



Sistem Monitoring Indeks Pencemaran Air Berbasis Internet of Things

Asharullah^{1*}, Muhammad Zainal², A. Abd. Jabbar³

^{1,2,3} Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia

*Email : asharullah05@email.com

Abstract: The coastal waters of Parepare City are surrounded by numerous food stalls whose wastewater and food residues are often discharged directly into the marine environment, leading to seawater pollution. Continuous monitoring is therefore required to assess water quality and support effective environmental management. This study aims to develop an Internet of Things (IoT)-based web server system for monitoring the seawater pollution index in the coastal waters of Parepare City. The research adopts a quantitative Research and Development (R&D) approach by integrating pH, turbidity, and Total Dissolved Solids (TDS) sensors to collect real-time water quality data. Sensor readings are transmitted to an IoT-based web server and processed to calculate the Water Pollution Index (WPI). Experimental results demonstrate that the system operates effectively under field conditions. Morning measurements produced a pH value of 6.9, turbidity of 2443 NTU, and TDS of 1179.1 ppm, resulting in a pollution index of 1.91, classified as lightly polluted. Afternoon measurements indicated a pollution index of 2.04 with increased turbidity, which also falls within the lightly polluted category. The proposed system provides a reliable solution for real-time monitoring of seawater quality in the coastal waters of Parepare City.

Kata Kunci: internet of things, seawater pollution, water pollution index, coastal monitoring, water quality sensors

1. PENDAHULUAN

Upaya pengendalian pencemaran air selama ini umumnya masih terbatas pada perbandingan nilai masing-masing parameter kualitas air terhadap baku mutu yang ditetapkan, sehingga memungkinkan terjadinya perbedaan standar baku mutu antarparameter (Basuki et al., 2024). Salah satu metode yang banyak digunakan untuk menilai kualitas air sungai adalah Indeks Pencemaran (IP), karena bersifat sederhana dan mudah diterapkan. Nilai IP merepresentasikan tingkat pencemaran air secara relatif terhadap baku mutu air (BMA) yang dipersyaratkan pada suatu sumber air, seperti sungai (Marganingrum et al., 2013). Dalam penerapan metode IP, dilakukan perhitungan dua jenis indeks, yaitu indeks rata-rata (IR) dan indeks maksimum (IM). Indeks rata-rata menggambarkan tingkat pencemaran secara umum berdasarkan seluruh parameter kualitas air yang diukur dalam satu periode pengamatan. Sementara itu, indeks maksimum digunakan untuk mengidentifikasi parameter yang memberikan kontribusi paling signifikan terhadap penurunan kualitas air dalam satu kali pengukuran (Fitriah & Fawaid, 2023).

Sistem monitoring akan memberikan dampak yang optimal apabila dirancang dan diimplementasikan secara efektif. Monitoring merupakan kegiatan pengamatan yang dilakukan secara sistematis dan berkelanjutan terhadap suatu kondisi, perilaku, atau

aktivitas tertentu, dengan tujuan memperoleh data dan informasi yang akurat sebagai dasar pengambilan keputusan dan penentuan tindakan lanjutan yang diperlukan (Maulida *et al.*, 2020). Dalam konteks ini, monitoring juga dapat dipahami sebagai proses pengawasan atau pemantauan terhadap suatu kegiatan yang bertujuan menghasilkan informasi yang relevan dan bermanfaat. Informasi yang dihasilkan dari proses monitoring tersebut berperan penting dalam mempermudah dan meningkatkan ketepatan pengambilan keputusan untuk perencanaan dan pelaksanaan kegiatan di masa mendatang (Ibrahim *et al.*, 2023).

Sensor atau transduser merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk mengonversi besaran fisis menjadi besaran listrik. Keberadaan berbagai jenis sensor memungkinkan pendeteksian beragam fenomena fisis, seperti suhu, kelembapan udara, tekanan udara, intensitas gas, serta kualitas udara secara akurat dan real time (Gunadi & Rahmawati, 2022). Dalam konteks lingkungan perairan laut, pemanfaatan sensor menjadi sangat penting untuk memantau dan menjaga keberlanjutan ekosistem. Salah satu aspek utama yang perlu dikaji adalah kesesuaian parameter fisik-kimia oseanografi, karena parameter tersebut berperan penting dalam mendukung pertumbuhan dan keseimbangan ekosistem perairan. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pengukuran beberapa parameter fisika dan kimia oseanografi, yaitu suhu perairan, tingkat kecerahan atau kekeruhan perairan, derajat keasaman (pH), serta salinitas sebagai indikator utama kualitas perairan laut (Amir *et al.*, 2024).

