

SISTEM MONITORING KUALITAS AIR KOLAM IKAN LELE MENGGUNAKAN SENSOR *TURBIDITY* BERBASIS ESP32 DAN PHOTOVOLTAIC

¹ Ilham Pratama, ² Rukslin, ³ Agus Raikhani

¹ Program Studi, Teknik Elektro, Universitas Darul 'Ulum Jombang, Jombang, Indonesia

¹ ilhmpmt40@gmail.com, ² rukslin05@gmail.com, ³ agus.raikhani@gmail.com

Abstract

Water quality is one of the important factors in the success of catfish farming. This study aims to design an ESP32-based water quality monitoring system powered by photovoltaic energy. The system uses pH, *turbidity*, and DS18B20 sensors to monitor water conditions in *real time*. The sensor readings are displayed on an LCD, while a relay automatically controls the water pump based on predetermined threshold values. The test results show that the photovoltaic panel produces a maximum power of 19.60 W. Sensor testing shows pH readings ranging from 2.5–6.0 and temperature readings ranging from 12.2–38.0 °C. The system is capable of monitoring water conditions and automatically controlling the pump according to the detected conditions. These results indicate that the developed system can assist in monitoring the water quality of catfish ponds. In addition, the integration of sensors, ESP32, LCD, relay, and water pump enables automatic monitoring and control of water quality during system operation.

Keywords: ESP32; water quality; pH sensor; *turbidity*; photovoltaic panel

Abstrak

Kualitas air merupakan salah satu faktor penting dalam keberhasilan budidaya ikan lele. Penelitian ini bertujuan merancang sistem monitoring kualitas air berbasis ESP32 dengan sumber energi photovoltaic. Sistem menggunakan sensor pH, *turbidity*, dan DS18B20 untuk memantau kondisi air secara *real-time*. Hasil pembacaan sensor ditampilkan pada LCD, sedangkan relay mengendalikan pompa secara otomatis berdasarkan nilai ambang yang telah ditentukan. Hasil pengujian menunjukkan panel photovoltaic menghasilkan daya maksimum sebesar 19,60 W. Pengujian sensor menunjukkan pembacaan pH pada rentang 2,5–6,0 dan suhu 12,2–38,0 °C. Sistem dapat membaca kondisi air dan mengendalikan pompa secara otomatis sesuai kondisi yang terdeteksi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem yang dirancang dapat digunakan untuk membantu monitoring kualitas air kolam ikan lele. Selain itu, integrasi sensor, ESP32, LCD, relay, dan pompa memungkinkan proses pemantauan dan pengendalian kualitas air dilakukan secara otomatis selama sistem beroperasi.

Kata kunci: ESP32, kualitas air, sensor pH, *turbidity*, panel surya

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi elektronika dan sistem kendali memungkinkan penerapan sistem monitoring berbasis mikrokontroler pada berbagai bidang, termasuk budidaya ikan lele. Dalam budidaya ikan lele, kualitas air merupakan faktor penting yang memengaruhi pertumbuhan, kesehatan, dan kelangsungan hidup ikan, sehingga perlu dijaga agar tetap optimal [1].

Parameter kualitas air seperti pH, suhu, dan tingkat kekeruhan perlu dipantau secara berkala. Pemantauan secara manual memiliki keterbatasan karena membutuhkan waktu dan tidak dapat dilakukan secara terus-menerus. Oleh karena itu, diperlukan sistem monitoring otomatis yang mampu mengukur kondisi air secara *real-time* [2].

Penggunaan ESP32 yang terintegrasi dengan sensor pH, *turbidity*, dan DS18B20 memungkinkan proses pembacaan dan pengolahan data kualitas air secara otomatis. Hasil pengukuran ditampilkan pada LCD sehingga memudahkan pengguna dalam memantau kondisi air [3].

Selain monitoring, sistem dilengkapi relay dan pompa air yang bekerja berdasarkan nilai ambang parameter kualitas air, sehingga sistem dapat memberikan respons secara otomatis ketika kondisi air berada di luar batas normal [4].

