

Pengembangan Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Ipal Tirtarona Tlogomas Kota Malang Menggunakan IoT Berbasis Lora

M. Fadhli Roby¹⁾, Aryuanto Soetedjo²⁾, Irmalia Suryani Faradisa³⁾

^{1),2),3)} Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Raya Karanglo KM. 2 Kota Malang
Email : fadhlirobby@gmail.com

Abstrak. IPAL (Instalasi pembuangan air limbah) merupakan sebuah struktur bangunan, yang bertujuan untuk mengurangi sebuah pencemaran yang terkandung pada air limbah, peneliti sebelumnya merancang alat monitoring dengan beberapa sensor yaitu diantaranya sensor pH, DO, Turbidity dan DS18B20 terhadap webserver menggunakan modem GSM pada setiap alat yang terdiri dari 4 (empat) node, hal ini membuat kurangnya efisiensi penggunaan konsumsi daya yang tinggi serta stabilitas pengiriman data, oleh sebab itu dilakukan pengembangan alat monitoring sebelumnya dengan pemanfaatan modul LoRa SX1278, sistem ini memiliki 1 (satu) Master Node/Gateway dan 4 (empat) transmitter node, dari hasil pengujian disimpulkan bahwa pembacaan nilai error persentase pada node 1 sebesar 0,8%, node 2 sebesar 7,7%, node3 sebesar 1,6%, node4 sebesar 5,5%, sistem ini dapat melakukan pengiriman data sensing menggunakan modul lora dengan RSSI rata-rata node 1 -80 dBm, node2 -77 dBm, node3 -86 dBm, node 4 -82 dBm dan efisiensi konsumsi daya rata-rata sebesar 67% serta stabilitas pengiriman data efektivitas sebesar 10% berdasarkan jumlah data yang dikirimkan pada webserver thingspeak lebih efisien dibandingkan peneliti sebelumnya, sistem ini dapat mengirimkan hasil visualisasi data terhadap webserver thingspeak yang dapat di monitoring secara real time.

Katakunci: IPAL, , LoRa, Modul Lora SX1278, Thingspeak, IoT

1. Pendahuluan

1.1. Latar belakang

IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) atau biasa disebut instalasi pengolahan air limbah merupakan sebuah struktur yang dirancang dengan tujuan mengolah air limbah yang bersifat kimiawi dan biologis dari aktifitas industri, pertanian, rumah tangga dan lainnya, Jl. Tirtarona Kecamatan Tlogomas kota malang memiliki struktur IPAL *Communal* yang dibangun pada tahun 1986 dan memiliki sistem pengoperasian Tangki Pencernaan Anaerobik, Kolam Fitoremediasi dan Filtrasi (semiaerobik), *effluent* ini dihasilkan oleh aktifitas rumah tangga yang secara *continuously* dan diteruskan ke pembuangan terakhir yaitu sungai untuk mendapatkan hasil keluaran yang sesuai dengan standarisasi nilai yang telah ditetapkan, sehingga monitoring *effluent* pada IPAL ini dapat menunjang pada proses kinerja IPAL Tlogomas Kota Malang, terdapat parameter penting untuk di monitoring secara real time dan *continuously* diantaranya pH air, Kekeruhan pada air, DO (Dissolved Oxygen) air, dan temperatur air [1], Sistem monitoring yang di rancang oleh penelitian sebelumnya [2] untuk memonitoring berbasis IoT kualitas efluen air IPAL di Tirtarona Tlogomas Kota Malang dalam hal ini untuk memonitoring kualitas air menggunakan *access point wifi* pada setiap *Node* (Alat monitoring) untuk mentransmisikan data dari setiap node (setiap kolam filtrasi), sehingga membutuhkan *maintenance* lebih untuk *processing data* ke thingspeak, dimana *maintenance* tersebut terdapat penggunaan lebih terhadap konsumsi daya, serta efisiensi penggunaan *access point* yang digunakan pada setiap alat monitoring kolam filtrasi (*node*) pada stabilitas pengiriman data terhadap webserver, dengan penggunaan Lora sebagai jaringan komunikasi *wireless* IoT untuk sistem monitoring akan semakin bertambah di karenakan lora merupakan sebuah sistem komunikasi yang memiliki daya yang rendah, dan stabilitas dalam pengiriman data dalam *end device*, serta memiliki jarak pengiriman yang jauh tergantung dari lingkungan transmisi. Hal ini dapat menjadikan sistem lora untuk penggunaan dalam monitoring secara *multiple node* IoT secara luas dengan menggunakan daya rendah dalam pengiriman jarak jauh, dan stabilitas jaringan yang tinggi, serta keamanan transmisi data. Dari beberapa penelitian sebelumnya terhadap komunikasi pengiriman data pada sistem monitoring kualitas air pada IPAL Tirtarona

