penyajian informasi. Penelitian sebelumnya juga digunakan untuk mengetahui perbedaan antara sistem terdahulu dan sistem yang dikembangkan. Perbandingan tersebut membantu menentukan posisi penelitian dalam penerapan teknologi informasi. Dengan demikian, kajian literatur menjadi dasar untuk menjelaskan perbedaan dan kontribusi penelitian. Dian Ariyanto dan Medilla Kusriyanto (2023) mengembangkan sistem monitoring kualitas air berbasis ESP32 dan Blynk melalui jaringan Wi-Fi. Sistem tersebut memantau beberapa parameter kualitas air dan dilengkapi kontrol otomatis untuk pengurusan serta pengisian air. Dengan demikian, penelitian tersebut menggabungkan fungsi monitoring dengan aktuator [8]. Penelitian Ahmat Taufik dan Abdul Fadlil (2023) menggunakan NodeMCU ESP8266 untuk membaca dan mengirimkan data kualitas air melalui internet. Fokus penelitian tersebut adalah monitoring kualitas air dan akses data secara jarak jauh [9]. Rivan dkk. (2023) menggunakan Arduino Uno dan NodeMCU ESP8266 untuk proses akuisisi serta transmisi data. Sistem tersebut juga menggunakan LCD TFT dan aplikasi IoT sebagai media penyajian informasi. Andi Subagyo Putra dkk. (2021) menerapkan metode fuzzy Sugeno untuk menentukan tindakan berdasarkan kondisi parameter air. Pendekatan tersebut menunjukkan pengembangan sistem dari monitoring menuju pengambilan keputusan berbasis aturan fuzzy. Sementara itu, penelitian Ahmad dkk. membahas pengendalian temperatur, pH, dan kejernihan air menggunakan Arduino Uno [10].

Slamet Indriyanto dkk. (2020) serta Trisiani Dewi Hendrawati dan Rhaka Maulana Hibban (2024) menggunakan NodeMCU ESP8266 dan beberapa sensor untuk monitoring kualitas air. Sistem tersebut memungkinkan pemantauan kondisi kolam secara real-time dan jarak jauh. Fokus utama penelitian tersebut masih berada pada proses monitoring [11]. Penelitian Rizki dkk. (2024) menggunakan web server untuk menampilkan data kualitas air melalui website. Pendekatan tersebut memberikan alternatif media monitoring selain platform IoT pihak ketiga. Berdasarkan penelitian terdahulu, terdapat perbedaan pada parameter, perangkat keras, komunikasi, antarmuka, dan tingkat otomatisasi [12]. Sebagian penelitian telah menggunakan aktuator untuk melakukan pengendalian kondisi air secara otomatis. Penelitian lainnya menggunakan metode fuzzy untuk membantu proses pengambilan keputusan. Sebagian penelitian juga berfokus pada monitoring dan visualisasi data melalui platform IoT atau website. Perbedaan tersebut menjadi dasar untuk menentukan posisi sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini. Penelitian ini berfokus pada monitoring tiga parameter kualitas air, yaitu suhu, pH, dan Total Dissolved Solids (TDS) [13]. Arduino Uno digunakan untuk melakukan akuisisi dan pemrosesan data sensor. ESP8266 digunakan untuk menyediakan konektivitas Wi-Fi dan mengirimkan data ke Blynk. Data hasil pengukuran ditampilkan secara real-time melalui aplikasi Blynk. Dengan sistem tersebut, pengguna dapat memantau kondisi kolam dari jarak jauh.

Penggunaan TDS menjadi salah satu perbedaan penelitian ini dibandingkan beberapa penelitian terdahulu. Penelitian sebelumnya menggunakan parameter seperti kekeruhan atau dissolved oxygen (DO). Penelitian ini menggunakan TDS untuk memperoleh informasi mengenai jumlah zat terlarut dalam air. Parameter suhu, pH, dan TDS diintegrasikan dalam satu sistem monitoring [14]. Dengan demikian, pengguna dapat memperoleh informasi tiga parameter kualitas air melalui satu antarmuka. Selain menampilkan data secara real-time, sistem juga menggunakan notifikasi berdasarkan nilai

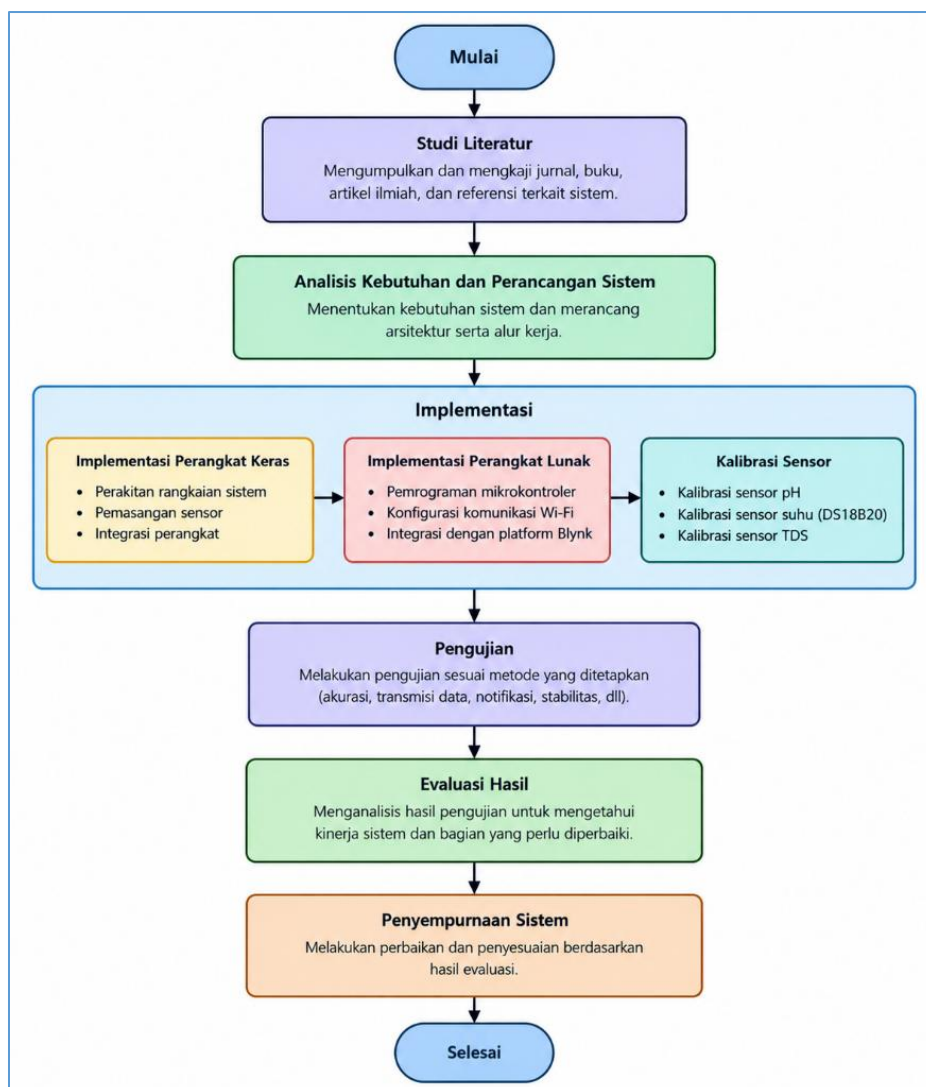
<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

ambang batas [15]. Notifikasi diberikan ketika nilai parameter berada di luar batas yang telah ditentukan. Fitur tersebut memberikan informasi tambahan dibandingkan sistem yang hanya menampilkan nilai sensor. Mekanisme ini berfungsi sebagai early warning terhadap perubahan kondisi parameter air. Namun, keputusan dan tindakan korektif tetap dilakukan oleh pengguna tanpa kontrol aktuator otomatis. Kontribusi penelitian difokuskan pada integrasi akuisisi data, pemrosesan, komunikasi Wi-Fi, monitoring real-time, dan notifikasi threshold [16]. Sistem menggunakan Arduino Uno, ESP8266, dan Blynk dalam satu alur monitoring. Penelitian ini tidak mengklaim penerapan database historis, analitik prediktif, atau decision support system secara penuh. Fitur-fitur tersebut belum menjadi bagian dari implementasi dan pengujian penelitian. Data pada Blynk terutama digunakan untuk memberikan informasi kondisi kualitas air secara real-time kepada pengguna [17].

