

SISTEM KONTROL SUHU DAN PH AIR PADA KOLAM UDANG HIAS AIR TAWAR MENGGUNAKAN ESP32**Muhammad Regeng Rahutomo ¹, Lilik Anifah ²**

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik

Universitas Negeri Surabaya

Email: muhammadregeng.18014@mhs.unesa.ac.id, lilikanifah@unesa.ac.id**Abstract (English)**

The cultivation of freshwater ornamental shrimp, such as the Red Cherry Shrimp, faces significant challenges as these shrimp are highly sensitive to changes in water quality parameters, especially temperature and pH. Fluctuations in these two parameters can cause stress, molting failure, and even mass mortality in the shrimp. Manual control, which is cumbersome and unresponsive, is a major obstacle for farmers. This research aims to design and build an automatic control system prototype to maintain the stability of water temperature and pH in freshwater ornamental shrimp ponds using an ESP32 microcontroller. This study employed an experimental method with a quantitative approach. The system was designed by integrating a DS18B20 temperature sensor and a pH-4502C sensor with an ESP32 microcontroller as the main processing unit. The actuators used consist of a Peltier module and a DC fan for cooling, as well as a water pump to stabilize the pH. The system's performance was tested by monitoring temperature and pH data periodically. The test results show that the system can operate automatically and responsively. When the water temperature exceeded the 25°C threshold, the cooling system was successfully activated. Similarly, when the pH value was detected outside the normal range (6.5–7.5), the water pump automatically operated to replace the water until conditions returned to a stable state. During the testing period, an average temperature of 25.24°C and an average pH of 6.79 were recorded. Although some fluctuations were still observed, the system proved capable of quickly correcting these deviations. In conclusion, this prototype control system is effective and feasible for automatically maintaining water quality, thereby increasing efficiency and reducing the risk of failure in freshwater ornamental shrimp cultivation.

Article History

Submitted: 26 Juli 2025

Accepted: 29 Juli 2025

Published: 30 Juli 2025

Key Words

Automatic Control
System, Water
Temperature, Water pH,
Microcontroller,
Temperature Sensor.

Abstrak (Indonesia)

Budidaya udang hias air tawar, seperti Red Cherry Shrimp menghadapi tantangan signifikan karena udang sangat sensitif terhadap perubahan parameter kualitas air, terutama suhu dan pH. Fluktuasi pada kedua parameter ini dapat menyebabkan stress, kegagalan molting, hingga kematian massal pada udang. Pengendalian manual yang merepotkan dan tidak responsif menjadi kendala utama bagi para pembudidaya. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah prototype sistem kontrol otomatis untuk menjaga stabilitas suhu dan pH air pada kolam udang hias air tawar menggunakan mikrokontroler ESP32. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan pendekatan kuantitatif. Sistem ini dirancang dengan mengintegrasikan sensor suhu DS18B20 dan sensor pH-4502C dengan mikrokontroler ESP32 sebagai unit pemroses utama. Aktuator yang digunakan terdiri dari modul Peltier dan kipas DC sebagai pendingin suhu, serta pompa air untuk menstabilkan pH. Pengujian kinerja sistem dilakukan dengan memantau data suhu dan pH secara berkala. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja secara otomatis dan responsif. Ketika suhu air melebihi ambang batas 25°C, sistem pendingin berhasil diaktifkan. Demikian pula, saat nilai pH terdeteksi di luar rentang normal (6.5–7.5), pompa air secara otomatis bekerja untuk mengganti air hingga kondisi kembali stabil. Selama periode pengujian, tercatat rata-rata suhu sebesar 25,24°C dan rata-rata pH sebesar 6,79. Meskipun masih ditemukan beberapa fluktuasi, sistem terbukti mampu mengatasi penyimpangan tersebut secara cepat. Kesimpulannya, prototype sistem kontrol ini efektif dan layak diterapkan untuk menjaga kualitas air secara otomatis, meningkatkan efisiensi, dan mengurangi risiko kegagalan dalam budidaya udang hias air tawar.

Sejarah Artikel

Submitted: 26 Juli 2025

Accepted: 29 Juli 2025

Published: 30 Juli 2025

Kata Kunci

Sistem Kontrol Otomatis,
Suhu Air, pH Air,
Mikrokontroler, Sensor
Suhu

PENDAHULUAN

Udang hias air tawar merupakan salah satu jenis hewan akuatik yang semakin populer di kalangan pecinta akuarium atau kolam kecil. Jenis yang paling umum dibudidayakan antara lain *Red Cherry Shrimp* (*Neocaridina davidi*), *Crystal Red Shrimp* (*Caridina cantonensis*), dan *Amano Shrimp*. Selain bentuknya yang kecil dan warnanya yang menarik, udang hias juga dikenal memiliki peran ekologis dalam menjaga kebersihan kolam karena kemampuannya memakan alga dan sisa makanan. Permintaan pasar terhadap udang hias terus meningkat, baik di dalam negeri maupun ekspor, seiring dengan berkembangnya tren aquascape dan hobi pemeliharaan kolam mini.

