

MONITORING PARAMETER AIR BERBASIS IOT (*INTERNET OF THINGS*)

Yusuf Anshori¹, Andi Fathur Alamsyah A. Parenrengi², Dwi Shinta Angreni³, Rizka Ardiyansyah⁴,
Yuri Yudhaswana Joeffie⁵

Program Studi Sistem Informasi¹, Fakultas Teknik^{2,3,4,5} (Universitas Tadulako)
yusuf.anshori@untad.ac.id¹

ABSTRACT

Water is a necessity for living things that have certain parameters to be consumed. This tool is made to measure the parameters of pH, temperature and turbidity of water quality and this tool is integrated with Internet of Things (IoT) technology so that sensor measurement data can be accessed anywhere and anytime. This tool implements Fuzzy Logic to generate “clean” and “unclean” values for water and uses the NodeMCU-ESP32s Module as the main controller, the PH-4502c sensor measures pH, the SKUSEN0189 sensor measures turbidity, and the DS18B20 sensor measures temperature. The results show that all sensors work well with an average error value of 2.95% for pH, 0.80% for temperature, and 21.32% for turbidity.

Keywords: water quality monitoring, Internet of Things (IoT), ESP32, Fuzzy Logic

INTISARI

Air adalah kebutuhan hidup makhluk hidup yang memiliki parameter tertentu untuk dapat dikonsumsi. Alat ini dirancang dan dibuat untuk mengukur parameter pH, suhu dan kekeruhan air dan alat ini terintegrasi dengan teknologi Internet of Things (IoT) sehingga data pengukuran sensor dapat diakses dimanapun dan kapanpun. Alat ini mengimplementasikan Logika Fuzzy untuk menghasilkan nilai “bersih” dan “tidak bersih” untuk air dengan menggunakan Modul NodeMCU-ESP32s sebagai pengendali utama, sensor PH-4502c mengukur pH, sensor SKUSEN0189 mengukur kekeruhan, dan sensor DS18B20 mengukur suhu. Hasil menunjukkan bahwa semua sensor bekerja dengan baik dengan rata-rata nilai error pH 2,95%, suhu 0,80%, sedangkan kekeruhan 21,32%.

Kata kunci: Monitoring Kualitas Air, Internet of Things (IoT), ESP32, Logika Fuzzy

I. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang sangat diperlukan dalam kehidupan manusia, bahkan seluruh makhluk hidup. Hampir seluruh kegiatan manusia membutuhkan air mulai dari pertanian, memasak, mencuci, ibadah, bahkan dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan gizi dan cairan tubuh manusia sendiri. Hadirnya teknologi mesin yang mampu memompa air dari suatu tempat sehingga dapat dialirkan ke beberapa tempat. Air yang digunakan haruslah sesuai standar sebagaimana yang tertera pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 yang mengatur standar baku air untuk higiene sanitasi,

air kolam renang, air untuk SPA, dan air untuk permandian umum. Air untuk higiene sanitasi memiliki standar baku maksimal yaitu kekeruhan: 25 NTU, suhu: suhu udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$, dan pH: 6,5 – 8,5. Air untuk kolam renang memiliki standar baku maksimal kekeruhan: 0,5 NTU, suhu 16°C – 40°C , dan pH 7 – 8. Air untuk SPA memiliki standar baku maksimal kekeruhan: 0,5 NTU, suhu $< 40^{\circ}\text{C}$ dan pH 7,2 – 8,0. Dan untuk air permandian umum memiliki standar baku maksimal suhu 15°C - 35°C dan pH: 5 - 9.

Tidak semua air yang ada pada masyarakat memiliki kualitas yang baik seperti air berasal dari sumur yang letaknya dekat dengan sumber limbah,

maka air tersebut akan lebih mudah terkontaminasi. Kasus Luar Biasa (KLB) terjadi pada tahun 2018 akibat dampak pencemaran air tanah[1].

