

Sistem Monitoring Kekerusuhan Air Menggunakan Sensor *Turbidity* dan *Tranceiver* Lora Ebyte E220 Pada Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Masyarakat (PAMSIMAS)

Wardatul Jannah, Nini Firmawati *

Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Departemen Fisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas,
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 2 September 2024
Direvisi: 15 Januari 2025
Diterima: 8 Maret 2025

Kata kunci:

Buzzer
LoRa Ebyte E220
NodeMCU ESP8266
Sensor *turbidity* SEN0189
ThingSpeak

Keywords:

Buzzer
LoRa Ebyte E220
NodeMCU ESP8266
SEN0189 *turbidity* sensor
ThingSpeak

Penulis Korespondensi:

Nini Firmawati
Email: ninifirmawati@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Telah dibuat sebuah sistem *monitoring* kekerusuhan air menggunakan sensor *turbidity* dan *tranceiver* LoRa Ebyte E220 pada penyediaan air minum dan sanitasi masyarakat (PAMSIMAS). Alat yang dirancang pada penelitian ini menggunakan dua buah *transceiver* LoRa Ebyte E220, satu berfungsi sebagai *transmitter* (pengirim), dan yang lain berfungsi sebagai *receiver* (penerima). Unit pengirim dilengkapi dengan sensor *turbidity* SEN0189 untuk mendeteksi tingkat kekerusuhan air, serta NodeMCU ESP8266 sebagai pengolah dan pengirim data. Unit penerima dilengkapi dengan NodeMCU ESP8266 sebagai pengolah data, LCD untuk menampilkan hasil pemantauan tingkat kekerusuhan, serta buzzer sebagai alarm yang berbunyi jika kekerusuhan air melewati ambang batas tertentu. Webserver yang digunakan pada adalah *ThingSpeak*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mentransmisikan data tingkat kekerusuhan air melalui udara oleh *transceiver* LoRa Ebyte E220. Sistem sensor *turbidity* SEN0189 memiliki persentase kesalahan rata-rata sebesar 7,6 %. Kesalahan ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk sensitivitas sensor terhadap perubahan intensitas cahaya, variasi partikel pengotor dalam air, dan ketidakmampuan sensor untuk membedakan jenis partikel yang ada di dalam air. *Transceiver* LoRa dapat mentransmisikan data ketika berpenghalang sejauh 800 m, sedangkan tanpa penghalang mencapai 2000 m. Nilai yang didapatkan dari sensor ditampilkan pada LCD dan *ThingSpeak*.

A water *turbidity* monitoring system has been created using a *turbidity* sensor and LoRa Ebyte E220 *transceiver* for the provision of drinking water and community sanitation (PAMSIMAS). The tool designed in this research uses two LoRa Ebyte E220 *transceivers*, one functions as a *transmitter* (sender), and the other functions as a *receiver* (receiver). The sending unit is equipped with a SEN0189 *turbidity* sensor to detect water *turbidity* levels, as well as a NodeMCU ESP8266 as a data processor and sender. The receiving unit is equipped with a NodeMCU ESP8266 as a data processor, an LCD to display the results of monitoring *turbidity* levels, and a buzzer as an alarm that sounds if the water *turbidity* exceeds a certain threshold. The webserver used is *ThingSpeak*. The research results show that the system is capable of transmitting water *turbidity* level data through the air by the Ebyte E220 LoRa *transceiver*. The SEN0189 *turbidity* sensor system has an average error percentage of 7.6%. This error can be caused by several factors, including the sensor's sensitivity to changes in light intensity, variations in impurity particles in the water, and the sensor's inability to distinguish the types of particles present in the water. LoRa *transceivers* can transmit data when there is a barrier up to 800 m, while without a barrier it reaches 2000 m. The values obtained from the sensors are displayed on the LCD and *ThingSpeak*.