Tlogomas Kota Malang peneliti melakukan sebuah penelitian terhadap pengembangan sistem komunikasi Menggunakan IoT berbasis lora untuk mendapatkan sistem transmisi data IoT lebih efisien secara luas dengan pengiriman data kecil yang diintegrasikan dari sensor yang telah dirancang sebelumnya oleh [2] serta dengan pengiriman berdaya rendah, dan stabilitas jaringan terhadap webserver.

1.2. Rumusan Masalah

berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan didapatkan perumusan masalah bagaimana merancang dan mengimplementasikan receiver node dan transmitter node sebagai komunikasi data pada alat monitoring kualitas air IPAL Tirtarona Tlogomas Kota Malang yang dikirimkan terhadap webserver thingspeak serta mengintegrasikan sistem komunikasi lora dengan beberapa sensor yang telah dirancang sebelumnya oleh peneliti sebelumnya pada alat sistem monitoring kualitas air pada IPAL Tirtarona Tlogomas Kota Malang.

1.3 Tujuan

Untuk merancang dan mengembangkan alat sistem monitoring kualitas effluent pada IPAL Tirtarona Tlogomas Kota Malang menggunakan IoT berbasis Lo-Ra (*Long Range*) .

1.4. Tinjauan Pustaka

1.4.1. PV

Merupakan sebuah teknologi yang berfungsi melakukan konversi energi yaitu dalam bentuk energi matahari menjadi bentuk energi listrik [3].

1.4.2. SCC

Merupakan sebuah modul elektronik untuk mengatur arus listrik yang masuk kedalam betarai dengan tujuan agar tidak terjadi adanya *overcharging* yang dapat merusak baterai [4].

1.4.3. Baterai/Aki 12V

Merupakan sebuah komponen untuk melakukan penyimpanan arus listrik yang biasa digunakan untuk menyalakan sebuah rangkaian listrik dalam keadaan lingkungan yang tidak terdapat sumber daya listrik [4].

1.4.4. Timer Switch

Merupakan sebuah komponen listrik yang berfungsi untuk melakukan *counter* perhitungan waktu dimana ketika waktu yang telah ditentukan akan tercapai maka output kontakannya akan bekerja [4].

1.4.5. Sensor pH

Merupakan sebuah sensor yang dirancang untuk mengukur pH atau derajat keasamaan pada suatu larutan atau cairan [5].

1.4.6. Sensor Turbidity

Merupakan sebuah sensor yang dirancang untuk mengukur tingkat kekeruhan air dengan melakukan perbandingan pembacaan akibat sinar [6].

1.4.7. Sensor DSB18B20

Merupakan sebuah sensor yang dirancang untuk mengukur suhu dalam air dengan dilengkapi dengan sistem *waterproof* [7].

1.4.8. Sensor *Dissolved Oxygen*

Merupakan sebuah sensor yang dirancang untuk mengukur oksigen yang terlarut dalam air, mengukur kualitas air [8].

1.4.9. Arduino Nano

adalah sebuah papan pengembangan (development board) mikrokontroler yang berbasis chip ATmega328P dengan bentuk yang sangat kecil. Secara fungsi tidak ada bedanya dengan Arduino Uno. Perbedaan utama terletak pada ketiadaan jack power DC dan penggunaan konektor Mini-B USB. Arduino Nano adalah board Arduino terkecil [9].

