

SISTEM IOT PORTABEL UNTUK PENGUJIAN KUALITAS AIR MINUM DALAM KEGIATAN LAPANGAN MILITER

Andila Zarfina^{1*}, Sembada Denrineksa Bimorogo², Anindito³

^{1,2,3} Informatika, Fakultas Teknik dan Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan Republik Indonesia

Keywords:

Arduino;
Drinking Water Quality;
IoT;
Portable;
Sensor.

Correspondent

andilazarfinal@gmail.com

Email:

Abstrak. Kualitas air minum yang baik merupakan faktor penting dalam menjaga kesehatan masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem *Internet of Things* (IoT) untuk pengujian kualitas air minum secara portabel dan real-time. Sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno yang dikombinasikan dengan sensor pH, Total Dissolved Solids (TDS), dan kekeruhan untuk mengukur parameter kualitas air. Hasil pengukuran ditampilkan pada layar LCD dan dikirimkan ke server melalui modul SIM800L, serta dilengkapi dengan GPS untuk mencatat lokasi pengujian. Data yang dikirim akan tersimpan dalam database dan dapat diakses melalui dashboard berbasis web, yang memungkinkan admin untuk memantau hasil pengujian serta melihat riwayat dan distribusi lokasi pengujian melalui tampilan peta. Pengujian sistem dilakukan dengan metode blackbox testing dan validasi laboratorium. Hasil validasi menunjukkan perangkat memiliki akurasi pengukuran yang dapat diterima. Sistem ini memungkinkan pengujian kualitas air yang mudah, cepat, akurat, dan dapat diakses dari berbagai lokasi melalui internet.

Abstract. Access to safe drinking water is a critical factor in maintaining public health. This study aims to develop a portable and real-time *Internet of Things* (IoT) system for drinking water quality testing. The system utilizes an Arduino Uno microcontroller integrated with pH, Total Dissolved Solids (TDS), and turbidity sensors to measure key water quality parameters. Measurement results are displayed on an LCD screen and transmitted to a server via a SIM800L module, with GPS functionality included to record testing locations. The transmitted data is stored in a database and can be accessed through a web-based dashboard, allowing administrators to monitor test results, review history, and view the geographic distribution of tests on a map interface. The system was tested using blackbox testing and further validated through laboratory comparisons. Validation results indicate that the device achieves an acceptable level of measurement accuracy. This system enables water quality testing to be conducted easily, quickly, and accurately, with remote access capabilities via the internet.

1. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan dasar yang sangat penting bagi kehidupan manusia, tidak hanya untuk keperluan sehari-hari seperti kebersihan dan sanitasi, tetapi juga sebagai air minum yang aman demi menjaga kesehatan [1]. Tanpa air

yang layak konsumsi, risiko penyebaran penyakit seperti diare, kolera, disentri, tifus, dan polio meningkat secara signifikan. Data dari WHO pada tahun 2022 menunjukkan bahwa sekitar 1,7 miliar orang di dunia masih menggunakan sumber air minum yang terkontaminasi tinja, mengakibatkan sekitar

505.000 kematian akibat diare setiap tahunnya [2]. Dalam situasi konflik atau perang, permasalahan air bersih menjadi lebih kompleks karena aktivitas militer dapat mencemari air tanah dan air permukaan, sehingga mengganggu kualitas dan ketersediaan air bersih [3]. Studi pascaperang di Irak oleh Altaahan & Dobslaw (2024) menemukan kadar tinggi polutan seperti kadmium dan timbal dalam sumur air tanah, menyebabkan banyak sumur tidak layak digunakan dan mengancam kesehatan masyarakat sekitar.

Standar air minum di Indonesia telah diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 [4], yang menguraikan berbagai parameter untuk memastikan air aman untuk dikonsumsi. Jika air tidak memenuhi standar ini, maka risiko kesehatan akan meningkat. Salah satu parameter penting adalah pH air. Air dengan pH terlalu rendah diketahui cenderung mengandung logam berat dalam jumlah tinggi seperti timbal, arsenik, dan tembaga yang berbahaya bagi kesehatan dan dapat menyebabkan keracunan logam berat. Selain itu, air yang terlalu asam juga dapat menyebabkan rasa logam atau asam pada air minum, merusak peralatan rumah tangga, serta memicu gangguan pencernaan seperti diare dan mual [5].

Penelitian terdahulu di Indonesia menunjukkan bahwa teknologi *Internet of Things* (IoT) telah banyak diterapkan dalam pemantauan kualitas air minum melalui berbagai parameter penting. Sistem yang dikembangkan umumnya mengintegrasikan sensor untuk pengukuran pH dengan kekeruhan [6][7], serta menampilkan data dalam bentuk grafik melalui aplikasi web atau mobile. Penerapan IoT mencakup berbagai sektor, mulai dari industri penyaringan air minum [8], pemantauan sistem reverse osmosis [9], hingga pemantauan limbah cair industri [10], semuanya bertujuan menjaga kualitas dan keamanan air untuk masyarakat.