Internet of Things (IoT) merupakan suatu konsep yang memungkinkan objek atau benda fisik di sekitarnya untuk saling terhubung dan bertukar informasi melalui jaringan internet. Dalam konsep ini, objek mampu mengirimkan dan menerima data secara otomatis menggunakan jaringan komunikasi tanpa memerlukan campur tangan langsung manusia maupun interaksi dengan perangkat komputer secara konvensional (Lestari & Zafia, 2022). IoT berkembang sebagai salah satu isu utama dalam ekosistem internet modern, seiring dengan meningkatnya jumlah perangkat fisik yang dilengkapi sensor dan aktuator serta terhubung ke internet. Implementasi IoT didukung oleh berbagai teknologi, seperti sensor tertanam, aktuator, Radio Frequency Identification (RFID), jaringan sensor nirkabel, layanan web, dan sistem pemrosesan data real time. Secara konseptual, IoT dapat dipandang sebagai sistem siber-fisik (cyber-physical system) atau jaringan dari berbagai jaringan. Dengan banyaknya perangkat dan sensor yang terhubung, IoT menghasilkan aliran data dalam jumlah besar, termasuk data real time, yang dapat dimanfaatkan untuk pemantauan dan pengendalian jarak jauh melalui jaringan internet (Manalu & Gunuto, 2023).

Handiani *et al.* (2020) menganalisis sebaran spasial parameter kualitas air laut dan indeks pencemaran di perairan Teluk Parepare, Sulawesi Selatan, untuk menggambarkan kondisi pencemaran perairan secara menyeluruh. Selanjutnya, Waringrum *et al.* (2023) mengembangkan dan memasang perangkat monitoring kualitas air secara real time berbasis teknologi LoRa di Sungai Pongok, yang memungkinkan para petambak untuk mengantisipasi perubahan kualitas air akibat pengaruh kondisi cuaca dari wilayah hulu. Sementara itu, Ewaid & Abed (2017)

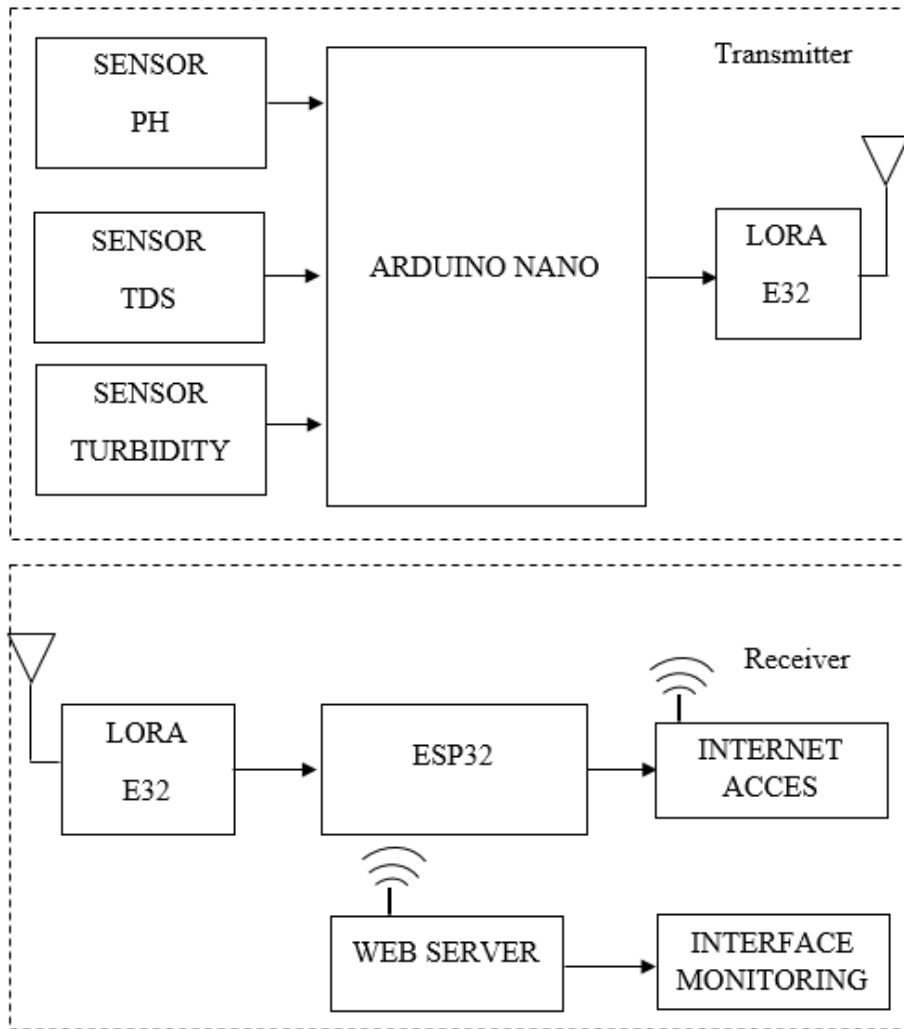
menekankan pentingnya penerapan indeks kualitas air sebagai indikator komprehensif yang merepresentasikan pengaruh total faktor ekologi terhadap kualitas air permukaan, serta memberikan interpretasi data pemantauan yang sederhana dan mudah dipahami oleh masyarakat lokal guna mendukung upaya peningkatan kualitas air. Berdasarkan kajian literatur tersebut, penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi sistem monitoring pengukuran indeks pencemaran air berbasis Internet of Things (IoT) sebagai solusi pemantauan kualitas air yang efektif dan berkelanjutan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan Research and Development (R&D), yang bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem monitoring indeks pencemaran air berbasis Internet of Things (IoT). Sistem monitoring tersebut diterapkan untuk mengukur dan memantau tingkat pencemaran air di wilayah perairan Kota Parepare. Lokasi penelitian berada di kawasan pesisir Pantai Cempae, Parepare. Pelaksanaan penelitian dilakukan selama tiga bulan pada tahun 2024. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang mendukung proses pengukuran, pengolahan data, serta visualisasi hasil monitoring indeks pencemaran air.