Untuk mendukung kemandirian energi, sistem menggunakan panel photovoltaic yang terhubung dengan *Solar Charge Controller* (SCC) dan baterai sebagai sumber daya. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan merancang dan

mengimplementasikan sistem monitoring serta pengendalian kualitas air kolam ikan lele berbasis ESP32 menggunakan sumber energi photovoltaic [5].

Berdasarkan penelitian terdahulu, beberapa penelitian telah menerapkan sistem monitoring kualitas air menggunakan sensor pH, suhu, dan *turbidity* [1], [2], serta memanfaatkan sumber energi panel surya [3], [5], [6]. Penelitian lain telah menerapkan pengendalian pompa secara otomatis berdasarkan kondisi kualitas air [4]. Namun, masih diperlukan integrasi monitoring beberapa parameter kualitas air dengan pengendalian pompa dan sumber energi photovoltaic dalam satu sistem. Penelitian ini mengintegrasikan ESP32, sensor pH, turbidity, DS18B20, LCD, relay, pompa, dan sumber energi photovoltaic untuk monitoring dan pengendalian kualitas air kolam ikan lele.

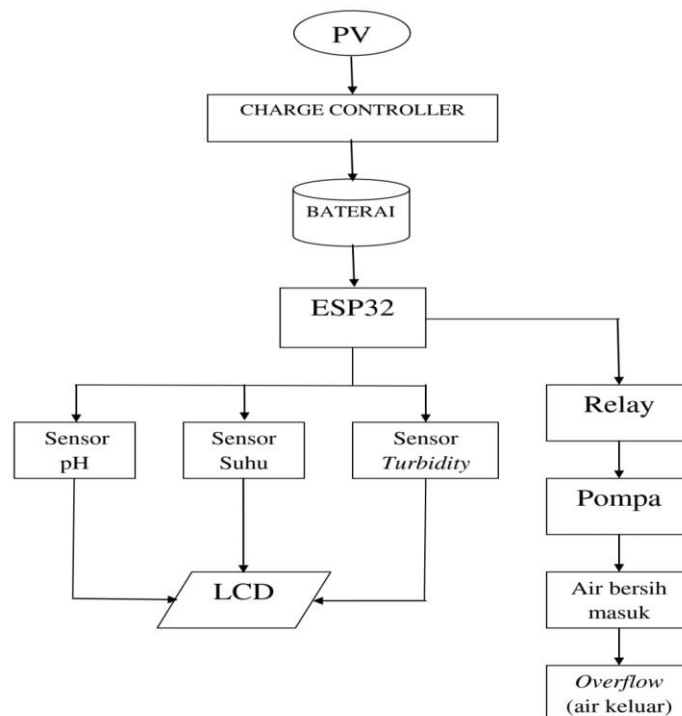
II. METODE PENELITIAN

A. Metode

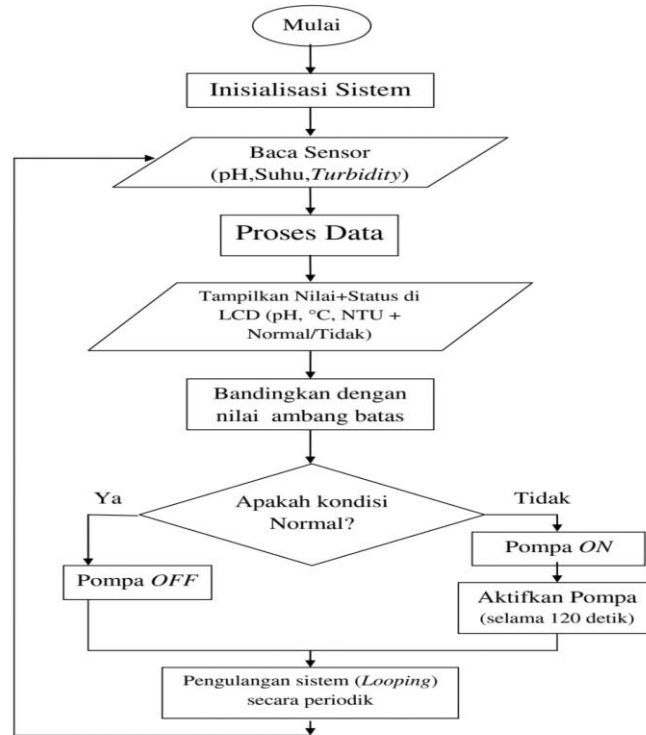
Penelitian ini menggunakan metode rancang bangun (Research and Development) untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring kualitas air kolam ikan lele berbasis ESP32 menggunakan sumber energi panel photovoltaic. Sistem terdiri dari panel surya, *Solar Charge Controller* (SCC), baterai, ESP32, sensor pH, sensor *turbidity*, sensor suhu DS18B20, LCD, relay, dan pompa air.

Sensor pH, *turbidity*, dan DS18B20 digunakan untuk membaca kondisi air secara real-time. Data hasil pembacaan diproses oleh ESP32 dan ditampilkan pada LCD. Apabila nilai parameter kualitas air berada di luar batas yang telah ditentukan, ESP32 mengaktifkan relay untuk mengendalikan pompa air secara otomatis.

