

Rancang Bangun Sistem Pengukur Kualitas Air Berbasis Mikrokontroler Pada Mata Air Cikupa

Design And Construction Of A Microcontroller-Based Water Quality Measurement System At Cikupa Spring

Fajar Rahmat Akbar¹, Hikam Alpijar², Akhmad Fauzi Ikhsan³, Tri Arif Wiharso⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Garut

Jl. Jati No. 42B Tarogong, Garut 44151 – Jawa Barat – Indonesia

fajar.rahmatakbar24@gmail.com¹, akhmadfauzi@uniga.ac.id³

Abstrak – Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem pengukur kualitas air berbasis mikrokontroler untuk pemantauan Mata Air Cikupa. Sistem yang dikembangkan menggunakan beberapa sensor, yaitu sensor pH (PH-4502C) untuk mengukur tingkat keasaman, sensor TDS (V1.0) untuk mengukur kadar padatan terlarut, sensor kekeruhan air (SEN0189) untuk mengukur kejernihan, sensor suhu air (DS18B20), sensor suhu dan kelembaban udara (DHT11), serta sensor debit air (YF-S201). Semua sensor dihubungkan ke mikrokontroler ESP32 yang berfungsi sebagai pusat pengolahan data. Hasil pembacaan sensor ditampilkan pada LCD 20×4 dan disimpan pada kartu microSD sebagai data hasil pengukuran. Pengujian dilakukan di lokasi Mata Air Cikupa untuk memperoleh data kondisi aktual. Hasil pengukuran menunjukkan nilai pH antara 7,14–7,58, TDS 402–408 ppm, kekeruhan 2,5–4,5 NTU, suhu air 19,9–20,7 °C, dan debit 1.170–1.608 L/jam. Berdasarkan hasil tersebut, air dari Mata Air Cikupa masih memenuhi standar kualitas air minum menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010.

Kata Kunci: kualitas air, mikrokontroler, pH, TDS, kekeruhan, Mata Air Cikupa.

Abstract – This research aims to design and develop a microcontroller-based water quality measurement system for monitoring the Cikupa Spring. The system integrates several sensors, including a pH sensor (PH-4502C) to measure acidity, a TDS sensor (V1.0) to determine total dissolved solids, a turbidity sensor (SEN0189) to measure water clarity, a water temperature sensor (DS18B20), an air temperature and humidity sensor (DHT11), and a water flow sensor (YF-S201). All sensors are connected to an ESP32 microcontroller that functions as the main data processor. The measurement results are displayed on a 20×4 LCD and stored on a microSD card as measurement data. Field testing was conducted at the Cikupa Spring to obtain actual water quality data. The results show pH values ranging from 7.14 to 7.58, TDS between 402 and 408 ppm, turbidity levels of 2.5–4.5 NTU, water temperature between 19.9–20.7 °C, and flow rate of 1,170–1,608 L/h. Based on these findings, the water quality of Cikupa Spring meets the drinking water standards set by the Indonesian Ministry of Health Regulation No. 492 of 2010.

Keywords: Water Quality, Microcontroller, pH, TDS, Turbidity, Cikupa Spring.

