

## **Inovasi Alat Ukur Multiparameter Kualitas Air Berbasis Android**

**Muhammad Turmudzi Abdul Azis<sup>1</sup>, Eko Siswoyo<sup>2\*</sup>**

<sup>1,2</sup> Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

\*Corresponding E-mail: eko\_siswoyo@uii.ac.id

### **ABSTRAK**

Keberadaan air bersih di bumi ini sangat diperlukan dalam menunjang kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Pengelolaan sumber air bersih yang berkelanjutan diperlukan untuk menjamin agar kualitasnya sesuai dengan persyaratan atau baku mutu tertentu, dimana hal ini sering menjadi permasalahan khususnya terkait metode pengukuran yang memerlukan waktu lama dan biaya yang cukup mahal. Kondisi ini menuntut adanya inovasi metode pengukuran kualitas air yang cepat, akurat dan murah. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengkaji akurasi alat pengukur kualitas air berbasis android dengan *smartphone* khususnya parameter suhu, kekeruhan, *Total Dissolved Solid (TDS)*, pH dan konduktivitas secara serentak. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu air sampel yang sudah disiapkan diukur menggunakan alat ukur multi parameter berbasis android yang dikembangkan dalam penelitian ini. Hasil pengujian berulang-ulang sebanyak minimal sepuluh kali dari setiap parameter dibandingkan dengan hasil pengukuran alat ukur yang tersedia di pasaran yang sudah terkalibrasi, kemudian dilakukan uji statistik untuk melihat performen alat ukur yang telah dikembangkan tersebut. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa untuk semua parameter uji menggunakan alat ukur tersebut memiliki nilai yang sangat mendekati hasil pengukuran menggunakan alat ukur pabrikan yang biasa digunakan. Hasil inovasi ini diharapkan mampu menjadi alternatif pilihan dalam pengukuran beberapa parameter kualitas air secara akurat, cepat, mudah dan murah berbasis android dan mampu mengatasi permasalahan lingkungan pada masa mendatang.

**Kata Kunci:** *Air, android, lingkungan, parameter, smartphone.*

### **ABSTRACT**

*The existence of clean water on this earth is very necessary to support the lives of humans and other living creatures. Sustainable management of clean water sources is necessary to ensure that the quality meets certain requirements or quality standards, which often becomes a problem, especially regarding measurement methods that require a long time and are quite expensive. This condition demands innovation in water quality measurement methods that are fast, accurate and cheap. The aim of this research is to examine the accuracy of an Android-based water quality measuring tool using a smartphone, especially the parameters of temperature, turbidity, Total Dissolved Solid (TDS), pH and conductivity simultaneously. The method used in this research is that prepared water samples are measured using an Android-based multi-parameter measuring tool developed in this research. The results of repeated testing at least ten times for each parameter are compared with the measurement results of calibrated measuring instruments available on the market, then statistical tests are carried out to see the performance of the measuring instruments that have been developed. The results of this research show that for all test parameters using this measuring instrument the values are very close to the measurement results using the manufacturer's measuring instruments that are commonly used. It is hoped that the results of this innovation will be an alternative choice for measuring several water quality parameters accurately, quickly, easily and cheaply based on Android and be able to overcome environmental problems in the future.*

**Keywords:** *Android, environment, parameter, smartphone, water.*

## **I. PENDAHULUAN**

Kualitas air merupakan salah satu faktor penting dalam menjamin kesehatan masyarakat dan kelestarian lingkungan. Pemantauan beberapa parameter utama kualitas air secara kontinuu dan akurat sangat penting untuk mengidentifikasi potensi pencemaran dan untuk

memastikan bahwa air yang dikonsumsi memenuhi standar yang ditetapkan. Parameter utama yang umumnya diukur antara lain meliputi suhu, kekeruhan, *Total Dissolved Solid (TDS)*, pH, dan konduktivitas. Masing-masing parameter ini akan memberikan informasi penting tentang kondisi dan kualitas air yang nantinya akan

digunakan berguna dalam penentuan penggunaan sumber air tersebut.

Selama ini pengukuran parameter kualitas air dilakukan menggunakan alat-alat terpisah yang sering kali memerlukan waktu yang lama dan biaya yang cukup mahal [1-2]. Selain itu, alat-alat konvensional ini juga sering kali memerlukan kalibrasi yang rumit dan tidak memiliki kemampuan untuk menyimpan dan mengelola data secara efisien [3].