Database historis, analitik data, decision support system, dan smart aquaculture dapat menjadi arah pengembangan berikutnya. Data monitoring yang dikumpulkan secara berkelanjutan berpotensi digunakan untuk melihat pola perubahan kualitas air. Hasil analisis tersebut dapat menjadi dasar pengembangan sistem pendukung keputusan [18]. Pengembangan lebih lanjut juga dapat diarahkan pada pengendalian otomatis berdasarkan hasil analisis. Oleh karena itu, penelitian ini diposisikan sebagai tahap awal sistem monitoring kualitas air berbasis IoT [19]. Penelitian terdahulu memiliki perbedaan dalam parameter, perangkat, komunikasi, platform, dan fitur monitoring. Parameter yang digunakan dalam penelitian sebelumnya antara lain pH, suhu, kekeruhan, dan dissolved oxygen (DO). Penelitian ini mengintegrasikan suhu, pH, dan TDS dalam satu sistem monitoring. Arduino Uno digunakan untuk akuisisi dan pemrosesan data, sedangkan ESP8266 digunakan untuk komunikasi Wi-Fi. Data kemudian ditampilkan secara real-time melalui Blynk sehingga dapat dipantau dari jarak jauh. Beberapa penelitian terdahulu telah menerapkan monitoring real-time, pemantauan jarak jauh, kontrol aktuator, maupun algoritma pengambilan keputusan [20]. Penelitian ini tidak menerapkan kontrol aktuator otomatis maupun algoritma pengambilan keputusan. Sistem difokuskan pada monitoring suhu, pH, dan TDS serta pemberian notifikasi berdasarkan nilai threshold. Penyimpanan database historis dan analitik juga belum menjadi bagian utama implementasi penelitian. Dengan demikian, kontribusi penelitian terletak pada integrasi tiga parameter, transmisi data, visualisasi real-time, dan notifikasi melalui Blynk. Penelitian ini diarahkan sebagai implementasi sistem informasi monitoring kualitas air kolam ikan koi. Sistem menghubungkan sensor, perangkat pengolah data, jaringan komunikasi, dan platform monitoring dalam satu alur. Fokus utama sistem adalah memperoleh, mengirimkan, dan menampilkan data suhu, pH, serta TDS secara real-time. Sistem juga menghasilkan notifikasi berdasarkan kondisi parameter yang dipantau. Pengembangan database historis, analitik, decision support system, dan otomatisasi ditempatkan sebagai pengembangan lanjutan.

3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) untuk merancang, mengimplementasikan, dan menguji sistem monitoring kualitas air kolam ikan koi berbasis IoT. Parameter yang dipantau meliputi suhu, pH, dan Total Dissolved Solids (TDS). Sensor digunakan sebagai perangkat akuisisi data dalam sistem. Arduino Uno berfungsi sebagai pengolah data, sedangkan ESP8266 digunakan sebagai modul komunikasi Wi-Fi. Platform Blynk digunakan untuk visualisasi dan monitoring jarak jauh. Tahapan penelitian terdiri dari beberapa proses yang saling berkaitan (Gambar 1). Tahap pertama adalah studi literatur untuk memperoleh dasar perancangan sistem. Selanjutnya dilakukan analisis kebutuhan dan perancangan sistem. Tahap berikutnya meliputi implementasi perangkat keras, perangkat lunak, dan kalibrasi sensor. Setelah itu dilakukan pengujian, evaluasi hasil, dan penyempurnaan sistem.



Gambar 1 Alur metode penelitian

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mengkaji jurnal, buku, artikel ilmiah, dan referensi terkait sistem monitoring kualitas air. Kajian mencakup kualitas air ikan koi, sensor pH, sensor suhu DS18B20, dan sensor TDS. Literatur juga membahas Arduino Uno, ESP8266, komunikasi IoT, dan platform Blynk. Hasil kajian digunakan untuk menentukan parameter dan karakteristik sensor yang digunakan. Selain itu, kajian menjadi dasar dalam menentukan metode kalibrasi, batas parameter, dan komunikasi data sistem.

2. Analisis Kebutuhan dan Perancangan Sistem

Sistem dirancang untuk mengukur tiga parameter kualitas air secara berkala. Sensor pH digunakan untuk mengukur tingkat keasaman, DS18B20 untuk mengukur suhu, dan sensor TDS untuk mengukur Total Dissolved Solids. Arduino Uno bertugas membaca serta mengolah data dari seluruh sensor. Data yang telah diproses dikirim melalui komunikasi serial menuju ESP8266. ESP8266 kemudian menghubungkan sistem dengan Wi-Fi dan meneruskan data ke Blynk. Aliran data sistem dimulai dari sensor pH PH4502C, sensor DS18B20, dan sensor TDS. Ketiga sensor mengirimkan data kepada Arduino Uno untuk proses akuisisi dan pemrosesan. Data kemudian dikirim melalui komunikasi serial menuju ESP8266. ESP8266 meneruskan data melalui jaringan Wi-Fi dan internet menuju Blynk. Blynk menampilkan data secara real-time dan memberikan notifikasi threshold kepada pengguna melalui smartphone. Blynk digunakan sebagai antarmuka untuk menampilkan nilai parameter secara

real-time. Sistem juga menerapkan notifikasi berdasarkan nilai threshold yang telah ditentukan. Ketika nilai parameter berada di luar batas, sistem mengirimkan pemberitahuan kepada pengguna. Notifikasi tersebut berfungsi sebagai mekanisme early warning. Sistem belum menggunakan notifikasi tersebut untuk mengendalikan aktuator secara otomatis.

3. Spesifikasi Perangkat dan Rangkaian Sistem

Perangkat keras yang digunakan terdiri atas Arduino Uno, sensor pH PH4502C, sensor suhu DS18B20, sensor TDS, dan ESP8266. Sensor pH dan TDS dihubungkan ke masukan analog Arduino Uno. Sensor DS18B20 menggunakan komunikasi OneWire melalui pin digital dan resistor pull-up 4,7 k Ω . Arduino Uno melakukan pembacaan dan pemrosesan data dari seluruh sensor. Data yang telah diproses dikirim ke ESP8266 untuk diteruskan ke Blynk melalui jaringan Wi-Fi. Secara fungsional, sistem terdiri dari bagian akuisisi, komunikasi, dan monitoring. Bagian akuisisi terdiri dari tiga sensor dan Arduino Uno. Bagian komunikasi mencakup komunikasi serial antara Arduino Uno dan ESP8266 serta jaringan Wi-Fi. Bagian monitoring menggunakan platform Blynk untuk menerima dan menampilkan data. Ketiga bagian tersebut membentuk alur sistem monitoring kualitas air secara terintegrasi.

4. Kalibrasi Sensor

Kalibrasi dilakukan sebelum pengujian untuk mengurangi perbedaan antara hasil pembacaan sensor dan nilai referensi. Sensor pH dikalibrasi menggunakan larutan standar dengan nilai pH yang telah diketahui. Hasil pembacaan dibandingkan dengan nilai standar dan parameter kalibrasi disesuaikan pada program. Sensor DS18B20 diverifikasi dengan membandingkan hasil pembacaannya dengan termometer digital pada kondisi air yang sama. Sensor TDS juga dibandingkan dengan larutan referensi dan dikalibrasi kembali apabila terdapat perubahan pembacaan yang signifikan.

