

Sistem Deteksi Kejernihan Air dengan Menggunakan LoRa

Tasdik Darmana¹; Muchammad Nur Qosim²; Syarif Hidayat³; Ariman⁴

^{1,2,3}Institut Teknologi PLN

⁴Institut Sains & Teknologi Nasional (ISTN)

tasdik.darmana@itpln.ac.id

ABSTRACT

This study was conducted to make it easier to detect water turbidity in locations far from telecommunications facilities and information can be received quickly. Based on these conditions, tests are carried out to detect the level of turbidity of water that is in a remote location and is not reached by telecommunications networks. To test the turbidity level of water, a turbidity sensor of the SEN0189 type with a LoRa Shield frequency of 915MHz is used. The test results showed that, testing when the water flowed affects the turbidity value which is increasing. The change in the increase was quite significant, especially in water with a high turbidity level from 3.47 to 7.66 NTU, while for clear water, there was no significant change, from 0.73 to 0.81 NTU and a data transmission time of about 2 seconds, with the farthest distance of 2240 meters LOS and a LoRa height of 44 meters and an RSSI of -109 dBm

Keywords: Sensor Turbidity SEN0189, LoRa Shield 915 MHz, LOS, RSSI, NTU

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk memudahkan dalam mendeteksi kekeruhan air yang berada dilokasi yang jauh dari sarana telekomunikasi dan informasi dapat diterima dengan cepat. Berdasarkan kondisi tersebut, maka dilakukan pengujian untuk mendeteksi tingkat kekeruhan air yang berada dilokasi yang jauh dan tidak terjangkau jaringan telekomunikasi. Untuk menguji tingkat kekeruhan air, digunakan sensor turbidity yang jenis SEN0189 dengan frekuensi LoRa Shield 915MHz. Hasil pengujian menunjukkan bahwa, pengujian saat kondisi air mengalir mempengaruhi nilai turbidity yang semakin meningkat. Perubahan kenaikan tersebut cukup signifikan, terutama pada air yang tingkat kekeruhannya tinggi dari 3,47 menjadi 7,66 NTU, sedangkan untuk air yang jernih, tidak terjadi perubahan yang berarti, dari 0,73 menjadi 0,81 NTU dan waktu pengiriman data sekitar 2 detik, dengan jarak terjauh 2240 meter LOS dan ketinggian LoRa 44 meter dan RSSI -109 dBm

Kata Kunci: Sensor Turbidity SEN0189, LoRa Shield 915 MHz, LOS, RSSI, NTU

1. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber kehidupan bagi mahluk hidup. Banyaknya pembangunan infrastruktur dan pembuangan limbah serta berbagai polutan sering mencemari kualitas tanah, sehingga tanah sebagai tempat menyimpan airpun tercemar. DKI Jakarta merupakan

ibu kota Republik Indonesia dimana kegiatan perindustrian dan perkantoran terpusat. Berdasarkan data dari Dinas Lingkungan Hidup kondisi air tanah di DKI Jakarta semester 1 tahun 2018 mengalami pencemaran. Terdapat 42 kecamatan di DKI Jakarta yang kondisi airnya tercemar berat dan sedang di beberapa kelurahannya. Kondisi air tanah di DKI Jakarta dikategorikan menjadi empat yaitu baik, tercemar berat, tercemar sedang, dan tercemar ringan. Kategori ini berdasarkan kandungan partikel atau zat-zat kimia yang terdapat didalam air tanah. Tercemar berat apabila air mengandung air raksa, helium, zat padat dan zat kimia lainnya sedangkan tercemar sedang hanya beberapa zat kimia yang terdapat didalamnya, dan ringan apabila didalamnya mengandung zat kimia yang bersifat ringan dan dikategorikan kondisi baik apabila tidak terdapat zat kimia yang membahayakan didalamnya.[1]

Penyebab pertama adalah eksploitasi tanah oleh rumah tangga dan industri, khususnya air tanah bagian dalam. Lalu yang kedua, karena berkurangnya Ruang Terbuka Hijau (RTH) yang secara alamiah menjadi penyaring sekaligus penampung untuk air hujan. Yang ketiga, karena banyaknya limbah/ buangan industri dan rumah tangga yang polutif. Akibatnya, air dan lingkungan menjadi tercemar. Dan terakhir, belum adanya "konsep hijau" untuk daur ulang air.

