

Monitoring Kualitas Air Sungai (Kekeruhan, Suhu, TDS, pH) Menggunakan Mikrokontroler Atmega 328

Nur'aeni Latekeng
Program Studi SI Fisika
Universitas Negeri Gorontalo
Gorontalo, Indonesia
nuraenilatekeng14@gmail.com

Salmawaty Tansa
Teknik Elektro
Universitas Negeri Gorontalo
Gorontalo, Indonesia
salmawatyansa@ung.ac.id

Raghel Yunginger
Program Studi SI Fisika
Universitas Negeri Gorontalo
Gorontalo, Indonesia
yraghel@gmail.com

Iskandar Z. Nasibu
Teknik Elektro
Universitas Negeri Gorontalo
Gorontalo, Indonesia
Zul.Nasibu@ung.ac.id

Diterima : September 2023
Disetujui : Januari 2024
Dipublikasi : Januari 2024

Abstrak— Pemantauan kualitas air sungai merupakan bagian dari upaya pengelolaan kualitas air yang bertujuan untuk mengetahui kondisi *kualitas air sungai* lewat perhitungan indeks kualitas lingkungan hidup. Penelitian ini membuat sebuah alat monitoring kualitas air sungai dengan mengukur parameter kekeruhan, suhu, total zat padat terlarut dan pH menggunakan mikrokontroler atmega328. Perancangan alat monitoring kualitas air menggunakan metode eksperimen, terdiri dari tahap perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*) dilengkapi dengan 4 sensor. Desain menggunakan sensor kekeruhan Module SEN0189, sensor suhu DS18B20, sensor TDS SEN0244, dan sensor pH-4502C. Hasil pengukuran dari alat ini untuk 30 jenis sampel air sungai yang berada di daerah limboto, bolango dan bone dibandingkan dengan alat standar. Hasil pengukuran suhu DS18B20 setelah dibandingkan dengan termometer alkohol menunjukkan nilai rata-rata error 1,92% dan nilai akurasi 98,08%. Hasil pengukuran TDS menggunakan sensor SEN0244 dibandingkan dengan TDS-3 dari alat standar, nilai rata-rata error TDS 14.06% dan nilai akurasi 85.94%. Hasil pengukuran pH menggunakan sensor 4502C dibandingkan dengan alat standar ATC PH-009(I)A, nilai rata-rata error pH adalah 6.85% dan nilai akurasi 93.15%. Hasil pengukuran kekeruhan menggunakan sensor Module SEN0189 dibandingkan dengan alat turbidity meter TB200 dari Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Gorontalo nilai rata-rata error kekeruhan 18.91% dan nilai akurasi 81.09%

Kata Kunci—Kekeruhan; Suhu; TDS; pH

Abstract— *River water quality monitoring is part of a water quality management effort that aims to determine the condition of river water quality through the calculation of the environmental quality index. This research makes river water quality monitoring by measuring the parameters of turbidity, temperature, total dissolved solids and pH using an ATmega328 microcontroller. The design of monitoring river quality using an experimental method, consisting of*

hardware design and software design equipped with 4 sensors. The design using the turbidity sensor Module SEN0189, temperature sensor DS18B20, TDS SEN0244 sensor, and pH-4502C sensor. The design stage through the pin initialization process and writing program code, then it is verified and uploaded to the Arduino IDE board. The push button switch will select the type of sensor to be measured. The turbidity sensor, temperature sensor, TDS (Total Dissolved Solid) sensor are connected to a standard USB type A 2.0 port, and the pH sensor is connected to the BNC port on Arduino. The sensor probe is dipped in a 1000 ml water sample, the measurement results will be displayed on the LCD monitor. The results of measurements this instrument for 30 samples in the limboto, bolango and bone river areas compared with standard instrument. The average temperature error is 1.92% and the accuracy value 98.08%. The result TDS from sensor SEN0244 compared with TDS-3 from standard instrument, the average TDS error is 14.06% and the accuracy value 85.94%. The result pH from sensor 4502C compared with standard instrument ATC PH-009(I) A, the average pH error is 6.85% and the accuracy value is 93.15%. The result turbidity from sensor Module SEN0189 compared with turbidity meter TB200 from Regional Health Laboratory of Gorontalo Province, the average turbidity sensor is 18,91% and the accuracy is 81,09%