5. Frekuensi Sampling dan Prosedur Pengukuran

Pengambilan data dilakukan secara berkala dengan interval sampling satu menit. Pada setiap siklus, Arduino Uno membaca nilai suhu, pH, dan TDS. Data sensor kemudian diproses untuk memperoleh nilai masing-masing parameter. Pembacaan sensor analog dirata-ratakan dari beberapa pembacaan untuk mengurangi fluktuasi. Setelah itu, Arduino Uno mengirimkan data dalam satu paket melalui komunikasi serial kepada ESP8266 untuk diteruskan ke Blynk. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali pada dua kondisi air. Pengujian dilakukan di luar ruangan dengan kondisi lingkungan yang sedikit terkena sinar matahari. Posisi sensor ditentukan dan dijaga tetap sama selama pengukuran. Kondisi pengujian dibuat relatif sama agar hasil antar-pengujian dapat dibandingkan. Data yang diperoleh kemudian digunakan sebagai dasar evaluasi sistem.

6. Pengujian Akurasi Sensor

Kinerja sensor dievaluasi dengan membandingkan hasil pembacaan sistem terhadap alat atau nilai referensi. Error absolut (persamaan 1) dihitung berdasarkan selisih antara hasil pembacaan sensor dan hasil alat pembanding.

$$Error(\%) = \left| \frac{X_{sensor} - X_{referensi}}{X_{referensi}} \right| \times 100\% \quad (1)$$

$$Akurasi(\%) = 100\% - Error(\%) \quad (2)$$

Persentase akurasi (persamaan 2) juga dihitung berdasarkan hasil perbandingan tersebut. Nilai error dan akurasi dihitung untuk setiap parameter pada seluruh pengujian. Hasil tersebut kemudian dirata-ratakan untuk menggambarkan kinerja sensor secara keseluruhan. Termometer digital digunakan sebagai alat pembanding untuk sensor suhu. Sensor pH dibandingkan dengan alat ukur pH digital. Sensor TDS dibandingkan dengan alat ukur TDS digital. Setiap hasil pembacaan dibandingkan dengan nilai referensi masing-masing parameter. Hasil perbandingan digunakan untuk menentukan tingkat error dan akurasi sistem.

7. Pengujian Transmisi Data

Keberhasilan transmisi data dievaluasi menggunakan persamaan 3 dengan membandingkan jumlah data yang berhasil diterima dengan jumlah data yang seharusnya dikirim. Data yang dikirim oleh Arduino atau ESP8266 dibandingkan dengan data yang berhasil diterima dan ditampilkan pada Blynk. Persentase keberhasilan transmisi digunakan untuk mengetahui kinerja komunikasi sistem. Persentase packet loss persamaan 4 digunakan untuk mengetahui jumlah data yang tidak berhasil diterima. Pengujian dilakukan pada jaringan Wi-Fi yang digunakan oleh sistem dengan mencatat data yang dikirim, diterima, dan hilang.

$$\text{Keberhasilan Transmisi}(\%) = \frac{N_{\text{terima}}}{N_{\text{kirim}}} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{Packet Loss}(\%) = \frac{N_{\text{kirim}} - N_{\text{terima}}}{N_{\text{kirim}}} \times 100\% \quad (4)$$

8. Pengujian Notifikasi

Pengujian notifikasi dilakukan dengan memberikan kondisi parameter yang berada di dalam dan di luar batas threshold. Sistem dinilai sesuai rancangan apabila perubahan kondisi dapat memicu notifikasi ketika nilai melewati batas. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali untuk mengetahui konsistensi respons sistem. Notifikasi digunakan sebagai pemberitahuan kepada pengguna mengenai perubahan kondisi parameter. Sistem belum menggunakan notifikasi untuk menjalankan tindakan otomatis melalui aktuator.

9. Pengujian Durasi dan Stabilitas Sistem

Pengujian stabilitas dilakukan dengan menjalankan sistem selama satu menit. Selama pengujian, sistem melakukan pembacaan sensor dan pengiriman data ke Blynk secara berkala. Parameter yang diamati meliputi pembacaan sensor, komunikasi data, tampilan Blynk, dan respons terhadap perubahan koneksi jaringan. Apabila terjadi gangguan, waktu dan jenis gangguan dicatat selama proses evaluasi. Hasil pengamatan digunakan untuk mengetahui kemampuan sistem beroperasi secara kontinu selama periode pengujian.

10. Evaluasi Sistem

Evaluasi sistem dilakukan berdasarkan empat aspek utama, yaitu akurasi sensor, keberhasilan transmisi data, respons notifikasi, dan stabilitas operasi. Akurasi ditentukan melalui perbandingan hasil sensor dengan alat atau nilai referensi. Kinerja komunikasi ditentukan berdasarkan persentase keberhasilan transmisi dan packet loss. Respons notifikasi dinilai berdasarkan kesesuaian antara kondisi parameter dan pemberitahuan yang dihasilkan. Stabilitas sistem dievaluasi berdasarkan hasil pengoperasian selama satu menit. Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui kemampuan sistem dalam melakukan monitoring kualitas air secara real-time. Hasil evaluasi digunakan untuk mengetahui bagian sistem yang masih membutuhkan penyempurnaan. Penyempurnaan dapat mencakup proses kalibrasi sensor dan pengolahan pembacaan. Perbaikan juga dapat dilakukan pada komunikasi jaringan dan mekanisme penanganan gangguan. Dengan demikian, hasil evaluasi menjadi dasar untuk meningkatkan kinerja sistem pada pengembangan berikutnya.

11. Batasan Implementasi Sistem

Blynk digunakan sebagai platform untuk menampilkan data monitoring secara real-time. Platform tersebut juga digunakan untuk memberikan notifikasi berdasarkan nilai threshold. Penelitian ini belum mengimplementasikan database historis secara mandiri. Sistem juga belum menerapkan analitik prediktif, machine learning, maupun decision support system secara khusus. Oleh karena itu, fitur-fitur tersebut tidak digunakan sebagai indikator keberhasilan penelitian dan ditempatkan sebagai peluang pengembangan pada penelitian selanjutnya.

4 Hasil dan Pembahasan

Sistem pemantauan kolam ikan koi dikembangkan sebagai sebuah sistem informasi berbasis Internet of Things (IoT) yang berfungsi untuk mentransmisikan, mengolah, dan menyajikan data kualitas air secara real-time melalui platform berbasis cloud. Fokus utama bukan hanya pada pembacaan sensor, melainkan pada bagaimana data dikonversi menjadi informasi yang dapat diakses dan dimanfaatkan oleh pengguna melalui jaringan internet. Berikut adalah komponen-komponen yang diperlukan dalam model monitoring pH, suhu dan kadar zat padat terlarut serta kebersihan air berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan arduino:

1.Sensor pH

Sensor pH pada Gambar 2 merupakan alat untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan air. Sensor ini penting dalam budidaya ikan karena pH yang ekstrem dapat memengaruhi kesehatan ikan. Berdasarkan penelitian oleh Kusuma et al. (2018), pH ideal untuk budidaya ikan berkisar antara 6,5 hingga 8,5. Sensor pH yang umum digunakan adalah model analog yang dapat dihubungkan ke mikrokontroler seperti Arduino untuk konversi data dan pengiriman ke platform IoT.



Gambar 2 Sensor pH

2.Sensor Suhu DS18B20

DS18B20 (Gambar 3) adalah sensor suhu digital dengan presisi tinggi yang banyak digunakan dalam proyek IoT. Sensor ini memiliki komunikasi satu kabel (one-wire) yang memudahkan integrasi dengan Arduino. Menurut dokumentasi Maxim Integrated (produsen DS18B20), sensor ini mampu membaca suhu dalam rentang -55°C hingga $+125^{\circ}\text{C}$ dengan akurasi $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, sehingga cocok untuk memantau suhu air kolam ikan.



