

# **SISTEM MONITORING INDEKS PENCEMARAN AIR BERBASIS INTERNET OF THINGS**

**Asharullah<sup>1\*</sup>, A. Irmayani Pawelloi<sup>2</sup>, Muhammad Zainal<sup>3</sup>**

*<sup>1\* 2 3</sup> Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia  
Email : [asharullah05@email.com](mailto:asharullah05@email.com)*

**Abstract:** Pantai Cempae Kota Parepare terdapat banyak warung makan, sisa sisa makanan dan air cucian dibuang langsung sehingga pesisir laut menjadi tercemar. Tujuan penelitian ini adalah membuat web server berbasis IoT yang berfungsi mengetahui indeks pencemaran air laut. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif *research and development* untuk mengetahui indeks pencemaran air berdasarkan sensor pH, *turbidity*, dan TDS melalui web server berbasis iot. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perancangan sistem monitoring indeks pencemaran air berjalan baik. Pada pagi hari Sensor pH menghasilkan nilai 6.9, kekeruhan 2443 ntu, TDS 1179.1 ppm, dan IP dari ketiga sensor sebesar 1.91 dengan kategori tercemar ringan. Pada sore hari IP yang diperoleh sebesar 2.04 dengan pH 6.9, kekeruhan 2769 ntu, dan TDS 1179.1 ppm dengan kategori tercemar ringan.

**Kata Kunci:** Indeks pencemaran, Sistem monitoring, Sensor, IOT, Parepare.

## **1. PENDAHULUAN**

Upaya pengendalian pencemaran air yang dilakukan sebatas membandingkan nilai parameter kualitas air dengan baku mutu sehingga antar parameter dimungkinkan beda standar baku mutunya (Agustiningsih 2012). IP merupakan salah satu metode penilaian kualitas air sungai yang sederhana dan mudah diterapkan. Nilai IP menunjukkan tingkat pencemaran yang sifatnya relatif terhadap baku mutu air (BMA) yang dipersyaratkan pada sumber air (sungai) (Marganingrum et al. 2013). Saat menggunakan pendekatan IP, dua indeks dihitung: indeks pertama dan indeks kedua. Indeks rata-rata (IR) menampilkan tingkat polusi tipikal untuk semua faktor yang diukur dalam satu studi. Dalam satu kali pengukuran, indeks maksimum (IM) dapat mengidentifikasi parameter penurunan kualitas air yang paling signifikan (Fitriana dan Fawaid 2023).

Sistem monitoring akan memberikan dampak yang baik bila dirancang dan dilakukan secara efektif. Monitoring merupakan suatu kegiatan mengamati secara seksama suatu keadaan atau kondisi, termasuk juga perilaku atau kegiatan tertentu, dengan tujuan agar semua data masukan atau informasi yang diperoleh dari hasil pengamatan tersebut dapat menjadi landasan dalam mengambil keputusan tindakan selanjutnya yang diperlukan (Maulida 2020). Monitoring adalah pengawasan atau pemantauan terhadap suatu kegiatan sehingga menghasilkan sebuah informasi yang berguna. Informasi yang dihasilkan dapat mempermudah dalam mengambil keputusan terhadap kegiatan kedepannya (Maulana Ibrahim et al. 2023).

Sensor atau transduser adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah suatu besaran fisis kedalam besaran listrik. Dengan adanya berbagai macam

sensor maka berbagai fenomena fisis seperti suhu, kelembaban udara, tekanan udara, intensitas gas, kualitas udara, dll dapat dideteksi (Gunadi dan Rachmawati 2022). Untuk menjaga ekosistem di perairan laut, aspek penting yang perlu dikaji adalah kesesuaian kondisi parameter fisik-kimia oseanografi sebagai faktor penting dalam pertumbuhan ekosistem di perairan. Beberapa parameter fisika dan kimia oseanografi yang akan menjadi objek penelitian ini, seperti suhu perairan, kecerahan/kekeruhan perairan, pH perairan dan salinitas (Amir 2020).