Keywords : Turbidity; Temperature; TDS;pH

I. PENDAHULUAN

Air yang memenuhi standar tertentu merupakan kebutuhan manusia untuk kehidupannya sehari-hari. Untuk mengetahui air yang kita gunakan berkualitas baik harus mengacu ke beberapa parameter. Parameter fisika dan parameter kimia digunakan untuk menentukan kualitas air. Parameter fisika kualitas air antara lain suhu, kekeruhan, warna, daya hantar listik (DHL), rasa, dan bau. Parameter kimia kualitas air antara

lain TDS (*Total Dissolved Solid*), TSS (*Total Suspended Solid*), pH (*power of hydrogen*), DO (*Dissolved Oxygen*).

Dari hasil survei yang dilakukan oleh peneliti, sungai bone kota Gorontalo didapati memiliki nilai kekeruhan yang melebihi standar baku PerMenKes 1990 berdasarkan PerMenKes RI No.416/MenKes/PER/IX/1990 tentang persyaratan kualitas air bersih. [3].

Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Gorontalo menggunakan Turbidity Meter TB200 sebagai alat ukur yang digunakan untuk mengukur parameter jumlah padatan terlarut (TDS), suhu dan pH.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Dienul Hakim Haryanto (2018) yang berjudul Rancang Bangun Model Pengontrolan Katup PDAM Bone Bolango Berdasarkan Tingkat Kekeruhan Air Menggunakan Arduino Uno, Helmiyah Siti (2018) yang berjudul Prototipe Sistem Kontrol Pendeteksi Kadar Kekeruhan Air Berbasis Arduino Uno. Alat yang digunakan yaitu sensor kekeruhan (*Turbidity Sensor*) yang akan mendeteksi keadaan air dalam kondisi keruh atau dalam kondisi jernih, Sukanto (2016) yang berjudul Monitoring Perbandingan Kualitas Air Danau dan PDAM Menggunakan Sensor Turbidity, pH, dan Suhu berbasis Web, Nike Ika Nuzula dan Endarko (2013) Rancang Bangun Alat Ukur Kekeruhan Air Berbasis Mikrokontroler. peneliti akan melakukan penelitian yang berbeda dengan sebelumnya yaitu peneliti menggunakan empat sensor dalam satu alat untuk mendeteksi kualitas air dengan menggunakan mikrokontroler atmega 328.

II. METODE

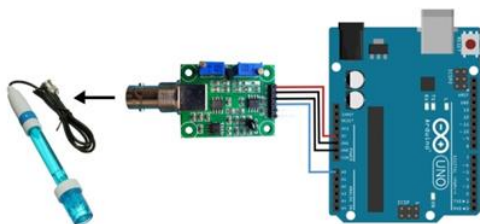
Metode penelitian menggunakan metode Eksperimen. Rancangan penelitian ini terdiri dari tahap perancangan perangkat keras (*Hardware*), perancangan perangkat lunak (*Software*), kalibrasi dan uji keakuratan dari masing-masing sensor, pengujian 30 data sampel air menggunakan data pembandingan dari alat Turbidity Meter TB 200 dan analisis data untuk masing-masing parameter kekeruhan, suhu, TDS dan pH.

Perancangan perangkat keras (*Hardware*)

Perancangan perangkat keras (*hardware*) untuk pengukuran masing-masing parameter adalah sebagai berikut :

a. Sensor Kekeruhan (*Turbidity Sensor Module SEN0189*)

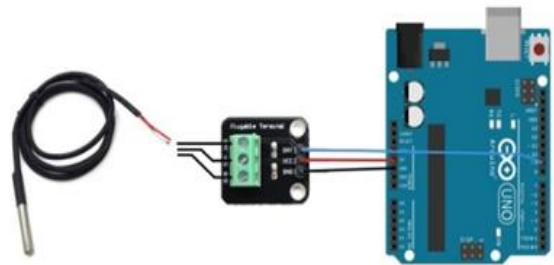
Sensor ini berfungsi mengukur atau mendeteksi tingkat kekeruhan air yang nantinya akan digunakan pada rancangan alat. Sensor SEN0189 memiliki memiliki 3 pin, tegangan VCC dan Ground untuk 2 pin, dan 1 lagi untuk pengiriman data kekeruhan menuju MCU (Micro Chip Unit) dalam bentuk tegangan [7].