Gambar 3 Sensor Suhu DS18B20

3.Arduino sebagai Mikrokontroler

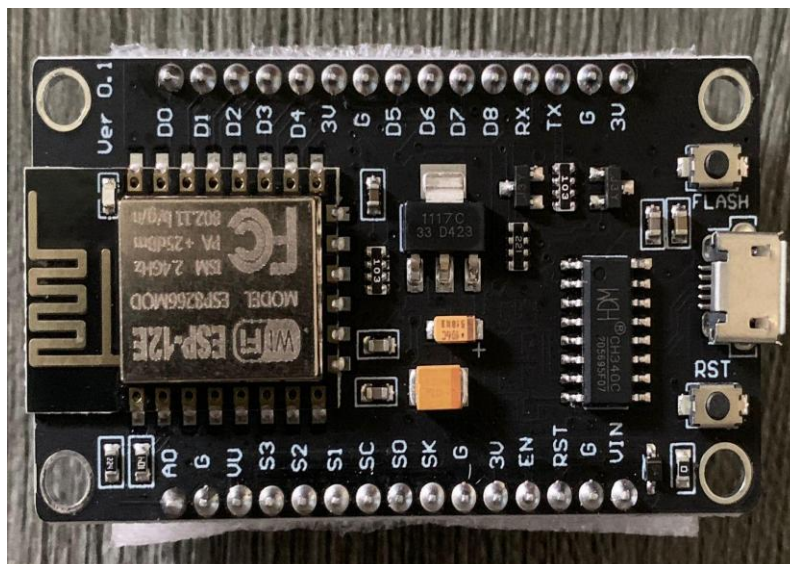
Arduino (Gambar 4) merupakan platform mikrokontroler open-source yang fleksibel dan mudah digunakan. Menurut Banzi & Shiloh (2014), Arduino sangat cocok digunakan dalam proyek monitoring karena memiliki banyak pustaka (library) yang mendukung berbagai jenis sensor. Dalam penelitian ini, Arduino berfungsi sebagai pengolah data dari sensor pH, suhu dan TDS kemudian mengirimkannya ke internet melalui modul Wi-Fi.



Gambar 4 Arduino Uno

4.Modul ESP8266

ESP8266 (Gambar 5) adalah modul Wi-Fi yang mendukung konektivitas internet untuk perangkat IoT. Modul ini dapat diprogram menggunakan Arduino IDE dan sering digunakan dalam sistem pemantauan jarak jauh. Berdasarkan studi dari Nugroho et al. (2020), ESP8266 memungkinkan pengiriman data secara real-time ke platform monitoring berbasis cloud seperti Blynk, ThingSpeak, atau Firebase.



Gambar 5 Modul ESP8266

5.Sensor TDS

Sensor TDS (Total Dissolved Solids) (Gambar 6) adalah sensor yang digunakan untuk mengukur jumlah zat padat terlarut dalam air, seperti mineral, garam, logam, dan sisa bahan organik yang tidak dapat disaring secara fisik karena sudah terlarut. Nilai TDS biasanya dinyatakan dalam satuan ppm (parts per million) atau mg/L (miligram per liter). TDS (Total Dissolved Solids) menggambarkan tingkat kemurnian atau kebersihan air. Semakin tinggi nilai TDS, semakin banyak zat yang terlarut di dalam air. Dalam konteks kolam ikan koki, nilai TDS yang terlalu tinggi bisa menunjukkan bahwa air sudah kotor atau mengandung banyak sisa pakan, kotoran ikan, dan zat kimia lain yang dapat membahayakan ikan.



Gambar 6 Sensor TDS

Perancangan Sistem Pemantauan Kolam Ikan Koi Berbasis IoT merepresentasikan integrasi antara perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), jaringan komunikasi, serta sistem berbasis cloud dalam satu arsitektur sistem cerdas. Penggunaan Arduino sebagai mikrokontroler utama menunjukkan penerapan konsep embedded system, yaitu sistem komputasi tertanam yang bertugas mengakuisisi, memproses, dan mengelola data secara lokal sebelum dikirimkan ke jaringan. Sensor pH, sensor suhu DS18B20, dan sensor TDS berperan sebagai data acquisition layer yang menghasilkan data mentah berupa sinyal analog maupun digital. Data tersebut kemudian diproses melalui mekanisme konversi Analog to Digital Converter (ADC), kalibrasi, serta pemrograman terstruktur sehingga menghasilkan informasi yang valid dan siap dikirimkan ke sistem yang lebih tinggi.

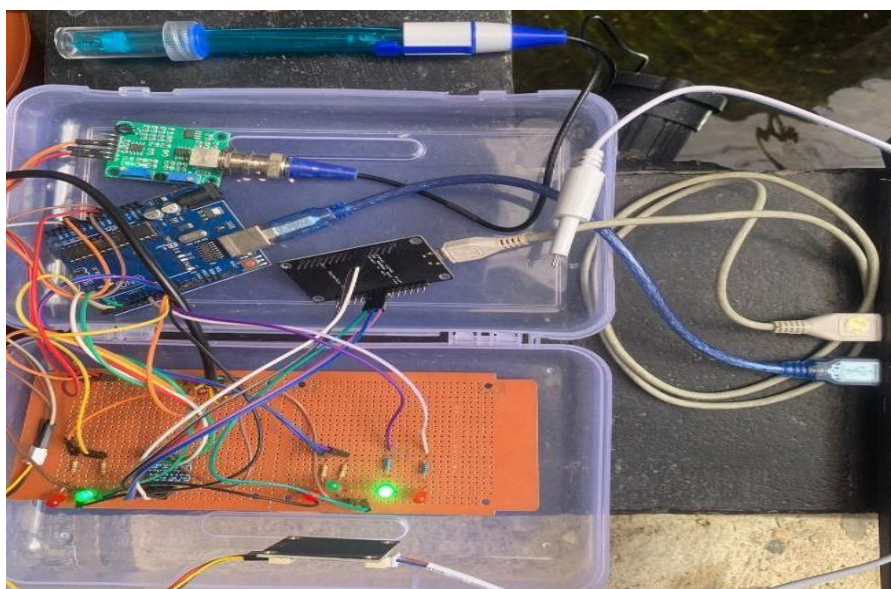
Integrasi modul ESP8266 sebagai media komunikasi memperlihatkan implementasi konsep Internet of Things (IoT), di mana perangkat fisik dapat terhubung ke jaringan internet dan bertukar data secara otomatis. Dalam konteks teknologi informasi, ESP8266 berfungsi sebagai network interface layer yang memungkinkan sistem melakukan komunikasi data melalui protokol jaringan seperti TCP/IP, serta pengiriman data menggunakan HTTP atau MQTT. Hal ini menunjukkan adanya pemanfaatan teknologi komunikasi nirkabel dan protokol internet untuk mendukung transmisi data secara real-time. Penggunaan WiFi sebagai media komunikasi juga memperlihatkan pemanfaatan infrastruktur jaringan yang sudah tersedia sehingga sistem dapat diakses secara luas tanpa batasan lokasi.

Pada sisi perangkat lunak, sistem ini menerapkan prinsip pengolahan data dan manajemen informasi. Arduino diprogram untuk melakukan inisialisasi, pembacaan sensor secara periodik, filtering sederhana, hingga konversi matematis agar data yang dikirimkan telah memiliki nilai yang terstandarisasi. Data yang telah diproses kemudian dikirim ke platform IoT berbasis cloud yang berfungsi sebagai data storage dan data visualization layer. Di dalam cloud, data dapat disimpan dalam basis data, ditampilkan dalam bentuk grafik historis, serta dianalisis untuk mendukung pengambilan keputusan. Dashboard monitoring yang dapat diakses melalui web atau aplikasi mobile mencerminkan implementasi konsep sistem informasi, di mana data mentah diubah menjadi informasi yang mudah dipahami oleh pengguna.