*Internet of Things* atau yang sering banyak dikatakan dengan IoT adalah suatu konsep dimana konektifitas internet dapat melakukan pertukaran informasi satu sama lainnya dengan benda – benda yang berada di sekelilingnya. *Internet of Things* merupakan konsep yang dimana objek dapat mengirimkan data dengan menggunakan jaringan untuk melakukan aktivitas kerja tanpa bantuan campur tangan dari manusia ataupun interaksi dengan perangkat komputer (Lestari dan Zafia 2022). IOT muncul sebagai isu besar di Internet. Diharapkan bahwa miliaran hal fisik atau benda akan dilengkapi dengan berbagai jenis sensor terhubung ke internet melalui jaringan serta dukungan teknologi seperti tertanam sensor dan aktualisasi, frekuensi radio Identifikasi (RFID), jaringan sensor nirkabel, real-time dan layanan web, IOT sebenarnya cyber fisik sistem atau jaringan dari jaringan. Dengan jumlah besar hal / benda dan sensor / aktuator yang terhubung ke internet, besar-besaran dan dalam beberapa kasus aliran data real-time akan otomatis dihasilkan oleh hal-hal yang terhubung dan sensor (Junaidi 2020). IoT dapat menghubungkan benda-benda dengan koneksi internet sehingga dapat dilakukan pemantauan, pengontrolan jarak jauh melalui jaringan internet (Firdayanti 2023).

DN Handiani dkk., 2020, analisis sebaran parameter kualitas air dan indeks pencemaran di perairan teluk parepare-sulawesi selatan menganalisis sebaran spasial parameter kualitas air laut dan indeks pencemaran di perairan teluk parepare. N Wartingrum dkk., 2023, penelitian memasang perangkat monitoring kualitas air secara realtime di sungai ponggok dengan lora sehingga petambak dapat mengantisipasi perubahan air sungai karena cuaca dari hulu. SH Ewaid 2017, studi ini menyoroti pentingnya penerapan indeks kualitas air yang menunjukkan pengaruh total faktor ekologi terhadap kualitas air permukaan dan memberikan interpretasi sederhana terhadap data pemantauan untuk membantu masyarakat lokal dalam meningkatkan kualitas air.

Berdasarkan literatur diatas maka penelitian ini berfokus pada perancangan sistem monitoring untuk pengukuran indeks pencemaran air berbasis internet of things.

## **2. METODOLOGI PENELITIAN**

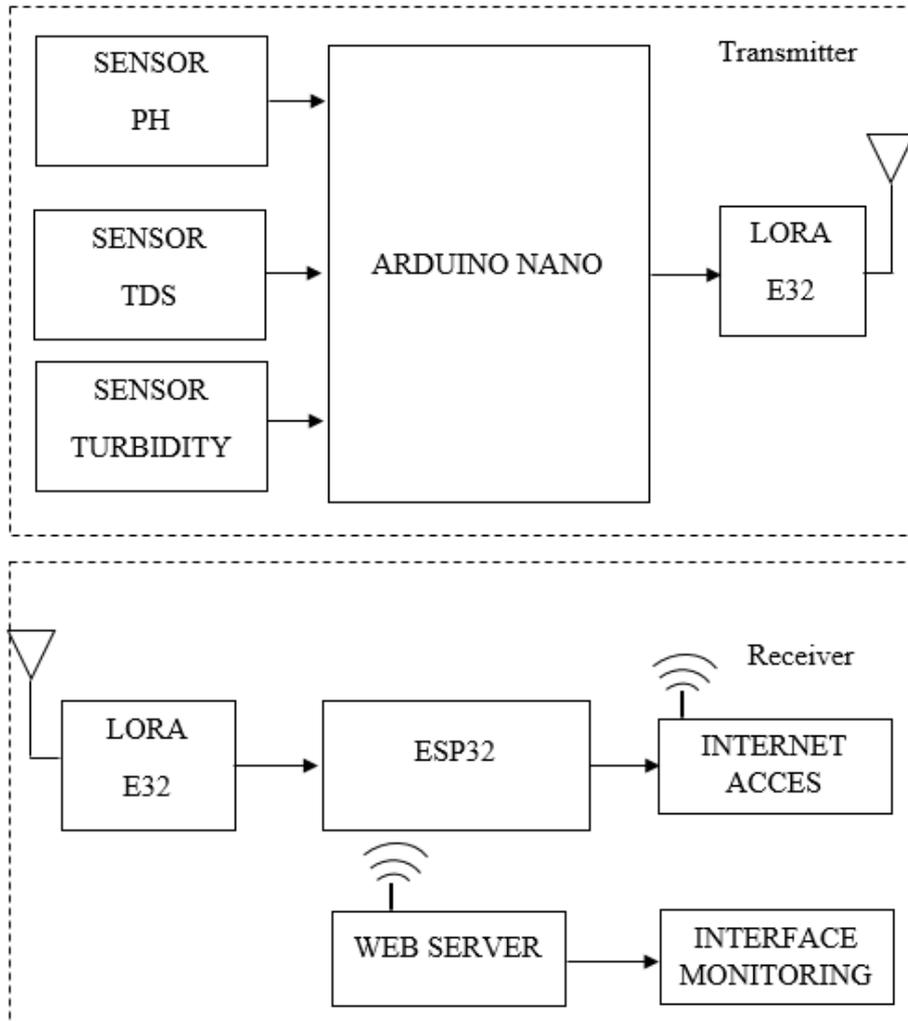
Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif berdasarkan *research and development* dimana akan melakukan perancangan sistem monitoring indeks pencemaran air di perairan parepare berbasis internet of things. Yang dilakukan di pesisir pantai cempae parepare. waktu pelaksanaan penelitian selama 3 bulan pada tahun 2024. Adapun alat dan bahan yang digunakan yaitu *hardware* dan *software*.