Ciri-ciri air yang kualitasnya menurun dapat terlihat dari warna, bau dan rasa air yang berubah dan berbeda dengan air berkualitas tinggi. Sedangkan air yang terlihat jernih, namun sebenarnya justru tercemar beberapa mikroba atau zat lain yang kadarnya kecil sehingga bersifat transparan.

Kekeruhan air ditentukan oleh kandungan partikel yang tersuspensi sehingga dapat merubah warna, aroma atau kekeruhannya, seperti lumpur atau bahan organik lainnya. Untuk mengukur tingkat kekeruhan air digunakan satuan NTU atau Nephelometric Turbidity Unit. Batas maksimum tingkat kekeruhan air minum yang dianjurkan oleh WHO adalah 5 NTU. [2]

Turbidity atau kekeruhan air dapat disebabkan oleh clay pasir, zat organik dan anorganik yang halus, plankton dan mikroorganisme lainnya. Standar kekeruhan air ditetapkan antara 5-25 NTU (Nephelometric Turbidity Unit) dan bila melebihi batas yang telah ditetapkan akan menyebabkan :

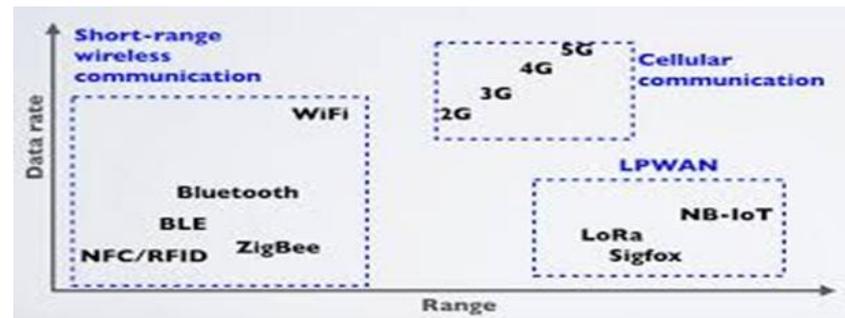
1. Mengganggu estetika
2. Mengurangi efektivitas desinfeksi air

Ada beberapa metode pengukuran kekeruhan yaitu :

1. **Nephelometric method**, nephelometric turbidity unit prinsip kekeruhan air dengan cara ini adalah didasarkan pada perbandingan intensitas cahaya yang disebabkan oleh suatu larutan standard dalam kondisi sama, semakin tinggi intensitas yang terserap makin tinggi kekeruhan alat yang digunakan beberapa turbidimeter sampel tube.
2. **Visual method**, Jackson Turbidity Unit. Yang dimaksud dengan visual method adalah pengukuran kekeruhan air dengan menggunakan candle turbidimeter. prinsip pengukuran adalah didasarkan pada panjangnya cahaya melalui suatu suspensi yang dihitung tepat pada saat bayangan nyala lilin (candle) hilang. Makin panjang jalan candle turbidimeter, botol untuk membandingkan kekeruhan secara visual. Jackson Candler Turbidimeter ini

kemudian digunakan sebagai perlengkapan standar untuk pengukuran turbiditas. Satu unit turbiditas Jackson Candler Turbidimeter dinyatakan dalam 1 unit JTU. Jackson Candler Turbidimeter adalah pengukuran visual yang membandingkan sampel air dengan standar.[3]

3. **Turbiditer holigne**, digunakan untuk mengukur kekeruhan 0-15 unit. Prinsip kerjanya adalah penerangan efek tundal dalam penyusunan sumber cahaya terhadap sampel air. Dalam hal ini tidak digunakan suspensi standar.



