

Analisis Pengaruh Parameter Fisik Terhadap Jarak Jangkauan dan Keandalan Data LoRa SX1276

Faris Muhammad Fahrezi¹, Muhammad Arif Sulaiman², Toni³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Navigasi Udara Politeknik Penerbangan Indonesia
Jl. Raya PLP Curug, Tangerang, Indonesia

e-mail: faris13396@gmail.com¹, arif.sulaiman@ppicurug.ac.id², toni@ppicurug.ac.id³
Kontak WA: 081377548554

Received : July, 2024

Accepted : November, 2024

Published : December, 2024

Abstract

In the era of the Internet of Things (IoT), Long Range (LoRa) wireless communication technology has become a popular choice for applications that require wide coverage and low power consumption. This study aims to analyze the impact of various physical parameters on the range and data reliability of the LoRa SX1276 module. The physical parameters evaluated include Tx Power, bandwidth, code rate, and spreading factor. The purpose of this research is to understand the effect of each physical parameter of the LoRa SX1276 on range and data reliability. The research uses the R&D (research and development) method with the ADDIE development model. It involves experiments with parameter variations and statistical analysis to determine their relationships and effects. The results show that physical parameters influence the range and data reliability of the LoRa SX1276. Increasing values of Tx Power, code rate, and spreading factor lead to greater range, while increasing bandwidth reduces the range. This analysis is expected to provide practical guidance for optimizing LoRa SX1276 configurations in IoT implementations, contributing significantly to enhancing the reliability and efficiency of wireless communication networks.

Keywords: long range (LoRa), physical parameters, range, data reliability.

Abstrak

Dalam era Internet of Things (IoT), teknologi komunikasi nirkabel Long Range (LoRa) menjadi pilihan populer untuk aplikasi yang membutuhkan jangkauan luas dan konsumsi daya rendah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh berbagai parameter fisik terhadap jarak jangkauan dan keandalan data modul LoRa SX1276. Parameter fisik yang dievaluasi meliputi Tx Power, bandwidth, code rate dan spreading factor. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh tiap-tiap parameter fisik LoRa SX1276 terhadap jarak jangkauan dan keandalan data. Dalam penelitian ini menggunakan metode R&D (research and development) dengan model pengembangan ADDIE. penelitian mencakup eksperimen variasi parameter tersebut dan analisis statistik untuk menentukan hubungan dan pengaruhnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter fisik mempengaruhi jarak jangkauan dan keandalan data LoRa SX1276. Percobaan dengan TX Power 5 dBm menghasilkan jarak 516 m, 10 dBm sejauh 800 m dan 15 dBm sejauh 815 m. Percobaan dengan BW 125KHz menghasilkan jarak 852m, 250KHz sejauh 600m dan 500 KHz sejauh 340m. Percobaan dengan CR 5 menghasilkan jarak 713m, 6 sejauh 842m dan 8 sejauh 850m. percobaan dengan SF 8 menghasilkan jarak 658m, 8 sejauh 728m dan 12 sejauh 832m. hal ini menunjukkan bahwa semakin besar nilai parameter TX Power, CR dan SF maka semakin jauh jarak jangkauan yang didapatkan akan tetap untuk parameter BW semakin besar BW yang digunakan maka

jarang jangkauan akan semakin berkurang. Hasil analisis ini diharapkan dapat memberikan panduan praktis untuk optimasi konfigurasi LoRa SX1276 dalam implementasi IoT, serta kontribusi signifikan terhadap peningkatan keandalan dan efisiensi jaringan komunikasi nirkabel.

Kata Kunci: long range (LoRa), parameter fisik, jarak jangkauan, keandalan data

1. PENDAHULUAN

Pada dasarnya, IoT adalah jaringan di mana semua objek fisik terhubung ke internet melalui perangkat jaringan atau *router* dan mentransfer data [1]. Dalam era Internet of Things (IoT) yang semakin berkembang pesat, kebutuhan akan komunikasi nirkabel jarak jauh dengan konsumsi daya rendah menjadi sangat penting. IoT menghubungkan berbagai perangkat pintar untuk mengumpulkan, mengirimkan, dan bertukar data [2]. Salah satu teknologi komunikasi nirkabel yang menunjukkan potensi besar dalam mendukung kebutuhan ini adalah LoRa (Long Range). LoRa adalah teknologi modulasi yang digunakan oleh protokol LoRaWAN (LoRa Wide Area Network), memungkinkan komunikasi jarak jauh dengan konsumsi daya yang sangat rendah [3]. LoRa SX1276 adalah sebuah perangkat modem LoRa yang memungkinkan transmisi sinyal dengan jangkauan yang sangat luas sambil mengurangi konsumsi daya, sehingga sangat cocok untuk berbagai aplikasi, modul LoRa SX1276 merupakan salah satu implementasi perangkat keras populer dari teknologi ini [4].