1. Perangkat Keras (*hardware*)

Perangkat keras yang digunakan terdiri dari beberapa komponen dan modul elektronika, yaitu mikrokontroler ESP32, arduino nano, sensor pH, sensor *turbidity*, sensor TDS, lora E32 ebyte, *push button*, *step down converter*, saklar, Hp.

2. Perangkat Lunak (*software*)

Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini adalah aplikasi arduino IDE yang berfungsi untuk memprogram mikrokontroler ESP32, arduino nano dan *web server*.



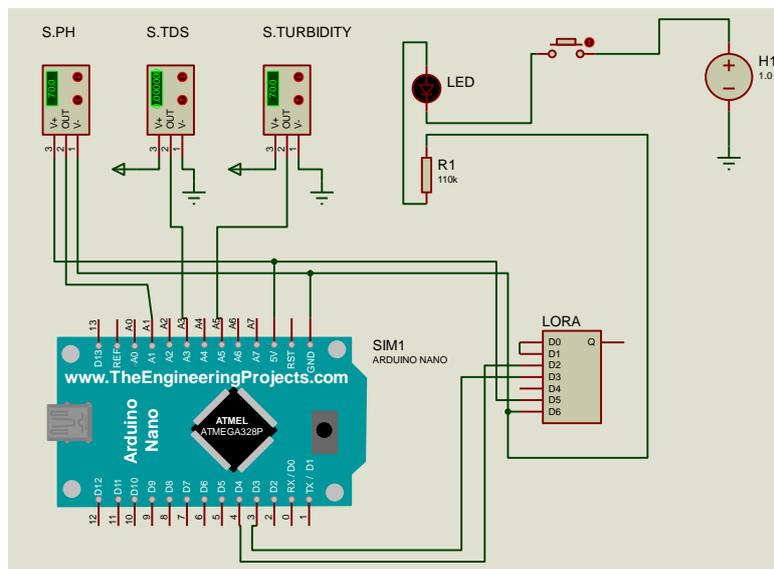
**Gambar 1.** Blok Diagram Indeks Pencemaran Air

Gambar 1, pada blok diagram di atas menampilkan suatu sistem monitoring menggunakan sensor yang dapat mendeteksi nilai pH, TDS, dan *Turbidity* secara *realtime*. Ketiga sensor diproses ke mikrokontroler dan dihubungkan ke LoRa sebagai pengirim (transmitter) setelah itu dikirimkan ke Lora penerima (receiver) dan diproses kembali oleh mikrokontroler. Setelah ketiga sensor mendeteksi masing-masing parameter, hasilnya akan dikirim ke web server dan dapat ditampilkan ke hp/ laptop.