Gambar 1. Perbandingan LoRa terhadap jenis komunikasi lain

Di antara teknologi LPWAN yang bersaing ini, LoRa menarik perhatian terutama karena menawarkan konektivitas ke perangkat berdaya rendah. Penerapan LoRa di lingkungan luar ruangan (outdoor) sudah berkembang dengan pesat, karena memiliki jangkauan sampai 15 km dengan lebih dari 60% tingkat pengiriman dalam kondisi Line-of-Sight (LOS) di daerah pedesaan [4].

Berikut ini beberapa penelitian yang membahas mengenai sensor turbidity seperti yang dilakukan oleh Mohamad Abdul Jalil Faza, dkk. Penelitian ini akan menggunakan tiga sensor untuk mengukur parameter-parameter penentuan kualitas air yaitu sensor suhu air waterproof DS18B20, sensor kekeruhan SEN0189, dan pH meter SEN0161. Sistem ini bekerja dengan cara mengukur parameter-parameter tersebut lalu mengirimnya ke dalam platform internet of thing (ThingSpeak) dengan menggunakan komunikasi LoRa. Dari hasil pengujian prototype tersebut diperoleh nilai eror sensor PH4502C sebesar 2.10%, sensor kekeruhan SEN0189 sebesar 1.24% dan sensor suhu DS18B20 6,79% dan jarak terjauh yang masih dapat menerima data sensor adalah 400m dengan SNR -108,13 dB. [5]. Penelitian tentang pemanfaatan LoRa untuk mendeteksi kekeruhan air, telah dilakukan oleh Anwar Sholeh Putra dengan judul Sistem Monitoring Kualitas dan Debit Air Sungai berbasis IoT dengan LPWAN LoRA, namun pembahasannya menggunakan dalam mendeteksi tingkat keasaman air (pH) dan sensor turbidity dengan menitikberatkan pada tingkat ketelitian sensor dalam mendeteksi pH dan kekeruhannya yang mencapai 99,73% untuk sensor pH dan 92,98% untuk sensor turbidity[6]. W L Hakim dkk. meneliti sifat dan karakteristik sensor turbidity SEN0189 terhadap cairan yang terkontaminasi sedimen dengan diameter <math><60\mu\text{m}</math> untuk ditambahkan ke dalam kolam yang berisi 1 liter air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi sedimen yang terlarut dalam kolam air maka tegangan

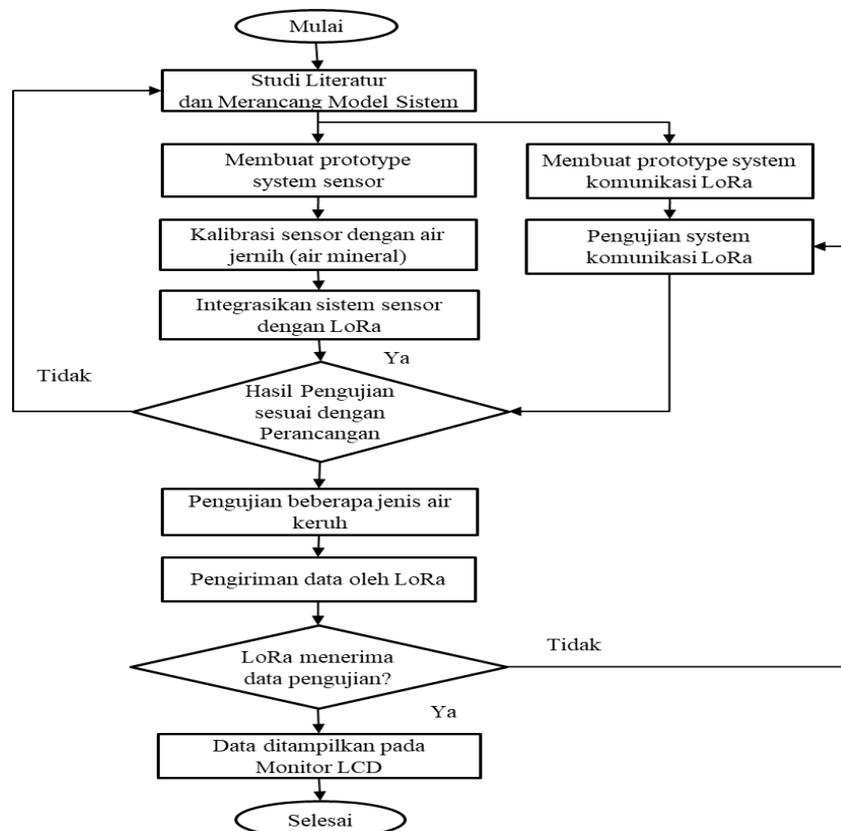
keluaran sensor akan semakin kecil. Sensor memiliki sensitivitas $-0,0008$ dan tegangan output ketika sensor mendeteksi 0 NTU adalah $3,9994$ volt dengan tegangan operasi $5V$ dan sensor dapat mendeteksi kekeruhan air secara linier dalam rentang pengujian $1,873$ NTU hingga $1011,93$ NTU. [6]