Kemampuan komunikasi LoRa SX1276 dapat mencapai jarak 15-20 KM, komunikasi LoRa menggunakan skema modulasi eksklusif dengan teknik Chirp Spread Spectrum (CSS), yang juga digunakan dalam aplikasi militer dan komunikasi dengan kebutuhan keamanan tinggi. Teknologi ini mendukung laju data dan throughput yang dapat disesuaikan, memungkinkan pengaturan optimal untuk cakupan jangkauan, ketahanan sinyal, atau konsumsi energi. Namun, dalam penerapan nyata, jarak jangkauan dan keandalan data yang ditransmisikan oleh LoRa SX1276 dipengaruhi oleh berbagai parameter fisik. Faktor-faktor seperti frekuensi operasi, daya pancar, ketinggian antena, serta lingkungan sekitar (misalnya, keberadaan bangunan, vegetasi, dan topografi) dapat mempengaruhi performa komunikasi LoRa. Variasi dalam parameter-parameter ini dapat mengakibatkan perubahan signifikan dalam kemampuan jangkauan dan kualitas sinyal yang diterima, yang pada gilirannya berdampak pada

keandalan data yang dikirimkan melalui jaringan LoRa.

Parameter LoRa SX1276 dapat diatur demi mendapatkan jangkauan dan keandalan data yang maksimal, parameter yang bisa diatur adalah sebagai berikut:

- a) *Bandwidth (BW)*
Bandwidth (BW) merupakan lebar dari frekuensi yang dipilih dan digunakan dalam pita transmisi [5]. Transmisi data yang dikirim sebagai *chip rate* per detik sama dengan *bandwidth*. Besarnya *bandwidth* diatur sebesar 125 kHz, 250 kHz, dan 500 kHz.
- b) *Code Rate*
Code rate adalah faktor untuk menangani Packet Error Rate (PER) akibat adanya interferensi[6].
- c) *Frequency Carrier*
Frekuensi pembawa bergantung pada frekuensi regional lokal di Indonesia sendiri berdasarkan Peraturan Dirjen Sumber Daya Pos dan Informatika Nomor 3 tahun 2019 [7] regulasi frekuensi yang dipakai pada rentang frekuensi 920-923 MHz.
- d) *Spreading Factor*
Spreading Factor adalah rasio simbol rate dan chip rate [8]. Chip rate adalah perkalian bit rate dan banyaknya chip yang ada pada tiap simbol adalah 2SF sedangkan memvariasikan nilai *Spreading Factor* dapat menghindari transmisi bersamaan dan tidak menyebabkan benturan paket karena setiap paket bersifat orthogonal satu sama lain. [9]
- e) *TX Power*
TX Power adalah kekuatan sinyal propagasi untuk mengirimkan LoRa dan mempengaruhi pengeluaran daya. Ini dapat diatur hingga 20 dBm.

LoRa menawarkan jangkauan luas, konsumsi daya rendah, kecepatan data rendah, biaya rendah, operasi berbasis baterai, dan transmisi data yang aman, hal ini penting mengingat dalam penggunaan peralatan telekomunikasi diharapkan dapat mendapatkan jarak jangkauan yang jauh dan keandalan data yang tinggi.

Keandalan data merupakan aspek krusial dalam aplikasi-aplikasi IoT, terutama yang memerlukan transmisi data secara real-time dan akurat, seperti dalam sistem deteksi radiasi, pemantauan lingkungan, dan smart city applications. Oleh karena itu, memahami dan menganalisis pengaruh parameter fisik terhadap performa LoRa SX1276 adalah langkah penting untuk mengoptimalkan sistem dan memastikan bahwa data yang dikumpulkan dan ditransmisikan dapat diandalkan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh berbagai parameter fisik terhadap jarak jangkauan dan keandalan data LoRa SX1276. Melalui studi ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai bagaimana setiap parameter mempengaruhi performa komunikasi, serta strategi apa yang dapat diterapkan untuk memaksimalkan jangkauan dan keandalan transmisi data pada aplikasi IoT berbasis LoRa.