1.4.10. NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 (Node MicroController Unit) adalah perangkat lunak sumber terbuka dan lingkungan pengembangan perangkat keras yang dibangun di sekitar System-on-a-Chip (SoC) murah yang disebut ESP8266 terlihat pada ESP8266, dirancang dan diproduksi oleh Espressif Systems, berisi elemen penting dari komputer: CPU, RAM, jaringan (WiFi), dan bahkan sistem operasi dan SDK modern. Itu menjadikannya pilihan yang sangat baik untuk semua jenis proyek Internet of Things (IoT). Sebuah opensource platform IoT dan pengembangan Kit yang menggunakan Bahasa pemrograman Lua untuk membantu programmer dalam membuat prototype produk IoT atau bisa dengan memakai sketch dengan arduino IDE [10].

1.4.11. Modul Lora SX1278

Merupakan sebuah modul yang dirancang sebagai transceiver pada komunikasi lora modul ini bekerja pada sistem frekuensi 433 MHz, modul ini dapat berfungsi sebagai *transmitter* (pengirim) maupun *receiver* (penerima) modul ini dilengkapi dengan antenna eksternal dan memiliki sistem modulasi diantaranya FSK/GFSK/MSK/LoRa.

1.4.12 Webserver Thingspeak

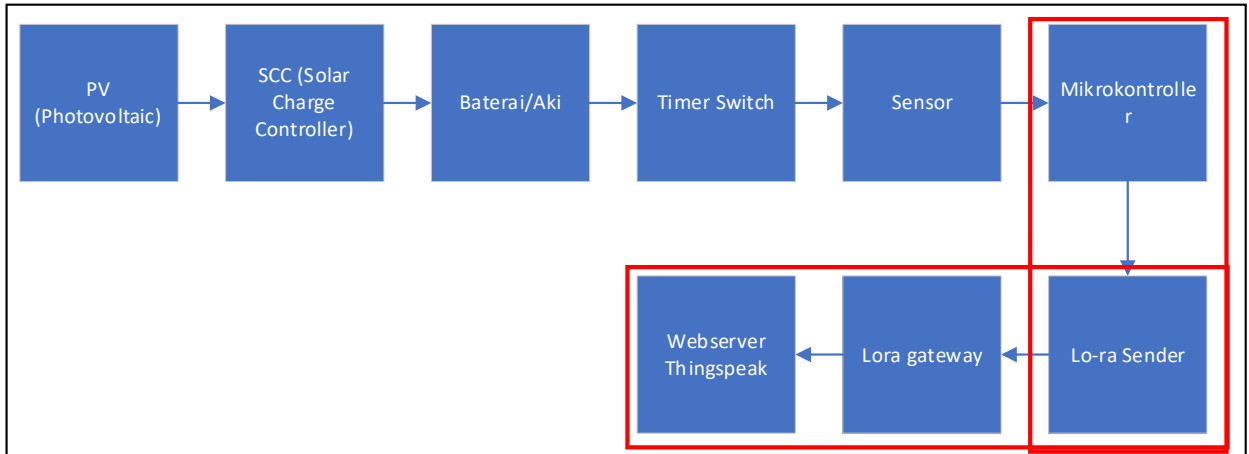
Merupakan sebuah *platform* pada sistem *internet of things* yang berfungsi untuk menampung dan menampilkan serta menyimpan dan menganalisis data sensor yang dikirimkan [11].

