

OPTIMALISASI KUALITAS TRANSMISI DATA JARAK JAUH PADA SISTEM PEMANTAUAN BANJIR BERBASIS LoRaWAN DI WILAYAH *NON LINE OF SIGHT* (NLOS)

Dicky Alfrido¹⁾, Desydrus Minggu²⁾, Muhammad Ridwan³⁾

^{1), 2), 3)}Prodi Teknik Telekomunikasi Militer. Politeknik Angkatan Darat Jl.Raya Anggrek No.1
Junrejo, Batu, Indonesia
E-Mail : dickyalfrido09@gmail.com¹⁾, desyderius07@gmail.com²⁾
ridwan.mtte20@gmail.com³⁾

Abstract: *Flooding is one of the most common natural disasters in Indonesia, causing huge losses to the community in the form of loss of life and property. This is caused by various factors, such as geographical conditions and climate change resulting in high rainfall. Facing this problem, this study was conducted that examined remote data transmission in LoRaWAN-based flood monitoring system in Non Line of Sight (NLOS) areas. IoT-based flood monitoring system with LoRaWAN technology is an effective solution to provide remote monitoring in real time, especially in remote areas. This research focuses on designing a remote data communication system in NLOS conditions by adjusting data transmission parameters such as Spreading Factor (SF), Bandwidth (BW), and Coding Rate (CR) to maintain data quality. Quantitative method with experimental approach is used to test the reliability of data transmission system. The results show the great potential of LoRaWAN in flood early warning systems and provide technical guidance for LoRaWAN network optimization in various real-world applications. This system provides a practical and effective solution in monitoring flood potential, helping to make quick decisions related to disaster mitigation, and providing accurate and timely information to the community and related agencies.*

Keywords: *LoRaWAN, flood monitoring, non line of sight, data transmission optimization*

Abstrak: Banjir merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia, mengakibatkan kerugian besar terhadap masyarakat berupa adanya korban jiwa dan bangunan. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kondisi geografis dan perubahan iklim sehingga mengakibatkan curah hujan yang tinggi. Menghadapi permasalahan ini dilakukan sebuah penelitian yang mengkaji transmisi data jarak jauh pada sistem pemantauan banjir berbasis LoRaWAN di wilayah Non Line of Sight (NLOS). Sistem pemantauan banjir berbasis IoT dengan teknologi LoRaWAN menjadi solusi efektif untuk memberikan pemantauan jarak jauh secara *real time*, terutama di wilayah terpencil. Penelitian ini berfokus pada perancangan sistem komunikasi data jarak jauh dalam kondisi NLOS dengan mengatur parameter transmisi data seperti *Spreading Factor* (SF), *Bandwidth* (BW), dan *Coding Rate* (CR) untuk menjaga kualitas data. Metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimen digunakan untuk menguji keandalan sistem pengiriman data. Hasil penelitian menunjukkan potensi besar LoRaWAN dalam sistem peringatan dini banjir dan memberikan panduan teknis untuk optimalisasi jaringan LoRaWAN dalam berbagai aplikasi di dunia nyata. Sistem ini memberikan solusi praktis dan efektif dalam memantau potensi banjir, membantu pengambilan keputusan cepat terkait mitigasi bencana, serta memberikan informasi yang akurat dan tepat waktu kepada masyarakat dan instansi terkait.

Kata kunci: LoRaWAN, Pemantauan Banjir, Non Line of Sight, Optimalisasi Transmisi Data

PENDAHULUAN

Bencana banjir merupakan salah satu bencana yang sering terjadi di Indonesia terutama ketika musim hujan. Menurut data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) pada 2024 silam, terhitung sejak 2022, telah tercatat sejumlah 579 bencana banjir yang berdampak terhadap 3.580.690 orang serta merusak sejumlah 550.190 bangunan. Hal ini juga terjadi di Kota Malang dengan letak geografis yang terletak pada lembah. Perubahan iklim yang berpengaruh terhadap peningkatan curah hujan ini menjadikan Kota Malang sebagai wilayah yang rawan terkena bencana banjir. Hal ini disampaikan oleh Arifin et al. (2019) dan Aji dan Nurwarsito (2023) perihal area *Non Line of Sight* (NLOS) yang menghadapi tantangan lingkungan yang diakibatkan oleh bangunan dan pepohonan. Oleh karena itu, pemantauan melalui sistem deteksi dini menjadi langkah awal yang mengukur ketinggian air, curah hujan, dan debit air yang penting untuk meminimalisir kerugian melalui peringatan waktu nyata (Musa et al, 2020), (Wandi dan Ashari, 2023).