Gambar 1. Rangkaian Arduino Uno Dengan Turbidity Sensor Module SEN0189

b. Sensor Suhu DS18B20

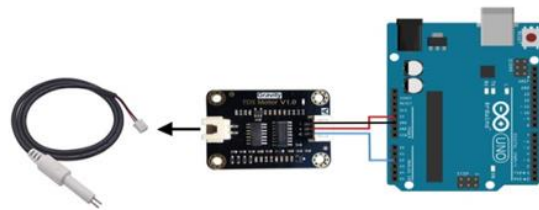
Sensor suhu DS18B20 memiliki 3 pin data VCC, Ground, dan *Input/ Output*. Kaki VCC adalah tegangan sumber pin. Tegangan suplai sensor suhu DS18B20 sekitar 3V hingga 5.5V [8].



Gambar 2. Rangkaian Arduino Uno Dengan Sensor Suhu DS18B20

c. TDS Sensor SEN0244

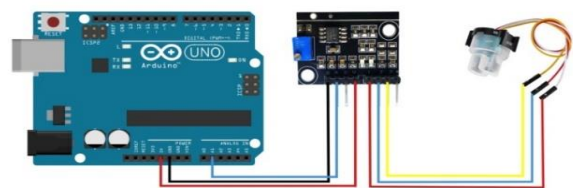
Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi padatan terlarut di dalam air. Sensor ini terdapat 5 label yang berada pada modul SEN0244, label (-) dan (+) untuk kabel sumber tegangan VCC dan Ground, label (A) untuk kabel output sinyal analog, untuk label TDS akan disambungkan pada konektor probe TDS, dan lampu LED sebagai indikator daya LED [5].



Gambar 3. Rangkaian Arduino Uno Dengan TDS Sensor SEN0244

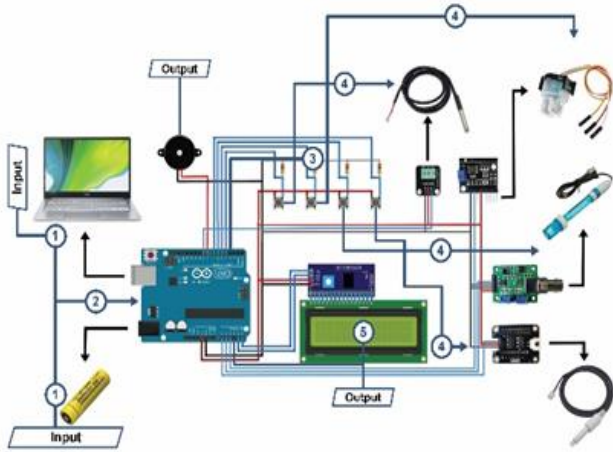
d. Sensor pH-4502C

pH air diukur menggunakan sensor pH-4502C. Sensor ini terdapat 6 buah pin yang ada pada modul pH-4502C yaitu To = temperatur output, Do = output (batasan limit), Po = pH analog, G = Ground untuk sensor pH, G = Ground untuk board arduino, dan VCC = 5V DC. Pengiriman data hasil pengukuran pH menuju ke pin A0 lewat pin Po/pH dalam bentuk tegangan [6].