II. LANDASAN TEORI

Untuk mengetahui kualitas air haruslah melewati uji laboratorium terlebih dahulu agar dapat dipastikan air yang digunakan memenuhi syarat. Uji laboratorium dilakukan dengan mengambil sampel air dan membawanya ke laboratorium. Cara ini dapat mempengaruhi keakuratan hasil yang didapatkan karena parameter-parameter yang diukur dalam menentukan kualitas air mudah berubah konsentrasi maupun sifatnya[2]. Cara ini dapat menguras tenaga yang cukup banyak dan waktu yang cukup lama karena jarak antara lokasi pengambilan sampel dan laboratorium cukup jauh. Saat ini, teknologi berkembang begitu pesat dan menjadi budaya baru dalam kehidupan masyarakat. Maka dari itu dibutuhkan teknologi yang dapat mengukur parameter kualitas air secara cepat dan tepat. Untuk mengetahui hasil pengukuran secara optimal maka data hasil pengukuran harus diolah dengan metode tertentu. Metode fuzzy logic telah diketahui handal dalam pengolahan data hasil pengukuran[3].

Dari permasalahan di atas, maka dapat dirumuskan masalahnya yaitu bagaimana membangun suatu alat yang dapat mengukur beberapa parameter kualitas air dan dapat menentukan kualitas air. Hasil pengukuran dapat ditampilkan secara daring dengan memanfaatkan jaringan internet. Manfaat penelitian ini adalah dapat adanya inovasi alat ukur untuk mengetahui perubahan parameter kualitas air yang portabel dan hasil pengukuran dapat dilihat secara realtime melalui jaringan internet.

III. METODE PENELITIAN

A. Kualitas Air

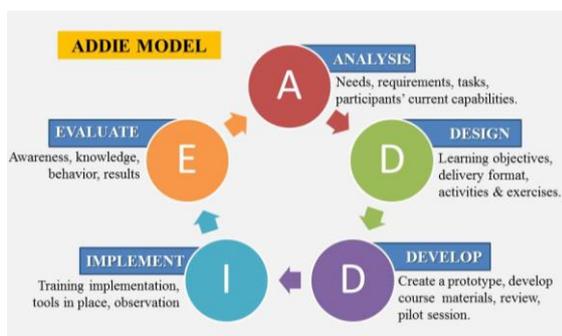
Air merupakan materi penting dalam kehidupan. Bagi manusia, kebutuhan akan air adalah mutlak karena 70% zat pembentuk tubuh manusia terdiri dari air. Kebutuhan air untuk keperluan sehari-hari berbeda untuk setiap tempat dan setiap tingkatan kehidupan. Biasanya semakin tinggi taraf kehidupan, semakin meningkat pula jumlah air yang dibutuhkan[4]. Kualitas air adalah karakteristik mutu yang diperlukan untuk pemanfaatan tertentu dari berbagai sumber air. Kualitas air dapat diketahui dengan melakukan pengujian tertentu terhadap air tersebut. Pengujian yang dilakukan adalah uji kimia fisika, biologi, atau uji laboratorium terlebih dahulu. Pada Peraturan Pemerintah no. 20 Tahun 1990 kualitas air dibagi menjadi 4 golongan diantaranya:

1. Golongan kualitas air “A” untuk air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu.
2. Golongan kualitas air “B” untuk air yang dapat digunakan untuk minum dan memerlukan proses terlebih dahulu.
3. Golongan kualitas air “C” merupakan air yang dapat digunakan untuk keperluan peternakan dan perikanan.
4. Serta golongan kualitas air “D” merupakan air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian dan dapat dimanfaatkan untuk usaha perkotaan industri, pembangkit listrik tenaga air.

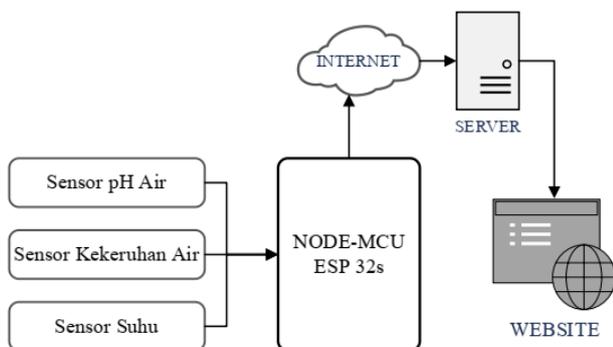
B. Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan pada penelitian ini adalah Model ADDIE. Model ADDIE adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan pendekatan sistematis yang mengacu pada proses-proses utama yaitu : Analysis (analisis), Design (desain),

Development (pengembangan), Implementation (implementasi), dan Evaluation (evaluasi).