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1: Metode ADDIE

R&D (research and development) adalah metode penelitian yang sering digunakan untuk merancang produk baru, menguji keefektifan produk yang sudah ada, serta mengembangkan dan menciptakan produk baru. Salah satu model pengembangan yang digunakan dalam metode R&D adalah model ADDIE yang terdiri dari 5 tahapan yaitu *Analyze*, *Design*, *Develop*, *Implement* dan *Evaluation* [10].

a) Analyze

Dalam tahap analisa, akan menganalisa kebutuhan yang diperlukan, dalam penelitian ini diperlukan perangkat keras dan perangkat lunak yang akan digunakan

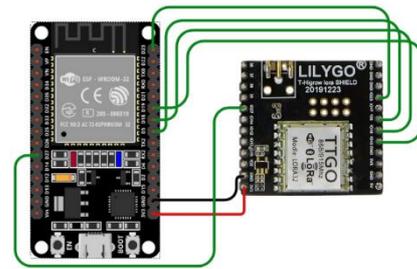
dalam ujicoba guna mendapatkan data pengaruh tiap -tiap parameter fisik LoRa terhadap jarak jangkauan dan keandalan data yang dikirimkan.

Tabel 1 : Kebutuhan Komponen

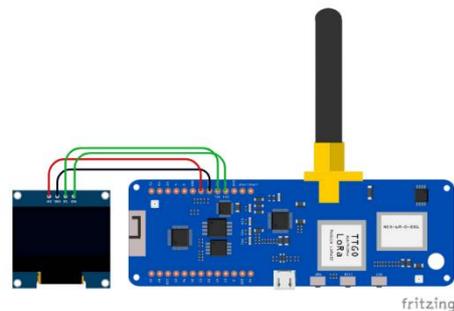
| Komponen | Jumlah |
|--|------------|
| Laptop | 2 |
| LoRa SX1276 | 2 |
| ESP 32 | 2 |
| Oled Display | 1 |
| Kabel Jumper | Secukupnya |
| Kabel Serial (<i>USB to Micro USB</i>) | 2 |

b) Design

Desain rancangan dibuat menggunakan bahan dan alat yang telah ditentukan, dalam tahap ini akan mendesain LoRa transmitter dan LoRa receiver.



Gambar 2: Desain Rancangan Transmitter



Gambar 3: Desain Rancangan Receiver

c) Develop

Dalam tahapan develop akan mengembangkan desain yang telah dibuat menjadi alat yang siap digunakan.



Gambar 4: Perangkat Transmitter

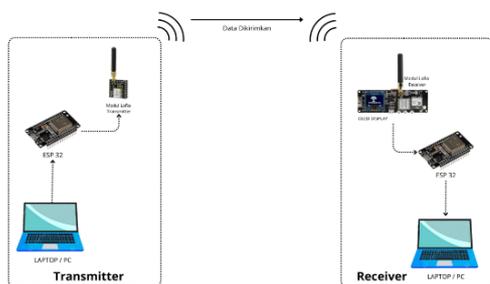


Gambar 5: Perangkat Receiver

- d) Implement Tahapan implement akan mengimplemptasikan peralatan dan dilakukan ujicoba terhadap rancangan yang telah dibuat.
- e) Evaluate Hasil ujicoba akan dilakukan analisa yang selanjutnya dijadikan acuan sebagai Kesimpulan dan saran dalam penelitian sebelumnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

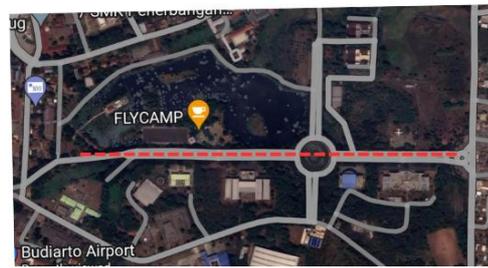
3.1 Deskripsi Data



Gambar 7: Desain Pengirim dan Penerima yang Digunakan

Pada uji coba akan dilakukan pengiriman data dengan ukuran data sebesar 5120 byte dari LoRa transmitter menuju LoRa receiver yang

dilakukan pada lintasan *line of sight* dengan panjang lintasan 850 meter.



Gambar 6: Lintasan Uji Coba

Uji coba dilakukan dengan mengubah tiap-tiap parameter secara bergantian dengan nilai parameter yang lain ditentukan dan nilainya tetap. Ujicoba dikatakan telah mencapai jarak jangkauan maksimal apabila LoRa tidak mampu menerima 100 persen data yang ada.

3.2 Pembahasan

- a) Uji coba pengaruh TX power terhadap jarak jangkauan LoRa. Ujicoba menggunakan 3 nilai TX Power yang berbeda yaitu 5 dBm, 10 dBm dan 15 dBm.