Sedangkan penelitian yang dilakukan adalah mendeteksi tingkat kekeruhan air dengan membandingkan 3 jenis air, juga pengiriman data melalui LoRA dengan frekuensi 915 MHz, dalam kondisi air diam (didalam wadah) juga dalam kondisi air mengalir.

2. METODE DAN PERANCANGAN PENELITIAN

Sensor Turbidity adalah sensor kekeruhan atau kejernihan dimana sensor ini mendeteksi kualitas air dengan mengukur tingkat kekeruhan. Prinsip kerja dari sensor kekeruhan ini sama seperti sensor proximity karena terdapat LED sebagai transmitter dan photo diode (receiver). Dan pada sensor ini memanfaatkan cahaya yang dipancarkan pada LED yang kemudian hasil pemantulan cahaya yang akan dibaca oleh sensor. Sensor ini mampu mendeteksi partikel partikel kecil dalam air. Jika jumlah partikel dalam air meningkat maka hasil tingkat kekeruhan juga ikut meningkat. Sensor ini digunakan dalam pengukuran kualitas air disungai, limbah dan pengukuran laboratorium. Dalam penelitian ini, pengujian dilakukan di Smart Electronic Systems Laboratory (SESL) IT-PLN dengan menggunakan 3 jenis air dengan tingkat kekeruhan yang berbeda, yaitu air jernih yang diambil dari keran, air dicampur dengan tanah dan air dicampur dengan sedimen pasir.

Alur penelitian dapat dilihat pada diagram dibawah ini.



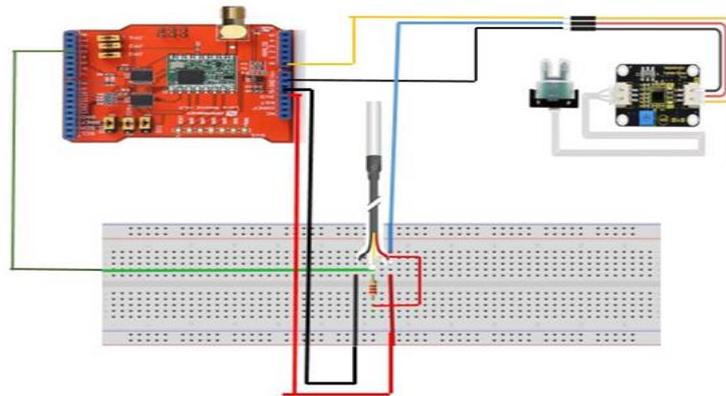
Gambar 2. Diagram Alur Penelitian
Sampel kekeruhan dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini.