Dalam beberapa tahun terakhir, kemajuan teknologi telah memungkinkan pengembangan alat ukur multi parameter kualitas air berbasis Android. Alat ini mampu mengukur beberapa parameter kualitas air secara serentak dengan menggunakan sensor yang terintegrasi dan perangkat lunak yang dihubungkan dengan smartphone [4]. Inovasi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi pengukuran tetapi juga memungkinkan pemantauan kualitas air secara real-time dan pengelolaan data yang lebih baik melalui aplikasi mobile.

Penerapan teknologi berbasis Android dalam pengukuran kualitas air memberikan beberapa keuntungan signifikan. Pertama, kemudahan penggunaan dan aksesibilitas yang tinggi, di mana pengguna dapat mengoperasikan dan memantau hasil pengukuran melalui smartphone mereka. Kedua, kemampuan untuk menyimpan data pengukuran secara otomatis dan mengirimkannya ke server cloud untuk analisis lebih lanjut. Ketiga, fleksibilitas dalam pengembangan aplikasi yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik pengguna.

Beberapa penelitian terkait dengan alat ukur kualitas air menggunakan sensor telah dilakukan. Alat ukur yang diterapkan pada penelitian [3] dan [5] merupakan alat ukur digital dipadukan dengan GSM untuk pengukuran kekeruhan, pH & suhu. Penelitian [6] yang hanya berfokus pada pengembangan alat ukur untuk satu buah parameter, yaitu parameter suhu. Selain itu alat ukur berbasis android untuk mengukur parameter suhu, pH dan TDS juga sudah dilakukan guna mengukur ketiga parameter tersebut pada mata air dan sumur [7] serta untuk memantau kualitas pada akuaponik [8]. Penelitian-penelitian yang sudah ada hanya membahas satu, dua atau tiga parameter kunci seperti pH, suhu dan kekeruhan, kemudian dilanjutkan menggunakan modul GSM dan penelitian hanya berupa rangkaian yang tidak menyertakan bentuk dari alat tersebut, sehingga tidak bisa digunakan oleh banyak orang. Berangkat dari paparan di atas dan mahalnya alat ukur air yang dapat mengukur lebih dari dua parameter maka perlu untuk melakukan penelitian lebih lanjut.

Inovasi alat ukur multi parameter kualitas air berbasis Android ini diharapkan dapat memberikan solusi yang efektif untuk pemantauan kualitas air, terutama dalam konteks pemantauan lingkungan, industri pengolahan air, dan penelitian ilmiah. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji alat ukur

multi parameter kualitas air berbasis Android yang mampu mengukur parameter suhu, kekeruhan, TDS, pH, dan konduktivitas secara serentak secara *real-time*.

## II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini akan dilakukan beberapa tahapan pengujian, yaitu dimulai dengan tahap pengujian pengondisian sinyal, pengujian awal sensor pada sampel uji yang digunakan dan menguji keseluruhan sistem dalam alat ukur multi parameter.

### 2.1 Pengondisian Sinyal

Pengondisian sinyal sensor yang dihasilkan oleh alat ukur multi parameter ini dilakukan melalui percobaan sebanyak beberapa kali yaitu mengatur nilai tegangan inputnya dengan mengacu pada alat ukur pabrikan sebagai acuannya [9]. Semua sensor (suhu, pH, kekeruhan, TDS dan konduktivitas) diuji masing-masing sebanyak 5 kali mengacu pada penelitian [10].

### 2.2 Pengujian Sensor

Pengujian awal dilakukan dengan mencoba alat secara langsung untuk mengukur suhu, pH, kekeruhan, TDS dan konduktivitas dari sampel yang sudah disiapkan. Pengujian ini dilakukan terhadap 3 sampai dengan 4 sampel uji dengan nilai suhu, pH, kekeruhan, TDS dan konduktivitas yang berbeda-beda, dimana hasil uji awal tersebut dibandingkan dengan hasil uji dari alat ukur pabrikan. Untuk melihat ada tidaknya perbedaan hasil uji antara alat ukur multi parameter yang dikembangkan dengan alat ukur pabrikan, maka dilakukan uji statistik T-Test [11].