Copyright © 2025 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu kebutuhan terpenting bagi kehidupan manusia terutama untuk makanan dan minuman. Tetapi tidak semua sumber air bisa digunakan untuk kebutuhan manusia, karena air harus memenuhi beberapa kriteria baik secara kimia, fisika, bakteriologi maupun radioaktif Bahri and Fikriyah., (2018) Air minum yang aman bagi kesehatan adalah air yang memenuhi beberapa persyaratan standar seperti parameter tingkat kekeruhan air yang tidak boleh lebih dari 5 NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*) (Permenkes, 2010) salah satu sumber air yang digunakan masyarakat yaitu air PAMSIMAS.

PAMSIMAS merupakan singkatan dari penyediaan air minum dan sanitasi masyarakat, yang merupakan program pemerintah Indonesia untuk meningkatkan akses masyarakat terhadap air bersih dan sanitasi. PAMSIMAS sering menggunakan sumber air permukaan seperti air pegunungan, sungai, danau, air hujan, sumur gali sebagai sumber air minum. Air ini biasanya diambil, diolah, dan didistribusikan melalui sistem pipa untuk memenuhi kebutuhan masyarakat (Suriyani, 2020).

PAMSIMAS yang berada di Limau Manis Padang merupakan salah satu sumber air yang digunakan bagi masyarakat sekitarnya. Ketika diukur menggunakan google maps jarak rumah pengelola ke lokasi reservoir sejauh 650 meter sedangkan ketika diukur secara garis lurus jarak reservoir ke rumah pengelola sekitar 400 meter. Reservoir PAMSIMAS terletak di atas perbukitan yang tinggi dengan kondisi jalan yang sempit, berliku dan harus menanjak menuju atas bukit serta tidak memungkinkan untuk selalu melakukan pengecekan ke lokasi reservoir. Ketika hujan, jalan menuju reservoir licin sehingga pengelola melakukan pengecekan reservoir sekali 2 minggu dan saat tidak musim penghujan, pengelola hanya melakukan pengecekan sekali sebulan. Sehingga perlu untuk selalu mengawasi kekeruhan air PAMSIMAS dari jarak jauh secara *real-time* oleh pengelola dan segera mengambil tindakan ketika kekeruhan air melebihi batas maksimal.

Sebelumnya telah dilakukan penelitian tentang pengukuran kualitas air yang dilakukan oleh Rahman and Gultom., (2022) merancang alat *monitoring* air menggunakan sistem *real time clock* (RTC) dengan dilengkapi dengan penyimpanan data melalui SD card. Penelitian tersebut memiliki keterbatasan dalam akses data secara langsung karena hanya tersimpan di dalam SD card yang berkapasitas terbatas, serta adanya resiko kehilangan data jika terjadi kerusakan teknis pada kartu memori.

Penelitian yang menggunakan sistem dari jarak jauh telah dilakukan oleh Ammari dkk., (2019) dengan membuat *prototype* peringatan dini bencana banjir berdasarkan tingkat kekeruhan air sungai. Peneliti menggunakan *tranceiver* nRF24L01+ untuk transmisi data dalam sistem peringatan dini banjir serta mengukur tingkat kekeruhan air hulu sungai dengan *turbidity* sensor SEN0189. Pada penelitian ini memiliki kekurangan pada jangkauan komunikasi nRF24L01+ terbatas, sekitar 500 meter tanpa hambatan dan 300 meter dengan hambatan.