Dalam mengatasi permasalahan tersebut, ditawarkan solusi dan inovasi pada teknologi transmisi data yang dibutuhkan untuk menghasilkan tingkat

keakuratan yang tinggi dan efisiensi waktu penyampaian terhadap pengguna. Peneliti menawarkan solusi berupa pemantauan banjir menggunakan Teknologi *Internet of Things* (IoT) digunakan oleh peneliti untuk menawarkan solusi pemantauan banjir real-time. Penggunaan Teknologi *Internet of Things* (IoT) ini dapat menjadi solusi efektif untuk memberikan pemantauan jarak jauh secara real time (Pinggawa et al., 2022). Selanjutnya, Suharjono et al. (2023) menyampaikan bahwa teknologi *Long Range Wide Area Network* (LoRaWAN) dapat menjadi protokol komunikasi yang bermanfaat untuk mengirim data di area NLOS karena kemampuannya menjangkau area jarak jauh dengan konsumsi daya rendah sehingga dapat menjadi pilihan ideal untuk pemantauan banjir berbasis IoT di wilayah terpencil.

Menurut Kurniawan et al. (2022) dalam implementasi LoRaWAN dibutuhkan optimalisasi parameter transmisi data seperti *Spreading Factor* (SF), *Bandwidth* (BW), dan *Coding Rate* (CR). Penyesuaian SF juga memungkinkan LoRaWAN beroperasi dengan efisiensi optimal, terutama dalam area dengan hambatan fisik dan jarak jauh. Sementara itu, pengaturan BW memengaruhi laju data, memungkinkan kecepatan tinggi atau sensitivitas tinggi

tergantung pada kebutuhan aplikasi. Optimasi CR juga membantu memperbaiki ketahanan jaringan terhadap kesalahan dalam transmisi data, meminimalkan kehilangan paket, terutama di lingkungan dengan interferensi tinggi. Kombinasi parameter ini dapat meningkatkan *Packet Delivery Ratio* (PDR) dan *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) yang penting untuk memastikan bahwa data ketinggian air dan curah hujan dapat diterima secara akurat dan cepat. Oleh karena itu, optimasi pada CR, BW, dan SF sangat esensial dalam sistem deteksi dini banjir karena dampaknya pada keandalan, efektivitas pengiriman data dalam kondisi lingkungan yang menantang.

Oleh karena itu, sistem pemantauan banjir dengan optimalisasi parameter transmisi data ini sangat penting direalisasikan untuk mendukung pendeteksian dini banjir. Penelitian ini akan mengkaji "Optimalisasi Kualitas Transmisi Data Jarak Jauh Pada Sistem Pemantauan Banjir Berbasis LoRaWAN Di Wilayah *Non Line of Sight* (NLOS)" yang diharapkan dapat memberikan manfaat luas sebagai literatur dan solusi teknis dalam mitigasi banjir. Penelitian ini juga menyediakan panduan praktis untuk konfigurasi LoRaWAN di kondisi NLOS secara *real time*, khususnya dalam kaitannya dengan optimasi SF, BW, dan CR. Hasil yang diperoleh dari

implementasi ini diharapkan dapat menjadi pertimbangan teknis bagi pengelolaan dan penanggulangan banjir di masa depan.

Penelitian ini berfokus pada perancangan sistem komunikasi data jarak jauh dalam kondisi NLOS agar kualitas data tetap terjaga dengan mengatur beberapa parameter seperti *Spreading Factor* (SF), *Bandwidth* (BW), dan *Coding Rate* (CR). Penelitian ini juga berfokus untuk menampilkan informasi sistem komunikasi data pada sistem pemantauan banjir berbasis LoRaWAN.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui rancangan sistem komunikasi data jarak jauh dalam kondisi NLOS agar kualitas tetap terjaga. Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui parameter terkait pada kinerja LoRaWAN dalam mempertahankan *Packet Delivery Ratio* (PDR) yang tinggi serta *Received Signal Strength Indicator* (RSSI). Diharapkan pula penelitian ini dapat mengetahui tampilan informasi sistem komunikasi data pada sistem pemantauan banjir berbasis LoRaWAN.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimen untuk menguji keandalan sistem pengiriman data dari *node* sensor ke *gateway* dalam sistem pemantauan banjir berbasis LoRaWAN di wilayah *Non Line of Sight* (NLOS). Pendekatan kuantitatif dipilih karena memungkinkan pengukuran yang objektif dan sistematis

terhadap performa sistem berdasarkan parameter numerik, seperti *Packet Delivery Ratio* (PDR) dan *Received Signal Strength Indicator* (RSSI).