Gambar 4. Rangkaian Arduino Uno dengan Sensor pH-4502C

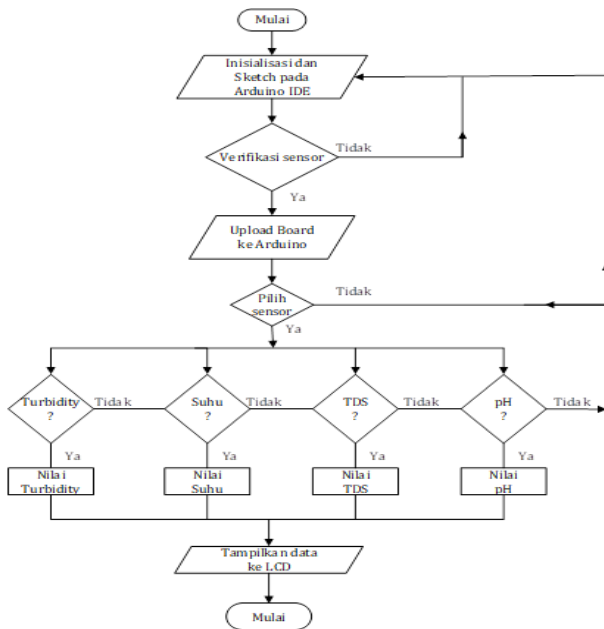
Secara keseluruhan rancangan perangkat keras dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian Skematik Keseluruhan

Perancangan Perangkat Lunak

Pada proses perancangan perangkat lunak menggunakan komponen perangkat lunak yang saling terhubung untuk dapat berjalan dengan baik, maka proses ini dapat menggunakan sebuah perangkat lunak Arduino IDE (*Integrate Development Enviroment*) untuk membaca dan mengendalikan komponen yang terhubung dengan mikrokontroler untuk membaca masing-masing sensor, yaitu *Turbidity Sensor Module SEN0189*, Sensor suhu *DS18B20*, Sensor pH-4502C dan TDS Sensor *SEN0244*. Setelah itu pembacaan *display* diatur dengan *push botton*. Berikut ini adalah proses diagram alir dari sistem kerja perangkat lunak yang dirancang untuk menjalankan perangkat.



Gambar 6. Sistem Kerja Perangkat Lunak

Dari Gambar 6 dapat dijelaskan sistem kerja alat perangkat lunak sebagai berikut:

Proses inisialisasi adalah tahap awal pada komponen keseluruhan yang berfungsi untuk pemberian nilai data awal selanjutnya *upload* ke *board* arduino yang akan

mengkompilasi dan memverifikasi program ke board arduino. Selanjutnya melakukan proses *upload* program ke arduino dengan menekan tombol *upload*, dan program akan dijalankan. Pilih sensor digunakan untuk memilih sensor yang akan digunakan. Sistem akan membaca dan menampilkan nilai pH ketika memilih sensor pH. Sistem akan menampilkan masing-masing untuk nilai suhu, TDS dan kekeruhan. Tahap terakhir adalah menampilkan data hasil sensor ke LCD

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Teknik pengumpulan dan Analisis data kekeruhan, suhu, TDS dan pH dengan cara melihat secara langsung hasil data yang ditampilkan pada layar LCD (*Liquid Crystal Display*). Dalam menentukan nilai error, berlaku rumus sebagai berikut [4].

$$\text{Error} = \left| \frac{x-x_i}{x} \right| \quad (1)$$

Dalam menentukan persentase nilai error, berlaku rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{x-x_i}{x} \right| \times 100 \quad (2)$$

Dalam menentukan persentase nilai akurasi, berlaku rumus sebagai berikut.

$$\% \text{ Akurasi} = 100\% - \% \text{ Error} \quad (3)$$

Keterangan:

x = nilai yang didapatkan dari alat standar

x_i = nilai yang didapatkan dari alat rancangan

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Alat Rancangan

No.	Sampel Air Sungai	Alat Rancangan			
		Turbidity	Suhu	TDS	pH
1	Alo	639	29.5	191	7.3
2	Topolo	363	29.6	115	7.7
3	Alopohu	618	30.6	187	7.3
4	Pohu	257	29.6	211	7.2
5	Biyonga	859	24.1	44.4	7.3
6	Bulota	980	27.5	101	7.2
7	Biyonga	1214	27.5	48.2	7.1
8	Biyonga	1362	27.6	46.3	6.9
9	Bolango Longalo	405	27	61.3	7.1
10	Bolango Boidu	469	27.3	65	7.5
11	Bolango Lomaya	448	27.1	66.8	7.6
12	Polanggua	384	26.1	83.2	7.3
13	Bone	491	26.9	59.4	7.2
14	Bolango Telaga	214	27	74.1	7.9
15	Bone	320	29	155	7.3
16	Tapodu Tualango	342	29.6	185	7.2
17	Bone Tulabolo	427	26.2	65	7.12
18	Lombongo	682	25.4	72.3	7.1
19	Bone Alale	661	26.7	66.8	7.9
20	Tamalate Moodu	278	32.1	129	7.7
21	Tamalate Moodu	342	32.6	146	7.6
22	Bone Talumolo	576	28.1	53.8	7.7
23	Bone Talumolo	235	28.2	77.8	7.6
24	Tamalate	533	31.6	146	7.2
25	Bone	554	28.6	97.6	7.5
26	Tamalate	512	31.3	162	7.3
27	Bone IPA Kabila	278	27	3.74	7.9
28	Bone IPA Kabila	703	27	63.1	7.3
29	Danau Limboto	299	27.8	211	7.1
30	Danau Perintis	597	32.5	27.2	7.1

Tabel 2. Data Hasil Pengukuran Alat Standar

No.	Sampel Air Sungai	Alat Standar			
		Turbidity	Suhu	TDS	pH
1	Alo	104.2	30	193	7.6
2	Topolo	71.48	30	109	7.2
3	Alopohu	95.89	31	164	7.9
4	Pohu	23.29	30	201	7.8
5	Biyonga	900.2	25	37	8.2
6	Bulota	986.3	28	105	7.8
7	Biyonga	1205	27.9	63	7.8
8	Biyonga	1371	28	60	7.7
9	Bolango Longalo	20.22	27	67	8.3
10	Bolango Boidu	37.98	28	71	8.2
11	Bolango Lomaya	52.74	28	75	8.1
12	Polanggua	139	27	88	7.9
13	Bone	73.7	27	76	8.1
14	Bolango Telaga	114.3	27.5	79	8
15	Bone	76.33	30	146	7.9
16	Tapodu Tualango	60.78	30	171	8
17	Bone Tulabolo	29.91	26	71	7.8
18	Lombongo	2.2	25	71	7.8
19	Bone Alale	41.37	27	71	7.9
20	Tamalate Moodu	33.08	32	122	7.5
21	Tamalate Moodu	58.82	33	136	7.4
22	Bone Talumolo	58.91	28	80	8.1
23	Bone Talumolo	54.92	29	80	7.9
24	Tamalate	65.85	33	156	7.4
25	Bone	80.47	29	123	7.8
26	Tamalate	44.47	32.5	156	7.4
27	Bone IPA Kabila	276.3	28	69	8.5
28	Bone IPA Kabila	1.9	27.5	76	8
29	Danau Limboto	44.85	28	204	7.9
30	Danau Perintis	58.82	34	45	7.8

Tabel 3. Teknik Analisis Data Perbandingan

No.	Parameter	Teknik Analisis Data
1.	Kekeruhan	Sensor Turbidity Module SEN0189 dibandingkan dengan Turbidity Meter produk dari Bante Instrumen type TB200 [9].
2.	Suhu	Termometer alkohol digunakan sebagai pembanding suhu dengan suhu yang terbaca oleh sensor DS18B20[10].
3.	TDS	Data TDS dari sensor TDS SEN0244 dibandingkan dengan TDS meter keluaran pabrik jenis TDS-3[11].
4.	pH	Data pH dari sensor pH-4502C dibandingkan dengan pH meter keluaran pabrik berjenis ATC PH-009(I)A[11].