Solusi menangani masalah *monitoring* yaitu dengan menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT). Pada penelitian Akbar dkk, (2019) berhasil membuat sebuah *prototype* untuk *monitoring* kualitas air secara *online* pada sebuah waduk. Penelitian ini berhasil melakukan pembacaan sensor dan disimpan pada database *ThingSpeak* secara realtime. Sehingga dengan menggunakan IoT, kita dapat memantau serta dengan mudah mendapatkan data yang akurat dari jarak jauh. Salah satu perangkat yang dapat mengirimkan data dari jarak jauh yaitu dengan menggunakan LoRa. Teknologi LoRa (*Long Range*) memiliki jangkauan yang luas dan konsumsi daya yang rendah, sehingga cocok untuk aplikasi pemantauan jarak jauh. Sistem komunikasi LoRa digunakan untuk mengirim dan menerima data menggunakan radio frekuensi. LoRa dapat diatur sebagai *transmitter* untuk mengirim data maupun sebagai *receiver* untuk menerima data, sehingga memungkinkan komunikasi jarak jauh yang efisien dan andal antara kedua perangkat. LoRa tidak membutuhkan koneksi internet untuk mengirim dan menerima data, jarak tempuh *transmitter* LoRa sampai dengan 15 km (Setyo dkk., 2023).

Berdasarkan latar belakang penelitian yang sudah diuraikan maka penulis membuat sebuah sistem *monitoring* kekeruhan air menggunakan sensor *turbidity* dan *transceiver* LoRa Ebyte E220 pada penyediaan air minum dan sanitasi masyarakat (PAMSIMAS). Sensor *turbidity* SEN0189 digunakan untuk mengukur tingkat kekeruhan air. Pengiriman data nilai kekeruhan air ditransmisikan dengan *tranceiver* LoRa serta data ditampilkan pada LCD dan *website ThingSpeak*. Mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini menggunakan NodeMCU ESP8266 yang ditempatkan pada unit *transmitter* dan unit *receiver*. NodeMCU ESP8266 yang terletak pada *receiver* akan mengirimkan data

ke *website ThingSpeak*. Sistem juga terhubung dengan *buzzer* yang digunakan sebagai alarm jika kekeruhan melebihi batas ambang 5 NTU.

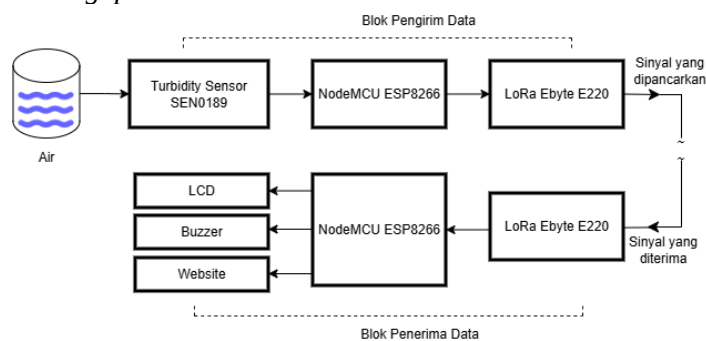
II. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi PC, jumper, turbidimeter digital, sampel air, kotak rangkaian, sensor *turbidity* SEN0189, NodeMCU ESP8266, LoRa Ebyte E220, *buzzer* dan LCD I2C.

2.2 Perancangan Diagram Blok Sistem

Perancangan blok diagram sistem dapat dilihat pada Gambar 1. Sistem dimulai dari melihat tingkat kekeruhan air dengan menggunakan sensor *turbidity*. Sensor dapat menghasilkan perubahan tegangan keluaran dan akan diproses oleh NodeMCU ESP8266. Data nilai kekeruhan air ditampilkan pada LCD dan *website ThingSpeak*.



Gambar 1 Diagram Blok Sistem

2.3 Pengujian Sistem dan Pengambilan Data

Sistem pengukuran unit *transmitter* mendeteksi tingkat kekeruhan air menggunakan sensor *turbidity* dan mengirimkan data kekeruhan ke unit *receiver*. Setiap perubahan dalam nilai kekeruhan air dikirim ke unit *receiver* untuk diproses. Unit *receiver*, yang dilengkapi dengan NodeMCU ESP8266, memproses data kekeruhan yang diterima dan menampilkan hasilnya pada LCD. Ketika nilai kekeruhan melebihi ambang batas 5 NTU, *buzzer* akan aktif dan LCD menampilkan peringatan "AIR KERUH." Sebaliknya, jika nilai kekeruhan turun di bawah 5 NTU, *buzzer* akan mati, dan LCD menampilkan pesan "AIR BERSIH.", data hasil pengujian ini juga disimpan secara otomatis di platform IoT *ThingSpeak* Gambar 2 merupakan pengujian yang dilakukan secara langsung ke lapangan.