Namun, sebagian besar perangkat yang telah dikembangkan masih bersifat stasioner dan kurang fleksibel untuk digunakan dalam situasi yang memerlukan mobilitas tinggi, seperti di wilayah terpencil atau medan konflik. Oleh karena itu, diperlukan perangkat IoT yang bersifat portabel dan mampu melakukan pengujian kualitas air secara langsung di

lapangan. Perangkat ini nantinya dapat digunakan oleh personel militer untuk mengecek kualitas air minum di lokasi tertentu sebelum terjun ke medan tugas. Dengan begitu, personel dapat memastikan bahwa sumber air yang tersedia aman untuk dikonsumsi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan perangkat IoT portabel yang mampu menguji kelayakan air minum berdasarkan parameter pH, kekeruhan, dan TDS; menyediakan sistem yang praktis untuk digunakan di lapangan militer; serta membangun platform berbasis web untuk penyimpanan, visualisasi, dan pemantauan data pengujian yang terintegrasi dengan lokasi geografis pengambilan sampel.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas Air Minum

Kualitas air minum mengacu pada kondisi air yang layak untuk dikonsumsi oleh manusia tanpa menimbulkan efek negatif terhadap kesehatan. Air minum yang baik umumnya tidak berasa, tidak berbau, tidak berwarna, serta bebas dari cemaran logam berat dan mikroorganisme patogen. Meskipun air dari sumber alami seperti mata air dan sungai dapat tampak jernih, terdapat kemungkinan air tersebut tercemar oleh zat kimia, limbah industri, atau mikroba berbahaya yang tak kasat mata [11]. Oleh karena itu, diperlukan standar yang jelas untuk menentukan kelayakan air minum.

Di Indonesia, standar kualitas air minum ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023, yang mencakup parameter fisik, kimia, dan mikrobiologis. Parameter tersebut dirancang untuk menjamin keamanan dan mutu air yang dikonsumsi masyarakat. Beberapa parameter penting meliputi nilai pH, kadar total zat padat terlarut (TDS), tingkat kekeruhan, kandungan logam berat, dan keberadaan bakteri *Escherichia coli*. Pemenuhan standar ini sangat penting dalam mencegah penyebaran penyakit yang ditularkan melalui air.

Dalam penelitian ini, kualitas air diuji menggunakan tiga parameter utama, yaitu pH, *Total Dissolved Solids* (TDS), dan kekeruhan. Ketiga parameter ini dipilih karena mampu mewakili aspek kimia dan fisik yang penting

dalam penilaian kelayakan air minum secara praktis dan efisien di lapangan.

Tabel 1. Parameter Kualitas Air Minum

No	Jenis Parameter	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan	Satuan
Mikrobiologi			
1	<i>Escherichia coli</i>	0	CFU / 100ml
2	<i>Total Coliform</i>	0	CFU / 100ml
Fisik			
3	Suhu	Suhu udara ± 3	$^{\circ}\text{C}$
4	<i>Total Dissolve Solid</i>	<300	mg/L
5	Kekeruhan	<3	NTU
6	Warna	10	TCU
7	Bau	Tidak berbau	-
Kimia			
8	pH	6.5 – 8.5	-
9	Nitrat (sebagai NO_3^-) (terlarut)	20	mg/L
10	Nitrit (sebagai NO_2^-) (terlarut)	3	mg/L
11	Kromium valensi 6 (Cr^{6+}) (terlarut)	0.01	mg/L
12	Besi (Fe) (terlarut)	0.2	mg/L
13	Mangan (Mn) (terlarut)	0.1	mg/L
14	Sisa khlor (terlarut)	0.2 – 0.5 dengan waktu kontak 30 menit	mg/L
15	Arsen (As) (terlarut)	0.01	mg/L
16	Kadmium (Cd) (terlarut)	0.003	mg/L
17	Timbal (Pb) (terlarut)	0.01	mg/L
18	Flouride (F) (terlarut)	1.5	mg/L
19	Aluminium (Al) (terlarut)	0.2	mg/L

pH merupakan derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan. Skala pH berkisar dari 1 hingga 14, dengan nilai 7 dianggap netral. Larutan dengan pH di bawah 7 bersifat asam, sedangkan larutan di atas 7 bersifat basa atau alkali [12]. Berdasarkan Permenkes Nomor 2 Tahun 2023, pH air minum yang aman berkisar antara 6.5 hingga 8.5. Konsumsi air di luar rentang ini dapat meningkatkan risiko kesehatan seperti keracunan logam berat, gangguan organ, hingga kerusakan gigi [5]. Oleh karena itu, pengukuran pH sangat penting untuk menjamin air berada dalam kondisi aman sebelum dikonsumsi.

Total Dissolved Solids (TDS) adalah ukuran dari seluruh zat padat terlarut dalam air selain gas, termasuk ion-ion seperti karbonat, klorida, sulfat, nitrat, natrium, kalsium, kalium, dan magnesium [13]. TDS diukur dalam miligram per liter (mg/L) atau parts per million (ppm). Nilai TDS yang terlalu tinggi dapat menimbulkan berbagai gangguan kesehatan seperti gangguan pencernaan, sistem kardiovaskular, dan daya tahan tubuh [14]. Oleh karena itu, pengukuran TDS diperlukan untuk menghindari risiko kesehatan yang mungkin

muncul dari zat-zat yang tidak kasat mata namun larut dalam air.