Permintaan terhadap udang hias, seperti *Red Cherry Shrimp* (*Neocaridina davidi*), mengalami peningkatan signifikan. Menurut Setiawan Budi, pemilik CV Fajar Alam Jaya Aquatic & Plants di Bandung, permintaan udang red cherry terus meningkat dari tahun ke tahun, dengan penjualan mencapai hingga 60.000 ekor per bulan. Harga jual per ekor berkisar antara Rp500 hingga Rp2.000, tergantung pada kualitas warna dan ukuran udang (Budi, 2020). Selain pasar domestik, udang hias Indonesia juga diminati di pasar ekspor. Beberapa pelaku usaha berhasil menembus pasar internasional, menunjukkan potensi ekspor yang besar untuk komoditas ini (Aquatic, 2020).

Tim PKM Kewirausahaan dalam Wulan et al. (2015) menyebutkan bahwasanya budidaya udang hias dapat dilakukan dalam skala rumah tangga dengan modal yang relatif kecil, menjadikannya peluang usaha yang menarik bagi pemula dan pelaku UMKM. Selain itu, usaha ini dapat menjadi alternatif wirausaha bagi mahasiswa dan generasi muda, serta berkontribusi dalam menciptakan lapangan kerja baru.

Pada prosesnya memelihara udang hias air tawar tidak semudah yang dibayangkan. Udang merupakan hewan yang sangat sensitif terhadap perubahan parameter lingkungan, khususnya suhu dan pH air. Fluktuasi suhu yang terlalu tinggi atau rendah dapat mengganggu proses metabolisme udang, sementara pH yang tidak stabil berisiko menghambat penyerapan nutrisi serta mengganggu keseimbangan osmotik. Suhu ideal bagi *Red Cherry Shrimp* berkisar antara 22°C–25°C, dengan pH optimal 6,5–7,5 tergantung spesiesnya. Sementara itu, untuk jenis seperti *Crystal Red Shrimp*, suhu ideal berada pada 22°C–25°C dan pH 6,0–6,7 (Dewi, 2024). Ketidakstabilan pada salah satu parameter tersebut dapat menyebabkan udang mengalami stres, gagal molting (proses pergantian kulit), hingga kematian massal.

Sebagian besar kasus kematian udang hias di kolam disebabkan oleh lonjakan pH mendadak atau akumulasi zat terlarut dalam air yang tidak terpantau (Dewi, 2024). Masalah utama yang sering dihadapi oleh penghobi maupun peternak pemula adalah kesulitan menjaga kestabilan kualitas air secara manual. Perubahan suhu ruangan, evaporasi, serta sisa metabolisme dalam kolam dapat menyebabkan parameter air berfluktuasi dengan cepat. Pengontrolan secara manual dengan termometer dan alat ukur pH tidak hanya merepotkan, tetapi juga rawan keterlambatan dalam tindakan koreksi.

Guna menjawab tantangan tersebut, dibutuhkan sistem otomatis yang dapat mengendalikan dan memantau kualitas air secara real-time. Sistem kontrol otomatis berbasis mikrokontroler menjadi solusi yang potensial. Melihat kondisi tersebut, penelitian ini menjadi penting dilakukan untuk mengatasi kekurangan dari metode pengendalian manual maupun sistem konvensional yang terbatas. Dengan memanfaatkan teknologi mikrokontroler ESP32 yang hemat daya dan mendukung koneksi nirkabel, sistem yang dirancang dalam penelitian ini mampu menyesuaikan respon kendali terhadap perubahan suhu dan pH secara real-time. Penggunaan mikrokontroler ESP32 dalam sistem ini menjadi pilihan tepat karena ESP32 memiliki kemampuan pemrosesan data tinggi, konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth, serta hemat daya. Sistem dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai sistem monitoring berbasis IoT (*Internet of Things*), memberikan kemudahan bagi pengguna untuk mengawasi kolam secara jarak jauh.

Kebaruan dari penelitian ini terletak pada penerapan untuk mengontrol dua parameter sekaligus (suhu dan pH air) secara otomatis dalam konteks kolam udang hias air tawar. Jika penelitian sebelumnya hanya berfokus pada satu parameter atau hanya pada ikan, maka penelitian ini memadukan pendekatan cerdas untuk sistem kendali lingkungan spesifik bagi udang hias yang dikenal sensitif dan rentan terhadap ketidakseimbangan lingkungan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk merancang sistem kontrol suhu dan pH air pada kolam udang hias air tawar secara otomatis berbasis ESP32. Diharapkan sistem ini dapat membantu pembudidaya dalam menjaga kualitas air secara optimal dan efisien.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimental. Pendekatan ini dipilih karena penelitian bertujuan untuk merancang dan menguji sistem kendali otomatis terhadap suhu dan pH air menggunakan mikrokontroler ESP32. Menurut Sugiyono (2022), pendekatan kuantitatif cocok digunakan dalam penelitian yang membutuhkan pengukuran numerik, analisis statistik, dan pengujian hipotesis secara objektif.

Instrumen penelitian adalah alat yang digunakan untuk mengumpulkan data dan mendukung proses pengujian dalam penelitian ini. Pemilihan instrumen disesuaikan dengan kebutuhan teknis sistem yang dirancang, serta relevan dengan parameter yang dikendalikan, yaitu suhu dan pH air pada kolam udang hias. Instrumen yang digunakan mencakup perangkat keras, perangkat lunak, serta alat bantu pengukuran (Sugiyono, 2022).