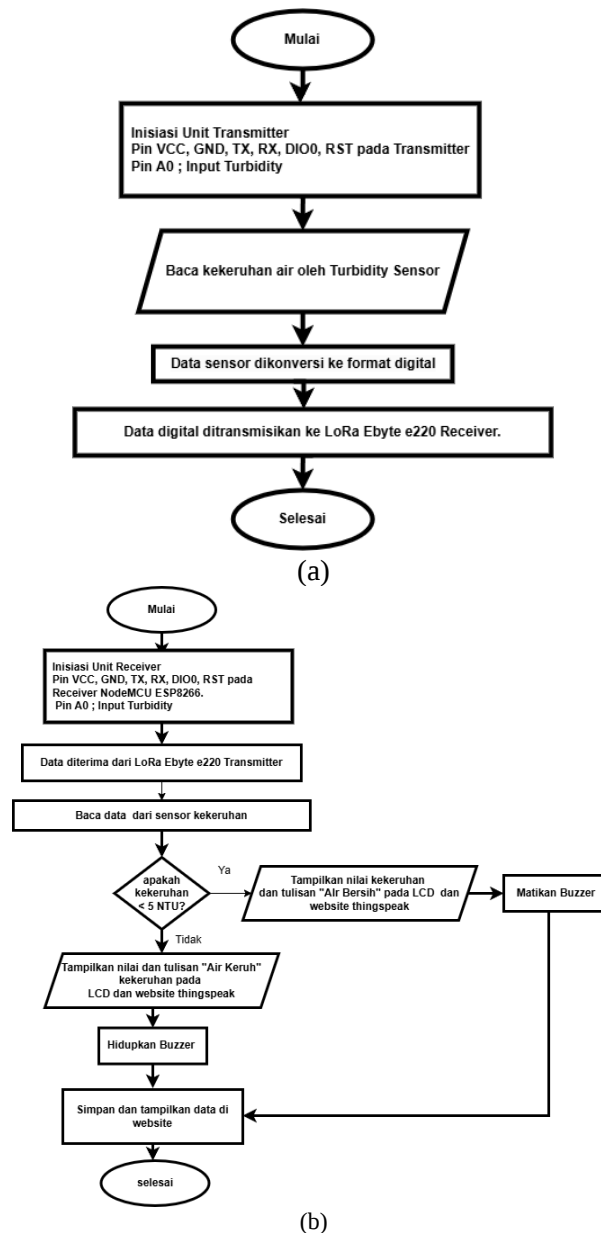


Gambar 2 Pengujian Bentuk Fisik Alat

2.4 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan sistem telemetri tingkat kekeruhan air ini menggunakan bahasa pemrograman *Integrated Development Environment* (IDE) yang merupakan bawaan dari Arduino UNO. Perancangan perangkat lunak sistem ini digunakan untuk memproses sinyal masukan dari sensor *turbidity* ke

mikrokontroler. Perancangan perangkat lunak terdiri dari unit *transmitter* dan unit *receiver*. Unit *transmitter* pada diagram alir Gambar 3a akan mengirim data ke unit *receiver* pada Gambar 3b.