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini termasuk dalam metode positivis, yang menekankan pada pengukuran objektif, logis, dan berbasis data empiris. Metode ini memastikan bahwa hasil penelitian dapat diuji dan dianalisis secara sistematis sesuai dengan kaidah ilmiah.

Rancangan Penelitian

Secara umum, penelitian ini terdiri dari beberapa metode utama, yakni metode eksperimental, metode perbandingan, dan metode simulasi dan analisis data. Dengan menggunakan metode ini, penelitian menghasilkan data empiris yang dapat digunakan untuk memahami bagaimana parameter SF, BW, dan CR berpengaruh terhadap keandalan sistem pemantauan banjir berbasis LoRaWAN. Penggunaan pendekatan positivis memastikan bahwa hasil penelitian ini memiliki validitas dan reliabilitas tinggi serta dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Tahapan Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini dilakukan dengan serangkaian tahapan yang dimulai dari pengumpulan data awal yang menjadi dasar analisis lebih lanjut. Setelah data dianalisis, langkah berikutnya adalah proses perancangan

sistem yang akan dikembangkan sesuai kebutuhan penelitian. Setelah rancangan selesai, sistem tersebut dibuat dan dilanjutkan dengan pengujian untuk memastikan hasil yang diperoleh sesuai dengan spesifikasi dan tujuan. Jika hasil pengujian tidak sesuai, proses kembali ke tahap pengujian hingga mencapai hasil yang diinginkan. Setelah hasil dianggap sesuai, sistem diimplementasikan dan penelitian diakhiri dengan pembuatan laporan yang merangkum temuan dan pencapaian dari proses tersebut.

Perancangan Alat

Perancangan alat merupakan tahapan yang digunakan untuk mempersiapkan sistem alat yang akan dibuat dengan tujuan supaya alat tersebut menjadi terstruktur, mudah dimengerti, dan dipahami dengan penjelasan yang detail sehingga alat tersebut memiliki tingkat keberhasilan tinggi. Terdapat beberapa tahap dalam perancangan alat, diantaranya adalah pembuatan blok diagram alat, pembuatan alur proses kerja alat, pembuatan rangkaian alat, pembuatan desain alat, dan pembuatan desain aplikasi.

Implementasi Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak digunakan untuk mewujudkan rancangan sistem yang

telah dibuat. Implementasi ini diawali dengan pembuatan rangkaian elektrik untuk *node* sensor dan *gateway*. Selanjutnya rangkaian elektrik tersebut dipasang pada *casing* dan *finishing*. Tahapan berikutnya adalah pembuatan kode program dan website.

Teknik Analisis Data

Eksperimen ini memperoleh serangkaian data yang kemudian dianalisis menggunakan metode statistik deskriptif untuk mengevaluasi tren dan pola transmisi data dalam kondisi NLOS. Analisis ini meliputi perhitungan rata-rata dan distribusi PDR dan RSSI berdasarkan variasi parameter konfigurasi. Simulasi performa sistem ini menggunakan berbagai skenario transmisi untuk mengetahui efektivitas konfigurasi optimal. Interpretasi dari hasil pengujian ini menentukan parameter yang memberikan kualitas transmisi terbaik dalam kondisi lingkungan yang menantang.

Dengan menggunakan metode ini, penelitian menghasilkan data empiris yang dapat digunakan untuk memahami bagaimana parameter SF, BW, dan CR berpengaruh terhadap keandalan sistem pemantauan banjir berbasis LoRaWAN. Pendekatan positif ini memastikan bahwa hasil penelitian ini memiliki validitas dan reliabilitas tinggi serta dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah (Sugiono, 2022).

HASIL PENELITIAN

Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem pemantauan bencana banjir berbasis LoRaWAN di wilayah *non line of sight* (NLOS). Alur kerja sistem ini dimulai dengan inisialisasi, dimana sistem membaca dan mengatur parameter pengiriman data LoRa, seperti SF, CR, dan BW. Pengaturan parameter ini bertujuan untuk mengetahui tingkat PDR dan RSSI yang digunakan untuk menilai kualitas dan stabilitas transmisi data. Setelah parameter disetting, sistem membaca data dari berbagai sensor, seperti sensor tegangan, sensor jarak ultrasonik, sensor debit air, dan kamera FPV untuk pengambilan gambar. Pengukuran dilakukan selama 24 jam penuh untuk memastikan pemantauan kondisi banjir secara *real time*. Namun, kamera hanya aktif selama 10 menit di awal pengukuran dan akan kembali menyala jika terjadi perubahan kondisi berdasarkan hasil analisis *fuzzy logic*. Data yang diperoleh kemudian dikirimkan melalui protokol LoRa ke *gateway*, di mana LoRa RA-02 di *gateway* menerima data dari *node* sensor dan FPV *Receiver* membaca gambar dari kamera. Data yang diterima di *gateway* kemudian diteruskan ke *Orange Pi Zero*, yang mengirimkannya ke *database Internet* untuk dianalisis. Penelitian ini mengimplementasikan perangkat keras dan perangkat lunak berupa pembuatan rangkaian elektrik untuk *node* sensor dan