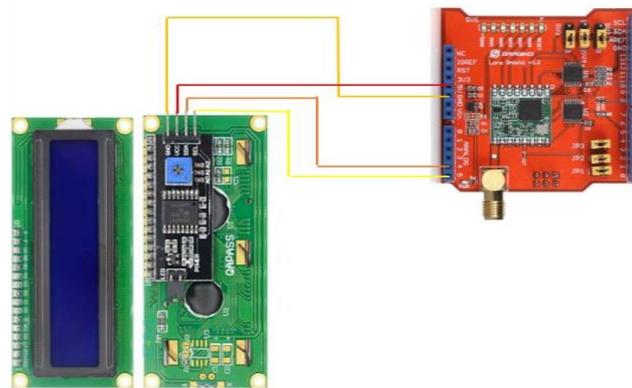
Gambar 3. Jenis sampel Air yang diuji

Pada nephelometri dan turbidimetri, sumber cahaya diproyeksikan melalui sampel cairan yang disimpan dalam wadah sampel transparan. Umumnya, nephelometri menggunakan sumber cahaya yang memiliki panjang gelombang relatif singkat (misalnya, 500 nm-800 nm) dan efektif digunakan untuk mendeteksi partikel dengan ukuran sangat kecil. Sedangkan, turbidimetri umumnya menggunakan sumber cahaya yang memiliki panjang gelombang lebih panjang (misalnya, 800 nm-1100 nm) dan efektif digunakan untuk mendeteksi partikel dengan ukuran yang lebih besar. Jika seberkas cahaya dilewatkan melalui sampel keruh, intensitasnya dikurangi dengan hamburan, dan jumlah cahaya yang tersebar tergantung pada konsentrasi dan distribusi ukuran partikel. Dalam nephelometri intensitas cahaya yang tersebar diukur, sedangkan dalam turbidimetri, intensitas cahaya yang ditransmisikan melalui sampel diukur.

Sensor yang digunakan dalam pengujian ini adalah jenis sensor turbidity type SEN0189. Prinsip kerja sensor ini didasarkan pada prinsip bahwa ketika cahaya diteruskan dari fotodiode ke fototransistor dalam air, jumlah cahaya yang ditransmisikan melalui air tergantung pada jumlah materi lain yang tersuspensi di dalam air [7], jika jumlah bahan lain meningkat maka jumlah cahaya yang ditransmisikan oleh fotodiode menuju fototransistor akan berkurang karena terhalang oleh bahan lain [8]. Prinsip kerja dari rangkaian ini adalah ketika sensor dimasukkan ke dalam air keruh maka sensor akan memberikan data analog yang akan tumbuh lebih besar seiring dengan meningkatnya kekeruhan dalam air. Data analog akan dibaca dan diubah oleh mikrokontroler menjadi sinyal analog untuk diubah menjadi tegangan output sensor sebagai hasil pengukuran [9].



Gambar 4. Wiring diagram LoRa pemancar



Gambar 5. Wiring diagram LoRa Penerima dan LCD

Sistem komunikasi untuk mengirim data hasil pengujian menggunakan Dragino LoRa Shield dengan frekuensi 915 MHz, dan data yang diterimaakan ditampilkan di layar LCD serta monitor computer. Dalam pengujian pengiriman data tersebut, dilakukan dengan mengukur nilai RSSI dan jarak optimum yang diperoleh dan dilakukan dalam kondisi LOS.

Pengujian pengiriman data melalui LoRa dilakukan dengan mengukur kekuatan sinyal secara *NLOS (non-Line Os Sight)* dengan menempatkan LoRa pengirim (sender) diatas Gedung IT-PLN yang berada di lantai 12.. Menurut Pratap Kumar Sahu, RSSI (*Received Signal Strength Indication*) merupakan parameter pengukuran yang digunakan untuk mengukur kualitas penerimaan sinyal yang diperoleh. Nilai RSSI semakin dekat dengan 0, maka semakin baik sinyal tersebut.Semakin jauh jarak dan terdapat penghalang akan mempengaruhi nilai RSSI [10]. Nilai dari RSSI dibagi menjadi beberapa level seperti yang ditunjukkan pada tabel