Gambar 3 Diagram Alir Program (a) *Transmitter* (b) *Receiver*

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Hasil Pengukuran Kekeruhan Air dengan Sensor *Turbidity* SEN0189

Alat yang dirancang menggunakan sensor *turbidity* SEN0189 untuk mengindra kekeruhan air. Sensor mengkonversi nilai kekeruhan air menjadi besaran fisis berupa tegangan. Nilai tegangan keluaran sensor menjadi data masukan yang diolah oleh mikrokontroler sehingga alat dapat mengukur kekeruhan air. Nilai kekeruhan air yang diukur oleh alat yang dirancang, untuk sampel kekeruhan air yang sama, dibandingkan dengan nilai yang terukur pada alat standar turbidimeter digital TB1 . Data perbandingan hasil pengukuran kekeruhan air oleh alat yang dirancang ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1 Hasil pengukuran kekeruhan air

Sampel	Kekeruhan Air(NTU)		Nilai kesalahan absolute	Nilai Persentase Kesalahan (%)
	Alat Standar	Alat yang dirancang		
1.	1,16	1,14	0,02	1,72
2.	2,63	2,31	0,32	12,16
3.	5,26	5,07	0,19	3,61
4.	7,36	7,83	0,47	6,38
5.	49,70	55,86	6,16	12,39
	% Rata-rata		1,43	7,25

3.2 Hasil Pengujian LoRa Ebyte E220

Pengujian LoRa Ebyte E220 dilakukan untuk melihat jarak terjauh pengiriman data dari unit *transmitter* ke *receiver*. Pengukuran dilakukan dengan melihat jarak saat berpenghalang dan tanpa penghalang menggunakan aplikasi *google maps*. Pengambilan data berpenghalang dilakukan di lingkungan Universitas Andalas dan tanpa penghalang dilakukan di tepi pantai Padang. Hasil pengujian jarak berpenghalang dapat dilihat pada Tabel 2 sedangkan pengujian tanpa penghalang dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 2 hasil pengujian, terlihat bahwa kualitas sinyal dan jangkauan komunikasi mengalami penurunan pada kondisi berpenghalang hingga jangkauan 800 m.

Tabel 2 Hasil Pengujian Lora Berpenghalang

No.	Jarak Transmisi Data (m)	RSSI (dBm)	Kualitas sinyal	Status Pengiriman Data (Terkirim/Tidak Terkirim)
1	100	-50	Sinyal Sangat kuat	Terkirim
2	300	-68	Sinyal kuat	Terkirim
3	500	-70	Sinyal kuat	Terkirim
4	700	-69	Sinyal kuat	Terkirim
5	800	-85	Sinyal sedang	Terkirim
6	900	-92	Sinyal lemah	Tidak terkirim

Hasil pengukuran nilai RSSI menunjukkan bagaimana kekuatan sinyal menurun seiring bertambahnya jarak transmisi. Dalam pengujian ini, nilai RSSI diukur menggunakan LoRa yang dilengkapi fitur pembacaan RSSI. Modul ini secara otomatis menghitung kekuatan sinyal yang diterima di sisi penerima. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa modul LoRa Ebyte E220 dapat mentransmisikan data sejauh 2000 meter dalam kondisi tanpa penghalang (*Line of Sight*) dan hanya 800 meter ketika terdapat penghalang (*Non-Line of Sight*). Perbedaan ini disebabkan oleh karakteristik transmisi frekuensi radio pada 900 MHz yang digunakan oleh LoRa.

Tabel 3 Hasil Pengujian Lora Tanpa Penghalang

No.	Jarak Transmisi Data (m)	RSSI (dBm)	Kualitas sinyal	Status Pengiriman Data (Terkirim/Tidak Terkirim)
1	200	-59	Sinyal Sangat kuat	Terkirim
2	600	-60	Sinyal kuat	Terkirim
3	1000	-62	Sinyal kuat	Terkirim
4	1400	-70	Sinyal kuat	Terkirim
5	1600	-72	Sinyal sedang	Terkirim
6	2000	-80	Sinyal sedang	Terkirim
7	2200	-100	Sinyal lemah	Tidak terkirim