Secara keseluruhan, sistem ini menggambarkan arsitektur teknologi informasi yang terdiri dari beberapa lapisan, yaitu lapisan perangkat (device layer), lapisan jaringan (network layer), dan lapisan aplikasi (application layer). Integrasi ketiga lapisan tersebut memungkinkan terciptanya sistem monitoring berbasis real-time yang mendukung efisiensi, akurasi, dan kecepatan akses informasi. Dengan demikian, perancangan sistem ini tidak hanya berfokus pada aspek elektronika, tetapi juga menerapkan konsep-konsep penting dalam bidang teknologi informasi seperti sistem tertanam, komunikasi data, komputasi awan (cloud computing), serta manajemen dan visualisasi data.

Diperlukan juga beberapa struktur dalam perancangan sistem, yaitu arsitektur sistem IoT, integrasi sistem dan manajemen data, serta real-time monitoring dan user interface. Arsitektur sistem IoT dirancang menggunakan tiga lapisan, yaitu lapisan akuisisi data (*Perception Layer*), lapisan komunikasi data (*Network Layer*), dan lapisan aplikasi dan antarmuka pengguna (*Application Layer*). Pada lapisan akuisisi data, sensor pH, suhu (DS18B20), dan TDS berfungsi sebagai pengumpul data lingkungan berupa sinyal analog dan digital yang kemudian dikonversi menjadi data numerik. Pada lapisan komunikasi data, data yang telah diproses dikirimkan melalui modul WiFi ESP8266 menggunakan protokol TCP/IP melalui jaringan internet, dengan modul tersebut berfungsi sebagai gateway yang menghubungkan perangkat lokal dengan server cloud, sedangkan proses transmisi dilakukan secara periodik untuk memungkinkan monitoring secara *real-time*. Pada lapisan aplikasi dan antarmuka pengguna, data dikirim ke platform cloud Blynk yang berperan sebagai server IoT dan sistem manajemen data, kemudian divisualisasikan dalam bentuk dashboard web dan aplikasi mobile sehingga pengguna dapat memantau kondisi kolam dari jarak jauh. Integrasi sistem menjadi bagian penting dalam penelitian ini yang meliputi akuisisi data sensor, konversi data menjadi format digital, *encoding* dan pengiriman data ke server, penyimpanan sementara, serta visualisasi dalam bentuk dashboard. Platform Blynk berfungsi sebagai *middleware* yang menghubungkan perangkat IoT dengan pengguna akhir, sedangkan data yang dikirimkan dipetakan ke *virtual pin* sehingga dapat divisualisasikan dalam bentuk nilai numerik *real-time*, indikator LED status normal atau tidak normal, serta notifikasi otomatis ketika nilai melewati batas yang telah ditentukan. Fitur notifikasi tersebut merupakan implementasi sederhana dari *event-driven system*, yaitu sistem yang merespons kondisi tertentu tanpa memerlukan intervensi manual. Keunggulan utama sistem ini terletak pada aksesibilitas data berbasis internet, kemampuan monitoring multi-platform melalui web dan mobile, *user interface* yang interaktif, serta sistem notifikasi otomatis.

Dashboard Blynk memungkinkan pengguna melihat data secara langsung tanpa perlu berada di lokasi kolam. Hal ini mengubah proses monitoring tradisional menjadi sistem berbasis informasi digital yang efisien dan terdokumentasi. Setelah dilakukan perancangan komponen, telah dihasilkan rancangan sistem IoT yang menyusun komponen menjadi seperti Gambar 7 berikut:



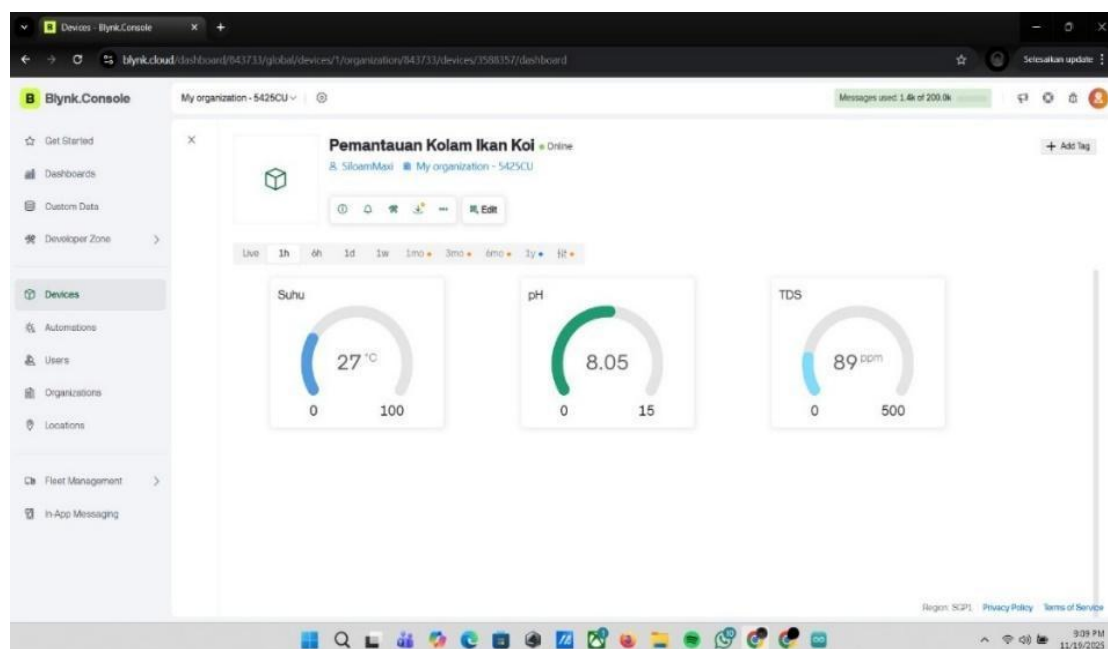
Gambar 7 Rancangan Komponen

Tahapan konfigurasi dan pengujian sistem IoT menggunakan Arduino IDE menunjukkan implementasi proses rekayasa perangkat lunak pada sistem tertanam. Arduino IDE berperan sebagai lingkungan pengembangan untuk menulis, mengunggah, dan menguji program yang mengatur proses akuisisi data dari sensor. Pada tahap awal dilakukan pengecekan dan kalibrasi sensor pH, yang dalam konteks teknologi informasi termasuk dalam proses validasi dan penjaminan kualitas data. Kalibrasi diperlukan karena sensor dapat mengalami deviasi akibat faktor lingkungan dan penggunaan, sehingga perlu disesuaikan menggunakan larutan standar pH 4, pH 7, dan pH 10 agar data yang dihasilkan memiliki akurasi dan reliabilitas tinggi. Penyesuaian nilai pada variabel *calibration_value* di dalam kode program merupakan bentuk konfigurasi parameter sistem berbasis perangkat lunak, yang menunjukkan bahwa akurasi sistem tidak hanya ditentukan oleh perangkat keras, tetapi juga oleh pengolahan data secara digital.

Selanjutnya, proses pengecekan suhu menggunakan sensor DS18B20 memperlihatkan integrasi komunikasi digital berbasis protokol *OneWire* dalam sistem. Data suhu yang diterima Arduino diproses melalui library pendukung sehingga menghasilkan output dalam satuan derajat Celcius. Tahap penggabungan seluruh kode program (sensor pH, suhu, dan TDS) mencerminkan proses integrasi sistem, yaitu penyatuan beberapa modul perangkat lunak agar dapat berjalan secara sinkron dalam satu arsitektur aplikasi. Pengujian melalui Serial Monitor berfungsi sebagai mekanisme debugging dan monitoring internal untuk memastikan bahwa setiap variabel dan proses berjalan sesuai logika program sebelum sistem dihubungkan ke jaringan.