Perangkat keras (*hardware*) yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas berbagai komponen dan modul elektronika yang mendukung proses akuisisi, pengolahan, serta pengiriman data kualitas air. Komponen utama sistem meliputi mikrokontroler ESP32 dan Arduino Nano yang berfungsi sebagai unit pengendali dan pemroses data sensor. Untuk pengukuran parameter kualitas air, digunakan sensor pH, sensor turbidity, dan sensor Total Dissolved Solids (TDS). Selain itu, modul komunikasi LoRa E32 Ebyte digunakan untuk mendukung transmisi data jarak jauh. Sistem juga dilengkapi dengan komponen pendukung, seperti push button, step-down converter, saklar, serta perangkat telepon pintar (HP) yang berfungsi sebagai media pemantauan dan pengujian sistem.

Perangkat lunak (*software*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah aplikasi Arduino Integrated Development Environment (Arduino IDE). Perangkat lunak tersebut digunakan untuk menulis, mengompilasi, dan mengunggah program ke mikrokontroler ESP32 dan Arduino Nano, serta untuk mengembangkan web server yang berfungsi menampilkan dan mengelola data hasil pengukuran kualitas air secara daring.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem Monitoring Indeks Pencemaran Air

Gambar 1 menunjukkan blok diagram sistem monitoring kualitas air yang dirancang untuk mendeteksi parameter pH, Total Dissolved Solids (TDS), dan turbidity secara real time. Ketiga sensor tersebut terhubung ke mikrokontroler sebagai unit pemrosesan utama untuk mengolah data hasil pengukuran. Data yang telah diproses kemudian dikirimkan melalui modul komunikasi LoRa yang berfungsi sebagai pemancar (transmitter) menuju modul LoRa penerima (receiver). Pada sisi penerima, data kembali diproses oleh mikrokontroler sebelum diteruskan ke web server. Selanjutnya, informasi hasil pengukuran parameter kualitas air ditampilkan secara daring melalui web server sehingga dapat diakses dan dipantau menggunakan perangkat seperti telepon pintar maupun laptop.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Sensor pH