Kekeruhan adalah ukuran kejernihan air yang dipengaruhi oleh partikel-partikel tak larut seperti lumpur, pasir, atau mikroorganisme [15]. Kekeruhan diukur menggunakan satuan NTU (Nephelometric Turbidity Units), dan berdasarkan Permenkes No. 2 Tahun 2023, batas maksimum yang diperbolehkan untuk air minum adalah 3 NTU. Jika melebihi nilai ini, air berpotensi menjadi media penularan penyakit seperti diare, kolera, tifus, dan hepatitis [16]. Karena itu, pemeriksaan tingkat kekeruhan air menjadi bagian penting dalam menentukan apakah air layak dikonsumsi.

2.2 Internet of Things

Internet of Things (IoT) merupakan suatu sistem jaringan yang menghubungkan berbagai perangkat fisik melalui koneksi internet. Sistem ini memungkinkan perangkat seperti sensor, aktuator, dan perangkat elektronik lainnya untuk saling berinteraksi, mengumpulkan, dan bertukar data secara otomatis tanpa campur tangan manusia secara langsung. IoT mendukung efisiensi operasional, integrasi data, dan otomatisasi proses di berbagai bidang, mulai dari rumah tangga hingga sektor industri [17]. Teknologi ini berkembang pesat dan telah menjadi fondasi dalam pengembangan sistem cerdas, termasuk pemantauan lingkungan secara real-time, seperti kualitas air, udara, dan sistem transportasi.

2.3 Arduino Uno

Arduino Uno adalah mikrokontroler berbasis ATmega328P yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi elektronika dan otomasi karena sifatnya yang open-source dan mudah diprogram. Arduino menggunakan IC mikrokontroler sebagai pengendali utama dan dirancang untuk memudahkan pengguna dalam mempelajari pemrograman serta membangun sistem terintegrasi [18]. Dengan dukungan Arduino IDE sebagai perangkat lunak pemrogramannya, papan ini sangat cocok untuk proyek IoT, termasuk dalam penelitian ini yang memanfaatkan Arduino Uno sebagai pusat kendali untuk membaca dan mengolah data dari sensor pH, TDS, dan kekeruhan air.

2.4 Sensor pH

Sensor pH bekerja dengan mengukur perbedaan potensial listrik yang dihasilkan dari aktivitas ion hidrogen antara larutan uji dan elektroda referensi di dalam sensor. Komponen utama sensor ini adalah elektroda kaca pengukur dan elektroda referensi yang biasanya berisi larutan standar seperti kalium klorida (KCl). Saat elektroda dicelupkan ke dalam larutan, terjadi pertukaran ion hidrogen yang menghasilkan beda potensial listrik, yang kemudian diubah oleh mikrokontroler menjadi nilai pH dalam bentuk digital [19].



Gambar 1. Sensor pH

2.5 Sensor TDS

Sensor TDS bekerja dengan mengukur konduktivitas listrik air menggunakan dua elektroda yang direndam dalam larutan. Jika air tidak mengandung zat terlarut, tidak ada arus listrik yang mengalir, sehingga nilai TDS tercatat nol. Namun, semakin tinggi konsentrasi zat terlarut, semakin besar arus listrik yang dihantarkan antar elektroda. Nilai konduktivitas ini kemudian diinterpretasikan dan dikonversi menjadi nilai TDS dalam satuan ppm [20].



Gambar 2. Sensor TDS

2.6 Sensor Kekeruhan

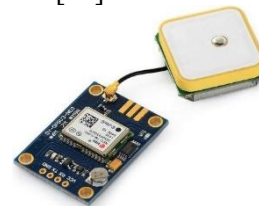
Sensor kekeruhan bekerja dengan mendeteksi intensitas cahaya yang diteruskan melalui sampel air untuk mengukur sejauh mana partikel tersuspensi menghamburkan cahaya. Semakin tinggi jumlah partikel dalam air, semakin besar cahaya yang diserap atau dipantulkan, sehingga intensitas cahaya yang diterima sensor berkurang. Penurunan ini digunakan untuk menentukan tingkat kekeruhan, yang berbanding lurus dengan konsentrasi partikel dalam air [21].



Gambar 3. Sensor Kekeruhan

2.7 Sensor GPS

Sensor GPS bekerja dengan prinsip pengukuran waktu yang diperlukan sinyal radio untuk melakukan perjalanan dari satelit ke perangkat penerima. Setiap satelit mengirimkan sinyal yang berisi waktu pengiriman dan posisi satelit saat itu. Dengan membandingkan waktu sinyal diterima dari berbagai satelit, modul GPS dapat menghitung jarak ke masing-masing satelit dan menentukan posisi perangkat melalui proses trilaterasi. Semakin banyak satelit yang terdeteksi, semakin akurat koordinat lokasi yang dihasilkan [22].