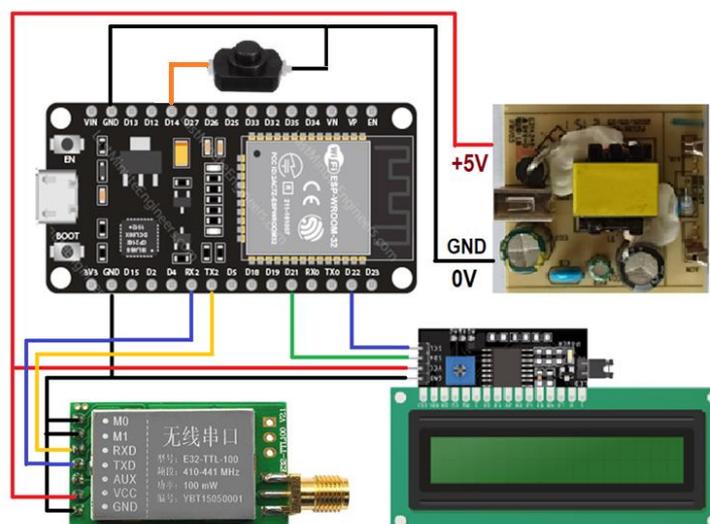
### 3.HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Pada proses perancangan *hardware*, digunakan komponen-komponen perangkat keras yang saling terhubung satu sama lain. Perangkat keras yang di gunakan ada beberapa, yaitu dengan dua rangkaian yang berbeda. Rangkaian pengirim (TX) dan rangkaian penerima (RX). Perangkat keras yang digunakan Rangkaian TX, yaitu arduino nano yang berfungsi membaca sensor pH, TDS dan turbidity dan lora untuk mengirim data agar dapat mengukur pencemaran air dari air laut. Juga perangkat keras yang digunakan rangkaian RX, yaitu esp32 yang berfungsi membaca data yang diterima dari lora TX ke lora RX, lalu dikirim ke internet yang akan ditampilkan melalui web server.



**Gambar 2.** Rangkaian pengirim data sensor (TX)



**Gambar 3.** Rangkaian penerima dan web server (RX)

Komponen perangkat keras pada gambar 2 dan 3 diatas yang digunakan terdiri dari:

1. Arduino nano berfungsi sebagai pengendali utama dalam memberi perintah pada setiap sensor yang digunakan untuk mengukur indeks pencemaran air, kemudian mengirim hasil data pembacaan ke arduino uno melalui lora TX.
2. Sensor PH berfungsi untuk mendeteksi keasaman yang ada didalam air.
3. Sensor TDS berfungsi untuk mendeteksi total zat padatan yang ada didalam air.
4. Sensor Turbidity berfungsi untuk mendeteksi kekeruhan yang ada didalam air.
5. Lora TX berfungsi mengirim hasil data pembacaan dari arduino nano ke lora RX Esp32.
6. Lora RX berfungsi menerima hasil data pembacaan dari lora TX.
7. ESP32 berfungsi memproses data dari lora RX kemudian mengirim ke lcd dan menampilkannya di *web server*.
8. LCD 20x4 dan modul I2C berfungsi menampilkan hasil dari pembacaan sensor.
9. *Push botton* berfungsi menampilkan *link web server*.

## 2. Perancangan perangkat lunak (*Software*)

Dalam tugas akhir ini menggunakan aplikasi *IDE Arduino* yang mengontrol bagian perangkat lunak ini adalah bagian pembuatan program yang akan dimasukkan ke mikrokontroler yaitu berupa perintah untuk mengolah data masukan untuk diaplikasikan.

## 3. Pengujian Sistem

Pengujian sistem secara keseluruhan bertujuan untuk mengetahui berfungsi tidaknya alat. Adapun prosedur pengujiannya adalah pengujian sensor pH, pengujian sensor *turbidity*, pengujian sensor TDS dan pengujian indeks pencemaran.

### 3.1 Pengujian Sensor pH

Pada tahap ini, Rangkai atau hubungkan sensor pH ke arduino uno menggunakan kabel jamper sesudah turhubung, jangan lupa mencelupkannya ke dalam air yang sudah diberi cairan penurun pH kemudian masukkan program sensor pH ke aplikasi arduino.cc lalu validasi program yang telah dimasukkan, jika berhasil maka selanjutnya upload program untuk melihat pembacaan sensor pH di serial monitor.