Pada tahap ini, sensor pH dirangkai dan dihubungkan ke Arduino Uno menggunakan kabel jumper sesuai dengan konfigurasi yang telah ditentukan. Setelah sensor terhubung dengan baik, probe sensor pH dicelupkan ke dalam sampel air yang telah diberi larutan penurun pH sebagai media pengujian. Selanjutnya, program pembacaan sensor pH dimasukkan ke dalam aplikasi Arduino IDE (arduino.cc). Program yang telah disusun kemudian divalidasi untuk memastikan tidak terdapat kesalahan sintaks maupun logika. Apabila proses validasi berhasil, program diunggah (upload) ke Arduino Uno, dan hasil pembacaan nilai pH ditampilkan melalui serial monitor sebagai indikator bahwa sensor dan sistem telah berfungsi dengan baik.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor pH dan pH Meter

Jumlah Tetesan	Pengujian Ke-	Hasil Pembacaan Sensor pH	Hasil Pembacaan pH meter
1	1	7,34	7,3
	2	7,34	7,3
	3	7,34	7,3
	4	7,34	7,3
	5	7,34	7,3
2	1	7,28	7,1
	2	7,28	7,1
	3	7,28	7,1
	4	7,28	7,1
	5	7,28	7,1
3	1	7,16	7,0
	2	7,16	7,0
	3	7,16	7,0
	4	7,16	7,0
	5	7,16	7,0

Berdasarkan Tabel 1, pengujian sensor pH dilakukan dengan variasi tiga jumlah tetesan larutan penurun pH. Setiap variasi jumlah tetesan diuji sebanyak lima kali, sehingga total pengujian yang dilakukan adalah 15 kali. Pada jumlah tetesan pertama, hasil pembacaan sensor pH pada pengujian pertama hingga kelima menunjukkan nilai yang konsisten, yaitu sebesar 7,34, sedangkan pH meter menunjukkan nilai 7,3. Hal ini menunjukkan kestabilan pembacaan sensor pada kondisi awal pengujian. Pada jumlah tetesan kedua, nilai pH yang terbaca oleh sensor menurun menjadi 7,28 dengan pembacaan pH meter sebesar 7,1. Selanjutnya, pada jumlah tetesan ketiga, hasil pembacaan sensor pH kembali mengalami penurunan menjadi 7,16, sementara pH meter menunjukkan nilai 7,0 pada seluruh pengujian. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan jumlah tetesan larutan penurun pH berbanding lurus dengan penurunan nilai pH yang terukur. Dari keseluruhan 15 kali pengujian, nilai pH tertinggi diperoleh pada jumlah tetesan pertama, yaitu 7,34 pada sensor pH dan 7,3 pada pH meter. Perbedaan nilai antara

sensor pH dan pH meter relatif kecil dan masih berada dalam batas toleransi, sehingga dapat disimpulkan bahwa sensor pH yang digunakan memiliki tingkat akurasi dan konsistensi yang baik serta berfungsi dengan baik sesuai dengan alat ukur pembanding.

3.2 Pengujian Sensor *Turbidity*

Pada tahap ini, sensor turbidity dirangkai dan dihubungkan ke Arduino Uno menggunakan kabel jumper sesuai dengan konfigurasi yang telah ditentukan. Setelah sensor terhubung dengan baik, probe sensor turbidity dicelupkan ke dalam sampel air yang telah diberi kopi bubuk sebagai media simulasi kekeruhan. Selanjutnya, program pembacaan sensor turbidity dimasukkan ke dalam aplikasi Arduino IDE (arduino.cc) dan dilakukan proses validasi untuk memastikan tidak terdapat kesalahan pada kode program. Apabila proses validasi berhasil, program diunggah (upload) ke Arduino Uno, dan hasil pembacaan nilai turbidity ditampilkan melalui serial monitor sebagai indikator bahwa sensor turbidity dan sistem telah berfungsi dengan baik.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor *Turbidity*

Takaran	Volume Air	Pengujian Ke	Tegangan	<i>Turbidity</i>
1	150 ml	1	4,70 V	2045
		2	4,56 V	2015
		3	4,18 V	1993
		4	3,85 V	1791
		5	3,62 V	1480
	250 ml	1	4,65 V	2027
		2	4,43 V	2008
		3	4,09 V	1899
		4	3,71 V	1636
		5	3,54 V	1384
	300 ml	1	4,54 V	2019
		2	4,38 V	1997
		3	4,01 V	1884
		4	3,64 V	1619
		5	3,43 V	1276