### 2.3 Pengujian Keseluruhan

Tahap terakhir yaitu menguji keseluruhan alat ukur multi parameter ini. Pengujian keseluruhan sensor, fungsi *Bluetooth* dan *GSM* secara bersamaan diperlukan untuk menguji keseluruhan rangkaian alat pengukur parameter air apakah dapat berfungsi dengan baik atau tidak [10], sehingga nantinya alat ukur multi parameter dapat dipertimbangkan untuk penggunaan lebih lanjut termasuk untuk peluang komersialnya [12]



**Gambar 1.** Alat ukur multi parameter hasil penelitian

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pengujian temperatur

Pengujian pertama dilakukan pada rangkaian sensor suhu dengan hasil seperti pada Tabel 1 dengan rentang

suhu sesi 1 antara 40-50°C, sesi 2 antara 50-70°C dan sesi 3 antara 70-90°C. Untuk mengetahui tingkat keakuratan alat, maka dilakukan uji statistic sebagaimana terlihat pada Tabel 2.

**Table 1.** Hasil pengujian parameter suhu

Pengujian	Alat ukur multi parameter (°C)			Termometer Air Raksa (°C)		
	1	2	3	1	2	3
Ke-1	44,2	61,8	87	45	62	88
2	43,8	61	86	44	61	87
3	43	60	84,8	44	61	86
4	42,8	59,8	84	44	61	85
5	43	58,2	82,6	43	60	83
6	42,6	58	81	43	59	82
7	42	58,2	80,6	43	59	81
8	42,2	57,6	79,2	43	58	80
9	42	57	78,8	43	58	79
10	41	56	78	42	57	78

**Tabel 2.** Hasil uji statistik

<i>T-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances</i>	Alat ukur multi parameter (°C)			Termometer Air Raksa (°C)		
	1	2	3	1	2	3
<i>Mean</i>	42,66	58,76	82,2	43,4	59,6	82,9
<i>Variance</i>	0,86	3,35	9,98	0,71	2,71	12,1
<i>Observations</i>	10	10	10	10	10	10
<i>Hypothesized Mean Difference</i>	0	0	0			
<i>df</i>	18	18	18			
<i>t Stat</i>	-1,87	-1,08	-0,47			
<i>P(T&lt;=t) one-tail</i>	0,04	0,15	0,32			
<i>t Critical one-tail</i>	1,73	1,73	1,73			
<i>P(T&lt;=t) two-tail</i>	0,08	0,29	0,64			
<i>t Critical two-tail</i>	2,1	2,1	2,1			

Berdasarkan hasil analisis statistik Uji-T pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa pada pengujian sesi 1, sesi 2 dan sesi 3 menghasilkan nilai *t Stat* lebih kecil dari *t Critical two-tail*, dimana hal ini berarti alat ukur yang dikembangkan memiliki keakuratan sama dengan alat ukur pabrikan thermometer air raksa. Hasil pengujian

yang baik ini dikarenakan sensor suhu dari alat ukur multi parameter ini sudah dilakukan pengondisian awal sinyal dan uji awal yang sekaligus ini dapat berperan sebagai proses kalibrasi alat [1].

#### 3.2 Pengujian pH

Hasil pengujian sensor pH sebagaimana terlihat pada Tabel 3 dan hasil uji statistik untuk membandingkan keakuratan alat dapat dilihat pada Tabel 4.

**Table 3.** Hasil pengujian parameter pH

Pengujian	Alat ukur multi parameter			Indikator pH universal		
	1	2	3	1	2	3
Ke-						
1	5,12	7,07	9,57	5	7	10
2	5,08	7,10	9,57	5	7	10
3	5,08	6,96	10,05	5	7	10
4	4,99	6,96	10,07	5	7	10
5	4,96	6,96	10,07	5	7	10
6	5,05	6,96	10,05	5	7	10
7	4,93	7,10	9,57	5	7	10
8	4,96	6,93	9,57	5	7	10
9	4,96	7,10	10,05	5	7	10
10	4,96	6,93	10,05	5	7	10