Gambar 4. Sensor GPS

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dikembangkan dengan pendekatan *Agile Software Development* yang mengutamakan iterasi cepat dan fleksibel dalam proses pengembangan sistem. Metode ini dibagi ke dalam beberapa siklus atau *sprint*, di mana setiap sprint difokuskan pada pengembangan dan penyempurnaan fitur tertentu dari perangkat IoT serta sistem pendukung.



Gambar 5. *Agile Software Development Life Cycle*

Setiap sprint terdiri atas tahapan perencanaan, perancangan, pembangunan, pengujian, dan peluncuran, sehingga memungkinkan evaluasi dan perbaikan sistem secara berkelanjutan selama proses penelitian berlangsung.

3.1 Metode Pengumpulan Data

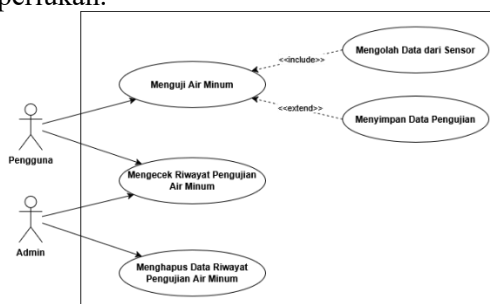
Pengumpulan data dilakukan untuk mendukung proses perancangan sistem dan

memastikan kesesuaian alat dengan kebutuhan pengguna. Metode yang digunakan meliputi:

- a. Wawancara
Dilakukan dengan beberapa ahli di bidang elektronika, kesehatan serta personel militer guna memperoleh informasi kebutuhan alat di lapangan, dampak bagi kesehatan serta kondisi penggunaan yang sebenarnya.
- b. Studi Literatur
Meninjau referensi dari jurnal, buku, dan regulasi untuk memperoleh dasar teori mengenai kualitas air minum, teknologi sensor, dan sistem IoT.

3.2 Analisis Sistem

Analisis sistem bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan fungsional sistem dan bagaimana pengguna akan berinteraksi dengannya. Salah satu alat bantu yang digunakan dalam tahap ini adalah *use case diagram*, yang menggambarkan hubungan antara aktor dengan fungsionalitas sistem. Diagram ini mempermudah pemahaman alur penggunaan sistem dan membantu dalam perencanaan pengembangan fitur yang diperlukan.

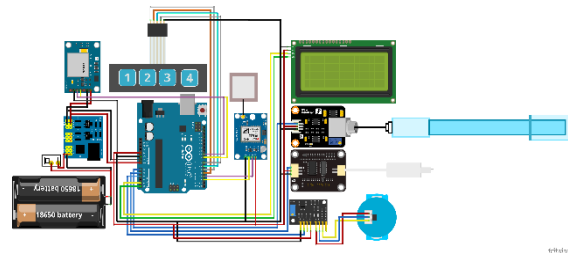


Gambar 6. Use Case Diagram Sistem IoT

Pada *use case diagram* yang telah dibuat, terdapat dua aktor utama, yaitu Pengguna dan Admin. Pengguna adalah pihak yang akan mengoperasikan perangkat IoT portabel untuk melakukan pengujian kualitas air minum di lapangan. Pengguna dapat melakukan pengujian air, yang melibatkan proses pengambilan data dari sensor dan pengolahan data, serta menyimpannya ke sistem. Sementara itu, Admin bertugas melakukan pemantauan terhadap hasil pengujian air yang telah disimpan. Admin juga memiliki akses untuk melihat dan menghapus data riwayat pengujian, yang ditampilkan melalui sistem pemantauan berbasis web.

3.3 Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras sistem IoT ini dirancang untuk mendukung pengujian kualitas air secara portabel dengan memanfaatkan berbagai komponen utama. Arduino Uno R3 digunakan sebagai pusat kendali yang mengatur pembacaan data dari sensor, pengolahan, serta pengiriman hasil melalui modul SIM800L. Hasil pengujian ditampilkan secara langsung pada LCD 20x4, yang dapat dikontrol melalui keypad 4x1. Lokasi pengambilan sampel juga dicatat secara otomatis menggunakan sensor GPS Ublox Neo 6M v2.



Gambar 7. Wiring Diagram Perangkat IoT

Sensor yang digunakan meliputi sensor pH (PH-4502C), TDS, dan turbidity untuk mengukur parameter kualitas air seperti tingkat keasaman, kandungan zat terlarut, dan kekeruhan. Seluruh sistem mendapat daya dari dua baterai 18650 yang ditempatkan dalam battery holder dan dikendalikan melalui switch on/off serta distabilkan dengan DC converter, sehingga perangkat tetap berfungsi optimal selama digunakan di lapangan.

3.4 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dalam penelitian ini difokuskan pada pengembangan sistem berbasis web yang berfungsi untuk memantau dan mengelola hasil pengujian kualitas air yang dikirimkan oleh perangkat IoT. Sistem ini dirancang agar dapat diakses oleh pengguna melalui internet dengan antarmuka yang sederhana, responsif, dan mudah digunakan di berbagai perangkat. Terdapat tiga halaman utama yang dikembangkan, yaitu halaman login, dashboard, dan peta lokasi pengujian air.