Dari persamaan (2) dan (3) dapat dihitung nilai rata-rata error dan akurasi sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil perbandingan nilai rata-rata error dan akurasi untuk 4 parameter

Parameter	Rata-rata Error	Akurasi
Suhu	1.92%	98.08%
TDS	14.06%	85.94%
pH	6.85%	93.15%
Kekeruhan	18.91%	81.09%

Dari hasil perhitungan untuk 4 jenis sensor yang digunakan peneliti saat penelitian, ternyata sensor kekeruhan yang memiliki nilai rata-rata error yang cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena karakteristik sensor SEN0189 yang digunakan dalam rancangan alat memiliki rentang pengukuran yang cukup besar yakni 0–4000 NTU, sedangkan *Turbidity* Meter TB200 Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Gorontalo, memiliki rentang pengukuran 0 – 2000 NTU disamping itu prinsip kerja sensor *turbidity* SEN0189 jika terkena cahaya, maka akan bersifat sebagai sumber tegangan dan nilai resistansinya akan menjadi kecil. Sebaliknya, jika sensor *turbidity* tidak terkena cahaya, maka nilai resistansinya akan semakin besar atau dapat diasumsikan tak hingga. Besarnya tegangan atau arus listrik yang dihasilkan sensor *turbidity* tergantung besar kecilnya radiasi yang dipancarkan oleh sumber cahaya.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Simpulannya sebagai berikut: 1). Hasil perancangan alat monitoring kualitas air sungai untuk parameter kekeruhan, suhu, TDS dan pH bekerja sesuai dengan rancangan yang dibuat; 2). Dari hasil perhitungan untuk 4 jenis sensor yang digunakan peneliti saat penelitian, hasil pengukuran suhu DS18B20 setelah dibandingkan dengan termometer alkohol menunjukkan nilai rata-rata error 1,92% dan nilai akurasi 98,08%. Hasil pengukuran TDS menggunakan sensor SEN0244 dibandingkan dengan TDS-3 dari alat standar, nilai rata-rata error TDS 14.06% dan nilai akurasi 85.94%. Hasil pengukuran pH menggunakan sensor 4502C dibandingkan dengan alat standar ATC PH-009(I)A, nilai rata-rata error pH adalah 6.85% dan nilai akurasi 93.15%. Hasil pengukuran

kekeruhan menggunakan sensor Module SEN0189 dibandingkan dengan alat turbidity meter TB200 dari Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Gorontalo nilai rata-rata error kekeruhan 18.91% dan nilai akurasi 81.09%; 3). Dari hasil perhitungan untuk 4 jenis sensor yang digunakan peneliti saat penelitian, ternyata sensor kekeruhan yang memiliki nilai rata-rata error yang sangat tinggi. karakteristik sensor SEN0189 memiliki rentang pengukuran yang cukup besar yakni 0 – 4000 NTU (*Nephelomatic Turbidity Unit*), sedangkan *Turbidity* Meter TB200 Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Gorontalo, memiliki rentang pengukuran 0-2000 NTU (*Nephelomatic Turbidity Unit*) adalah satuan standar untuk mengukur kekeruhan disamping itu faktor cahaya pada saat pengukuran sampel dan posisi sensor yang tidak stabil. Faktor yang mempengaruhi nilai kekeruhan dipengaruhi oleh banyaknya perubahan jumlah partikel yang tersuspensi didalam air.

B. Saran

Pembuatan alat ini menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Atmega328, juga sensor yang digunakan dalam penelitian ini perlu dikalibrasi sesuai standar alat baku. Penelitian ini yang diambil adalah data kekeruhan, suhu, TDS dan pH, maka diharapkan kepada pengembang alat maupun sistem agar dapat mendeteksi data kualitas air yang lain seperti warna, rasa, *Electrical Conductivity* (EC), dan *Total Suspended Solid* (TSS). Alat ukur ini dapat dikembangkan dengan menambahkan aplikasi monitoring pendeteksi kualitas air berbasis Smartphone Android Web Mobile.