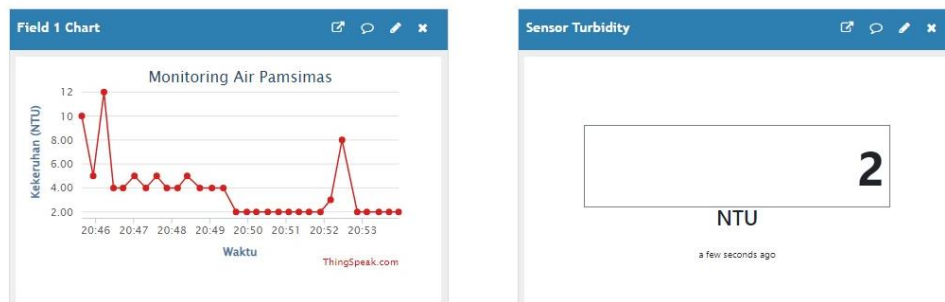
3.3 Hasil Pengujian NodeMCU ESP8266

Pengujian NodeMCU ESP8266 bertujuan untuk mengetahui apakah modul dapat menangkap sinyal internet yang telah diatur pada program. Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan sinyal internet ke NodeMCU ESP8266 serta mengukur jarak terhubungnya ke *hospot* portable. Hasil pengujian

dilakukan dengan menggunakan dua nama wifi. Dari kedua jaringan wifi yang dihubungkan didapatkan hasil bahwa koneksi wifi dapat terhubung dengan baik dan pengiriman sinyal ke website *ThingSpeak* dapat terkirim dengan baik.

3.4 Hasil Pengujian *ThingSpeak*

Pengujian *platform* IoT *ThingSpeak* bertujuan untuk memastikan bahwa data kekeruhan air dapat dikirimkan secara akurat dan *real-time* sesuai dengan program yang ditanamkan. Data ditampilkan berdasarkan hasil pembacaan sensor yang berbanding dengan waktu pembacaan yang didapatkan. *Field chart* 1 merupakan grafik pembacaan nilai kekeruhan air yang diukur dalam satuan NTU. Sedangkan, kotak sebelah kanan menunjukkan nilai kekeruhan terkini sensor yang terbaca. Tampilan data pada *ThingSpeak* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan data pada *ThingSpeak*

3.5 Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan untuk menguji kemampuan alat yang dirancang agar dapat bekerja sesuai tujuan. Pengujian dilakukan di sekitar kampus Universitas Andalas, khususnya dari area rektorat hingga belakang pertanian, dengan menggunakan sampel air PAMSIMAS dari berbagai kondisi. Kondisi lokasi pengujian yang hampir sama, yaitu jalannya yang berkelok dan banyak pepohonan, memungkinkan pengambilan sampel yang tanpa harus langsung menuju reservoir. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat yang dirancang mampu memantau kualitas air secara efektif, terutama ketika kekeruhan air melebihi 5 NTU. Pengiriman data dilakukan melalui modul *WiFi* NodeMCU ESP8266 yang berfungsi sebagai media transfer data secara *real-time* dan terhubung dengan internet. Data hasil *monitoring* dapat divisualisasikan melalui platform *ThingSpeak*.



Gambar 5 Bentuk Fisik Alat Secara Keseluruhan (a) *Transmitter* (b) *Receiver*

Berdasarkan Gambar 5 terdiri dari dua unit *transmitter* dan *receiver*. unit *transmitter* terdiri dari sensor *turbidity*, NodeMCU ESP8266 dan LoRa Ebyte E220, sedangkan unit *receiver* terdiri dari NodeMCU ESP8266, LoRa Ebyte E220, buzzer, dan LCD. Unit *transmitter* di posisikan di lapangan rektorat dan mengirimkann nilai kekeruhan dari sampel air PAMSIMAS oleh sensor melalui gelombang radio yang dipancarkan *receiver*. Data diterima di unit *receiver* di sekitar pertanian dan diolah oleh mikrokontroler. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Pengujian Secara Keseluruhan