Halaman login berfungsi sebagai gerbang awal untuk mengakses sistem, di mana pengguna harus memasukkan kredensial yang valid untuk masuk. Setelah berhasil login, pengguna akan diarahkan ke halaman dashboard yang menampilkan ringkasan data hasil pengujian kualitas air dalam bentuk tabel.

dan grafik, sehingga memudahkan pemantauan dan analisis. Sementara itu, halaman peta lokasi menyajikan visualisasi geografis dari titik-titik lokasi pengujian air yang telah dilakukan, lengkap dengan informasi detail pada setiap titik.

3.5 Metode Pengujian

Metode pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *blackbox testing*. Metode ini menguji sistem dengan fokus pada fungsionalitas, tanpa memerlukan pemahaman terhadap struktur internal atau kode program [23].

Aspek-aspek yang diuji meliputi tampilan data pada layar LCD perangkat IoT, tampilan kesimpulan kelayakan air pada LCD, pengiriman data pengujian beserta koordinat lokasi oleh perangkat IoT, fungsionalitas tombol-tombol pada perangkat, proses login pada website, serta kesesuaian antara data yang dikirimkan oleh perangkat dengan data yang ditampilkan pada dashboard.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras diawali dengan merakit komponen-komponen utama yang membentuk perangkat IoT untuk pengujian kualitas air minum. Setelah perakitan selesai, tahapan selanjutnya adalah melakukan kalibrasi terhadap setiap sensor yang digunakan. Proses kalibrasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa nilai yang dihasilkan oleh sensor akurat dan minim kesalahan.

Tahap akhir dari implementasi adalah penyusunan kode program untuk mengatur keseluruhan fungsi perangkat IoT, mulai dari pembacaan nilai parameter air, penentuan kelayakan air minum, penampilan hasil pada layar LCD, hingga pengiriman data ke database. Bentuk akhir dari perangkat IoT ini ditunjukkan pada Gambar 8.

Pada bagian depan perangkat, terdapat tombol power on/off, keypad 4x1, layar LCD, serta modul sensor untuk mengukur kualitas air. Di sisi kiri, terpasang modul SIM800L untuk pengiriman data dan modul GPS untuk memperoleh koordinat lokasi pengujian. Sementara itu, bagian atas perangkat dilengkapi

dengan antenna untuk mendukung konektivitas SIM800L dan GPS.



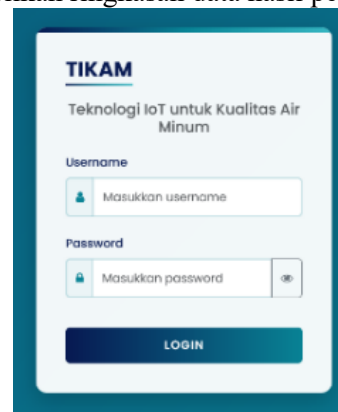
Gambar 8. Bentuk Akhir dari Perangkat IoT Portabel

4.2 Implementasi Perangkat Lunak

Perangkat lunak dirancang sebagai sistem pendukung untuk memantau dan mengelola data hasil pengujian kualitas air yang dikirimkan oleh perangkat IoT. Sistem ini berbasis web dan dapat diakses oleh pengguna untuk melihat hasil pengujian, baik secara keseluruhan maupun berdasarkan lokasi tertentu. Beberapa halaman utama dikembangkan untuk menunjang fungsionalitas sistem, yaitu halaman login, dashboard, dan peta lokasi pengujian.

a. Login

Halaman login berfungsi sebagai gerbang awal bagi pengguna untuk mengakses sistem, di mana hanya pengguna yang telah terdaftar yang dapat masuk ke dalam dashboard. Setelah berhasil masuk, pengguna akan diarahkan ke halaman dashboard yang menampilkan ringkasan data hasil pengujian.



Gambar 9. Tampilan Halaman Login

b. Dashboard

Halaman dashboard menampilkan ringkasan data hasil pengujian. Di bagian atas dashboard terdapat tiga card informasi, masing-masing menampilkan total data hasil pengujian secara keseluruhan, jumlah data air yang layak minum, dan jumlah data air yang tidak layak

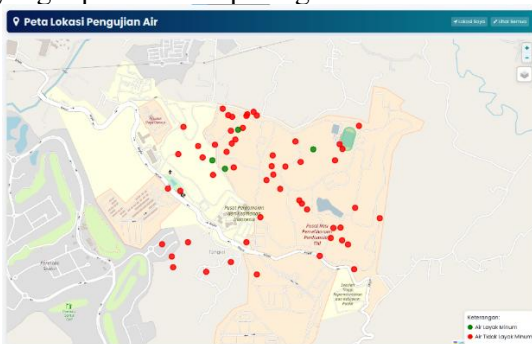
minum. Di bawahnya terdapat fitur pencarian dan filter yang memungkinkan pengguna untuk mencari data berdasarkan parameter tertentu. Selanjutnya, ditampilkan tabel utama berisi riwayat hasil pengujian air dengan kolom: nomor, kode lokasi, tanggal, waktu, nilai pH, TDS, kekeruhan, koordinat lokasi, kesimpulan kelayakan, dan tombol detail. Jika pengguna menekan tombol detail, maka akan diarahkan ke halaman peta yang menampilkan lokasi spesifik dari data tersebut.