Perancangan perangkat lunak dilakukan menggunakan Arduino IDE. Program diawali dengan inisialisasi komponen, pembacaan sensor, pengolahan data, dan perbandingan nilai sensor dengan nilai *threshold*. Hasil pengolahan ditampilkan pada LCD dan digunakan sebagai dasar pengendalian pompa.



Gambar 1. Kerangka Sistem Monitoring dan kontrol Kualitas Air Kolam Lele



Gambar 2. Flowchart Sistem Monitoring dan kontrol Kualitas Air Kolam Lele

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sistem Catu Daya Panel Surya

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja panel surya, *Solar Charge Controller* (SCC), dan baterai dalam menyuplai daya ke sistem. Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan, arus, dan daya panel surya pada beberapa waktu pengamatan. Hasil menunjukkan bahwa sistem catu daya mampu menyuplai kebutuhan daya sistem dengan baik.



Gambar 3. Pengujian Sistem Catu Daya panel Surya

Gambar 3 menunjukkan proses pengujian sistem catu daya panel surya yang terdiri dari panel surya, *Solar Charge Controller* (SCC), dan baterai. Pengujian dilakukan untuk memastikan seluruh komponen catu daya dapat bekerja dengan baik sebagai sumber energi sistem monitoring kualitas air.

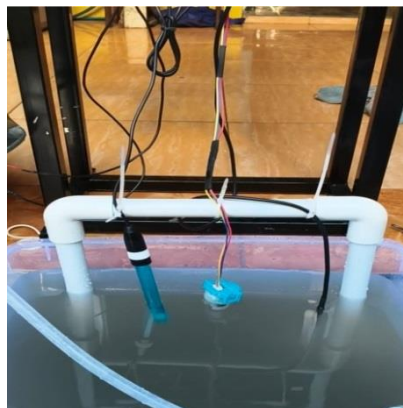
Table 1 Hasil Pengujian Sistem Catu Daya Panel Surya

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
08.00	18,2	0,34	6,19
09.00	18,8	0,69	12,97
10.00	19,0	0,71	13,49
11.00	19,5	0,88	17,16
12.00	20,0	0,98	19,60
13.00	20,0	0,95	19,00
14.00	19,7	0,82	16,15
15.00	19,1	0,64	12,22
16.00	18,5	0,45	8,33

Berdasarkan Tabel 1, tegangan, arus, dan daya panel surya berubah sesuai intensitas cahaya matahari. Energi yang dihasilkan mampu mengisi baterai melalui SCC sehingga kebutuhan daya sistem dapat terpenuhi.