Tahapan pertama dimulai dengan melakukan studi literatur untuk mengumpulkan informasi teoritis yang relevan dengan penelitian. Referensi diperoleh dari buku, jurnal ilmiah, artikel online, dan hasil penelitian sebelumnya yang membahas tentang mikrokontroler ESP32, kontrol suhu, pH air, serta karakteristik biologis udang hias air tawar. Selain itu, dilakukan observasi terhadap kondisi nyata pemeliharaan udang hias, khususnya mengenai tantangan dalam menjaga kualitas air secara manual.

Selanjutnya, dilakukan pemodelan sistem secara konseptual. Pada tahap ini, dirancang blok diagram alur kerja sistem kontrol yang melibatkan sensor suhu dan sensor pH sebagai *input*, mikrokontroler ESP32 sebagai pemroses, dan aktuator berupa pendingin (modul peltier + kipas) serta pompa air sebagai *Output*. Model ini menjelaskan hubungan fungsional antar komponen dalam sistem.

Kemudian, tahapan pengumpulan alat dan bahan merupakan langkah awal dalam realisasi sistem yang dirancang. Komponen utama yang biasanya termasuk dalam tahapan ini antara lain:

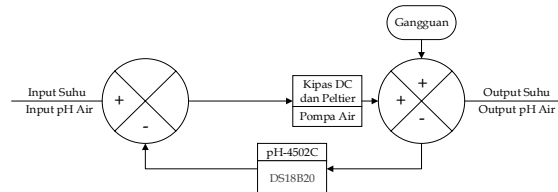
- a. Sensor
 - 1) Sensor suhu DS18B20
 - 2) Sensor pH-4502C
- b. Mikrokontroler

ESP32 digunakan sebagai pusat pemrosesan data.
- c. Aktuator / *Output* System
 - 1) Modul Peltier dan kipas DC untuk mengontrol suhu
 - 2) Pompa air untuk mengontrol kadar pH
- d. Perangkat Antarmuka
 - 1) LCD display untuk menampilkan data suhu/pH
 - 2) Modul Wi-Fi atau aplikasi Blynk untuk tampilan berbasis smartphone
- e. Komponen pendukung lainnya

Breadboard, kabel jumper, resistor, transistor, modul relay, adaptor daya, dan kotak kolam
- f. *Software*
 - 1) Arduino IDE untuk pemrograman ESP32

2) Library pendukung untuk sensor dan komunikasi

Rancangan sistem dalam penelitian ini digambarkan melalui blok diagram pada Gambar 2.2, di mana pengaturan suhu kolam dikendalikan. Blok diagram tersebut menerapkan konsep sistem tertutup (*closed loop*), sehingga sinyal keluaran (*Output*) akan memberikan umpan balik langsung kepada pengendali. Fungsi utama dari pengendali ini adalah untuk meminimalkan kesalahan yang terjadi dalam sistem secara terus-menerus.

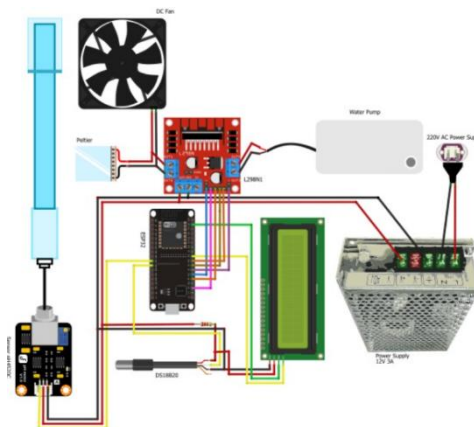


Gambar 2.2 Diagram Blok Sistem

Setelah alat yang diperlukan telah terkumpul, tahapan selanjutnya adalah perancangan *hardware* dan *software*

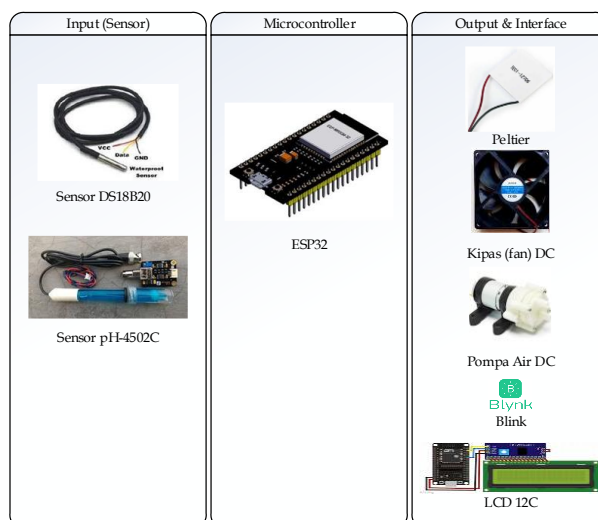
a. Perancangan *Hardware*

Penelitian ini memanfaatkan mikrokontroler ESP32 sebagai unit pemroses utama untuk mengendalikan data masukan yang diperoleh dari hasil pembacaan sensor suhu DS18B20 dan sensor pH-4502C.