REFERENSI

- [1] A. R. Saputra, "Strategi Pengendalian Kualitas Air Sungai Kuin Banjarmasin Berdasarkan Daya Tampung Beban Pencemar," Institut Teknologi Nasional Malang., 2016.
- [2] H. Effendi, "Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan," *Kanisius*. 2003.
- [3] E. Maruru, S. M. M., Saraswati, D., & Prasetya, "Studi Kualitas Air Sungai Bone Dengan Metode Biomonitoring," Universitas Negeri Gorontalo, 2012.
- [4] Chuzaini, F., "IoT Monitoring Kualitas Air Dengan Menggunakan Sensor Suhu, pH Dan Total Dissolved Solid (TDS)," *J. Inov. Fis. Indones.*, vol. 11(3), no. (ISSN : 2302-4216), pp. 46–56, 2022.
- [5] Akbar A, "Pengontrol Suhu Menggunakan Sensor DS18B20 Berbasis Arduino Uno," 2017.
- [6] A. M.N, "Rancang Bangun Alat Deteksi Pencemaran Pada Kolam Ikan Dari Bahan Padatan Terlarut Menggunakan Sensor TDS," 2019.
- [7] A. F. Prawiredjo K, "Alat Ukur Kualitas Air Minum Dengan Parameter pH, Suhu, Tingkat Kekeruhan dan Jumlah Padatan Terlarut," *J. Ilm. Tek. Elektro JETri*, vol. 14 (1), no. ISSN 1412-0372, pp. 49–62, 2016.
- [8] A. M. S. N. A.V, "Rancang Bangun Alat Ukur Kekeruhan Air Layak Pakai Berbasis Arduino R3 Pada Sungai Martapura," *J. Ilm. Fis.*, no. (p-ISSN) 2541-1713 (e-ISSN) 19(3), pp. 212–221, 2022, [Online]. Available: <https://doi.org/https://doi.org/10.20527/flux19i3.12959>

- [9] Baringbing R, "Sistem Monitoring Kualitas Air Menggunakan Sensor PH Dan Sensor TDS Berbasis Android," 2020.
- [10] Budiyanto S, "Sistem Logger Suhu Dengan Menggunakan Komunikasi Gelombang Radio," *J. Teknol. Elektro*, vol. 3(1), no. (ISSN: 2086-9479), pp. 21–27, 2012.
- [11] D. Faisal, M., Harmadi, & Puryanti, "Perancangan Sistem Monitoring Tingkat Kekeuhan Air Secara Realtime Menggunakan Sensor TSD-10," *J. Ilmu Fis.*, vol. 8(1), no. (ISSN: 1979-4657), pp. 9–16, 2016.
- [12] D. H. Haryanto, "Rancang Bangun Model Pengontrol Katup Air PDAM Bone Bolango Berdasarkan Tingkat Kekeuhan Air Menggunakan Arduino Uno," 2018.
- [13] N. (Ikhsan, R. N., & Syafitri, "Pemanfaatan Sensor Suhu DS18B20 Sebagai Penstabil Suhu Air Budidaya Ikan Hias," in *Prosding Seminar Nasional Energi, Telekomunikasi Dan Otomatis (SNETO)*, 2021, pp. 18–26.
- [14] E. D. Kautsar, M., Isnanto, R. R., & Widiyanto, "Sistem Monitoring Digital Penggunaan dan Kualitas Kekeuhan Air PDAM Berbasis Mikrokontroler ATmega328 Menggunakan Sensor Aliran Air dan Sensor Fotodiode," *J. Teknol. Dan Sist. Komput.*, vol. 3(1), no. (e-ISSN: 2338-0403), pp. 79–86, 2015, [Online]. Available: <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.3.1.2015.79-86>.
- [15] M. Lihawa, F., & Mahmud, "Evaluasi Karakteristik Kualitas Air Danau Limboto. Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan," *J. Nat. Resour. Environ. Manag.*, vol. 7(3), pp. 260–266., 2017, [Online]. Available: <https://doi.org/10.29244/jpsl.7.3.260-266>
- [16] S. Ihsanto, E., & Hidayat, "Rancang Bangun Sistem Pengukuran pH Meter Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno," *J. Teknol. Elektro*, vol. 5(3), no. (ISSN: 2086-9479), pp. 130–137, 2014.
- [17] S. Helmiyah, "No TitlePrototipe Sistem Kontrol Pendeteksi Kadar Kekeuhan Air Berbasis Arduino Uno," 2018.