B. Pengujian Sensor Kualitas Air

Pengujian sensor monitoring kualitas air dilakukan untuk mengetahui kinerja sensor pH, sensor *turbidity*, dan sensor suhu DS18B20 dalam mendeteksi perubahan kualitas air. Ketiga sensor dihubungkan dengan ESP32 dan dipasang pada akuarium sebagai media pengujian.



Gambar 4. Pengujian Sensor Monitoring kualitas Air

Berdasarkan Gambar 4, ketiga sensor telah terpasang dengan baik pada akuarium dan dapat melakukan pengukuran kualitas air secara *real-time*.

1. Pengujian Sensor pH

Pengujian sensor pH dilakukan menggunakan air bersih dan penambahan larutan cuka.

Table 2 Hasil Pengujian sensor pH

NO.	Kondisi Air	Pengujian 1 (pH)	Pengujian 2 (pH)	Pengujian 3 (pH)	Rata-Rata (pH)
1.	Air Bersih 16 L	5,9	6,0	5,8	5,90
2.	Air + 15 mL Cuka	4,1	4,3	4,0	4,13
3.	Air + 25 mL Cuka	3,2	3,5	3,4	3,37
4.	Air + 35 mL Cuka	2,9	3,0	2,9	2,93
5.	Air + 40 mL Cuka	2,7	2,8	2,8	2,77
6.	Air + 45 mL Cuka	2,6	2,5	2,5	2,53

Berdasarkan Tabel 2, nilai pH yang diperoleh berada pada rentang 2,5–6,0. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sensor pH mampu mendeteksi perubahan tingkat keasaman air. Sebagai pembanding, penelitian sebelumnya memperoleh rata-rata pH air kolam ikan lele sebesar 6,95 [1].

2 Pengujian Sensor *Turbidity*

Pengujian sensor turbidity dilakukan menggunakan air bersih dan penambahan tanah.

Table 3 Hasil Pengujian Sensor *Turbidity*

NO.	Kondisi Air	Pengujian 1 (NTU)	Pengujian 2 (NTU)	Pengujian 3 (NTU)	Rata-Rata (NTU)
1.	Air Bersih 16 L	5	5	5	5,00
2.	Air + 1 Sendok	9	11	9	9,67
3.	Air + 2 Sendok	25	26	28	26,33
4.	Air + 3 Sendok	36	32	32	33,33
5.	Air + 4 sendok	48	54	57	53,00
6.	Air + 5 Sendok	73	72	76	73,67

Berdasarkan Tabel 3, nilai *turbidity* meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah tanah yang ditambahkan ke dalam air. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sensor *turbidity* mampu mendeteksi perubahan tingkat kekeruhan air. Sebagai pembanding, penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa tingkat kekeruhan yang dapat ditoleransi untuk kualitas hidup ikan lele adalah 26 NTU, sedangkan kekeruhan maksimum kurang dari 50 NTU [5].

3. Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Pengujian sensor suhu dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam mengukur suhu air.

Table 4 Hasil Pengujian Sensor Suhu DS18B20

NO.	Kondisi Air	Pengujian 1 (°C)	Pengujian 2 (°C)	Pengujian 3 (°C)	Rata-Rata
1.	Air Normal	28,9	28,6	28,8	28,77
2.	Air Dingin	12,2	14,5	17,3	14,67
3.	Air Hangat	35,8	38,0	37,5	37,10

Berdasarkan Tabel 4, sensor DS18B20 mampu mendeteksi perubahan suhu air pada rentang 12,2–38,0 °C. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sensor dapat membaca perubahan suhu pada kondisi air yang berbeda. Sebagai pembandingan, penelitian sebelumnya memperoleh rata-rata suhu air kolam ikan lele sebesar 29,55 °C [1]. Perbedaan hasil pengukuran dipengaruhi oleh kondisi dan perlakuan air yang digunakan pada masing-masing pengujian.