1. Pendahuluan

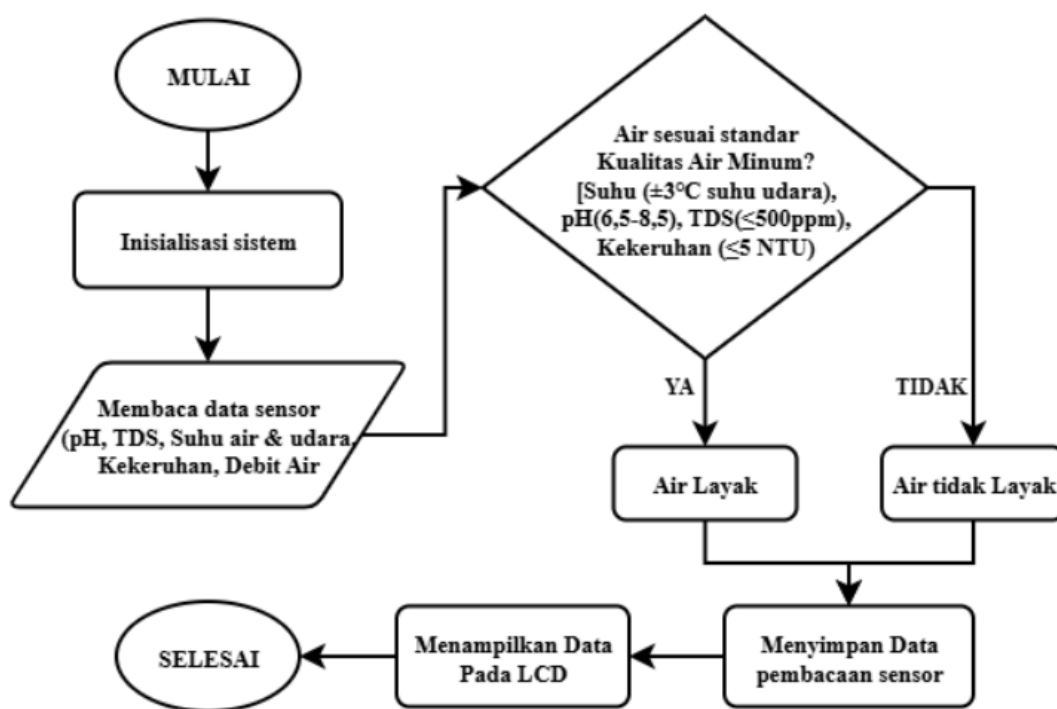
Air merupakan kebutuhan dasar yang vital bagi manusia, di mana sekitar 70–80% tubuh manusia terdiri dari air [1] dan membutuhkan asupan cairan sekitar dua liter per hari [2]. Di wilayah perdesaan, masyarakat umumnya bergantung pada mata air alami sebagai sumber utama air bersih. Salah satunya adalah Mata Air Cikupa di Kampung Papandak, Kecamatan Wanaraja, Kabupaten Garut, yang telah dimanfaatkan masyarakat selama bertahun-tahun dan diyakini aman untuk dikonsumsi tanpa pengolahan tambahan.

Namun, hingga kini belum terdapat data ilmiah yang memvalidasi kualitas air dari mata air tersebut [3]. Kondisi ini penting untuk dikaji, mengingat potensi pencemaran lingkungan yang dapat memengaruhi kualitas air. Data BPS tahun 2021 mencatat sekitar 10.000 desa di Indonesia menghadapi permasalahan pencemaran air, yang menunjukkan perlunya pemantauan kualitas air secara berkelanjutan [4].

Berdasarkan latar belakang tersebut, diperlukan penelitian yang mampu menghasilkan data ilmiah mengenai kualitas air Mata Air Cikupa. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem pengukur kualitas air berbasis mikrokontroler yang dapat mengukur parameter penting seperti pH, suhu, kekeruhan (turbidity), total padatan terlarut (TDS), dan debit air. Data hasil pengukuran disimpan dan ditampilkan secara langsung agar masyarakat dapat memantau kondisi air dengan mudah dan memastikan kelayakannya untuk dikonsumsi.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 28. Flowchart sistem Pengukur kualitas air

2.1. Studi Literatur

Menurut Kementerian kesehatan republik indonesia, terdapat beberapa parameter yang harus dipenuhi agar air dapat dikonsumsi secara langsung [5] sesuai Tabel 1.

Tabel 3. Standar Kualitas Air

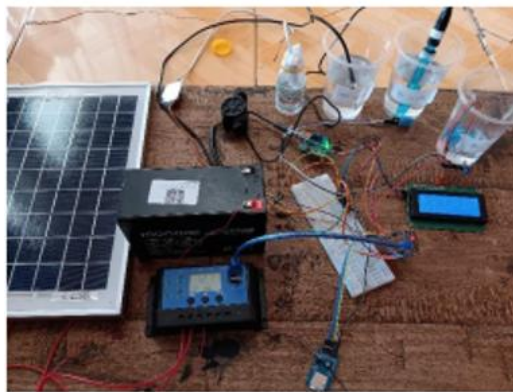
No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimal yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Mikrobiologi		
	1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia An-organik		
	1) Arsen	mg/l	0,01
	2) Fluorida	mg/l	1,5
	3) Total Kromium	mg/l	0,05
	4) Kadmium	mg/l	0,003
	5) Nitrit	mg/l	3
	6) Nitrat	mg/l	50
	7) Sianida	mg/l	0,07
	8) Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	Celcius	Suhu udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$
	b. Parameter kimiawi		
	1) Alumunium	mg/l	0,2
	2) Besi	mg/l	0,2
	3) Kesadahan	mg/l	500
	4) Khlorida	mg/l	250
	5) Mangan	mg/l	04
	6) pH		6,5-8,5