No	Kode Lokasi	Tanggal	Waktu	pH	TDS (ppm)	Kekeruhan (NTU)	Lokasi (Lat, Long)	Status	Detail
1	CITEUREUP-001	22-04-2025	10:25:23	6.1	58	2.4	-6.528003, 106.870000	Tidak Layak	Detail
2	CITEUREUP-004	22-04-2025	10:25:44	6.8	107	2.5	-6.528003, 106.870000	Layak Minum	Detail
3	CITEUREUP-005	22-04-2025	10:26:03	4.38	440.88	97	-6.528187, 106.868480	Tidak Layak	Detail
4	CITEUREUP-003	22-04-2025	10:26:05	7	102	21	-6.528700, 106.868000	Layak Minum	Detail
5	CITEUREUP-002	19-04-2025	14:28:56	5	102	21	-6.528700, 106.868000	Tidak Layak	Detail
6	CITEUREUP-002	19-04-2025	14:28:53	7.5	98	15	-6.528003, 106.870000	Layak Minum	Detail
7	CITEUREUP-002	19-04-2025	14:28:48	6.8	400	2	-6.522194, 106.862000	Tidak Layak	Detail
8	CITEUREUP-008	19-04-2025	14:28:40	7.2	95	18	-6.522194, 106.862000	Layak Minum	Detail

Gambar 10. Tampilan Halaman Dashboard

c. Peta Lokasi Pengujian Air

Pada halaman peta lokasi pengujian, pengguna dapat melihat sebaran titik-titik pengujian air secara keseluruhan. Titik-titik ini diberi kode warna: merah untuk lokasi dengan air tidak layak minum, dan hijau untuk lokasi dengan air layak minum. Ketika pengguna mengklik salah satu titik, akan muncul pop-up informasi yang menampilkan detail hasil pengujian di lokasi tersebut, termasuk status kelayakan air, nilai dari masing-masing parameter (pH, TDS, dan kekeruhan), alamat lokasi, serta waktu pengambilan data. Halaman ini memungkinkan pemantauan kondisi air secara geografis dan real-time berdasarkan data yang diperoleh dari perangkat IoT.



Gambar 11. Tampilan Halaman Peta Lokasi Pengujian

CITEUREUP-003		Lokasi Pengujian	
Status:	Layak Minum	Status:	Tidak Layak
pH:	8.4	pH:	7.63
TDS:	292 ppm	TDS:	450 ppm
Kekeruhan:	2.2 NTU	Kekeruhan:	4.2 NTU
Lokasi:	Jalan Mangga, Sukahati, Citeureup, Kab Bogor, Jawa Barat, Jawa, 16810, Indonesia	Lokasi:	Pusat Perumahan dan Keamanan Indonesia, Anyar, Tangkil, Citeureup, Kab Bogor, Jawa Barat, Jawa, 16810, Indonesia
Tanggal:	15-03-2025	Tanggal:	14-03-2025
Waktu:	16:22:37	Waktu:	01:31:06

Gambar 12. Tampilan *Popup Detail* pada Peta Lokasi Pengujian

4.3 Hasil Pengujian

Blacbox testing dilakukan dengan menguji berbagai fitur utama pada sistem, mulai dari pengambilan data sensor, pemrosesan data oleh mikrokontroler, hingga pengiriman data ke *database* serta tampilan pada *dashboard website*. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian dengan Metode Blackbox Testing

No	Nama Pengujian	Skenario	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Tampilan Data pada LCD	1. Perangkat IoT aktif 2. Perangkat melakukan pengujian air dengan menekan tombol start 3. Data sensor (pH, TDS, kekeruhan) ditampilkan pada layar LCD 4. Format tampilan sesuai (contoh: "pH : 7.2")	Data sensor ditampilkan dengan format sesuai di LCD	Perangkat menampilkan data dalam format serta satuan yang sesuai	Sesuai
2.	Tampilan Kelayakan Air pada LCD	1. Perangkat IoT aktif 2. Perangkat melakukan pengujian air dengan menekan tombol start 3. Layar LCD menampilkan kelayakan air (contoh: "Air Layak Minum")	Layar LCD menampilkan tulisan "Air Layak Minum" ataupun "Tidak Layak Minum"	Perangkat menampilkan kesimpulan berdasarkan tiga parameter yang mengacu pada Permenkes	Sesuai
3.	Pengiriman Data Sensor	1. Perangkat IoT mengirimkan data ke server 2. Server menerima dan menyimpan data di database	Data dari perangkat IoT diterima dan tersimpan di database	Data pengujian berhasil diterima dan tersimpan di database	Sesuai
4.	Pengujian Tombol	1. Tombol ON/OFF ditekan untuk mengaktifkan perangkat 2. Tombol start ditekan untuk memulai pengujian 3. Tombol untuk menunda pengujian 4. Tombol untuk mengirimkan data pengujian	Perangkat menyala atau memulai pengujian sesuai fungsi tombol	Semua tombol bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya	Sesuai
5.	Login Website	1. Pengguna memasukkan username dan password dengan benar 2. Pengguna menekan tombol Login 3. Sistem memvalidasi kredensial pengguna	Sistem mengarahkan pengguna ke halaman utama website	Sistem mengarahkan pengguna ke dashboard website apabila memasukkan kredensial yang benar	Sesuai
6.	Validasi Data pada Website	1. Pengguna mengakses halaman utama website 2. Sistem menampilkan data pengujian yang tersimpan di database 3. Format tampilan data sesuai	Data pengujian ditampilkan dengan format yang benar	Data yang ditampilkan pada dashboard sesuai dengan pengujian yang telah dilakukan	Sesuai