Berdasarkan Tabel 2, pengujian sensor turbidity dilakukan dengan variasi volume air, yaitu 150 ml, 250 ml, dan 300 ml. Setiap variasi volume air diuji sebanyak lima kali untuk memperoleh data yang konsisten dan representatif. Pada volume air 150 ml, hasil pengujian pertama menunjukkan tegangan keluaran sebesar 4,70 V dengan nilai turbidity sebesar 2045. Pada pengujian berikutnya, nilai tegangan dan turbidity cenderung mengalami penurunan secara bertahap, seiring dengan perubahan kondisi kekeruhan air. Pada volume air 250 ml dan 300 ml, pola hasil pengujian menunjukkan kecenderungan yang serupa, yaitu penurunan nilai tegangan diikuti oleh penurunan nilai turbidity pada setiap pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa sensor turbidity mampu merespons perubahan tingkat kekeruhan air secara konsisten pada berbagai variasi volume air. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai tegangan yang dihasilkan berbanding lurus dengan tingkat kekeruhan yang terukur. Hasil

pengujian tersebut menunjukkan bahwa sensor turbidity yang digunakan mampu bekerja dengan baik dan memberikan pembacaan yang stabil sesuai dengan perubahan kondisi sampel air, sehingga layak digunakan dalam sistem monitoring kualitas air yang dikembangkan.

3.3 Pengujian Sensor TDS

Pada tahap ini, sensor Total Dissolved Solids (TDS) dirangkai dan dihubungkan ke Arduino Uno menggunakan kabel jumper sesuai dengan konfigurasi yang telah ditentukan. Setelah sensor terhubung dengan baik, probe sensor TDS dicelupkan ke dalam sampel air yang telah diberi garam halus sebagai media simulasi peningkatan kandungan zat terlarut. Selanjutnya, program pembacaan sensor TDS dimasukkan ke dalam aplikasi Arduino IDE (arduino.cc) dan dilakukan proses validasi untuk memastikan tidak terdapat kesalahan pada kode program. Apabila proses validasi berhasil, program diunggah (upload) ke Arduino Uno, dan hasil pembacaan nilai TDS ditampilkan melalui serial monitor sebagai indikator bahwa sensor TDS dan sistem telah berfungsi dengan baik.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor TDS dan TDS meter

Takaran	Volume Air	Pengujian Ke	Hasil Pembacaan Sensor TDS	Hasil Pembacaan TDS Meter
1	350 ml	1	412 ppm	431 ppm
		2	604 ppm	626 ppm
		3	789 ppm	813 ppm
		4	877 ppm	887 ppm
		5	980 ppm	995 ppm
	400 ml	1	369 ppm	377 ppm
		2	691 ppm	670 ppm
		3	947 ppm	990 ppm
		4	1004 ppm	-
		5	1023 ppm	-
	450 ml	1	348 ppm	357 ppm
		2	709 ppm	733 ppm
		3	980 ppm	998 ppm
		4	1018 ppm	-
		5	1112 ppm	-

Berdasarkan Tabel 3, pengujian sensor Total Dissolved Solids (TDS) dilakukan dengan variasi volume air, yaitu 350 ml, 400 ml, dan 450 ml. Setiap variasi volume air diuji sebanyak lima kali untuk memperoleh hasil pengukuran yang konsisten. Pada volume air 350 ml, hasil pengujian pertama menunjukkan nilai pembacaan sensor TDS sebesar 412 ppm, sedangkan TDS meter sebagai alat pembanding menunjukkan nilai 431 ppm. Pada pengujian berikutnya, nilai TDS yang terukur oleh sensor dan TDS meter mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya konsentrasi zat terlarut dalam air. Pada

volume air 400 ml dan 450 ml, nilai TDS yang terukur juga menunjukkan kecenderungan peningkatan pada setiap pengujian. Namun, pada beberapa pengujian dengan nilai TDS yang lebih tinggi, TDS meter tidak dapat menampilkan hasil pengukuran, yang ditandai dengan tidak tersedianya data pembacaan. Meskipun demikian, sensor TDS tetap mampu memberikan hasil pengukuran pada kondisi tersebut. Secara keseluruhan, perbedaan nilai pembacaan antara sensor TDS dan TDS meter relatif kecil dan masih berada dalam batas toleransi pengukuran. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor TDS yang digunakan memiliki kinerja yang baik dan layak digunakan dalam sistem monitoring kualitas air yang dikembangkan.