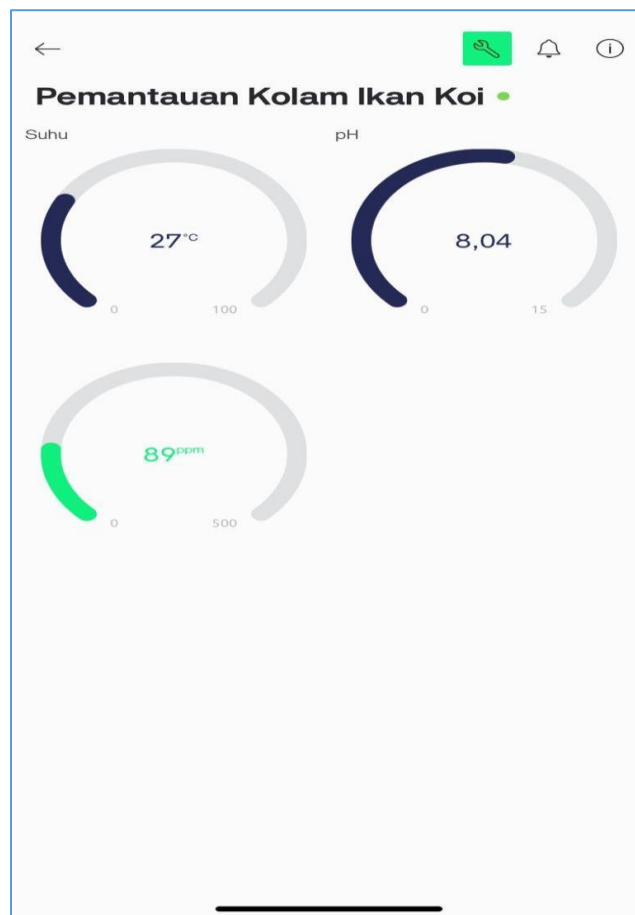
Tahap berikutnya adalah komunikasi data dari Arduino ke modul ESP8266 melalui komunikasi serial. Dalam kerangka teknologi informasi, proses ini termasuk dalam implementasi komunikasi data antar perangkat menggunakan protokol UART. ESP8266 kemudian bertindak sebagai antarmuka jaringan yang menghubungkan sistem lokal ke internet melalui protokol TCP/IP. Data sensor yang telah diproses dikirimkan ke platform IoT seperti Blynk, yang berfungsi sebagai cloud server, database, sekaligus antarmuka visualisasi. Pada tahap ini terjadi transformasi dari data mentah menjadi informasi yang dapat dimonitor secara real-time melalui dashboard aplikasi.

Secara keseluruhan, tahapan tersebut menggambarkan penerapan konsep teknologi informasi yang meliputi pengembangan perangkat lunak, manajemen konfigurasi, validasi data, komunikasi jaringan, hingga integrasi dengan cloud computing. Sistem tidak hanya berfungsi sebagai alat ukur, tetapi sebagai sistem informasi terdistribusi yang mampu mengumpulkan, memproses, mengirim, menyimpan, dan menampilkan data secara real-time. Dengan demikian, penerapan IoT pada sistem ini menunjukkan sinergi antara embedded system, komunikasi data, dan layanan berbasis cloud dalam mendukung monitoring kualitas air secara akurat dan berkelanjutan. Setelah dilakukan perancangan sistem, maka hasil dari tampilan Blynk web, mobile, serta notifikasi normal atau tidak normalnya pH, suhu dan sensor TDS sebagaimana Gambar 8, 9 dan 10 berikut :

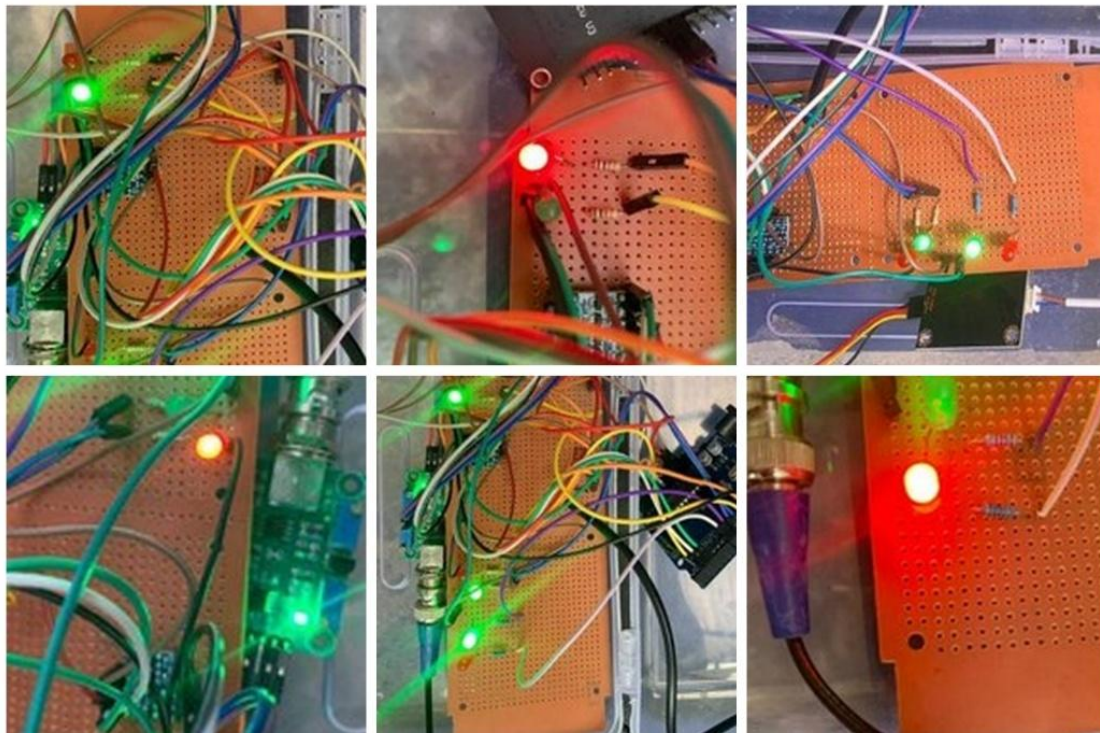


<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

Gambar 8 Tampilan blynk web



Gambar 9 Tampilan blynk mobile



Gambar 10 Notifikasi lampu normal/tidak normal

Rancangan Komponen pada Tabel 1, dilakukan uji coba dalam waktu 1 menit dengan alat uji, maka hasilnya adalah sebagaimana Tabel 2 berikut:

Tabel 1 Hasil rancangan komponen

Suhu	pH	TDS
25,5 C	6,92	194 ppm
25,5 C	6,90	192 ppm
25,4 C	6,91	190 ppm
25,4 C	6,90	191 ppm
25,5 C	6,92	190 ppm

Tabel 2 Hasil Alat Uji

Suhu	pH	TDS
25,5 C	6,91	192 ppm
25,5 C	6,90	190 ppm
25,5 C	6,89	188 ppm
25,4 C	6,90	189 ppm
25,5 C	6,91	188 ppm

1. Hasil Pengujian Pembacaan Sensor

Setelah seluruh komponen dirancang dan diintegrasikan, dilakukan pengujian untuk mengetahui konsistensi pembacaan sensor suhu, pH, dan TDS. Dalam waktu satu menit, sistem menghasilkan lima data pengukuran dengan suhu 25,4–25,5 °C, pH 6,90–6,92, dan TDS 190–194 ppm. Sebagai pembandingan, Tabel 2 menunjukkan suhu 25,4–25,5 °C, pH 6,89–6,91, dan TDS 188–192 ppm.