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi berjalan sesuai dengan skenario yang telah dirancang. Sensor mampu membaca nilai pH, TDS, dan kekeruhan secara akurat dan ditampilkan dengan jelas pada layar LCD. Tombol-tombol input pada perangkat IoT

merespons dengan baik, termasuk dalam pengambilan sampel dan navigasi menu. Modul SIM800L berhasil mengirimkan data ke server tanpa kendala, termasuk informasi koordinat dari modul GPS. Di sisi perangkat lunak, proses login pada website berjalan sesuai alur autentikasi, data ditampilkan pada dashboard dengan benar, termasuk statistik, riwayat pengujian, dan pemetaan lokasi yang akurat. Dengan demikian, sistem dinyatakan telah memenuhi seluruh aspek fungsional yang diuji.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Perangkat IoT portabel berhasil dirancang dan diimplementasikan untuk mengukur kualitas air minum menggunakan tiga parameter, yaitu pH, TDS, dan kekeruhan serta menampilkan hasilnya secara langsung melalui layar LCD.
- b. Desain perangkat yang ringkas, ringan, dan mudah dibawa mendukung penggunaannya secara praktis di lapangan, khususnya dalam mendukung kegiatan militer tanpa memerlukan infrastruktur tambahan.
- c. Sistem dilengkapi dengan fitur pengiriman dan penyimpanan data berbasis web yang memungkinkan pemantauan hasil pengujian dan lokasi sampel secara interaktif melalui *dashboard*.

Dengan demikian, penelitian ini telah berhasil mencapai tujuan yang ditetapkan, yaitu mengembangkan perangkat IoT portabel yang mendukung pengujian kualitas air minum secara langsung di lapangan serta menyediakan sistem pemantauan berbasis web yang terintegrasi.

Ke depannya, perangkat dapat dikembangkan untuk mengukur parameter tambahan seperti suhu, kadar klorin, atau logam berat guna memperluas cakupan analisis. Selain itu, peningkatan akurasi pengukuran dan ketahanan perangkat terhadap kondisi ekstrem perlu dipertimbangkan agar lebih andal digunakan di lapangan. Pengembangan fitur visualisasi data seperti grafik serta integrasi sistem notifikasi pada aplikasi web juga dapat meningkatkan kemudahan pemantauan dan respons cepat terhadap temuan di lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berarti selama proses penelitian dan penyusunan artikel ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada seluruh pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam pelaksanaan penelitian ini, termasuk rekan-rekan, keluarga, dan pihak-pihak lain yang telah memberikan dukungan moral, teknis, maupun material. Semoga segala bantuan dan dukungan yang diberikan menjadi amal kebaikan yang mendapat balasan yang setimpal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. H. Khoo, "Bersih," dalam *The Wiley Blackwell Encyclopedia of Urban and Regional Studies*, Wiley, 2019, hlm. 1–4. doi: 10.1002/9781118568446.eurs0021.
- [2] World Health Organization, "Drinking-Water Fact Sheets," World Health Organization. Diakses: 29 Oktober 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- [3] Z. F. Altahaan dan D. Dobsław, "Assessment of post-war groundwater quality in urban areas of Mosul city /Iraq and surrounding areas for drinking and irrigation purposes by using the Canadian Environment Water Quality Index CCME-WQI and Heavy Metal Pollution Index HPI," *World Journal of Advanced Research and Reviews*, vol. 21, no. 3, hlm. 2461–2481, Mar 2024, doi: 10.30574/wjarr.2024.21.3.1010.
- [4] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, "Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan," 2023.
- [5] E. Arhin, J. D. Osei, P. A. Anima, P. D.- Afari, dan L. L. Yevugah, "The pH of Drinking Water and Its Human Health Implications: A Case of Surrounding Communities in the Dormaa Central Municipality of Ghana," *Journal Healthcare Treatment Development*, no. 41, hlm. 15–26, Des 2023, doi: 10.55529/jhtd.41.15.26.
- [6] F. Febrianti, S. A. Wibowo, dan N. Vendyansyah, "Implementasi IoT (Internet of Things) Monitoring Kualitas Air dan Sistem Administrasi Pada Pengelola Air Bersih Skala Kecil," *JATI: Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 5, no. 1, hlm. 171–178, 2021.