2.2. Survei Lapangan

Survei lapangan dilakukan di Mata Air Cikupa, Kampung Papandak, Kecamatan Wanaraja, Kabupaten Garut, yang merupakan sumber utama air bersih bagi masyarakat setempat. Lokasi ini dipilih karena telah dimanfaatkan lebih dari seratus tahun dan tidak pernah mengalami kekeringan. Pengamatan dilakukan terhadap kondisi sumber air, kejernihan, suhu lingkungan, serta aktivitas masyarakat di sekitar lokasi yang berpotensi memengaruhi kualitas air. Hasil survei digunakan untuk menentukan titik pengambilan sampel dan penempatan sensor pada sistem pengukur kualitas air berbasis mikrokontroler yang dirancang, sehingga data yang diperoleh mewakili kondisi aktual di lapangan.

2.3. Pengukuran dan Pengumpulan Data

Pengukuran dan pengumpulan data dilakukan secara langsung di lokasi Mata Air Cikupa setelah sistem pengukur kualitas air selesai dirakit dan dikalibrasi. Sistem menggunakan beberapa sensor utama, yaitu sensor pH (PH-4502C), sensor TDS (V1.0), sensor kekeruhan air (SEN0189), sensor suhu air (DS18B20), sensor suhu dan kelembaban udara (DHT11), serta sensor debit air (YF-S201). Semua sensor dihubungkan ke mikrokontroler ESP32 yang berfungsi sebagai pusat pemrosesan data. Setiap sensor membaca nilai parameter air dalam interval waktu tertentu, kemudian hasil pengukuran ditampilkan pada LCD 20×4 dan disimpan pada kartu microSD sebagai data hasil pengukuran sesuai Gambar 2.



Gambar 2. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Proses pengambilan data dilakukan beberapa kali pada waktu yang berbeda untuk mendapatkan hasil yang representatif terhadap kondisi lingkungan. Data hasil pengukuran dicatat dalam tabel yang memuat parameter pH, TDS, turbidity, suhu udara, suhu air, debit air, dan keterangan kondisi pengukuran. Selanjutnya, hasil pengukuran dibandingkan dengan standar kualitas air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010 untuk menentukan tingkat kelayakan air dari Mata Air Cikupa sesuai Tabel 2.

Tabel 4. kelayakan parameter kualitas air minum

No	Parameter	Standar
1	Suhu air	$\pm 3^{\circ}\text{C}$ suhu udara
2	pH	6.5 – 8.5
3	Total zat padat terlarut (TDS)	≥ 500 ppm
4	Kekeruhan	≥ 5 NTU

2.4. Analisis Data

Analisis data dilakukan berdasarkan hasil pengukuran parameter kualitas air yang diperoleh dari sistem pengukur berbasis mikrokontroler. Parameter yang diukur meliputi pH, TDS, kekeruhan (turbidity), suhu udara, suhu air, dan debit air. Nilai-nilai hasil pengukuran kemudian dibandingkan dengan standar baku mutu kualitas air minum yang tercantum dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010 untuk menentukan kelayakan air dari Mata Air Cikupa.

3. Hasil dan Pembahasan

Untuk sensor kekeruhan karena terpengaruh oleh noise cahaya luar, berdasarkan hasil kalibrasi diperoleh persamaan kalibrasi untuk ketiga periode waktu sebagai berikut.