**Tabel 4.** Hasil uji statistik

<i>T-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances</i>	Alat ukur multi parameter			Indikator pH universal		
	1	2	3	1	2	3
<i>Mean</i>	5,01	7,01	9,86	5,00	7,00	10,00
<i>Variance</i>	0,00	0,01	0,06	0,00	0,00	0,00
<i>Observations</i>	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
<i>Hypothesized Mean Difference</i>	0,00	0,00	0,00			
<i>df</i>	9,00	9,00	9,00			
<i>t Stat</i>	0,43	0,30	-1,74			
<i>P(T&lt;=t) one-tail</i>	0,34	0,39	0,06			
<i>t Critical one-tail</i>	1,83	1,83	1,83			
<i>P(T&lt;=t) two-tail</i>	0,68	0,77	0,12			
<i>t Critical two-tail</i>	2,26	2,26	2,26			

Berdasarkan hasil uji pH pada Tabel 3 dan analisis statistik Uji-T pada Tabel 4 dapat diketahui bahwa pada pengujian sesi 1, sesi 2 dan sesi 3 menghasilkan nilai *t Stat* lebih kecil dari *t Critical two-tail*, dimana hal ini berarti alat ukur yang dikembangkan memiliki keakuratan sama dengan alat ukur pabrikan yaitu indikator pH universal. Hasil pengujian yang baik ini dikarenakan sensor pH dari alat ukur multi parameter ini sudah dilakukan pengondisian awal sinyal dan uji awal.

### 3.3 Pengujian parameter kekeruhan

Pengujian ketiga dilakukan pada rangkaian sensor kekeruhan dengan hasil uji seperti yang terlihat pada Tabel 5 dengan rentang kekeruhan sesi 1, 2 dan 3 masing-masing 13, 57 dan 171 NTU. Dapat dilihat pada Tabel 5 bahwa nilai pengujian menggunakan alat ukur multi parameter yang dikembangkan ini mendekati nilai pengujian turbidimeter pabrikan, dimana ini berarti alat ukur tersebut dapat dikatakan memiliki performen yang baik.

**Tabel 5.** Hasil pengujian parameter kekeruhan

Pengujian Ke-	Alat ukur multi parameter (NTU)			Turbidimeter (NTU)		
	1	2	3	1	2	3
1	14	55	153	13	57	171
2	14	48	179	13	57	171
3	15	55	173	13	57	171
4	13	68	166	13	57	171
5	13	62	160	13	57	171
6	13	62	173	13	57	171
7	11	48	166	13	57	171
8	12	48	166	13	57	171
9	12	55	173	13	57	171
10	11	48	166	13	57	171

**Tabel 6.** Hasil uji statistik

<i>T-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances</i>	WatesQy			Turbidimeter		
	1	2	3	1	2	3
<i>Mean</i>	12,80	54,90	167,50	13,00	57,00	171,00
<i>Variance</i>	1,73	51,43	55,39	0,00	0,00	0,00
<i>Observations</i>	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
<i>Hypothesized Mean Difference</i>	0,00	0,00	0,00			
<i>df</i>	9,00	9,00	9,00			
<i>t Stat</i>	-0,48	-0,93	-1,49			
<i>P(T&lt;=t) one-tail</i>	0,32	0,19	0,09			
<i>t Critical one-tail</i>	1,83	1,83	1,83			
<i>P(T&lt;=t) two-tail</i>	0,64	0,38	0,17			
<i>t Critical two-tail</i>	2,26	2,26	2,26			

Untuk menilai akurasi hasil uji parameter kekeruhan tersebut dapat dilihat dari hasil uji statistic sebagaimana terlihat pada Tabel 6, dimana untuk semua sesi pengujian diperoleh hasil nilai *t Stat* < nilai *t Critical two-tail* yang berarti performen alat ukur multi parameter yang dikembangkan ini setara dengan alat ukur Turbidimeter pabrikan.

### 3.4 Pengujian Parameter TDS

Pengujian berikutnya dilakukan pada rangkaian sensor TDS dengan hasil seperti pada Tabel 6 dengan rentang nilai TDS pada sesi 1, 2 dan 3 sebesar 75, 97 dan 120 ppm. Terlihat jelas pada Tabel 7 bahwa nilai pengujian yang dihasilkan oleh alat ukur multi parameter mendekati nilai pengujian menggunakan alat ukur TDS meter pabrikan.