Gambar 2.3 Rangkaian Wiring Hardware

Sensor DS18B20 berfungsi untuk mengukur suhu air dalam kolam, sementara sensor pH-4502C digunakan untuk mendeteksi tingkat pH pada air. Ilustrasi pengkabelan dari sistem perangkat keras ditampilkan pada Gambar 2.3, sedangkan Gambar 2.4 memperlihatkan alur kerja sistem *Hardware* yang digunakan dalam penelitian ini.

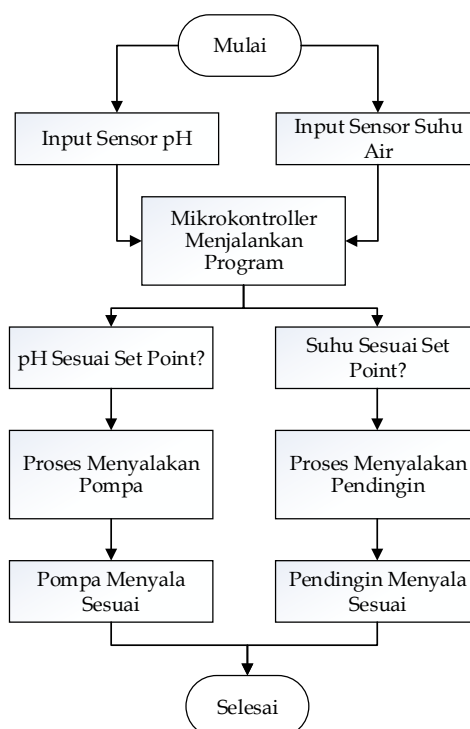


Gambar 2.4 Diagram Alur Sistem Hardware

Pada rangkaian perangkat keras, *input* sistem berasal dari sensor suhu DS18B20 dan sensor pH-4502C. Proses pengolahan data dilakukan oleh mikrokontroler ESP32. Sementara itu, keluaran sistem berupa unit pendingin yang terdiri dari peltier dan kipas DC. Hasil pembacaan sensor serta aktivitas sistem ditampilkan melalui antarmuka aplikasi Blynk dan modul LCD.

b. Perancangan Software

Perancangan perangkat lunak dalam penelitian ini dilakukan diimplementasikan melalui *platform* Arduino IDE. Pemilihan Arduino IDE didasarkan pada kesesuaiannya yang digunakan. Alur kerja sistem perangkat lunak tersebut digambarkan secara visual melalui *Flowchart* yang ditampilkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Flowchart Sistem Software

Mekanisme kerja perangkat lunak dimulai ketika sensor suhu DS18B20 dan sensor pH-4502C mendeteksi dan mengirimkan nilai suhu serta kadar pH air. Selanjutnya, mikrokontroler ESP32 memproses data tersebut melalui program yang telah tertanam. Apabila nilai suhu yang terdeteksi berada dalam rentang set point yang telah ditentukan, maka sistem tidak akan mengaktifkan keluaran. Namun, jika suhu menyimpang dari nilai set point, maka memberikan perintah untuk menyalakan kipas DC dan modul peltier hingga suhu kembali stabil pada batas yang telah ditetapkan.

Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini akan diambil dengan cara berikut:

a. Pengujian Sensor Suhu

Pengukuran suhu dilakukan untuk mengevaluasi tingkat akurasi sensor DS18B20 dengan membandingkannya terhadap pembacaan dari termometer standar. Prosedur pengujian dilakukan dengan mencelupkan sensor yang telah terhubung dan aktif ke dalam air yang akan diukur suhunya. Secara bersamaan, termometer standar juga dimasukkan ke dalam air yang sama. Setelah menunggu beberapa saat hingga kedua alat menunjukkan nilai suhu yang stabil, hasil pembacaan dari masing-masing alat dicatat dan dimasukkan ke dalam tabel sebagai data pengujian.

b. Pengujian Sensor pH Air

Pengujian sensor pH air dilakukan untuk mengevaluasi akurasi dan kestabilan pembacaannya terhadap nilai pH aktual. Proses dimulai dengan mencelupkan sensor pH yang terhubung ke mikrokontroler ESP32 ke dalam sampel air, bersamaan dengan alat pembanding berupa pH meter digital standar. Setelah menunggu beberapa saat hingga pembacaan kedua alat stabil, nilai pH yang diperoleh dicatat dan dibandingkan. Selisih antara hasil sensor dan pH meter dihitung untuk mengetahui tingkat *error*. Pengujian ini penting untuk memastikan sensor pH dapat digunakan secara andal dalam sistem kontrol otomatis, mengingat kestabilan pH sangat berpengaruh terhadap kesehatan udang hias air tawar.

c. Pengujian Sistem Kontrol Suhu

Pengujian terhadap sistem kontrol suhu dilakukan dengan memberikan variasi suhu air sebagai *input* untuk mengamati respons sistem. Ketika suhu air melebihi batas set point yang telah ditentukan, diamati apakah sistem secara otomatis mengaktifkan mekanisme pendinginan hingga suhu turun dan mendekati nilai set point. Selanjutnya, suhu akhir yang berhasil dicapai oleh sistem dicatat sebagai hasil pengujian. Teknis uji coba suhu sensor:

- 1) Menggunakan air dengan suhu dibawah 22°C apakah peltier menyala / tidak
- 2) Menggunakan air dengan suhu antara 22°C - 25°C apakah peltier menyala / tidak
- 3) Menggunakan air dengan suhu > 25°C apakah peltier menyala / tidak

d. Pengujian Sistem Kontrol pH Air

Pengujian sistem kontrol pH air bertujuan untuk mengevaluasi respons sistem terhadap perubahan nilai pH yang melebihi atau di bawah set point. Proses dilakukan dengan mengubah tingkat keasaman air secara bertahap, kemudian diamati apakah sistem secara otomatis mengaktifkan mekanisme koreksi, seperti penggantian air atau penambahan larutan penetral. Nilai pH akhir dicatat untuk mengetahui efektivitas sistem dalam mengembalikan pH ke kisaran yang telah ditentukan. Teknis uji coba pH sensor:

- 1) Menggunakan air dengan pH dibawah 6,5 apakah pompa menyala / tidak
- 2) Menggunakan air dengan pH antara 6,5 – 7,5 apakah pompa menyala / tidak
- 3) Menggunakan air dengan pH > 7,5 apakah pompa menyala / tidak

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prototype Sistem Kontrol Suhu dan Ph pada Kolam Udang Hias Air Tawar

Tahap pengerjaan dilakukan sesuai dengan prosedur yang telah direncanakan dengan tujuan proses perakitan alat dapat dilakukan secara optimal dan efektif. Tahap dalam pembuatan

prototype dimulai dari perancangan desain, perancangan komponen elektronika, simulasi alat, dan proses finishing. Prototype kendali otomatis pendingin udang dapat dilihat pada Gambar 3.1 sebagai berikut.

Terdapat tiga komponen pokok penyusun prototype sistem kontrol suhu dan pH air pada kolam udang air tawar. Sensor digital yang langsung mengirim data suhu dalam bentuk digital. Mikrokontroler berperan sebagai otak utama dari sistem monitoring dan kontrol, ia membaca data dari sensor, kemudian menganalisanya, dan kemudian mengendalikan aktuatur sesuai logika yang sudah diprogram. Lalu aktuatur yang berupa peltier dan pompa air, yang mana peltier untuk menurunkan suhu air, dan untuk pompa air bertugas sebagai pengganti air dengan cara mengeluarkan dan memasukkan air melalui pompa air.

Sistem Kinerja Alat

Sistem kinerja alat ini dirancang untuk memantau dan menjaga kestabilan pH dan suhu air secara otomatis selama rentang waktu tertentu, dalam hal ini dari pukul 06.00 hingga 08.00 dengan interval pengamatan setiap 15 menit. Alat ini menggunakan sensor pH untuk mengukur tingkat keasaman air dan sensor suhu untuk memantau suhu air. Data dari kedua sensor dikirimkan ke mikrokontroler, yang kemudian menganalisis apakah nilai yang terbaca masih dalam rentang normal. Jika nilai pH terdeteksi di luar batas normal (kurang dari 6.5 atau lebih dari 7.5), maka mikrokontroler akan mengaktifkan pompa untuk mengganti air agar pH kembali stabil. Sementara itu, jika suhu air melebihi 25°C, mikrokontroler akan mengaktifkan modul pendingin berupa peltier, kipas DC, dan pompa sirkulasi.

Seluruh proses ini berlangsung secara otomatis dan berulang setiap 15 menit tanpa campur tangan manusia, memungkinkan sistem bekerja secara efisien dan responsif terhadap perubahan lingkungan air. Aktuatur hanya bekerja saat kondisi tidak normal terdeteksi, sehingga hemat energi dan minim risiko kesalahan. Sistem ini tidak hanya memastikan air tetap dalam kondisi ideal bagi ekosistem yang dipantau (misalnya untuk budidaya ikan atau tanaman air), tetapi juga mempermudah pengguna dalam melakukan pemantauan secara berkala dengan data yang dapat direkam dan dianalisis lebih lanjut.

Perhitungan Pengolahan Analisis Data

Perhitungan analisis data dilakukan dengan cara menghitung rata-rata nilai pH dan suhu berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan secara berkala. Nilai rata-rata ini diperoleh dengan menjumlahkan seluruh data hasil pengukuran, kemudian membaginya dengan jumlah total pengamatan. Perhitungan rata-rata pH berguna untuk mengetahui kecenderungan tingkat keasaman atau kebasaaan air selama periode pengamatan, serta untuk mengevaluasi apakah sistem pengendali bekerja secara optimal dalam menjaga pH tetap berada dalam rentang normal (6.5–7.5). Nilai rata-rata ini juga membantu dalam mendeteksi adanya penyimpangan yang mungkin tidak terlihat dari data individual.

Sementara itu, rata-rata suhu dihitung dengan metode yang sama, yakni menjumlahkan semua hasil pengukuran suhu dan membaginya dengan jumlah data yang diperoleh. Analisis suhu dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana kestabilan suhu dapat dijaga oleh sistem pendingin otomatis. Jika rata-rata suhu mendekati atau melebihi batas yang telah ditetapkan, maka dapat menjadi indikasi perlunya perbaikan pada sistem pendingin seperti peltier atau kipas. Perhitungan rata-rata pH dan suhu secara keseluruhan memberikan gambaran umum kinerja alat dalam menjaga parameter lingkungan tetap dalam kondisi ideal.