2. Pembahasan

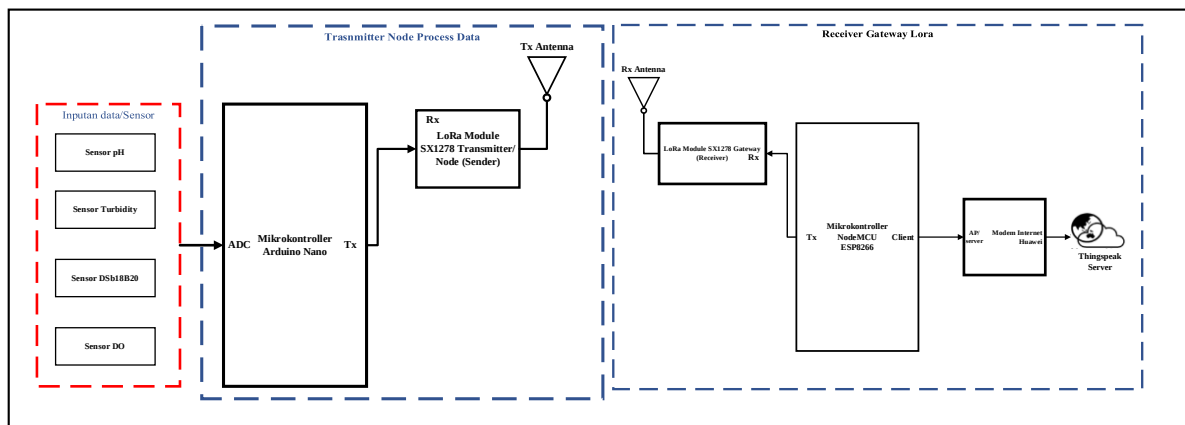
2.1. Perancangan Sistem

Perancangan sistem pada penelitian pengembangan alat monitoring pada kualitas air pada IPAL Tirtarona Tlogomas Kota Malang dibagi menjadi 2, yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak, pada perangkat keras terbagi menjadi 2 perancangan yaitu menggunakan mikrokontroler Arduino Nano sebagai transmitter node yang diintegrasikan dengan sensor yang telah dirancang oleh peneliti sebelumnya dan diintegrasikan dengan modul Lora SX128, kemudian terdapat pada receiver node yang menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan diintegrasikan dengan modul lora SX1278.

Perancangan perangkat lunak menggunakan webserver thingspeak sebagai hasil visualisasi pengiriman data monitoring pada kualitas air IPAL Tirtarona Tlogomas Kota Malang.