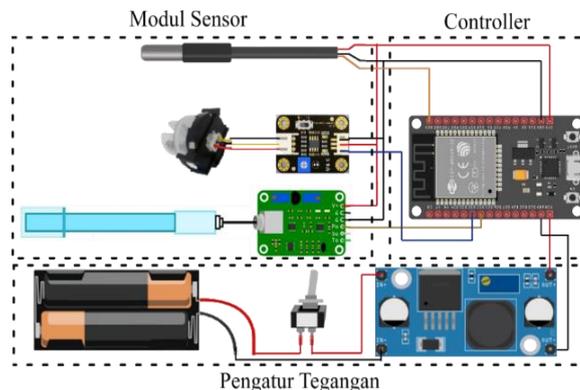
Gambar 1. Model ADDIE



Gambar 2. Diagram blok sistem

C. Rancangan Alat

Rancangan alat dapat dilihat dari gambar skema di bawah ini.



Gambar 3. Skematik alat

Dari gambar skema di atas, didapatkan konfigurasi yaitu: pin Vin/5V menjadi input dari tegangan battery sebagai suplai tegangan listrik ke NodeMCU-ESP32. Pin D23 menjadi input dari Sensor Suhu, D34 menjadi input dari Sensor Kekeruhan dan D33 menjadi input dari Sensor pH.

D. Internet of Things (IoT)

Konsep *Internet of Things* (IoT) mengacu pada tiga elemen utama pada arsitektur *Internet of Things*, yakni: barang fisik yang dilengkapi modul IoT, perangkat koneksi ke internet dan *Cloud Data Center* tempat untuk menyimpan aplikasi beserta *database*. Adapun cara kerja dari *Internet of Things* yaitu dengan memanfaatkan sebuah argumentasi pemrograman yang dimana tiap-tiap perintah argumen tersebut menghasilkan sebuah interaksi antara sesama mesin yang terhubung. Internet menjadi sebagai penghubung di antara kedua interaksi mesin tersebut, sementara manusia hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung tanpa harus berada di lokasi perangkat tersebut[5].

E. NodeMCU-ESP32

NodeMCU ESP32 merupakan sebuah modul mikrokontrol yang memiliki fungsi yang lengkap. Mikrokontrol ini memiliki banyak pin *input* dan *output* yang dapat digunakan dan mempermudah untuk membuat sebuah sistem yang membutuhkan

banyak pin. Selain itu, juga dilengkapi dengan *Wi-Fi* dan sebuah *Bluetooth*, sehingga memudahkan pengembang dalam membuat alat yang memerlukan *Wi-Fi* atau *Bluetooth*.

F. Sensor pH

pH merupakan derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh larutan[6]. pH didefinisikan sebagai *Kologaritmaaktivasion hydrogen* (H^+) yang terlarut. pH Meter adalah sebuah alat elektronik yang berfungsi untuk mengukur pH (*derajat keasaman atau kebasaan*) suatu cairan (ada elektroda khusus yang berfungsi untuk mengukur Ph bahan-bahan semi-padat). Sebuah pH Meter terdiri dari sebuah elektroda (probe pengukur) yang terhubung ke sebuah alat elektronik yang mengukur dan menampilkan nilai pH. Alat ini sangat berguna untuk industri air minum, laboratorium, akuarium, industri pakaian terutama batik dan pewarna pakaian[7].

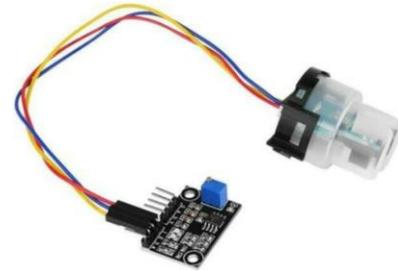


Gambar 4. Sensor pH

G. Sensor Kekeruhan

Sensor turbiditas atau kekeruhan merupakan salah satu alat untuk mendeteksi kekeruhan air dengan membaca sifat optik air akibat sinar menyebar dan bisa dinyatakan sebagai perbandingan cahaya yang dipantulkan terhadap cahaya yang diterima. Pada sensor kekeruhan ini, bahwa semakin tinggi tingkat kekeruhan air akan

diikuti oleh perubahan dari tegangan *output* sensor[8].



Gambar 5. Sensor kekeruhan

H. Sensor Suhu

Sensor suhu DS18B20 tahan air dan cocok untuk mengukur suhu di tempat yang sulit atau lembab. Keluaran data sensor adalah digital, sehingga tidak perlu khawatir tentang degradasi data jarak jauh[9]. DS18B20 menyediakan 9 hingga 12 bit data yang dapat dikonfigurasi.