<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

Berdasarkan Tabel 1, rata-rata suhu adalah 25,46 °C dengan standar deviasi 0,055 °C, pH sebesar 6,91 dengan standar deviasi 0,010, dan TDS sebesar 191,40 ppm dengan standar deviasi 1,67 ppm. Sementara itu, Tabel 2 memiliki rata-rata suhu 25,48 °C, pH 6,90, dan TDS 189,40 ppm dengan standar deviasi masing-masing 0,045 °C, 0,007, dan 1,67 ppm. Selisih rata-rata kedua tabel adalah 0,02 °C untuk suhu, 0,01 untuk pH, dan 2,00 ppm untuk TDS, sehingga menunjukkan perbedaan pembacaan yang relatif kecil. Standar deviasi yang rendah juga menunjukkan bahwa pembacaan ketiga parameter memiliki variasi yang kecil dan relatif konsisten. Namun, hasil tersebut lebih tepat digunakan untuk menunjukkan konsistensi atau repeatability, bukan sebagai bukti akurasi absolut sensor karena akurasi memerlukan nilai referensi atau alat ukur pembandingan yang terdokumentasi.

2. Analisis Error dan Akurasi

Untuk menentukan error dan akurasi sensor secara kuantitatif, hasil pembacaan sensor perlu dibandingkan dengan nilai referensi pada setiap pengujian.

$$E_{abs} = |X_{sensor} - X_{referensi}| \quad (5)$$

$$E(\%) = \frac{|X_{sensor} - X_{referensi}|}{X_{referensi}} \times 100\% \quad (6)$$

$$Akurasi(\%) = 100\% - E(\%) \quad (7)$$

Error absolut pada persamaan 5 dapat dihitung menggunakan persamaan yang telah ditentukan, sedangkan persentase error dan akurasi dihitung menggunakan persamaan 6 dan persamaan 7. Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2, terdapat selisih rata-rata sebesar 0,02 °C untuk suhu, 0,01 untuk pH, dan 2 ppm untuk TDS. Namun, selisih tersebut belum dapat disebut sebagai error sensor karena Tabel 2 harus dipastikan berasal dari alat referensi yang memiliki nilai akurasi yang diketahui. Oleh karena itu, hasil pengujian yang diperoleh lebih tepat disebut sebagai selisih pembacaan terhadap alat uji. Standar deviasi yang rendah menunjukkan konsistensi pembacaan, sedangkan akurasi menunjukkan kedekatan hasil sensor terhadap nilai sebenarnya atau nilai referensi. Kedua aspek tersebut perlu dilaporkan secara terpisah agar evaluasi kinerja sistem dapat dilakukan dengan lebih tepat.

3. Analisis Sistem Monitoring Blynk

Hasil implementasi menunjukkan bahwa data dari sensor suhu, pH, dan TDS diproses oleh Arduino Uno kemudian diteruskan melalui ESP8266 ke platform Blynk. Blynk digunakan sebagai antarmuka monitoring melalui web dan aplikasi mobile sehingga pengguna dapat melihat nilai parameter dari jarak jauh. Dokumen penelitian menunjukkan adanya tampilan Blynk Web dan Blynk Mobile sebagai bagian dari antarmuka sistem. Berdasarkan hasil implementasi, fungsi Blynk yang dapat dibuktikan adalah sebagai platform monitoring dan visualisasi data secara real-time. Penggunaan Blynk sebagai sistem penyimpanan data historis belum dapat dibuktikan berdasarkan hasil implementasi yang tersedia. Dengan demikian, alur sistem terdiri dari sensor yang melakukan akuisisi data, Arduino Uno yang memproses data, ESP8266 yang melakukan komunikasi jaringan, dan Blynk yang menampilkan informasi kepada pengguna.

4. Pengujian Notifikasi Threshold

Sistem dirancang untuk memberikan notifikasi ketika nilai parameter melewati batas atau threshold yang telah ditentukan. Blynk digunakan untuk menampilkan nilai numerik dari parameter yang dipantau oleh sistem. Selain itu, Blynk juga menyediakan indikator status untuk menunjukkan kondisi parameter. Notifikasi diberikan ketika nilai parameter melewati batas tertentu yang telah ditetapkan. Dengan demikian, fitur threshold berfungsi sebagai pemberitahuan kepada pengguna terhadap kondisi parameter yang berada di luar batas yang ditentukan. Fitur tersebut mendukung proses monitoring kualitas air secara lebih mudah melalui antarmuka Blynk.

5. Evaluasi Komunikasi Data

Pengujian komunikasi data dilakukan untuk mengetahui keberhasilan transmisi data dari sistem menuju platform monitoring.

$$\text{Keberhasilan Transmisi}(\%) = \frac{N_{diterima}}{N_{dikirim}} \times 100\% \quad (8)$$

$$\text{Packet Loss}(\%) = \frac{N_{dikirim} - N_{diterima}}{N_{dikirim}} \times 100\% \quad (9)$$

Persentase keberhasilan transmisi dapat dihitung menggunakan persamaan 8. Selain itu, packet loss dapat dihitung menggunakan persamaan 9, untuk mengetahui jumlah data yang tidak berhasil diterima selama proses komunikasi. Kedua parameter tersebut digunakan untuk mengevaluasi kinerja komunikasi data pada sistem. Hasil pengujian komunikasi perlu dilaporkan secara kuantitatif agar tingkat keberhasilan transmisi dapat diketahui. Dengan demikian, evaluasi tidak hanya menunjukkan bahwa data berhasil dikirim, tetapi juga memberikan gambaran mengenai kualitas komunikasi antara sistem dan platform monitoring.

6. Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian memiliki kesamaan dengan beberapa penelitian IoT sebelumnya dalam penggunaan sensor, mikrokontroler, komunikasi jaringan, dan platform monitoring. Perbedaan utama penelitian ini terletak pada integrasi tiga parameter, yaitu suhu, pH, dan TDS, dalam satu sistem monitoring. Sistem tersebut menggunakan Arduino Uno dan ESP8266 serta menyajikan informasi melalui platform Blynk. Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan fungsi yang lebih lanjut, seperti kontrol otomatis, algoritma pengambilan keputusan, web server, dan database. Sementara itu, penelitian ini berfokus pada akuisisi dan monitoring kualitas air secara real-time serta penyampaian notifikasi berdasarkan threshold. Oleh karena itu, fokus penelitian ini adalah integrasi monitoring multi-parameter dan akses informasi secara jarak jauh, bukan pengembangan analitik historis atau sistem pengambilan keputusan otomatis.

7. Evaluasi Keseluruhan

Secara keseluruhan, lima kali pengukuran menunjukkan bahwa pembacaan suhu, pH, dan TDS memiliki variasi yang relatif kecil. Nilai rata-rata dan standar deviasi menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan pembacaan yang relatif konsisten pada kondisi pengujian tersebut. Perbedaan rata-rata antara hasil sistem dan alat pembanding juga relatif kecil pada ketiga parameter yang diuji. Namun, jumlah pengamatan yang masih terbatas menyebabkan hasil pengujian belum cukup untuk menggambarkan kinerja sistem dalam jangka panjang. Selain itu, konsistensi pembacaan tidak dapat secara langsung dianggap sebagai bukti akurasi sensor. Oleh karena itu, pengujian dengan jumlah data yang lebih banyak dan alat referensi yang memiliki akurasi terdokumentasi diperlukan untuk memperoleh evaluasi kinerja yang lebih lengkap.