**Tabel 7.** Hasil Pengujian TDS

Pengujian Ke-	Alat ukur multi parameter (ppm)			TDS meter (ppm)		
	1	2	3	1	2	3
1	73,69	94,33	117,05	75	97	120
2	72,65	96,40	117,05	75	97	120
3	73,69	98,37	118,08	75	97	120
4	75,75	97,43	119,11	75	97	120
5	76,78	94,33	120,14	75	97	120
6	75,75	94,33	119,11	75	97	120
7	71,62	95,37	118,08	75	97	120
8	76,78	98,37	120,14	75	97	120
9	70,59	98,37	121,18	75	97	120
10	77,82	96,40	121,18	75	97	120

**Tabel 8.** Hasil uji statistik

<i>T-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances</i>	WatesQy			TDS meter		
	1	2	3	1	2	3
<i>Mean</i>	74,51	96,37	119,11	75,00	97,00	120,00
<i>Variance</i>	5,87	2,96	2,37	0,00	0,00	0,00
<i>Observations</i>	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
<i>Hypothesized Mean Difference</i>	0,00	0,00	0,00			
<i>df</i>	9,00	9,00	9,00			
<i>t Stat</i>	-0,64	-1,16	-1,83			
<i>P(T&lt;=t) one-tail</i>	0,27	0,14	0,05			
<i>t Critical one-tail</i>	1,83	1,83	1,83			
<i>P(T&lt;=t) two-tail</i>	0,54	0,28	0,10			
<i>t Critical two-tail</i>	2,26	2,26	2,26			

Sebagaimana terlihat pada Tabel 8 diketahui bahwa nilai *t-Stat* pada pengujian sesi 1, 2 dan 3 masing-masing (-0,64), (-1,16) dan (-1,83) dimana semuanya < *t Critical two-tail* (2,26). Dapat dikatakan bahwa performen alat ukur multi parameter ini setara dengan TDS meter pabrikan.

### 3.5 Pengujian Parameter Konduktivitas

Pengujian terakhir dilakukan pada rangkaian sensor Conductivity dengan hasil seperti pada Tabel 9 dengan rentang nilai konduktivitas pada sesi 1, 2 dan 3 masing-masing sebesar 0,106 S/m, 0,126 S/m dan 0,170 S/m.

**Table 9.** Hasil pengujian parameter konduktivitas

Pengujian	Alat ukur multi parameter (S/m)			Conductivity Meter (S/m)		
	1	2	3	1	2	3
Ke-						
1	0,10	0,12	0,17	0,106	0,126	0,170
2	0,10	0,12	0,16	0,106	0,126	0,170
3	0,10	0,13	0,16	0,106	0,126	0,170
4	0,11	0,12	0,17	0,106	0,126	0,170
5	0,11	0,13	0,17	0,106	0,126	0,170
6	0,11	0,13	0,17	0,106	0,126	0,170
7	0,11	0,12	0,17	0,106	0,126	0,170
8	0,11	0,12	0,17	0,106	0,126	0,170
9	0,10	0,13	0,16	0,106	0,126	0,170
10	0,10	0,12	0,17	0,106	0,126	0,170

**Tabel 10.** Hasil uji statistik

<i>T-Test: Two-Sample</i>	WatesQy			TDS meter		
<i>Assuming Unequal Variances</i>	1	2	3	1	2	3
<i>Mean</i>	0,11	0,12	0,17	0,11	0,13	0,17
<i>Variance</i>	0,000028	0,000027	0,000023	0,00	0,00	0,00
<i>Observations</i>	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
<i>Hypothesized Mean Difference</i>	0,00	0,00	0,00			
<i>df</i>	9,00	9,00	9,00			
<i>t Stat</i>	-0,60	-1,22	-1,96			
<i>P(T&lt;=t) one-tail</i>	0,28	0,13	0,04			
<i>t Critical one-tail</i>	1,83	1,83	1,83			
<i>P(T&lt;=t) two-tail</i>	0,56	0,25	0,08			
<i>t Critical two-tail</i>	2,26	2,26	2,26			

Berdasarkan hasil analisis statistik Uji-T pada Tabel 10 dapat diketahui bahwa pada pengujian sesi 1, 2 dan 3 menghasilkan nilai  $t_{Stat} < t_{Critical\ two-tail}$ , dimana hal ini berarti alat ukur yang dikembangkan memiliki keakuratan sama dengan alat ukur pabrikan (*conductivity meter*). Hasil pengujian yang baik ini dikarenakan sensor konduktivitas dari alat ukur multi parameter ini sudah dilakukan pengondisian awal sinyal dan juga pengujian awal terhadap sampel air yang memiliki beberapa nilai konduktivitas yang berbeda.