**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

Jumlah Tetesan	Pengujian Ke-	Hasil Pembacaan Sensor pH	Hasil Pembacaan pH meter
	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 yang telah dilaksanakan pengambilan data pada tiga jumlah tetesan dilakukan lima kali percobaan per tetesan, total percobaan sebanyak lima belas kali. Pada tetesan pertama dengan pengujian pertama sampai ke lima hasil pembacaan sensor pH dan pH meter yang didapatkan sama yaitu 7.34 dan 7.3. Pada tetesan tiga dengan pengujian pertama sampai lima hasil pembacaan sensor pH dan pH meter 7.16 dan 7.0. Dari hasil diatas maka pengujian akan semakin turun jika setiap jumlah tetesan nya bertambah. Dari lima belas pengujian hasil pembacaan sensor pH dan pH meter, pengujian paling tinggi yaitu pada tetesan pertama 7.34 dan 7.3. Hasil di atas sudah sesuai dengan sensor dan meter yang diuji, yang berarti sensor berfungsi dengan baik.

### 3.2 Pengujian Sensor *Turbidity*

Rangkai atau hubungkan sensor *turbidity* ke arduino uno menggunakan kabel jumper sesudah terhubung, jangan lupa mencelupkannya ke dalam air yang sudah diberi kopi bubuk kemudian masukkan program sensor *turbidity* ke aplikasi arduino.cc lalu validasi program yang telah dimasukkan, jika berhasil maka selanjutnya upload program untuk melihat pembacaan sensor *turbidity* di serial monitor.

**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 yang telah dilaksanakan pengambilan data pada takaran pertama dilakukan lima kali percobaan setiap volume air yang diberikan. Pada pengujian pertama dengan volume air 150 ml didapatkan hasil tahanan 4,70 v dan *turbidity* sebesar 2045. Hasil uji tersebut sudah sesuai kebutuhan, yang berarti sensor berfungsi dengan baik.

### 3.3 Pengujian Sensor TDS

Rangkai atau hubungkan sensor TDS ke arduino uno menggunakan kabel jamper sesudah terhubung, jangan lupa mencelupkannya ke dalam air yang sudah diberi garam halus kemudian masukkan program sensor TDS ke aplikasi arduino.cc lalu validasi program yang telah dimasukkan, jika berhasil maka upload program untuk melihat pembacaan sensor TDS di serial monitor.

**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 yang telah dilaksanakan pengambilan data pada takaran pertama dilakukan lima kali percobaan setiap volume air yang diberikan. Pada percobaan pertama dengan volume air 350 ml didapatkan hasil pembacaan sensor TDS dan TDS meter 412 ppm dan 431 ppm. Semakin tinggi nilai yang didapatkan pada TDS meter maka nilainya tidak bisa terbaca. Dari hasil pengujian tersebut sudah sesuai kebutuhan, yang berarti sensor bekerja dengan baik.

### 3.4 Pengujian Indeks Pencemaran (IP)

Rangkai atau hubungkan sensor pH, *turbidity*, TDS ke arduino uno menggunakan kabel jamper sesudah ketiganya terhubung, jangan lupa mencelupkannya ke air yang sudah diberi kopi, cairan penurun pH, dan garam halus kemudian masukkan program IP ke aplikasi arduino.cc lalu validasi program yang telah dimasukkan, jika berhasil maka

upload program untuk melihat pembacaan ketiga sensor di serial monitor. Lalu buka *microsoft excel* untuk mendapat nilai IP dan juga bisa dihitung secara 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
<i>Turbidity</i>	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
<i>Turbidity</i>	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, menunjukkan bahwa indeks pencemaran masuk kategori cemar ringan dengan tiga parameter pH, TDS dan *Turbidity* mendapat nilai indeks pencemaran 1.154. Hasil uji tersebut sudah sesuai kebutuhan, yang berarti pengujian IP bekerja dengan baik. Berikut cara menghitung IP menggunakan rumus di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 IP &= \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)^{2_M} + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)^{2_R}}{2}} \\
 &= \sqrt{\frac{(1.373)^2(0.959) + (1.373)^2(0.458)}{2}}
 \end{aligned}$$

$$= \sqrt{1.3318436385}$$

$$IP = 1.154$$

### 3.5 Pengujian keseluruhan alat

Sambungkan antenna lora pada alat setelah itu bawa lora tx ke pinggir pantai lalu celupkan ketiga sensor berupa pH, *turbidity*, dan TDS ke air laut setelah itu tunggu sampai alat mengirim data ke lora rx yang berada di darat untuk ditampilkan di web server.