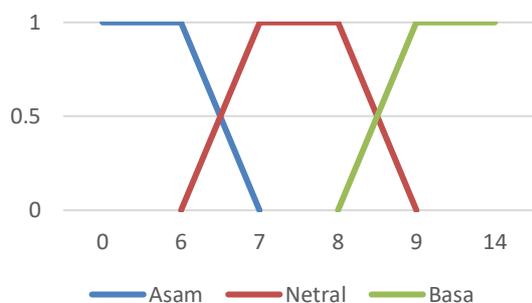
Gambar 6. Sensor suhu

I. Logika Fuzzy

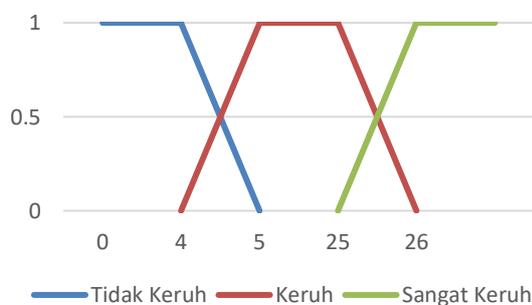
Logika *Fuzzy* adalah logika yang kabur atau mengandung unsur ketidakpastian. Logika fuzzy digunakan sebagai pengendali pada berbagai alat, misalnya pendingin ruangan dan mesin cuci. Logika ini memang cenderung lebih praktis untuk digunakan karena sederhana, mudah dimengerti, fleksibel, serta lebih baik dan hemat[10].

1. Fuzzifikasi

Dalam perancangan logika fuzzy pada alat ini, terdapat dua masukan *crisp* yang didapat dari hasil pengukuran sensor pH dan sensor kekeruhan. Fungsi keanggotaan untuk pH dan kekeruhan ditunjukkan pada gambar 6 dan gambar 7.



Gambar 7. Derajat keanggotaan nilai pH



Gambar 8. Derajat keanggotaan nilai kekeruhan

Untuk menentukan derajat keanggotaan dari representasi yang digunakan, dapat dilihat dari persamaan (1), (2), dan (3).

$$\mu[x] = \begin{cases} 1; & x \leq a \\ (b - x)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ (d - x)/(d - c); & c \leq x \leq d \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq c \\ (x - c)/(d - c); & c \leq x \leq d \\ 1; & x \geq d \end{cases} \quad (3)$$

2. Inferensi

Berikut merupakan basis aturan yang digunakan dalam program alat ini.

Tabel 1. Basis aturan

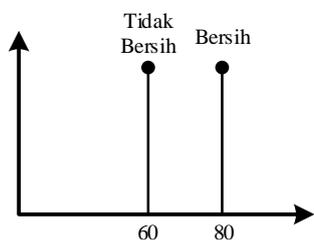
Kekeruhan	Tidak Keruh	Keruh	Sangat Keruh
pH	Tidak Bersih	Tidak Bersih	Tidak Bersih
Asam	Tidak Bersih	Tidak Bersih	Tidak Bersih
Netral	Bersih	Bersih	Tidak Bersih
Basa	Tidak Bersih	Tidak Bersih	Tidak Bersih

Dari tabel 1 diketahui terdapat 9 (sembilan) aturan berdasarkan dari fungsi keanggotaan sensor kekeruhan dan sensor pH. Jika sensor kekeruhan menunjukkan Tidak Keruh dan sensor pH menunjukkan Asam atau Basa, maka air tersebut Tidak Bersih. Jika sensor kekeruhan menunjukkan Tidak Keruh atau Keruh dan sensor pH menunjukkan Netral maka air tersebut Bersih. Jika sensor kekeruhan menunjukkan Sangat Keruh dan sensor pH menunjukkan Asam atau Netral atau Basa maka air tersebut Tidak Bersih. Pada tahap ini menggunakan operator *AND* atau *intersection* atau metode *MIN*.

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_{A(x)}, \mu_{B(y)}) \quad (4)$$

3. Defuzzifikasi

Tahap terakhir dari Logika Fuzzy ini adalah defuzzifikasi, dimana nilai *fuzzy output* akan diubah menjadi *crisp output*. Fungsi keanggotaan *output* dari sistem fuzzy dalam penelitian ini dapat dilihat gambar di bawah.