Simulasi Pengaplikasian Kontrol Otomatis

Simulasi pengaplikasian kontrol otomatis dilakukan untuk menguji bagaimana sistem merespon secara real-time terhadap perubahan nilai pH dan suhu air. Dalam simulasi ini, sensor pH dan sensor suhu terhubung ke mikrokontroler (seperti Arduino atau ESP32) yang sudah diprogram untuk mengambil data setiap 15 menit. Nilai pH akan dibandingkan dengan batas normal (6.5–7.5), sedangkan suhu dibandingkan dengan ambang batas 25°C. Jika sensor membaca nilai pH di luar batas tersebut, maka sistem secara otomatis mengaktifkan pompa

untuk mengganti air hingga pH kembali normal. Jika suhu melebihi 25°C, maka peltier, kipas, dan pompa pendingin akan menyala untuk menurunkan suhu air.

Selama simulasi dari pukul 06.00 hingga 08.00, sistem mampu bekerja secara otomatis sesuai dengan kondisi yang terdeteksi. Saat pH menyentuh angka 6.2 atau 7.6, pompa aktif dan air diganti secara otomatis. Demikian juga, saat suhu naik di atas 25°C, sistem pendingin langsung aktif dan akan mati kembali ketika suhu sudah turun. Simulasi ini membuktikan bahwa sistem kontrol otomatis bekerja sesuai dengan logika pemrograman yang diterapkan, mampu merespons kondisi lingkungan tanpa campur tangan manusia, dan menjaga kestabilan pH serta suhu air secara efektif.

Uji Kinerja Alat

Dilakukan uji kinerja alat dengan tujuan untuk mengetahui operasional alat yang telah dirancang sedemikian rupa, serta mengetahui tingkat keberhasilan output yang direncanakan.

Waktu	pH	Status pH	Suhu (°C)	Status Suhu	Aktuator Aktif
06:00:00 AM	6.8	Normal	24.7	Normal	Tidak ada
06:15:00 AM	7.6	Tidak Normal	25.1	Tinggi	Pompa Ganti Air + Peltier + Kipas
06:30:00 AM	6.4	Tidak Normal	25.6	Tinggi	Pompa Ganti Air + Peltier + Kipas
06:45:00 AM	7	Normal	26.2	Tinggi	Peltier + Kipas + Pompa Sirkulasi
07:00:00 AM	6.5	Normal	24.9	Normal	Tidak ada
07:15:00 AM	6.2	Tidak Normal	25.3	Tinggi	Pompa Ganti Air + Peltier + Kipas
07:30:00 AM	7.1	Normal	24.6	Normal	Tidak ada
07:45:00 AM	7.3	Normal	25.5	Tinggi	Peltier + Kipas + Pompa Sirkulasi

Berdasarkan data tabel pemantauan pH dan suhu dari jam 06.00 hingga 08.00 setiap 15 menit (sebanyak 8 kali), dilakukan analisis terhadap nilai-nilai yang tercatat. Untuk parameter pH, dari 8 kali pengukuran ditemukan 3 kali nilai pH berada di luar batas normal (yaitu <6.5 atau >7.5), yaitu pada pukul 06.15 (7.6), 06.30 (6.4), dan 07.15 (6.2). Ini menunjukkan bahwa sebanyak 37,5% dari total waktu pemantauan terjadi ketidaksesuaian nilai pH yang memicu aktivasi pompa pengganti air secara otomatis. Nilai pH tertinggi adalah 7.6 dan terendah adalah 6.2, dengan rata-rata pH sebesar 6.79. Meskipun mayoritas data berada dalam rentang normal, fluktuasi ini tetap perlu diperhatikan untuk menjaga stabilitas lingkungan.

Sedangkan untuk parameter suhu, tercatat bahwa 5 dari 8 pengukuran menunjukkan suhu melebihi ambang batas 25°C, yaitu pada pukul 06.15 (25.1°C), 06.30 (25.6°C), 06.45 (26.2°C), 07.15 (25.3°C), dan 07.45 (25.5°C). Ini berarti sistem pendingin (peltier, kipas, dan pompa sirkulasi) aktif sebanyak 62,5% dari total waktu pemantauan. Nilai suhu maksimum adalah 26.2°C dan minimum 23.6°C, dengan rata-rata suhu sebesar 25.24°C. Nilai rata-rata ini berada sedikit di atas batas ideal, menandakan perlunya efisiensi sistem pendingin agar suhu air tetap terjaga stabil dalam jangka panjang.

Rincian Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis data pH dan suhu selama periode pengamatan pukul 06.00–08.00, sistem kontrol otomatis menunjukkan respons yang cukup baik dalam mengatur parameter air. Dari delapan kali pengukuran, nilai pH rata-rata berada di angka 6.79, yang masih termasuk dalam rentang normal yaitu antara 6.5 hingga 7.5. Namun, tercatat adanya beberapa nilai pH yang keluar dari batas toleransi, yaitu lebih rendah dari 6.5 dan lebih tinggi dari 7.5. Ketika nilai tersebut menyimpang, sistem langsung memicu penggantian air otomatis, yang dibuktikan dengan adanya status "Ganti Air" pada waktu-waktu tertentu. Hal ini menunjukkan bahwa logika sistem dalam mengatur pH bekerja sesuai dengan ketentuan yang telah diprogram.