- [7] A. Mardiyono, A. A. Suhandana, dan M. Y. B. Rasyiidin, "Sistem Peringatan Kualitas Air dengan Teknologi IoT Berbasis Cloud pada Akuarium Air Tawar," *Jurnal Teknologi Informatika dan Komputer*, vol. 8, no. 1, hlm. 53–62, Mar 2022, doi: 10.37012/jtik.v8i1.743.
- [8] A. Novita Andari, E. Sonalitha, dan Subairi, "Automatic Filterization For Industrial Drinking Water Quality Based on Internet of Things," *Procedia of Engineering and Life Science*, vol. 1, no. 2, Jun 2021.
- [9] Z. Abidin, E. Maulana, M. Y. Nurrohman, F. C. Wardana, dan Warsito, "Real Time Monitoring System of Drinking Water Quality Using Internet of Things," dalam *2022 International Electronics Symposium (IES)*, 2022, hlm. 131–135. [Daring]. Tersedia pada: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:252388380>
- [10] V. Nathasya, Suroso, dan I. Hadi, "Pemanfaatan Teknologi IoT berbasis Sensor dan Arduino untuk Observasi Polutnant Limbah Cair Industri pada Air Lingkungan," *SISTEMASI: Jurnal Sistem Informasi*, vol. 12, no. 1, hlm. 61–69, 2022, [Daring]. Tersedia pada: <http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>
- [11] V. Sisca, "Penentuan Kualitas Air Minum Isi Ulang Terhadap Kandungan Nitrat, Besi, Mangan, Kekeruhan, Ph, Bakter E Coli dan Colform," *Chempublish Journal*, vol. 1, no. 2, hlm. 21, 2016.
- [12] J. Karangan, B. Sugeng, dan Sulardi, "Uji Keasaman Air dengan Alat Sensor pH di STT Migas Balikpapan," *Jurnal Keilmuan Teknik Sipil (Kacapuri)*, vol. 2, no. 1, Jun 2019.
- [13] R. Bodkin, J. Kern, P. W. Mcclellan, A. J. Butt, dan C. W. Martin, "Conservation in action Limiting total dissolved solids to protect aquatic life," *J Soil Water Conserv*, vol. 62, no. 3, 2007, [Daring]. Tersedia pada: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:88964273>
- [14] R. Kumar, "Potential Health Impacts of Hard Water: A Review of Literature," *Int J Res Appl Sci Eng Technol*, vol. 12, no. 4, hlm. 3442–3444, Apr 2024, doi: 10.22214/ijraset.2024.60622.
- [15] W. Ridwan, D. H. Haryanto, D. Iskandar, dan Z. Nasibu, "Rancang Bangun Model Pengendali Katup Cerdas Bak Penampungan Air PDAM," *Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu dan Aplikasi Teknik*, vol. 19, no. 01, hlm. 60–68, 2020, [Daring]. Tersedia pada: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
- [16] R. Adeko, Mualim, dan M. Octafia, "Pengaruh Serbuk Biji Kecipir Sebagai Koagulan Terhadap Penurunan Kekeruhan Dalam Air Sumur Gali di Kelurahan Rawa Makmur," *JNPH*, vol. 7, no. 2, Okt 2019.
- [17] A. P. Hasanah dan H. Hafni, "PERANCANGAN SISTEM MONITORING LEVEL AIR MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK BERBASIS IOT DENGAN APLIKASI BLYNK," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 13, no. 2, Apr 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i2.6485.
- [18] S. A. Nugroho, S. Aprilia, F. Anindyahadi, dan N. S. Budi, "PERANCANGAN ALAT UKUR KADAR pH DAN SUHU AIR BERBASIS ARDUINO UNO," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 13, no. 2, Apr 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i2.6398.
- [19] Atlas Scientific, "How Does A pH Probe Work?" Diakses: 23 April 2025. [Daring]. Tersedia pada: https://atlas-scientific.com/blog/how-does-a-ph-probe-work/?srsltid=AfmBOopAZgwfKOYHNO6_DvyuYA1A4GXjPT1baBQtzqlQZuHikjWWqyAu
- [20] M. Alam, "TDS Sensor & Arduino Interfacing for Water Quality Monitoring," How To Electronics. Diakses: 23 April 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://how2electronics.com/tds-sensor-arduino-interfacing-water-quality-monitoring/>
- [21] M. Alam, "DIY Turbidity Meter using Turbidity Sensor & Arduino," How To Electronics. Diakses: 23 April 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://how2electronics.com/diy-turbidity-meter-using-turbidity-sensor-arduino/>
- [22] M. Brain dan T. Harris, "How Does GPS Work?," How Stuff Works. Diakses: 23 April 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://electronics.howstuffworks.com/gadgets/travel/gps.htm>
- [23] Y. D. Wijaya dan M. W. Astuti, "PENGUJIAN BLACKBOX SISTEM INFORMASI PENILAIAN KINERJA KARYAWAN PT INKA (PERSERO) BERBASIS EQUIVALENCE PARTITIONS," *Jurnal Digital Teknologi Informasi*, vol. 4, no. 1, hlm. 22, Mar 2021, doi: 10.32502/digital.v4i1.3163.