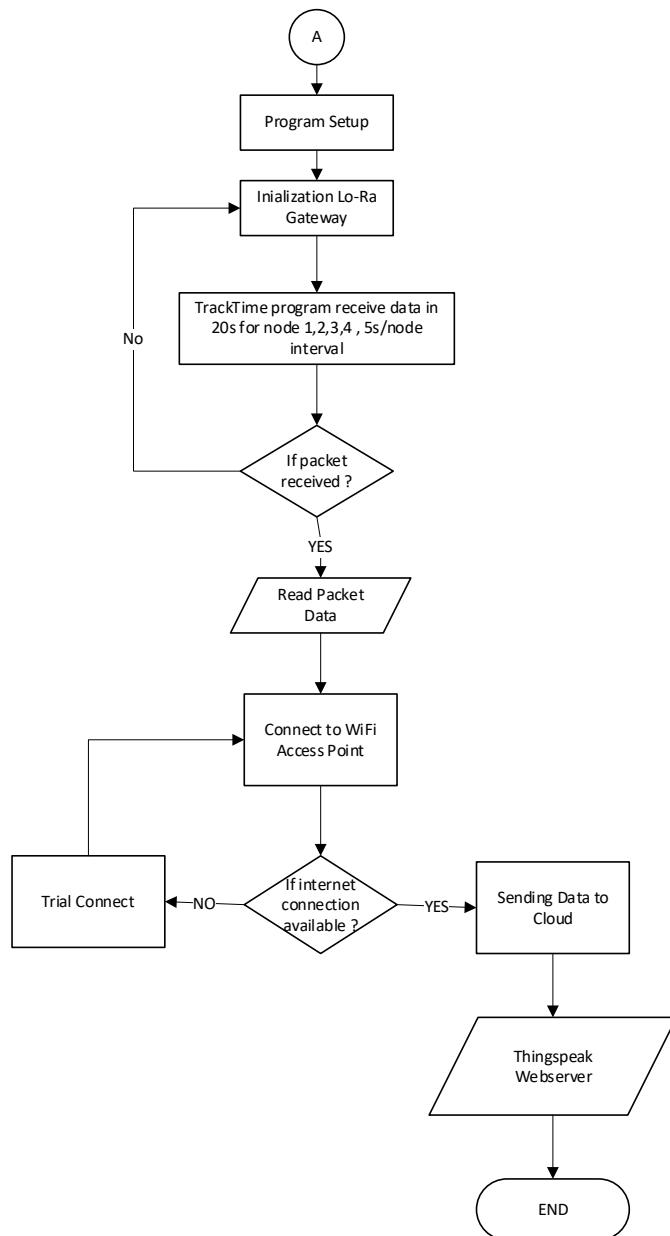
Gambar 1 Diagram Keseluruhan Sistem



Gambar 2 Blok Diagram Inti sistem

Pada **Gambar 1**, dimana terdapat rangkaian blok diagram secara keseluruhan sistem dengan perancangan oleh peneliti sebelumnya, garis merah bertanda dimana merupakan sebuah fokus penelitian (inti perancangan sistem) yang dimulai dari mikrkokontrolle r arduino Nano dan NodeMCU ESP8266 serta modul Lora SX1278 dan terintegrasi dengan sensor seperti pada **Gambar 1** yang bertanda garis merah. Dimana perancangan sistem ini alat sensor berfungsi sebagai inputan sekunder artinya alat tersebut sudah dirancang dan di implementasikan sebelumnya. Pada **Gambar 1** terdapat dua sistem yaitu Transmitter Node dan Receiver Node dan terdapat 4 proses input pada transmitter node dan 1 output kemudian terdapat input receiver Node yang akan diteruskan ke webserver thingspeak, inputan sensor akan melakukan *sensing*, kemudian data hasil *sensing* akan diolah dan diproses pada arduino nano kemudian dikirimkan oleh modul lora sx1278 terhadap receiver node pada gambar garis sebelah kanan dimana hasil data *sensing* akan di proses pada nodemcu yang telah melakukan konektivitas dengan modem smartphone untuk terkoneksi dengan internet, dimana hasil data *sensing* akan ditampilkan secara visualisasi dan dapat dimonitoring secara *real time* pada webserver *thingspeak*.

2.2. Diagram Alir



Gambar 3 Flowchart Sistem

Pada **Gambar 3** merupakan sebuah flowchart perancangan sistem perangkat lunak untuk menjalankan sistem kerja dan integrasi alat secara keseluruhan.

2.3. Hasil Pengujian

Tabel 1 Hasil Uji Nilai Rata-rata %error pembacaan semua sensor

No	Node	Nilai rata-rata %error pembacaan semua sensor
1	Node 1	0,8%
2	Node 2	7,7%
3	Node 3	1,6%
4	Node 4	5,5%

Pada **Tabel 1** merupakan sebuah nilai rata-rata hasil pengujian yang dilakukan terhadap pembacaan sensor dengan melakukan perbandingan terhadap kinerja pembacaan sensor pada setiap node yang telah dirancang oleh peneliti sebelumnya [2] dengan hasil pengujian error % pembacaan semua sensor pada node 1 sebesar 0,8% , node 2 sebesar 7,7%, node 3 sebesar 1,6% serta node 4 5,5%.

Tabel 2 Hasil uji nilai rata-rata komparasi konsumsi daya

No	Device	Voltage	Current	Power	Energy
1	Modul Lora SX1278	12,7	0,05	0,48	366,5
2	Alat sebelumnya	12,6	0,12	1,5	688,7

Pada **Tabel 2** merupakan sebuah nilai rata-rata pengujian terhadap komparasi daya yang didapatkan pada alat monitoring IPAL Tirtarona, dengan melakukan perbandingan memanfaatkan modul monitoring energi yang telah dirancang sebelumnya dengan melakukan rekapitulasi pada *database webserver* kemudian dibandingkan dengan alat pengembangan didapatkan nilai pengujian tegangan (V) sebesar 12,7V, Arus (A) sebesar 0,05, Daya sebesar 0,48 dan Energy sebesar 366,5 dengan nilai efektivitas 67% pada power yang dikonsumsi.

Tabel 3 Hasil Uji nilai rata-rata pengujian pengiriman data berdasarkan jarak dan elevasi