Tabel 1. Level Sinyal RSSI

Level RSSI (dBm)	Keterangan
-30 sampai -60	Sangat kuat, jarak pemancar & penerima sangat dekat
-60 sampai -90	Sangat baik, cakupan dekat
-90 sampai -105	Baik, terdapat beberapa data yang tidak diterima
-105 sampai -115	Buruk, dapat menerima tetapi sering drop-out
-115 sampai -120	Sangat buruk, sinyal lemah data sering hilang

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sensor turbidity bertujuan untuk mengetahui kejernihan pada air. Pengujian ini menggunakan beberapa sampel air yaitu air mineral, air keruh yang bercampur pasir dan air kotor yang bercampur lumpur. Kondisi air yang diuji dilakukan dalam keadaan yang berbeda, yaitu dalam kondisi diam (didalam wadah) dan dalam kondisi air bergerak, dengan cara air didalam wadah tersebut diaduk. Hasil pengujian dapat dilihat pada table dibawah ini. :

Tabel 2. Pengujian turbidity dalam kondisi air diam (didalam wadah)

Jarak LoRa tx dan Rx = 2240 m, dengan ketinggian 44 meter, Kondisi Air diam						
No. Pengujian	Air Jernih (NTU)	Waktu pengiriman	Air Pasir (NTU)	Waktu pengiriman	Air lumpur (NTU)	Waktu pengiriman
1	0,61	1 det	1,87	1 det	3,47	2 det
2	0,75	2 det	2,12	1 det	3,46	1 det
3	0,73	1 det	1,92	2 det	3,47	2 det
4	0,73	2 det	1,82	1 det	3,47	2 det
5	0,68	1 det	2,13	1 det	3,46	1 det

Dari table 2 diatas menunjukkan bahwa sensor dapat mendeteksi tingkat kekeruhan mendeteksi tingkat kekeruhan dan proses pengiriman data dilakukan memerlukan waktu tidak lebih dari 2 detik.

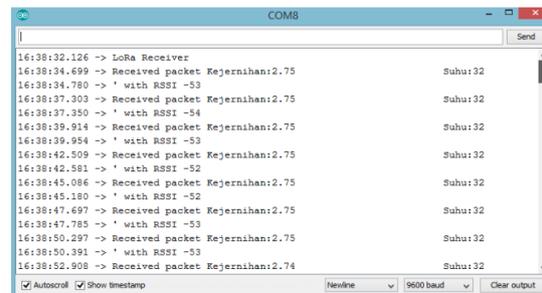
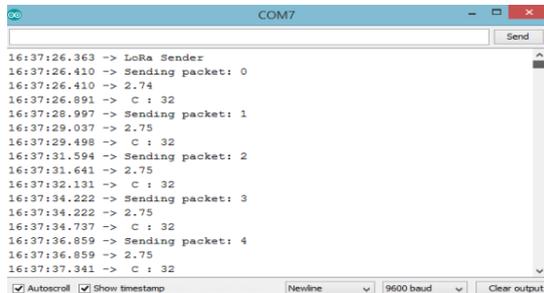
Tabel 3. Pengujian turbidity dalam kondisi air bergerak (diaduk)

Jarak LoRa tx dan Rx = 2240 m, dengan ketinggian 44 meter, Kondisi Air diaduk						
No. Pengujian	Air Jernih (NTU)	Waktu pengiriman	Air Pasir (NTU)	Waktu pengiriman	Air lumpur (NTU)	Waktu pengiriman
1	0,65	1 det	1,96	1 det	5,51	1 det
2	0,7	1 det	3,2	2 det	6,55	1 det
3	0,81	1 det	2,82	2 det	6,61	2 det
4	0,78	2 det	2,86	1 det	7,66	2 det
5	0,72	2 det	2,31	2 det	6,58	1 det

Dari table 3 diatas menunjukkan bahwa ada perubahan yang cukup signifikan saat sensor mendeteksi kekeruhan,terutama pada air yang bercampur dengan lumpur. Hal ini terjadi karena endapan lumpur yang bergerak didalam wadah mempengaruhi proses pembiasan

didalam system kerja sensor. Sedangkan pada air yang jernih, tidak terjadi perubahan yang signifikan. Proses pengiriman data tidak mengalami perubahan yang berarti, walaupun nilai RSSI dalam kategori buruk, karena sering mengalami drop-out.