3.4 Pengujian Indeks Pencemaran (IP)

Pada tahap ini, sensor pH, sensor turbidity, dan sensor Total Dissolved Solids (TDS) dirangkai dan dihubungkan ke Arduino Uno menggunakan kabel jumper sesuai dengan konfigurasi yang telah ditetapkan. Setelah ketiga sensor terhubung dengan baik, masing-masing probe dicelupkan ke dalam sampel air yang telah diberi kopi bubuk, larutan penurun pH, dan garam halus sebagai simulasi kondisi air tercemar. Selanjutnya, program perhitungan Indeks Pencemaran (IP) dimasukkan ke dalam aplikasi Arduino IDE (arduino.cc) dan dilakukan proses validasi untuk memastikan tidak terdapat kesalahan pada kode program. Apabila proses validasi berhasil, program diunggah (upload) ke Arduino Uno untuk menampilkan hasil pembacaan ketiga sensor melalui serial monitor. Data hasil pengukuran tersebut kemudian diekspor dan diolah menggunakan Microsoft Excel untuk memperoleh nilai Indeks Pencemaran, yang selanjutnya juga dapat diverifikasi melalui perhitungan manual.

Tabel 4. Hasil Pengujian IP Cemar Ringan

Parameter	Ci	Lix	Ci/Lix	Ci/Lix baru
pH	7,6	6-9	-0,06667	-0,067
TDS	480,826	1000	0,480826	0,481
<i>Turbidity</i>	2876,3	3000	0,958767	0,959
Jumlah				1,373
Rata-rata				0,458
Maksimum				0,959
IP				1,154
Keterangan			Cemar Ringan	

Tabel 5. Hasil Pengujian IP Baik

Parameter	Ci	Lix	Ci/Lix	Ci/Lix baru
pH	7,4	6-9	0,066666667	0,067
TDS	198,57	1000	0,19857	0,199
Turbidity	1029,74	3000	0,343246667	0,343
Jumlah				0,608
Rata-rata				0,203
Maksimum				0,343
IP				0,318
Keterangan			Baik	

Tabel 6. Hasil Pengujian IP Cemar Sedang

Parameter	Ci	Lix	Ci/Lix	Ci/Lix baru
pH	8,5	6-9	-0,66667	-0,667
TDS	1149,258	1000	1,149258	1,149
Turbidity	9486,98	3000	3,162327	3,162
Jumlah				3,645
Rata-rata				1,215
Maksimum				3,162
Pij				5,392
Keterangan			Cemar Sedang	

Berdasarkan Tabel 4, hasil perhitungan Indeks Pencemaran menunjukkan bahwa kualitas air berada pada kategori tercemar ringan. Hal ini ditunjukkan oleh nilai Indeks Pencemaran sebesar 1,154 yang diperoleh dari tiga parameter kualitas air, yaitu pH, Total Dissolved Solids (TDS), dan turbidity. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa kondisi perairan masih berada dalam tingkat pencemaran ringan sesuai dengan kriteria yang ditetapkan. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sistem perhitungan Indeks Pencemaran yang dikembangkan mampu bekerja dengan baik dan menghasilkan nilai yang sesuai dengan data hasil pengukuran sensor. Selanjutnya, proses perhitungan Indeks Pencemaran dilakukan menggunakan rumus yang disajikan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 IP &= \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)^2_{M} + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)^2_{R}}{2}} \\
 &= \sqrt{\frac{(1.373)^2(0.959) + (1.373)^2(0.458)}{2}} \\
 &= \sqrt{1.3318436385} \\
 IP &= 1.154
 \end{aligned}$$

3.5 Pengujian Sistem Monitoring

Pada tahap ini, antena LoRa dipasang pada perangkat untuk memastikan komunikasi data dapat berlangsung dengan optimal. Selanjutnya, modul LoRa pemancar (transmitter) dibawa ke area pesisir pantai, dan ketiga sensor, yaitu sensor pH, sensor turbidity, dan sensor Total Dissolved Solids (TDS), dicelupkan ke dalam air laut sebagai objek pengukuran. Setelah proses pengukuran dilakukan, sistem akan mengirimkan data hasil pembacaan sensor secara nirkabel melalui modul LoRa transmitter menuju modul LoRa penerima (receiver) yang ditempatkan di darat. Data yang diterima kemudian diteruskan ke web server untuk ditampilkan secara daring, sehingga hasil monitoring kualitas air laut dapat diakses secara real time.