5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, telah berhasil dikembangkan sistem monitoring kualitas air kolam ikan koi berbasis Internet of Things (IoT) yang mengintegrasikan sensor suhu, pH, dan TDS dengan Arduino Uno, ESP8266, serta platform Blynk untuk pemantauan secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan bahwa lima kali pengukuran menghasilkan variasi data yang relatif kecil, dengan rata-rata suhu 25,46 °C, pH 6,91, dan TDS 191,40 ppm, sehingga sistem mampu memberikan pembacaan yang relatif konsisten pada kondisi pengujian. Sistem juga mampu mengirimkan data melalui ESP8266 dan menampilkan informasi melalui Blynk Web dan Blynk Mobile, serta menyediakan notifikasi berdasarkan nilai threshold sebagai mekanisme early warning ketika parameter melewati batas yang ditentukan. Kontribusi penelitian terletak pada integrasi akuisisi, pemrosesan, transmisi, visualisasi data, dan notifikasi tiga parameter kualitas air dalam satu sistem monitoring yang dapat diakses dari jarak jauh. Penerapan sistem ini memberikan implikasi berupa kemudahan dalam pemantauan kondisi kualitas air tanpa harus selalu berada di lokasi kolam, sekaligus mendukung pengelolaan budidaya berbasis data. Namun, hasil pengujian masih terbatas pada jumlah pengamatan yang relatif sedikit sehingga belum dapat menggambarkan kinerja sistem dalam jangka panjang, sementara database historis, analitik prediktif, decision support system, dan kontrol aktuator otomatis masih menjadi peluang pengembangan pada penelitian selanjutnya.

Ucapan Terima Kasih

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya laporan penelitian berjudul “Penerapan Sistem Pemantauan Kolam Ikan Koi Berbasis IoT” dapat diselesaikan dengan baik. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pentingnya pemantauan kualitas air kolam yang meliputi suhu, pH, dan TDS untuk menjaga kesehatan serta keberlangsungan hidup ikan koi. Sistem berbasis IoT dirancang untuk melakukan monitoring secara real-time melalui smartphone menggunakan sensor DS18B20, pH, dan TDS yang terintegrasi dengan mikrokontroler. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Kristen Satya Wacana, dosen pembimbing, rekan-rekan, serta seluruh pihak yang telah memberikan dukungan selama proses penelitian. Penulis berharap penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pembudidaya ikan koi dan menjadi referensi dalam pengembangan teknologi pemantauan kualitas air berbasis IoT. Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam laporan ini, sehingga kritik dan saran sangat diharapkan untuk penyempurnaan di masa mendatang.

Referensi

- [1] Khaidir, A., & Bambang, S. (2019). Sistem Kontrol Temperatur, pH, dan Kejernihan Air Kolam Ikan berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro*, 8(2), 420–427.
- [2] Akbari, R., Priyanto, H., & Novriando, H. (2024). Penerapan *Internet of Things (IOT)* untuk Monitoring PH dan Suhu Air. *Jurnal Aplikasi dan Riset Informatika*, 2(2), 77–85. <https://doi.org/10.26418/juara.v2i2.79366>
- [3] Haryanto, Kurniawan, C., Purnamasari, D., Ibadillah, A., Sukri, H., & Fahmi, M. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring & Kontrol Otomatis untuk Budaya Ikan Koi berbasis IoT. *Jurnal Teknik Elektro*, 6, 38–44.
- [4] Asih, C. S., & Harefa, K. (2022). Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Air menggunakan Arduino berbasis *Internet of Things*. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Science*, 1(10), 1833–1839.
- [5] Fadillah, A. Z., & Gunawan, R. (2024). Potensi IoT dalam Industri 4.0. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 8(2), 1932–1940.
- [6] Febrianti, F., Wibowo, S. A., & Vendyansyah, N. (2021). Implementasi *IoT (Internet of Things)* Monitoring Kualitas Air dan Sistem Administrasi pada Pengelola Air Bersih Skala Kecil. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 5(1), 171–178.
- [7] Firdaus, A., Baswantara, A., Susito, D., & Wibowo, Y. (2024). Perancangan Alat Pendeteksi Suhu dan Potensial Hidrogen pada Kolam Budidaya dengan Alat Ukur berbasis *Internet of Things*. *Jurnal Perikanan Terapan*, 2024(2), 39–46. <https://jurnal.uts.ac.id/index.php/jupiter>
- [8] Ariyanto, D., & Kusriyanto, M. (2023). Sistem Pemantau Kualitas Air Kolam Ikan Koi berbasis IoT. *Technologia*, 14(1), 19–26. <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/JIT>
- [9] Taufik, A., & Fadlil, A. (2023). Sistem Monitoring pH dan Kekeruhan Kolam ikan Koi berbasis *Internet of Things* menggunakan Aplikasi Blynk. *Jurnal Teknologi Elektro*, 14(1), 56–61. <https://doi.org/10.22441/jte.2023.v14i1.010>
- [10] Koromari, B., & David, F. (2023). Perancangan dan Implementasi Sistem Pakan Otomatis dan Monitoring TDS pada Akuarium Ikan Hias berbasis IoT. *IT-EXPLORE*, 02, 154–169.
- [11] Mustain, M., Kusuma, A., & Puspitasari, W. (2025). Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Air pada Pembesaran Ikan Koi berbasis *Internet Of Things (IoT)* (Vol. 4).
- [12] Nurdina, A., Sasmito, A., & Vendyansyah, N. (2022). Penerapan *Internet of Things (IoT)* Monitoring dan Controlling Perawatan Anakan Ikan Koi berbasis Website. In *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika* (Vol. 6, Number 2).
- [13] Putra, A. S., Budiprayitno, S., & Rahayu, L. P. (2021). Perancangan Sistem Kontrol pH dan Suhu Air menggunakan Metode Fuzzy dan Terintegrasi dengan *Internet of Things (IoT)* pada Budidaya Ikan Hias. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2), 444–449.
- [14] Putri, S., & Arinal, V. (2025). Pengembangan Sistem Monitoring Kualitas Air dan Kendali Pakan Otomatis untuk Budidaya Ikan berbasis *Internet of Things*. In *Jurnal Indonesia : Manajemen Informatika dan Komunikasi (JIMIK)* (Vol. 6, Number 3). <https://journal.stmiki.ac.id>

- [15] Salmon, Pratiwi, H., & Muftisjar, A. (2023). *Prototipe Alat Perawatan Ikan Hias menggunakan NODEMCU berbasis IoT (Internet of Things)*. *Jurnal INFORMATIKA*, 13(1), 16–4. <https://doi.org/10.46984/inf-wcd.2202>
- [16] Salsabila, P., Saputra, A., & Supani, A. (2025). Implementasi IoT untuk Alat Pemantauan Kualitas Air Kolam Karantina Ikan Koi berbasis ESP32. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika* (Vol. 9, Number 6).
- [17] Sugiarto, M., Muhtarom, M., & Asri, A. (2024). Implementasi Sistem Pemberian Pakan Ikan Hias Otomatis menggunakan Esp32 berbasis IoT (Internet of Things). In *Jurnal Indonesia : Manajemen Informatika dan Komunikasi (JIMIK)* (Vol. 5, Number 3). <https://journal.stmiki.ac.id>
- [18] Indriyanto, S., Yuliantoro, P., & Kusumawati, D. (2022). Sistem Monitoring Suhu Air pada Aquascape berbasis Internet of Things (IoT). *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, 4(1), 56–65. <https://doi.org/10.20895/jtece.v4i1.608>
- [19] Tukadi, & Zakariya, F. M. (2022). Monitoring dan Kontrol Kondisi Air Kolam Ikan. *Journal of System and Computer Engineering (JSCE) ISSN*, 3(1), 196–205.
- [20] Yuli, D., Teguh, A., & Aidina, R. (2021). Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Ikan Koi (*Cyprinus Carpio*) berbasis Teknologi Internet Of Things (IOT).