Pengujian pengiriman data dengan menggunakan LoRa dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 6. Tampilan data base pemancar

Gambar 7. Tampilan data pada penerima

Dari pengujian yang pernah dilakukan oleh penulis dengan menempatkan LoRa dilantai 12 Gedung IT-PLN dan jarak terjauh yang dicapai adalah 2240 m dengan nilai RSSI -109dBm dan jika dilakukan dengan menempatkan LoRa loby kampus IT-PLN, jarak terjauh yang diperoleh 675 m dengan nilai RSSI -109dBm. [11]

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang lakukan hanya didapati hasil sebagai berikut :

1. Penggunaan sensor turbidity SEN0189 cukup efektif digunakan dalam mendeteksi tingkat kekeruhan air.
2. Penggunaan system komunikasi radio dengan LoRa dapat bekerja dengan baik dalam mentransfer data, walau kadang proses pengirimannya masih terputus-putus. Tapi tidak mempengaruhi proses deteksi sensor.
3. Kondisi cuaca saat melakukan pengiriman data, tidak terlalu berpengaruh dalam proses pengiriman data pengujian.

Dari hasil pengujian ini, maka pemakaian LoRa untuk mendeteksi tingkat kekeruhan air dapat diaplikasikan ditempat-tempat yang tidak ada jaringan komunikasi, namun ketinggian posisi LoRa sangat menentukan jangkauan pengiriman datanya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi PLN yang telah memberi dukungan yang membantu pelaksanaan penelitian dan atau penulisan artikel.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta
[2] NN., “ Guidelines for Drinking Water Quality “, Vol. 1, Belgium : World Health Organization.(1988).
[3] Akhmad Azis et al. "Water turbidity impact on discharge decrease of groundwater recharge in recharge reservoir" The 5th International Conference of Euro Asia Civil Engineering Forum (EACEF-5). Procedia Engineering 125 (2015) 199 – 206

- [4] J. Petajarvi, K. Mikhaylov, A. Roivainen, T. Hanninen, and M. Pettissalo, "On the coverage of lpwans: range evaluation and channel attenuation model for lora technology," in ITS Telecommunications (ITST), 2015 14th International Conference on. IEEE, 2015, pp. 55–59
- [5] B. Martinez, M. Monton, I. Vilajosana, J. Prades, The power of models: modeling power consumption for iot devices, IEEE Sens. J. 15 (10) (2015) 5777–5789.
- [5] Putra, Anwar Sholeh' " Sistem Monitoring Kualitas dan Debit Air Sungai berbasis IoT dengan LPWAN LoRA", Telkom University-2021
- [6] Hakim, W L, L Hasanah, B Mulyanti and A Aminudin, " Characterization of turbidity water sensor SEN0189 on the changes of total suspended solids in the water", Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing . doi:10.1088/1742-6596/1280/2/022064
- [7] Amphenol Advanced Sensors 2018 TSW-10 Turbidity Sensor <https://www.mouser.com/>
- [8] Daigavane V V and Gaikwad M A 2012 "Water Quality Monitoring System Based on IoT" Advances in Wireless and Mobile Communications. ISSN 10 5 1107–1116
- [9] DFrobot 2017 Turbidity sensor SKU: SEN0189 <https://www.dfrobot.com/>
- [10] Pratap Kumar Sahu, E. H.-K. (2013). DuRT : Dual RSSI Trend Based Localization for Wireless Sensor Networks. IEEE.
- [11] Darmana, Tasdik, S. Yudho, Ginan A, S. Ari N S, "Study of LoRa Performance as Geolocation in Urban and Mountain Environment", 1st International Conference on Innovation in Science, Health and Technology (ICISHT), Universitas Negeri Gorontalo, 2020.