Sementara itu, data suhu menunjukkan bahwa dari delapan pengamatan, lima kali suhu melampaui ambang batas 25°C. Rata-rata suhu tercatat sebesar 25.13°C, yang berarti suhu air cenderung sedikit lebih tinggi dari batas yang ditentukan. Kondisi ini menyebabkan sistem otomatis mengaktifkan rangkaian pendingin berupa peltier, kipas DC, dan pompa air. Aktivasi

alat-alat ini tercatat terjadi secara konsisten setiap kali suhu melebihi batas. Dengan demikian, sistem pengendalian suhu juga berjalan efektif dalam menanggapi perubahan suhu lingkungan secara real-time.

Dalam pengujian kinerja sistem, dapat disimpulkan bahwa sistem berhasil mengenali perubahan nilai pH dan suhu dengan akurat. Sensor pH dan sensor suhu memberikan pembacaan yang cukup stabil dan mampu menjadi dasar pemicu kerja aktuator. Respons waktu terhadap perubahan kondisi pun cukup cepat, di mana setiap kali parameter menyimpang, sistem langsung menyalakan atau mematikan aktuator sesuai kebutuhan. Ini menunjukkan bahwa pemrograman logika kontrol dalam mikrokontroler telah berjalan sesuai fungsi.

Namun demikian, berdasarkan frekuensi aktivasi alat, terutama sistem pendingin, menunjukkan bahwa suhu lingkungan cukup sering melampaui batas dalam waktu yang singkat. Hal ini bisa menjadi pertimbangan untuk meningkatkan efisiensi sistem pendinginan, baik dengan menambah kapasitas peltier maupun memperbaiki aliran sirkulasi pendingin. Jika tidak dioptimalkan, maka penggunaan daya listrik akan meningkat, dan umur perangkat keras pun bisa menurun akibat kerja terus-menerus.

Secara keseluruhan, sistem yang dirancang menunjukkan kinerja yang baik dan mampu menjalankan fungsi kontrol otomatis dengan efektif. Hasil analisis data menunjukkan bahwa baik pH maupun suhu dapat dipantau dan dikendalikan tanpa campur tangan manual. Namun, untuk menjaga efisiensi jangka panjang, perlu dilakukan evaluasi terhadap durasi kerja alat, konsumsi daya, dan keandalan sensor. Dengan pengembangan lebih lanjut, sistem ini dapat menjadi solusi tepat guna dalam pemeliharaan kualitas air secara otomatis dan berkelanjutan.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan mengenai rancang bangun *prototype* sistem kontrol suhu dan pH air pada kolam udang hias air tawar dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Prototype sistem kontrol otomatis pH dan suhu air dirancang menggunakan mikrokontroler yang terintegrasi dengan sensor pH dan sensor suhu untuk memantau kualitas air secara real-time. Sistem ini dilengkapi dengan aktuator berupa pompa air, peltier, dan kipas DC yang dikendalikan secara otomatis melalui logika mikrokontroler berdasarkan hasil pembacaan sensor. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu menjaga parameter pH dan suhu tetap dalam batas normal, dengan rata-rata nilai pH dan suhu berada dalam kisaran yang dapat diterima. Beberapa penyimpangan terdeteksi selama pengujian, namun dapat diatasi secara cepat oleh sistem kontrol, menunjukkan responsivitas dan keandalan kinerja prototype. Dengan demikian, sistem ini efektif untuk diterapkan dalam pengelolaan kualitas air secara otomatis dan efisien tanpa perlu intervensi manual.
2. Berdasarkan hasil pengujian dari pukul 06.00 hingga 08.00 dengan interval 15 menit, diperoleh data bahwa nilai pH berkisar antara 6.4 hingga 7.6 dengan rata-rata 7.01, dan suhu berkisar antara 23.6°C hingga 26.2°C dengan rata-rata 25.25°C. Sistem secara otomatis merespons ketika pH berada di luar rentang normal (6.5–7.5) dengan mengaktifkan pompa air untuk penggantian, serta mengaktifkan peltier, kipas DC, dan pompa saat suhu melebihi 25°C. Hasil ini menunjukkan bahwa prototype mampu menjaga stabilitas pH dan suhu air secara otomatis, responsif, dan efisien, serta layak diterapkan dalam sistem pengelolaan kualitas air berbasis mikrokontroler yang mandiri dan real-time.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Sistem sebaiknya dikembangkan dengan integrasi teknologi IoT agar data suhu dan pH dapat dipantau secara jarak jauh melalui aplikasi atau dashboard online. Penambahan fitur