Gambar 9. Fungsi keanggotaan Defuzzyfikasi

Adapun fungsi keanggotaan hasil dari defuzzyfikasi terdapat dua variabel lingistik yaitu “Tidak Bersih” dan “Bersih” dengan nilai 60 untuk air yang tidak bersih dan 80 untuk air yang bersih. Pada tahap ini menggunakan metode *Centroid* dan dalam menentukan persentase “Bersih” dan “Tidak Bersih” menggunakan persamaan (6) dan (7).

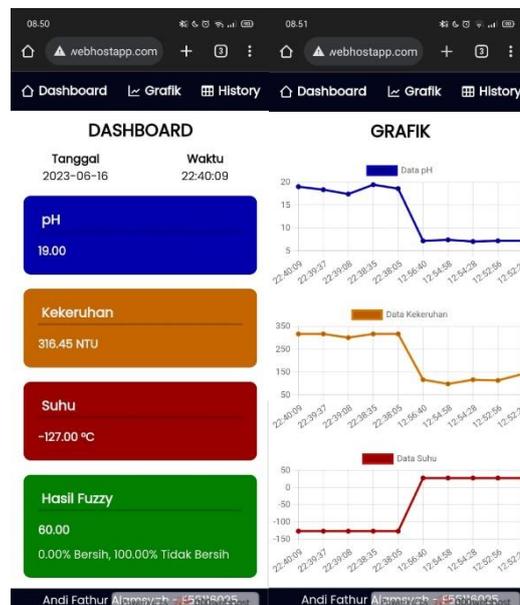
$$ce = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)}$$

$$\%AirBersih = \frac{HasilFuzzy - 60}{80 - 60} \times 100\%$$

$$\%AirTidakBersih = \frac{80 - HasilFuzzy}{80 - 60} \times 100\%$$

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berikut ditampilkan gambar dashboard dan visualisasi data realtime dari hasil pengukuran.



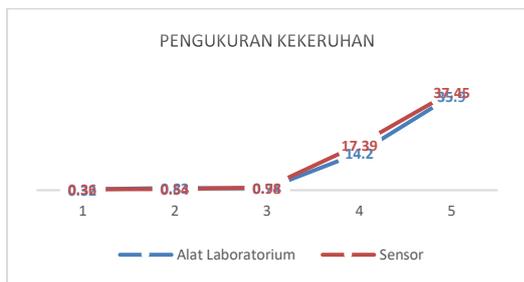
Gambar 10. Dashboard aplikasi dan visualisasi data

Pada tahapan pengujian dilakukan dengan metode komparasi antara hasil pengujian yang dilakukan oleh alat yang telah dibangun dan hasilnya dibandingkan dengan hasil laboratorium pada Unit Pelaksana Teknis Laboratorium Dinas Kesehatan Propinsi Sulawesi Tengah.

Berikut adalah hasil pengujian:

Tabel 2. Pengujian sensor kekeruhan

Sampel Air	Nilai Kekeruhan (Alat Laboratorium)	Nilai Kekeruhan (Sensor)
1	0,32	0,36
2	0,83	0,54
3	0,74	0,98
4	14,20	17,39
5	35,90	37,45



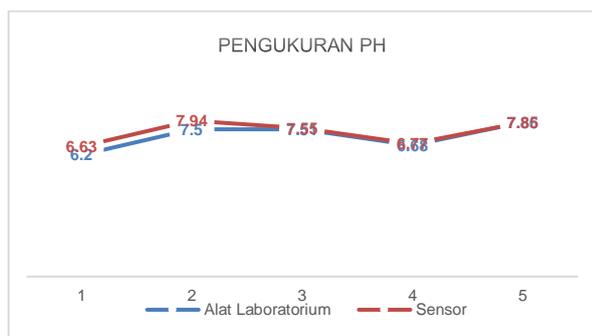
Gambar 11. Hasil perbandingan kekeruhan



Gambar 12. Hasil perbandingan suhu

Tabel 3. Pengujian sensor pH

Sampel Air	Nilai pH (Alat Laboratorium)	Nilai pH (Sensor)
1	6,20	6,63
2	7,50	7,94
3	7,51	7,55
4	6,68	6,77
5	7,86	7,85



Gambar 12. Hasil perbandingan pH

Tabel 4. Pengujian sensor suhu

Sampel Air	Nilai suhu (Alat Laboratorium)	Nilai suhu (Sensor)
1	28,1	28,25
2	28,2	28,38
3	28,2	28,50
4	28,1	28,31
5	28,3	28,00

Pengujian Alat dan Sistem

Pengujian alat dan sistem dilakukan dengan menguji metode Logika Fuzzy pada sampel air, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui dari hasil perhitungan logika fuzzy, parameter yang digunakan untuk pengujian adalah Kekeruhan, pH, Suhu, dan Hasil Logika Fuzzy.