Gambar 4. Sistem Monitoring Indeks Pencemaran Air



Gambar 5. Gambar Tampilan Web Server

Gambar 5 menampilkan antarmuka web server yang menunjukkan hasil pengujian keseluruhan sistem monitoring kualitas air. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, nilai yang terbaca pada sensor pH sebesar 6,1, sensor turbidity sebesar 2759, dan sensor Total Dissolved Solids (TDS) sebesar 109,0. Berdasarkan ketiga parameter tersebut, nilai Indeks Pencemaran (IP) yang diperoleh adalah 0,82, yang termasuk dalam kategori kualitas air baik. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) yang dikembangkan mampu menampilkan data pengukuran kualitas air secara akurat dan real time melalui web server.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan sebuah produk berupa sistem monitoring Indeks Pencemaran air berbasis Internet of Things (IoT) yang diterapkan pada perairan Kota Parepare. Sistem yang dikembangkan mampu mengukur dan menampilkan parameter kualitas air, yaitu pH, turbidity, dan Total Dissolved Solids (TDS), serta menghitung nilai Indeks Pencemaran secara real time melalui web server. Pengujian sistem dilakukan pada dua lokasi pengambilan data. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai Indeks Pencemaran di lokasi pertama sebesar 1,84 dan di lokasi kedua sebesar 1,91, yang keduanya termasuk dalam kategori tercemar ringan. Data hasil pengukuran dapat diakses melalui tautan web server yang disediakan. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring yang dirancang telah bekerja dengan baik dan mampu mengukur Indeks Pencemaran air secara akurat dan andal.

DAFTAR PUSTAKA

- Amir, A., Suwardoyo, U., & Irwan, I. N. P. (2024). Oceanographic Parameter Measurement System Based on LoRA Communication Module. *JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING*, 7(2), 435-447.
- Basuki, T. M., Indrawati, D. R., Setio Hadi Nugroho, H. Y., Pramono, I. B., Setiawan, O., Nugroho, N. P., ... & Sartohadi, J. (2024). Water Pollution of Some Major Rivers in Indonesia: The Status, Institution, Regulation, and Recommendation for Its Mitigation. *Polish Journal of Environmental Studies*, 33(4).
- Ewaid, S. H., & Abed, S. A. (2017). Water quality index for Al-Gharraf river, southern Iraq. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 43(2), 117-122.
- Fitriana, L., & Fawaid, A. S. (2023). Analisis Kualitas Air di Sungai Banjarkemantren Area Industri Menggunakan Metode Indeks Pencemaran. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 7(3), 1292-1297.
- Gunadi, I. G. A., & Rachmawati, D. O. (2022). Review penggunaan sensor pada aplikasi iot. *Wahana Matematika dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, dan Pembelajarannya*, 16(3).
- Handiani, D. N., & Heriati, A. (2020). Analisis sebaran parameter kualitas air dan indeks pencemaran di perairan Teluk Parepare-Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(2), 272-282.
- Ibrahim, A. M., & Solikhin, A. (2023). Sistem Kontrol Dan Monitoring Berbasis Iot Pada Lampu Dan Ac Di Laboratorium Komputer Politeknik Mitra Karya Mandiri. *Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informasi Dan Komputer*, 13(2), 87-91.
- Lestari, A., & Zafia, A. (2022). Penerapan Sistem Monitoring Kualitas Air Berbasis Internet Of Things. *LEDGER: Journal Informatic and Information Technology*, 1(1), 17-24.
- Manalu, J. W., & Gunoto, P. (2023). Perancangan Sistem Monitoring Kecepatan Angin

- Dan Temperature Udara Berbasis Internet of Things (IoT). *Sigma Teknika*, 6(1), 086-096.
- Marganingrum, D., Roosmini, D., Pradono, P., & Sabar, A. (2013). Diferensiasi Sumber Pencemar Sungai Menggunakan Pendekatan Metode Indeks Pencemaran (IP)(Studi Kasus: Hulu DAS Citarum). *Riset Geologi dan Pertambangan*, 23(1), 41-52.
- Maulida, S., Hamidy, F., & Wahyudi, A. D. (2020). Monitoring Aplikasi Menggunakan Dashboard untuk Sistem Informasi Akuntansi Pembelian dan Penjualan (Studi Kasus: UD Apung). *Jurnal Tekno Kompak*, 14(1), 47-53.
- Wartingrum, N., Ramadan, D. N., & Irawati, I. D. (2023). Implementasi Sistem Monitoring Kualitas Air Berbasis Lora pada Tambak Nila. *eProceedings of Applied Science*, 9(3).