Tabel 5. Persamaan kalibrasi kekeruhan untuk 3 periode waktu

No	Periode Waktu	Persamaan kekeruhan
1	Pagi	$y = -0.6215 \cdot X + 1420$
2	Siang	$y = -0.6316 \cdot X + 1449.8$
3	Sore	$y = -0.6288 \cdot X + 1440.2$

Berikut ini adalah data hasil pengujian kualitas air pada Mata Air Cikupa berdasarkan beberapa parameter, yaitu pH, suhu udara, suhu air, TDS, kekeruhan, dan debit air. Pengujian dilakukan dalam tiga periode waktu, yaitu pagi, siang, dan sore. Pada setiap periode waktu diperoleh 12 data pengukuran, sehingga total keseluruhan adalah 34 data, dengan rincian data ke-1 hingga ke-12 untuk periode pagi, data ke-13 hingga ke-24 untuk periode siang, dan data ke-25 hingga ke-34 untuk periode sore.

Tabel 6. Hasil pengujian kualitas air minum pada mata air Cikupa

No	pH	TDS (ppm)	Turbidity (NTU)	Suhu udara	Suhu air	Debit (L/jam)	Keterangan
1	7.3	403.73	3.84	22.19	19.9	1558.95	Air Layak
2	7.3	403.36	4.01	22.19	19.9	1720.86	Air Layak
3	7.27	403.61	3.83	22.19	20	1647.43	Air Layak
4	7.29	403.61	4.04	22.19	19.9	1669.1	Air Layak
5	7.46	406.11	3.85	22.19	20	1700.4	Air Layak
6	7.14	405.61	2.73	22.25	20	1632.38	Air Layak
7	7.47	403.73	4.19	22.19	20	1684.75	Air Layak
8	7.48	405.86	4.12	22.19	20.1	1814.76	Air Layak
9	7.3	405.73	2.57	22.19	20	1770.69	Air Layak
10	7.3	404.48	3.82	22.19	20.1	1746.14	Air Layak
11	7.3	404.11	4.29	22.19	20.1	1688.96	Air Layak
12	7.32	404.11	3.81	22.19	20.1	1747.35	Air Layak
13	7.33	405.86	3.78	22.19	20.4	1831.01	Air Layak
14	7.32	404.98	2.89	22.25	20.4	1847.27	Air Layak
15	7.18	406.86	2.8	22.19	20.5	1674.52	Air Layak
16	7.34	407.11	3.58	22.25	20.4	1667.9	Air Layak
17	7.34	407.48	3.28	22.25	20.5	1608.31	Air Layak

No	pH	TDS (ppm)	Turbidity (NTU)	Suhu udara	Suhu air	Debit (L/jam)	Keterangan
18	7.34	406.23	4.03	22.25	20.5	1742.53	Air Layak
19	7.51	405.48	2.63	22.25	20.5	1690.17	Air Layak
20	7.34	404.61	2.91	22.25	20.6	1700.87	Air Layak
21	7.36	405.73	2.51	22.25	20.5	1798.51	Air Layak
22	7.47	405.61	3.55	22.19	20.6	1775.64	Air Layak
23	7.37	405.98	2.73	22.19	20.6	1632.38	Air Layak
24	7.26	406.61	3.44	22.19	20.6	1677.53	Air Layak
25	7.36	405.98	4.14	22.25	20.5	1712.44	Air Layak
26	7.36	406.86	3.47	22.19	20.5	1593.26	Air Layak
27	7.54	406.48	3.97	22.19	20.6	1645.62	Air Layak
28	7.55	408.1	4.25	22.19	20.5	1682.34	Air Layak
29	7.48	405.61	2.8	22.25	20.6	1679.93	Air Layak
30	7.38	406.86	3.42	22.19	20.6	1680.54	Air Layak
31	7.4	403.61	3.91	22.19	20.6	1657.66	Air Layak
32	7.38	407.11	3.12	22.25	20.7	1676.92	Air Layak
33	7.58	408.1	2.84	22.25	20.6	1729.29	Air Layak
34	7.55	406.98	3.23	22.25	20.7	1687.16	Air Layak
35	7.22	407.61	2.63	22.25	20.7	1744.34	Air Layak
36	7.24	408.35	3.01	22.19	20.7	1770.22	Air Layak