Tabel 5. Pengujian sensor dan fuzzifikasi

Sampel Air	PH	Kekeruhan (NTU)	Suhu (°C)	Hasil Logika Fuzzy	Persentase	
					Bersih	Tidak Bersih
1	6,63	0,36	28,25	72,6	63%	37%
2	7,94	0,54	28,38	80,0	100%	0%
3	7,55	0,98	28,50	80,0	100%	0%
4	6,77	17,39	28,31	75,4	77%	23%
5	7,85	37,45	28,00	60,0	0%	100%

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisis yang dilakukan pada alat monitoring kualitas air berbasis *internet of things* maka diperoleh kesimpulan yaitu alat dapat mengimplementasikan logika fuzzy dalam menentukan persentase bersih dan tidak bersih dari suatu sampel air dan dari hasil pengujian tiga sensor, menunjukkan bahwa nilai persentase error dari sensor pH sebesar 2,95% dan sensor suhu sebesar 0,80%, sedangkan nilai persentase error dari sensor kekeruhan masih cukup besar yaitu 21,32% dan alat dapat mengirimkan data hasil pengukuran dan logika fuzzy secara terus menerus selama alat terkoneksi dengan jaringan internet.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Gufran and M. Mawardi, "Dampak Pembuangan Limbah Domestik terhadap Pencemaran Air Tanah di Kabupaten Pidie Jaya," *J. Serambi Eng.*, vol. 4, no. 1, p. 416, 2019, doi: 10.32672/jse.v4i1.852.
- [2] I. M. Yusuf, "Perancangan Alat Pemantau Kualitas Air (Atair) Berbasis Internet of Things dengan Parameter Kekерuhan, Oksigen Terlarut, Suhu dan pH," *Fak. Tek. Unpas*, 2018.
- [3] M. A. Purwanto, M. Hannats, H. Ichsan, and F. Utaminingrum, "Implementasi Fuzzy Logic pada Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam Renang dan Aplikasi Android," vol. 6, no. 2, pp. 683–689, 2022, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [4] M. R. G. Nadi, C. Ruskandi, and R. S. Pamungkas, "Desain Sistem Deteksi Kualitas Air Berbasis Multi Sensor pH, Dissolved Oxygen, Suhu, dan Konduktivitas," *JoP*, vol. 5, no. 1, pp. 48–56, 2019.
- [5] R. A. Wijaya, S. W. L. W. Lestari, and M. Mardiono, "Rancang Bangun Alat Monitoring Suhu dan Kelembaban Pada Alat Baby Incubator Berbasis Internet Of Things," *J. Teknol.*, vol. 6, no. 1, p. 52, 2019, doi: 10.31479/jtek.v6i1.5.
- [6] H. Hariyadi, M. Kamil, and P. Ananda, "Sistem Pengecekan Ph Air Otomatis Menggunakan Sensor Ph Probe Berbasis Arduino Pada Sumur Bor," *Rang Tek. J.*, vol. 3, no. 2, pp. 340–346, 2020, doi: 10.31869/rtj.v3i2.1930.
- [7] Y. Rahmanto, A. Rifaini, S. Samsugi, and S. D. Riskiono, "SISTEM MONITORING pH AIR PADA AQUAPONIK MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 1, no. 1, p. 23, 2020, doi: 10.33365/jtst.v1i1.711.
- [8] Y. Nindra Kristiantya, E. Setiawan, and B. H. Prasetyo, "Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air pada Kolam Ikan Air Tawar menggunakan Logika Fuzzy berbasis Arduino," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 7, pp. 3145–3154, 2022, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [9] P. T. Informatika *et al.*, "2418-4764-1-Sm," pp. 305–310, 2018.
- [10] F. A. D. Aji Prasetya Wibawa, Muhammad Guntur Aji Purnama, Muhammad Fathony Akbar, "Metode-metode Klasifikasi," *Pros. Semin. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 3, no. 1, p. 134, 2018.