- notifikasi atau alarm otomatis juga penting agar pengguna mendapatkan peringatan saat terjadi penyimpangan nilai pH atau suhu secara terus-menerus.
2. Untuk meningkatkan akurasi pengambilan keputusan, sistem kontrol dapat diperkuat dengan logika fuzzy atau algoritma adaptif lainnya. Selain itu, diperlukan pengujian jangka panjang di kondisi lingkungan nyata untuk mengevaluasi daya tahan sistem, efisiensi energi, dan konsistensi kinerjanya secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aquatic, M. (2020). *Budidaya Mandiri Hingga Ekspor Udang Hias ke Berbagai Negara*. <https://blulpmukp.id/kabar-kita/mitra-aquatic-budidaya-mandiri-hingga-ekspor-udang-hias-ke-berbagai-negara/>
- Askar, M. A., Susanto, E., & Wibowo, A. S. (2022). Sistem Pengendalian Pakan dan Monitoring Kualitas Air Akuarium Otomatis. *E-Proceeding of Engineering*, 9(2), 273–280.
- Azmi, Z., & Saniman. (2016). Sistem Penghitung Ph Air Pada Tambak Ikan Berbasis Mikrokontroller. *Jurnal Ilm. Saintikom*, 15(2), 101–108.
- Budi, S. (2020). 2 Cara Budidaya Udang Hias Bagi Pemula. <https://www.scribd.com/document/450106852/2-Cara-Budidaya-Udang-Hias-Bagi-Pemula-bagi-kita>
- Dewangan, S. K., Shrivastava, S. K., Tigga, V., & Lakra, M. (2023). Review paper on the role of pH in water quality implications for aquatic life, human health, and environmental sustainability. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology (IARJSET)*, 10(6), 215–218. <https://doi.org/10.17148/IARJSET.2022.10633>
- Dewi, D. G. (2024). *Cara Budidaya Udang Red Cherry Beri Untung Hingga Jutaan Rupiah*. <https://gdm.id/budidaya-udang-red-cherry/>
- Effendi, H. (2013). *Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan* (5th ed.). Kanisius.
- Mufida, E., Anwar, R. S., Khodir, R. A., & Rosmawati, I. P. (2020). Perancangan Alat Pengontrol pH Air untuk Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Inovasi*, 1(1), 13–19.
- Muliadi, Imran, A., & Rasul, M. (2020). Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Esp32. *Jurnal Media Elektrik*, 17(2), 71–79. <https://ojs.unm.ac.id/mediaelektrik/article/view/14193>
- Prasetyo, A. A., Priana, F. N., Rayyan, S. S. Al, Purba, G. H. C., & Jusafwar. (2021). Pemrograman Sensor Suhu DS18B20 Arduino Sebagai Alat Ukur Digital pada Penjernihan Air Solar Thermal. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*, 35–42. <http://prosiding.pnj.ac.id>
- Pratisca, S., & Sardi, J. (2020). Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Berbasis Suhu Air pada Kolam Ikan. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 1(2), 193–200. <https://doi.org/10.24036/jtein.v1i2.81>
- Putra, R. M., Nurcahyo, S., & Priyadi, B. (2022). Kontrol Dan Monitoring Ph Air Pada Budidaya Lobster Air Tawar Dengan Metode PID Berbasis Internet Of Things. *Jurnal Elektronika Dan Otomasi Industri*, 9(2), 141. <https://doi.org/10.33795/elk.v9i2.334>
- Rachmat, A., Aulia, R., Fauzan, A., & Lubis, I. (2021). Pengendalian suhu ruangan menggunakan FAN dan DHT11 berbasis Arduino. *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 6(1), 30. <https://doi.org/10.24114/cess.v6i1.21113>
- Rohman, F. S. N., & Rusimanto, P. W. (2020). Rancang Bangun Kontroller Pendingin Untuk Unit Peltier Berbasis Fuzzy Logic. *Teknik Elektro*, 09(02), 401–407.
- Salsabila, N., Choir, R. A., Tiara, S. I. N. J., Rahmadinanti, M. O., Fadah, H. I., Maryani, M., & Harijanto, A. (2023). Rancang Alat Praktikum Untuk Mengukur Suhu Menggunakan

- Sensor Ds18B20 Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Sains Riset*, 13(2), 409–418. <https://doi.org/10.47647/jsr.v13i2.1591>
- Saputra, G. A. (2020). Analisis Cara Kerja Sensor pH-E4502C Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Untuk Merancang Alat Pengendalian pH Air Pada Tambak. *Jurnal Universitas Lampung, December*, 1–62. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32110.84809>
- Silo, M., & Dwiryo, S. (2025). Sistem Kontrol Suhu dan Monitoring TDS Air pada Akuarium Anakan Ikan Koi Menggunakan Fuzzy Logic Controller Berbasis IoT 70 Sistem Kontrol Suhu dan Monitoring TDS Air pada Akuarium Anakan Ikan Koi Menggunakan Fuzzy Logic Controller Berbasis IoT. 70–81. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/view/63592/48191>
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kombinasi (Mix Methods)*. Alfabeta.
- Wahyudi, A. (2020). *Memulai IOT Dengan Blynk Dan Nodemcu*. 2020. <https://www.tptumetro.com/2020/05/memulai-iot-dengan-blynk-dan-nodemcu.html>
- Wulan, D. A. T., Pratama, A. W., Firdaus, M. C., & Saputra, A. (2015). Peternakan Udang Hias Air Tawar Neocaridinas dengan Metode Alami. *Indonesian Ministry of Research, Technology and Higher Education (Program Kreativitas Mahasiswa - Kewirausahaan)*, 1(1), 1–2. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004484860200265X#:~:text=ro senbergii early life stages.,beyond 48 h of exposure>.