C. Pengujian Relay dan Pompa Air

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan relay dalam mengendalikan pompa air berdasarkan kondisi kualitas air.



Gambar 5. Pengujian Relay dan Pompa air

Gambar 5 menunjukkan kondisi relay dan pompa air saat sistem melakukan pengendalian secara otomatis berdasarkan hasil pembacaan sensor.

Table 5 Hasil Pengujian Relay dan Pompa Air

NO.	Kondisi Sensor	Status Relay	Status Pompa
1.	Kondisi Normal	OFF	OFF
2.	pH (< 4.8 - > 8)	ON	ON
3.	Turbidity (> 35)	ON	ON
4.	Suhu (< 25 - > 35)	ON	ON
5.	Kondisi Kembali	OFF	OFF

Berdasarkan Tabel 5, relay dan pompa air dapat bekerja sesuai dengan kondisi kualitas air yang terdeteksi oleh sensor. Relay akan mengaktifkan pompa ketika parameter kualitas air berada di luar batas yang telah ditentukan.

D. Box Kontrol Sistem

Box kontrol digunakan sebagai tempat pemasangan dan pelindung komponen elektronik sistem. Di dalam box kontrol terdapat ESP32, relay, modul sensor, terminal blok, serta PCB yang digunakan sebagai media penghubung rangkaian. Jalur PCB dibuat sesuai dengan skema rangkaian sehingga seluruh komponen dapat terhubung dengan baik.



Gambar 6. Box Kontrol Sistem

Berdasarkan Gambar 6, seluruh komponen telah tersusun dengan rapi di dalam box kontrol. Jalur PCB yang dibuat mampu menghubungkan setiap komponen dengan baik sehingga sistem dapat bekerja secara stabil serta memudahkan proses perawatan dan pemeriksaan rangkaian.

E. Pengujian LCD

Pengujian LCD dilakukan untuk mengetahui kemampuan LCD dalam menampilkan hasil pembacaan sensor pH, sensor *turbidity*, dan sensor suhu DS18B20 secara *real-time*. Data yang ditampilkan berasal dari hasil pengolahan ESP32 sehingga pengguna dapat memantau kondisi kualitas air secara langsung.



Gambar 7. Pengujian LCD

Berdasarkan Gambar 7, LCD mampu menampilkan nilai pH, tingkat kekeruhan, dan suhu air dengan jelas sesuai hasil pembacaan sensor. Hal ini menunjukkan bahwa LCD berfungsi dengan baik sebagai media monitoring pada sistem.

6 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian sistem dilakukan dengan mengoperasikan seluruh komponen secara terintegrasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan monitoring kualitas air secara real-time serta mengendalikan pompa air secara otomatis sesuai kondisi yang terdeteksi.



Gambar 8. Hasil Implementasi Sistem Secara Keseluruhan

Gambar 8 memperlihatkan implementasi keseluruhan sistem monitoring kualitas air berbasis ESP32 menggunakan panel surya yang telah berhasil direalisasikan dan diuji.

Table 6 Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

NO.	Komponen	Hasil Pengujian
1.	Panel Surya	Berfungsi Baik
2.	SCC	Berfungsi Baik
3.	Baterai	Berfungsi Baik
4.	ESP32	Berfungsi Baik
5.	LCD	Berfungsi Baik
6.	Sensor pH	Berfungsi Baik
7.	Sensor Turbidity	Berfungsi Baik
8.	Sensor Suhu DS18B20	Berfungsi Baik
9.	Relay	Berfungsi Baik
10.	Pompa Air DC	Berfungsi Baik