#### IV. KESIMPULAN

Rangkaian alat pengukur kualitas air multi parameter dapat diaplikasikan sesuai fungsinya yaitu dapat mengukur 5 parameter air sekaligus di yang meliputi parameter suhu, pH, kekeruhan, TDS dan konduktivitas. Uji statistic T-test menunjukkan bahwa alat ukur multi parameter yang dikembangkan memiliki akurasi realtif sama dengan alat ukur pabrikan yang biasa digunakan di laboratorium. Diharapkan alat ukur multi parameter hasil penelitian ini dapat menjadi alternatif pilihan di dalam pengujian kualitas air pada masa mendatang yang murah,

mudah dan akurat, sehingga diharapkan pemantauan kualitas air dapat dilakukan dengan baik dan berkelanjutan.

## REFERENSI

- [1] J. Fonseca-Campos, I. Reyes-Ramirez, L. Guzman-Vargas, L. Fonseca-Ruiz, J. A. Mendoza-Perez and P. F. Rodriguez-Espinosa, "Multiparametric System for Measuring Physicochemical Variables Associated to Water Quality Based on the Arduino Platform," in *IEEE Access*, vol. 10, pp. 69700-69713, 2022.
- [2] B. Das and P. C. Jain, "Real-time water quality monitoring system using Internet of Things," *2017 International Conference on Computer, Communications and Electronics (Comptelix)*, Jaipur, India, 2017, pp. 78-82, doi: 10.1109/COMPTELIX.2017.8003942.
- [3] M. Hasan and S. Khan, "GSM Based Automatic Water Quality Control Analysis," *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, vol. 5, no. 6, pp. 5522–5529, 2016.
- [4] M. Barabde and S. Danve, "Real Time Water Quality Monitoring System," *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, vol. 3, no. 6, pp. 5064–5069, 2015.
- [5] K. Patil, S. Patil, S. Patil, and V. Patil, "Monitoring of Turbidity, PH & Temperature of Water Based on GSM," *International Journal for Research in Emerging Science and Technology*, vol. 2, no. 3, pp. 16–21, 2015.
- [6] S. S. Sarade, A. C. Joshi, S. S. Patil, and A. N. Shinde, "Wireless Temperature Monitoring System Using Wireless Sensor Networks," *International Journal of Advanced Research in Electronics and Communication Engineering*, vol. 1, no. 4, pp. 1–5, 2012.
- [7] F. Chuzaini and D. Dzulkiflih, "IoT Monitoring Kualitas Air dengan Menggunakan Sensor Suhu, pH, dan Total Dissolved Solids (TDS)," *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*, vol. 11, no. 3, pp. 46–56, 2022.
- [8] A. Rahayuningtyas, D. Sagita, and N. D. Susanti, "Sistem Deteksi Dan Pemantauan Kualitas Air Pada Akuaponik Berbasis Android," *Jurnal Riset Teknologi Industri*, pp. 75–89, 2021.
- [9] C. Sulaiman and Kusnadi, "Kalibrasi Sensor Temperatur Dengan Metoda Perbandingan Dan Simulasi," *Jurnal Politeknik Negeri Jakarta*, vol. 10, no. 2, pp. 131–138, 2011.
- [10] F. Amani and K. Prawiroredjo, "Alat Ukur Kualitas Air Minum Dengan Parameter pH, Suhu, Tingkat Kekeruhan, Dan Jumlah Padatan Terlarut," *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 14, no. 1, pp. 49–62, 2016.
- [11] Hartono, *Statistik Untuk Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008.
- [12] A. Thakur and D. Pooja, "A comprehensive review on water quality monitoring devices: materials advances, current status, and future perspective." *Critical Reviews in Analytical Chemistry* 54, no. 2. 193-218, 2024.