**Gambar 4.** Gambar tampilan link web server

Gambar 4, merupakan link web server yang menampilkan hasil pengujian keseluruhan alat yaitu sensor pH 6.1, sensor *turbidity* 2759, sensor TDS 109.0 dan IP nya 0.82 dengan kategori baik.

## 4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan produk berupa alat perancangan sistem monitoring indeks pencemaran air di perairan Kota Parepare berbasis *internet of thing*. Pengujian di dua lokasi pengambilan data yaitu lokasi Beringin dengan IP=1.84 kategori tercemar ringan, lokasi Anjungan dengan IP=1.91 kategori tercemar ringan. Data ini dapat dilihat melalui *link web server*. Dipastikan alat yang dibuat sudah bekerja dengan baik yang dapat mengukur indeks pencemaran air.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustiningsih, dyah. 2012. Blukar river quality study, kendal regency in efforts to control riverpollution. <https://www.google.com/search?q=Agustiningsih%2C+dyah.+2012>.
- Amir, ashadi. 2020. "sistem pengukuran parameter oseanografi berbabsis lora modul komunikasi"4(1):185.92. <https://www.google.com/search?q=Amir%2C+ashadi>.
- Firdayanti. 2023. "sistem monitoring curah hujan dan kecepatan angin berbasis internet

- of things ( iot )" 1 (6): 1–5. <https://www.google.com/search?q=Firdayanti.+2023>.
- Fitriana, listin, dan ahmad sholahudin fawaid. 2023. "analisis kualitas air di sungai banjarkemantren area industri menggunakan metode indeks pencemaran." *G-tech: jurnal teknologi terapan* 7 (3): 1292–97. <https://doi.org/10.33379/gtech.v7i3.2915>.
- Gunadi, i gede aris, dan dewi oktofa rachmawati. 2022. "review penggunaan sensor pada aplikasi iot." *Wahana matematika dan sains: jurnal matematika, sains, dan pembelajarannya* 16 (3): 1858–0629. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/jpm/article/view/51037>.
- Junaidi, apri. 2020. "internet of things: sejarah teknologi dan penerapannya." *Jurnal isu teknologi* 14 (2): 92–99. [https://repository.upi.edu/68173/1/S\\_TE\\_1708059\\_Title.pdf](https://repository.upi.edu/68173/1/S_TE_1708059_Title.pdf)
- Lestari, anindhita, dan anggi zafia. 2022. "penerapan sistem monitoring kualitas air berbasis internet of things." *Ledger : journal informatic and information technology* 1 (1): 17–24. <https://doi.org/10.20895/ledger.v1i1.776>.
- Marganingrum, dyah, dwina roosmini, pradono pradono, dan arwin sabar. 2013. "diferensiasi sumber pencemar sungai menggunakan pendekatan metode indeks pencemaran (ip) (studi kasus: hulu das citarum)." *Jurnal riset geologi dan pertambangan* 23 (1): 41. <https://doi.org/10.14203/risetgeotam2013.v23.68>.
- Maulana ibrahim, anton, akhmad solikhin, mitra karya mandiri, dan program studi manajemen informatika politeknik mitra karya mandiri. 2023. "sistem kontrol dan monitoring berbasis iot pada lampu dan ac di laboratorium komputer politeknik mitra karya mandiri." *Jurnal universitas muhammadiyah jakarta* 13 (2): 87–91. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/just-it/index>.
- Maulida, sufia. 2020. "monitoring aplikasi menggunakan dashboard untuk sistem informasi akuntansi pembelian dan penjualan (studi kasus: ud apung)." *Jurnal tekno kompak* 14 (1): 47. <https://doi.org/10.33365/jtk.v14i1.503>.