Berdasarkan hasil pengukuran menggunakan sensor pH pada Mata Air Cikupa, diperoleh nilai pH berkisar antara 7,14 hingga 7,58. Rentang tersebut menunjukkan bahwa tingkat keasaman air berada pada kategori netral hingga sedikit basa, masih sesuai dengan batas standar air layak konsumsi. Pengambilan data dilakukan pada waktu dan kondisi yang berbeda untuk memastikan kestabilan sensor serta menggambarkan kondisi air secara representatif. Untuk memperoleh hasil yang lebih presisi, pengujian sensor pH sebaiknya dilakukan pada kondisi air tenang, karena aliran atau getaran dapat menyebabkan fluktuasi pembacaan. Oleh karena itu, proses pengukuran dapat dilakukan dengan menampung sampel air ke dalam wadah agar kondisi stabil dan hasil pengukuran lebih akurat. Secara umum, nilai pH yang diperoleh relatif stabil tanpa menunjukkan perubahan ekstrem atau indikasi kontaminasi. Berdasarkan hasil tersebut, air dari Mata Air Cikupa memenuhi standar kualitas air minum menurut Permenkes RI Nomor 492 Tahun 2010 (pH 6,5–8,5), sehingga dinyatakan layak untuk dikonsumsi langsung.

Hasil pengujian menggunakan sensor Total Dissolved Solids (TDS) pada Mata Air Cikupa menunjukkan nilai TDS berada pada rentang 402,61 hingga 408,35 ppm. Rentang tersebut mengindikasikan bahwa jumlah padatan terlarut dalam air tergolong rendah dan masih jauh di bawah batas maksimum yang ditetapkan untuk air layak konsumsi. Pengambilan data dilakukan pada beberapa kondisi dan waktu berbeda guna memastikan akurasi serta kestabilan sensor dalam membaca nilai TDS. Sensor TDS diketahui sensitif terhadap kondisi fisik lingkungan, terutama terhadap pergerakan air, sehingga pengukuran sebaiknya dilakukan dalam kondisi air tenang untuk meminimalkan fluktuasi data. Prosedur pengujian yang lebih stabil dapat dicapai dengan menampung sampel air ke dalam wadah sebelum dilakukan pengukuran. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan nilai TDS yang konsisten tanpa fluktuasi berarti di seluruh proses pengambilan data. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492

Tahun 2010, batas maksimum TDS yang diperbolehkan adalah 500 ppm, sehingga air dari Mata Air Cikupa memenuhi standar kualitas air minum dan aman untuk dikonsumsi.

Hasil pengujian kekeruhan air pada Mata Air Cikupa menggunakan sensor menunjukkan nilai antara 2,51 hingga 4,29 NTU, yang menandakan tingkat kejernihan air masih baik dan berada di bawah batas maksimum 5 NTU sesuai Permenkes RI No. 492 Tahun 2010. Pengukuran dilakukan beberapa kali dalam kondisi lingkungan berbeda dan menghasilkan data yang konsisten. Sensor turbidity sensitif terhadap aliran atau getaran air, sehingga pengukuran sebaiknya dilakukan dalam kondisi air tenang agar pembacaan lebih stabil. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa kekeruhan air Mata Air Cikupa berada dalam kategori aman dan layak untuk dikonsumsi langsung.

Pengujian suhu pada Mata Air Cikupa menggunakan sensor suhu udara dan sensor suhu air menunjukkan bahwa suhu udara berkisar antara 22,19–22,25°C, sedangkan suhu air berada pada 19,9–20,7°C. Selisih suhu sekitar 1,5–2,3°C masih dalam batas wajar dan menunjukkan keseimbangan dengan suhu lingkungan. Mengacu pada Permenkes RI No. 492 Tahun 2010, suhu air yang baik sebaiknya mendekati suhu udara sekitar. Berdasarkan hasil tersebut, suhu air di Mata Air Cikupa dinyatakan stabil dan memenuhi standar kualitas air minum.