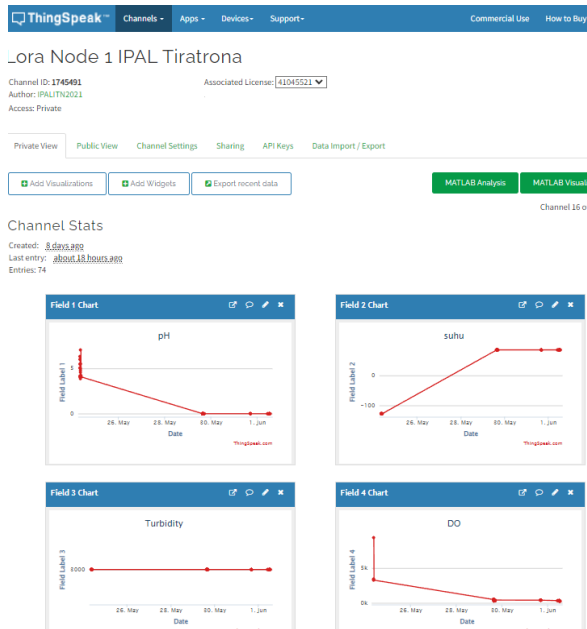
No	Node	Rata-rata RSSI (dBm)	Jarak (meter)
1	Node 1	-80	7m, 13m,16m
2	Node 2	-77	7m, 13m,16m,19m
3	Node 3	-86	7m, 13m,16m,19m,28m
4	Node 4	-82	7m, 13m,16m,19m,28m,152m

Pada **Tabel 3** merupakan sebuah nilai rata-rata pengujian pengiriman data terhadap jarak dan elevasi permukaan bertujuan untuk melakukan pengujian pada kinerja modul SX128 sebagai transmitter node dan receiver node dengan nilai hasil uji pada node 1 sebesar -80 dBm pada jarak 7m,13m,16m, node 2 sebesar -77 dBm pada jarak 7m,13m,16m,19m, node 3 sebesar -86 dBm pada jarak 7m,13m,16m,19m,28m, dan node 4 sebesar -82 pada jarak 7m,13m,16m,19m,28m,dan 152m.

Tabel 4 Hasil Uji nilai rata-rata komparasi stabilitas pengiriman data berdasarkan jumlah data dan kecepatan pengiriman data

Device	Variabel	Nilai	Nilai rata-rata kecepatan transmisi data
Modul Lora SX1278	Jumlah paket data yang dikirimkan selama 30 menit 6 detik selama batas waktu pengujian 40 menit	12	21 menit 37 detik
Alat sebelumnya	Jumlah paket data yang dikirimkan selama 3 menit 36 detik selama batas waktu pengujian 40 menit	10	19 menit 35 detik

Pada **Tabel 4** merupakan sebuah nilai rata-rata terhadap pengujian komparasi stabilitas jaringan komunikasi untuk pengiriman data berdasarkan jumlah data kecepatan yang dikirimkan pada waktu pengujian selama 40 menit. Didapatkan hasil pengujian pada alat sebelumnya yang telah dirancang oleh peneliti sebelumnya, jumlah paket data yang dikirimkan dalam 30 menit 3 detik selama batas waktu uji 40 menit dengan jumlah paket data sebanyak 10 data, dan rata-rata kecepatan pengiriman data yang dilakukan dalam batas selama waktu uji 40 menit yaitu dengan kecepatan rata-rata 19 menit 35 detik, kemudian pada modul lora sx1278 didapatkan jumlah paket data yang dikirimkan sebanyak 12 data dalam waktu yang sama dengan sebelumnya, dan kecepatan transmisi data didapatkan nilai rata-rata yaitu selama 21 menit 37 detik dengan waktu yang sama dengan sebelumnya. sehingga didapat efisiensi sebesar 10% dari jumlah data yang dikirimkan dengan ketentuan diatas.



Gambar 4 Hasil Visualisasi Pada Webserver Thingspeak

Pada **Gambar 3** merupakan sebuah hasil visualisasi dari hasil data sensing yang dikirimkan oleh transmitter node pada IPAL Tirtarona Tlogomas Kota Malang.