Berdasarkan Tabel 6, seluruh komponen sistem dapat berfungsi dengan baik dan bekerja secara terintegrasi sesuai dengan perancangan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, sistem monitoring kualitas air berbasis ESP32 menggunakan panel surya berhasil diimplementasikan dan dapat bekerja sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem mampu memantau parameter kualitas air berupa nilai pH, tingkat kekeruhan, dan suhu air secara *real-time*, serta menampilkan hasil pengukuran pada LCD. Selain itu, relay dan pompa air dapat bekerja secara otomatis berdasarkan kondisi kualitas air yang terdeteksi oleh sensor, sedangkan sistem catu daya berbasis panel surya mampu menyediakan energi untuk mendukung operasional seluruh komponen. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat digunakan sebagai solusi untuk membantu pemantauan dan pengendalian kualitas air pada budidaya ikan secara otomatis

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Saputra, P. Silalahi, S. Verentinus, and W. Safitri, "Pemantauan kualitas air kolam ikan lele berbasis IoT," *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan*, vol. 3, no. 1, pp. 226–234, 2025.
- [2] I. Lubis and A. B. Pulungan, "Rancang bangun alat monitoring kualitas air berbasis online," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 4, no. 2, pp. 462–472, 2023.
- [3] A. Giawa, R. T. Gumelar, and D. Yusuf, "Rancang bangun sistem monitoring ketinggian air, suhu dan kekeruhan air pada budidaya ikan lele," *JuTech: Jurnal Ilmiah Teknologi dan Informasi*, vol. 3, no. 1, pp. 35–46, 2022.
- [4] A. R. Duta, "Rancang bangun sistem pemantauan dan pengendalian kualitas air pada akuarium ikan hias mas koki menggunakan metode fuzzy logic berbasis IoT (Internet of Things)," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 13, no. 1, pp. 501–513, 2025.
- [5] E. Jamiyanti, E. H. Agustini, and I. Fata, "Sistem monitoring water turbidity aquaculture pada budidaya ikan lele berbasis PLTS," *Jurnal Ilmiah TELSINAS*, vol. 7, no. 2, pp. 190–198, 2024.
- [6] W. F. Haq, R. Selitonga, P. B. A. Sanjaya, M. S. Hendriyawan, and I. Alif, "Rancang bangun alat monitoring air kolam ikan nila berbasis Arduino dengan sumber daya panel surya," *ELECTROPS: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 3, no. 2, pp. 18–24, 2024.
- [7] Sujono and S. Wahyunugroho, "Rancang bangun monitoring kualitas air budidaya ikan air tawar berbasis mikrokontroler," *Exact Papers in Compilation (EPiC)*, vol. 5, no. 4, pp. 19–25, 2023.
- [8] A. Supriyanto, Fathurrahmani, A. Noor, and Y. Prastyarningsih, "Purwarupa sistem monitoring kualitas air pada kolam ikan air tawar," *Ultimatics: Jurnal Teknik Informatika*, vol. 11, no. 2, pp. 84–88, 2020.
- [9] A. R. Utami, M. Erlangga, and K. Sugiarto, "Design for monitoring and controlling temperature, pH and water turbidity in smart aquariums," *SPECTA Journal of Technology*, vol. 8, no. 1, pp. 69–82, 2024.
- [10] D. P. Sari, Tasmi, and Rachmansyah, "Monitoring kualitas air pada budidaya kolam ikan koi serta filterisasi otomatis berbasis mikrokontroler," *Journal of Intelligent Networks and IoT Global*, vol. 3, no. 1, pp. 12–18, 2025.
- [11] C. T. H. Manurung, J. Arifin, F. T. Syifa, and R. A. Rochmanto, "Pemanfaatan ESP32 sebagai sistem pemantauan kualitas air keran siap minum secara real-time menggunakan aplikasi," *Journal of Telecommunication Electronics and Control Engineering (JTECE)*, vol. 4, no. 2, pp. 93–98, 2022.
- [12] A. R. Oktarian, Tasmi, F. Antony, and D. A. Verano, "Rancang sistem monitoring kualitas dan ketinggian air berbasis Internet of Things (IoT)," *Journal of Intelligent Networks and IoT Global*, vol. 1, no. 2, pp. 75–83, 2023.