Pengukuran debit pada Mata Air Cikupa dilakukan sebagai parameter pendukung untuk mengetahui potensi dan kestabilan sumber air, meskipun debit bukan termasuk indikator kualitas air minum menurut Permenkes RI No. 492 Tahun 2010. Debit menggambarkan volume air yang keluar dari sumber dalam satuan waktu dan penting untuk menilai keberlanjutan pasokan air bagi masyarakat. Hasil pengujian menunjukkan nilai debit berkisar antara 1.558,95 hingga 1.847,27 liter per jam, dengan variasi yang masih tergolong stabil untuk ukuran mata air alami. Pengukuran dilakukan pada salah satu aliran dengan debit terkecil karena keterbatasan sensor. Fluktuasi debit dipengaruhi oleh kondisi cuaca, kelembapan tanah, dan tekanan lingkungan sekitar. Secara umum, nilai tersebut menunjukkan bahwa Mata Air Cikupa memiliki potensi debit yang cukup stabil dan dapat mendukung kebutuhan air masyarakat dalam skala kecil hingga menengah.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian, sistem pengukur kualitas air yang dirancang untuk Mata Air Cikupa di Kampung Papandak telah berfungsi dengan baik dan efektif. Sistem ini menggunakan beberapa sensor, yaitu pH (PH-4502C), TDS (V1.0), turbidity (SEN0189), suhu air (DS18B20), suhu dan kelembapan udara (DHT11), serta debit air (YF-S201) yang terhubung ke mikrokontroler ESP32. Seluruh sensor mampu mengukur dan menampilkan data secara real-time melalui LCD 20×4 serta menyimpannya ke kartu microSD. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja optimal pada kondisi air tenang dan seluruh parameter utama berada dalam batas standar air minum menurut Permenkes RI No. 492 Tahun 2010, yaitu pH 7,14–7,58 (netral), TDS 402–408 ppm, kekeruhan 2,5–4,5 NTU, suhu air 19,9–20,7 °C, dan debit 1.170–1.608 L/jam. Dengan demikian, air dari Mata Air Cikupa dinyatakan memenuhi kriteria air layak minum dan dapat dikonsumsi secara langsung.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Universitas Garut, khususnya Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama proses penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada masyarakat Kampung Papandak, Kecamatan Wanaraja, Kabupaten Garut, yang telah memberikan izin dan membantu selama kegiatan pengambilan data di lokasi Mata Air Cikupa. Dukungan dari dosen pembimbing dan rekan-rekan mahasiswa yang turut membantu dalam proses perancangan dan pengujian sistem juga sangat berarti dalam penyelesaian penelitian ini.

Referensi

- [1] M. K. Dewi Andriani, S.Kep.Ns., “MENGENAL PENTINGNYA CAIRAN DALAM TUBUH,” Artikel Kesehatan STIKes Adi Husada. Accessed: Oct. 27, 2025. [Online]. Available: <https://adihusada.ac.id/artikel.php?info=active&artikel=16>
- [2] S. Kusumawardani *et al.*, “Analisis Konsumsi Air Putih Terhadap Konsentrasi Siswa Diterima,” *Holistika J. Ilm. PGSD*, vol. 4, no. 2, pp. 91–95, 2020.
- [3] D. Novriadhy, “Kualitas Air Bersih Dan Potensi Dampaknya Terhadap Kesehatan Masyarakat Di Kabupaten Muara Enim,” *J. Ekol. Kesehat.*, vol. 19, no. 1, pp. 35–44, 2020, doi: 10.22435/jek.v19i1.2360.
- [4] V. A. Dihni, “Pencemaran Air Terjadi di 10 Ribu Desa/Kelurahan Indonesia,” databoks. Accessed: Oct. 26, 2025. [Online]. Available: https://databoks.katadata.co.id/lingkungan/statistik/a249bf6d2afb84b/pencemaran-air-terjadi-di-10-ribu-desakelurahan-indonesia?utm_source=chatgpt.com
- [5] Kementerian Kesehatan RI, “Persyaratan Kualitas Air Minum Nomor 492/PERMENKES/PER/IV/2010,” *Peratur. Menteri Kesehat. Republik Indones.*, no. 492, 2010, [Online]. Available: <http://sertifikasibbia.com/upload/permenkes2.pdf>