3. Kesimpulan

Setelah pengujian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan, sistem pada transmitter node mampu mengirimkan nilai hasil data *sensing* pada semua sensor pH, turbidity, DBS18B20 dan DO di setiap node 1, 2, 3 dan 4 dengan %error rata-rata pembacaan sensor pada semua sensor tiap node, node 1 sebesar 0,8%, node 2 sebesar 7,7%, node 3 sebesar 1,6%, dan node 4 sebesar 5,5%, kemudian transmitter node lebih efisien dari segi penggunaan konsumsi daya dengan memanfaatkan modul LoRa SX1278 sebesar 67% *power*, kemudian kinerja sistem pada receiver node uji kekuatan sinyal RSSI berdasarkan jarak, elevasi dan hambatan didapatkan nilai rata-rata pada node 1 -80 dBm pada jarak 7m, 13m, 16m, node 2 -77 dBm pada jarak 7m, 13m, 16m, node 3 -86 dBm pada jarak 7m, 13m, 16m, 19m, 28m, dan node 4 -82 dBm 7m, 13m, 16m, 19m, 28m, 152m, kemudian komparasi jumlah data yang dikirimkan ke *webserver thingspeak* modul lora lebih efisien sebesar 10% dibandingkan penggunaan alat sebelumnya serta sistem dapat mengirimkan data hasil *sensing* melalui *webserver thingspeak* dimana pada database tersebut akan secara *real-time* dalam mencatat data yang telah diterima.

Ucapan Terima Kasih

Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada para pengelola Yayasan Tirtarona Tlogomas Kota Malang atas partisipasinya dalam membantu untuk membangun penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] E. Hendrianti, I. N. Sudiasa, and N. Karnaningroem, "Treatment Performance of Tlogomas Communal Waste Water Treatment Plant in Malang City," vol. 5, no. 11, pp. 110–117, 2015.
- [2] A. Soetedjo, E. Hendrianti, S. A. Wibowo, J. Novrian, and A. B. Nugroho, "Real-Time Implementation of Wastewater Monitoring System on the Communal Wastewater Treatment Plant using the IoT."
- [3] T. Thamrin, E. Erlangga, and W. Susanty, "Implementasi Rumah Listrik Berbasis Solar Cell," *Explor. J. Sist. Inf. dan Telemat.*, vol. 9, no. 2, 2018, doi: 10.36448/jsit.v9i2.1084.
- [4] S. A. Akbar, D. B. Kalbuadi, and A. Yudhana, "Online Monitoring Kualitas Air Waduk Berbasis Thingspeak," *Transmisi*, vol. 21, no. 4, pp. 109–115, 2019, doi: 10.14710/transmisi.21.4.109-115.
- [5] Hafidhudin, D. Notosudjono, and D. B. Fiddiansyah, "Prototipe Sistem Otomatisasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Dan Monitoring Secara Realtime Berbasis Mikrokontroler,"

- Prototipe Sist. Otomatisasi Instal. Pengolah. Air Limbah Dan Monit. Secara Realt. Berbas. Mikrokontroler*, vol. 01, no. 01, pp. 1–13, 2018.
- [6] A. Noor, A. Supriyanto, and H. Rhomadhona, “Aplikasi Pendeteksi Kualitas Air Menggunakan,” *Corel IT*, vol. 5, no. 1, pp. 13–18, 2019.
- [7] M. Imam and E. Apriaskar, “Pengendalian Suhu Air Menggunakan Sensor Suhu Ds18B20,” *J. J-Ensitem*, vol. 06, no. 01, pp. 347–352, 2019.
- [8] R. V. Yuliantari, D. Novianto, M. A. Hartono, and T. R. Widodo, “Pengukuran Kejenuhan Oksigen Terlarut pada Air menggunakan Dissolved Oxygen Sensor,” *J. Fis. Flux J. Ilm. Fis. FMIPA Univ. Lambung Mangkurat*, vol. 18, no. 2, p. 101, 2021, doi: 10.20527/flux.v18i2.9997.
- [9] Z. Isfarizky and A. Mufti, “Rancang Bangun Sistem Kontrol Pemakaian Listrik Secara Multi Channel Berbasis Arduino (Studi Kasus Kantor Lbh Banda Aceh),” *Kitektro*, vol. 2, no. 2, pp. 30–35, 2017.
- [10] A. Satriadi, Wahyudi, and Y. Christiyono, “PERANCANGAN HOME AUTOMATION BERBASIS NodeMCU,” *Transient*, vol. 8, no. 1, pp. 2685–0206, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient>.
- [11] U. P. Sari, “Platform Thingspeak,” *Univ. Sriwij.*, 2016, [Online]. Available: http://edocs.ilkom.unsri.ac.id/474/1/09011181320003_Ulan Purnama Sari_TASK2.pdf.