gateway yang dipasang pada *casing* dan *finishing*. Pembuatan kode program dilakukan dengan LoRaWAN serta pembuatan website untuk *monitoring*.

PEMBAHASAN

Sistem pemantauan bencana banjir berbasis LoRaWAN di wilayah *non line of sight* (NLOS) ini menunjukkan potensi besar dalam sistem peringatan dini dengan membantu pemerintah dan masyarakat setempat dalam mengantisipasi serta merespons bencana banjir secara lebih cepat dan efisien.

Penelitian ini menguji keandalan teknologi LoRaWAN dalam lingkungan NLOS yang dapat diterapkan dalam berbagai industri yang membutuhkan sistem komunikasi data jarak jauh, seperti *smart agriculture*, *smart city*, dan sistem pemantauan bencana. Hasil pengujian terhadap parameter SF, BW, dan CR memberikan panduan teknis terhadap praktisi dan insinyur dalam upaya optimalisasi jaringan LoRaWAN untuk berbagai aplikasi yang diimplementasikan di dunia nyata. Pengembangan sistem ini dapat memberikan dukungan terhadap pengembangan solusi pemantauan banjir yang efektif dengan biaya rendah dibandingkan dengan sistem berbasis seluler atau *saelit*. Selanjutnya, implementasi dari sistem ini dapat dikembangkan lebih lanjut untuk meningkatkan ketahanan infrastruktur

komunikasi dalam kondisi darurat atau bencana.

PENUTUP

Penelitian ini berhasil melakukan optimalisasi kualitas transmisi data jarak jauh pada sistem pemantauan banjir berbasis LoRaWAN di wilayah *non line of sight* (NLOS). Dengan fitur *real-time monitoring*, sistem ini menawarkan solusi yang praktis dan efektif untuk memantau kemungkinan banjir, yang membantu dalam pengambilan keputusan cepat terkait mitigasi bencana dengan memberikan informasi yang akurat dan tepat waktu kepada masyarakat dan instansi terkait untuk meminimalkan risiko dan efek yang ditimbulkan oleh banjir.

Meskipun sistem ini menunjukkan hasil yang baik, penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk meningkatkan penggunaan teknologi. Oleh karena itu, sistem ini dapat diterapkan di berbagai wilayah yang termasuk dalam wilayah NLOS, meningkatkan kesiapsiagaan dan respons terhadap bencana alam.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, B. W., & Nurwasito, H. (2023). Implementasi Sistem Monitoring Sungai berbasis LoRa-MQTT Gateway. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(4), 1689-1698.
- Arifin, A., Rizal, M., & Angriawan, R. (2019). Pengaruh Spreading Factor (SF) Terhadap Jarak dan Persentase Data Terkirim LoRa dalam Hutan. *Seminar Nasional Sistem Informasi dan Teknik Informatika*, 1103-1108.
- BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana). (2024). *Data Informasi Bencana Indonesia*. Diperoleh dari <https://dibi.bnpb.go.id/>
- Kurniawan, M. M., Amron, K., & Siregar, R. A. (2022). Analisis Karakteristik Transmisi LoRa pada Wilayah Perkotaan. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(8), 3977-3986.
- Ponggawa, V. V., Makal, H. F., & Ramschie, A. (2022). Sistem Pendeteksi dan Penginformasi Potensi Terjadinya Banjir Berbasis IoT. *Jurnal ELEKTRIK*, 1(1), 12-22.
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian* (Edisi ke-2). ALFABETA, CV
- Suharjono, A., et al. (2023). MiSREd: A Low Cost IoT-Enabled Platform Based on Heterogeneous. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 13(3), 1137-1146.
- Syed Musa, S. M. S., et al. (2020). An Early Warning System for Flood Detection Using Critical Slowing Down. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(6131), 1-13.
- Wandi, I. A., & Ashari, A. (2023). Monitoring Ketinggian Air dan Curah Hujan dalam Early Warning System Bencana Banjir Berbasis IoT. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentations Systems)*, 13(1)