Sampel	Rata-rata Kekeruhan (NTU)	Tampilan LCD	Buzzer (On/off)	Website (Ter kirim/Tidak)	Transmisi data (Ter kirim/tidak)
A	1,39	Air Bersih	Off	Ter kirim	Ter kirim
B	4,57	Air Bersih	Off	Ter kirim	Ter kirim
C	7,83	Air Keruh	On	Ter kirim	Ter kirim
D	29,8	Air Keruh	On	Ter kirim	Ter kirim
E	53,9	Air Keruh	On	Ter kirim	Ter kirim

Dalam Tabel 4 telah dilakukan pengujian terhadap lima sampel air yang diambil langsung dari rumah pengguna air PAMSIMAS dengan kondisi air yang bervariasi. Setiap sampel diuji sebanyak lima kali. Hasil rata-rata dari pengujian menunjukkan bahwa sampel A memiliki nilai 1.39 NTU, sampel B 4.57 NTU, sampel C 7.83 NTU, sampel D 28.9 NTU, dan sampel E 53.9 NTU. Alat yang dirancang dalam penelitian ini bertujuan untuk mempercepat proses pemantauan oleh pengelola air ketika tingkat kekeruhan melewati batas ambang yang telah diprogramkan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, alat pemantauan kualitas air PAMSIMAS menggunakan sensor *turbidity* SEN0189 dan LoRa *transceiver* dapat bekerja dengan baik untuk memantau tingkat kekeruhan air. Karakterisasi sensor *turbidity* menunjukkan tingkat akurasi yang cukup baik dengan persentase kesalahan rata-rata sebesar 7,06%. Pengujian *transceiver* LoRa menunjukkan bahwa alat mampu mengirimkan data hingga jarak 2000 m tanpa penghalang, sedangkan dengan penghalang jarak efektifnya menurun hingga 800 m. Sistem ini juga mampu memberikan hasil pemantauan yang *real-time* dengan dua kondisi utama, yaitu "Air Bersih" dan "Air Keruh," yang ditampilkan pada layar LCD, serta adanya bunyi peringatan melalui *buzzer*.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S.A., Kalbuadi, D.B., Yudhana, A., 2019, Online *Monitoring* Kualitas Air Waduk Berbasis *ThingSpeak*, Hal. 5–9.
- Ammari, S., Wildian, W., Harmadi, H., 2019, Rancang Bangun Sistem Peringatan Dini Banjir Berdasarkan Tingkat Kekeruhan Air Hulu Sungai dengan *Turbidity* Sensor SEN0189 dan *Transceiver* nRF24L01+, *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 8, Hal. 240–244, DOI: 10.25077/jfu.8.3.240-244.2019.
- Bahri, S., Fikriyah, K., 2018, Prototype *Monitoring* Penggunaan dan Kualitas Air Berbasis Web Menggunakan Raspberry Pi, *Jurnal Elektum*, Vol. 15, Hal. 42–50.
- Rahman, R., Gultom, F.B., 2022, Desain Dan Perancangan Instrumen *Monitoring* Kekeruhan Air Dengan Sistem Real Time Clock (Rtc), *Jurnal Kumparan Fisika*, Vol. 5, Hal. 23–30, DOI: 10.33369/jkf.5.1.23-30.
- Peraturan Menteri Kesehatan No. 492/MENKES/PER/VI/2010. Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Jakarta
- Setyo, I., Muhammad, W., Firdaus, A., Laksana, T.T., Studi, P., Elektro, T., 2023, Sistem *Monitoring* Ruang Server Berbasis Internet of Things Menggunakan Komunikasi Wireless LoRa Ebyte E32, *Jurnal Sistem Cerdas*, Vol. 6, Hal. 222–231.
- Suriyani, I., 2020, Sistem Informasi Pembayaran Rekening Air Berbasis Web Pada PAMSIMAS Jorong Panyalai, *Indonesian Journal of Technology, Informatics and Science (IJTIS)*, Vol. 1, Hal. 21–26, DOI: 10.24176/ijtis.v1i2.4833.