Tabel 2 : Hasil Uji Coba 1

| TX Power | Jarak | | |
|----------|-------|-------|-------|
| | 5 | 10 | 15 |
| 100 M | 100% | 100% | 100 % |
| 200 M | 100% | 100% | 100 % |
| 500 M | 100 % | 100 % | 100 % |
| 516 M | 100 % | 100 % | 100 % |
| 667 M | 95 % | 100 % | 100 % |
| 700 M | - | 100 % | 100 % |
| 800 M | - | 100 % | 100 % |
| 851 M | - | 95 % | 100 % |
| 900 M | - | - | 95 % |

Dari hasil uji coba 1 yang telah dilakukan, didapatkan hasil dimana pada tingkat daya 5 dBm, maksimal jarak yang dicapai dengan keandalan data 100 % (tidak ada kesalahan pengiriman data) adalah 516 Meter. Pada tingkat daya 10 dBm, pengiriman data mampu menjangkau jarak 667 Meter dan pada pengiriman menggunakan tingkat daya 15 dBm, pengiriman data mampu menjangkau jarak 851 Meter.

- b) Ujicoba Pengaruh Bandwidth Terhadap Jarak Jangkauan LoRa.

Ujicoba menggunakan 3 nilai BW yang berbeda yaitu 125, 250 dan 500 KHz.

Tabel 3 : Hasil Uji Coba 2

| BW | Jarak | 125 | 250 | 500 |
|-----------|--------------|------------|------------|------------|
| | 100 M | 100% | 100 % | 100 % |
| | 200 M | 100% | 100 % | 100 % |
| | 340 M | 100% | 100 % | 100 % |
| | 500 M | 100% | 100 % | 94 % |
| | 600 M | 100% | 100 % | - |
| | 713 M | 100% | 97 % | - |
| | 800 M | 100% | - | - |
| | 852 M | 100% | - | - |
| | 900 M | 95 % | - | - |

Dari hasil uji coba 2 yang telah dilakukan, didapatkan hasil dimana pada bandwidth 125 KHz, maksimal jarak yang dicapai dengan keandalan data 100 % (tidak ada kesalahan pengiriman data) adalah 340 Meter. Pada bandwidth 250 KHz, pengiriman data mampu menjangkau jarak 713 Meter dan pada pengiriman menggunakan bandwidth 125 KHz, pengiriman data mampu menjangkau jarak 852 Meter.

- c) Ujicoba Pengaruh Code Rate Terhadap Jarak Jangkauan LoRa.
Ujicoba menggunakan 3 nilai Code Rate yang berbeda yaitu 5, 6 dan 8.

Tabel 4: Hasil Uji Coba 3

| Code Rate | Jarak | 5 | 6 | 8 |
|------------------|--------------|----------|----------|----------|
| | 100 M | 100% | 100% | 100 % |
| | 200 M | 100% | 100% | 100 % |
| | 500 M | 100 % | 100 % | 100 % |
| | 600 M | 100 % | 100 % | 100 % |
| | 700 M | 100 % | 100 % | 100 % |
| | 713 M | 100% | 100 % | 100 % |
| | 842 M | 95 % | 100 % | 100 % |
| | 850 M | - | 95 % | 100 % |
| | 900 M | - | - | 97 % |

Dari hasil uji coba 2 yang telah dilakukan, didapatkan hasil dimana pada code rate 5, maksimal jarak yang dicapai dengan keandalan data 100 % (tidak ada kesalahan pengiriman data) adalah 713 Meter. Pada code rate 6, pengiriman data mampu

menjangkau jarak 842 Meter dan pada pengiriman menggunakan code rate 8, pengiriman data mampu menjangkau jarak 850 Meter.

- d) Ujicoba Pengaruh Spreading Factor Terhadap Jarak Jangkauan.
Ujicoba menggunakan 3 nilai Code Rate yang berbeda yaitu 6, 8 dan 12.

Tabel 5 : Hasil Uji Coba 4

| Spread Factor | Jarak | 6 | 8 | 12 |
|----------------------|--------------|----------|----------|-----------|
| | 100 M | 100% | 100% | 100 % |
| | 200 M | 100% | 100% | 100 % |
| | 500 M | 100 % | 100 % | 100 % |
| | 600 M | 100 % | 100 % | 100 % |
| | 658 M | 100% | 100 % | 100 % |
| | 728 M | 96 % | 100 % | 100 % |
| | 800 M | - | 95 % | 100 % |
| | 832 M | - | - | 100 % |
| | 900 M | - | - | 95 % |

Dari hasil uji coba 4 yang telah dilakukan, didapatkan hasil dimana pada Spreading Factor 6, maksimal jarak yang dicapai dengan keandalan data 100 % (tidak ada kesalahan pengiriman data) adalah 658 Meter. Pada spreading factor 8, pengiriman data mampu menjangkau jarak 728 Meter dan pada pengiriman menggunakan spreading factor 12, pengiriman data mampu menjangkau jarak 832 Meter.

4. KESIMPULAN

Tiap – tiap parameter fisik LoRa berpengaruh dalam jangkauan dan keandalan data yang dikirimkan oleh LoRa yang dijelaskan dalam beberapa poin berikut:

- Semakin besar TX Power yang digubakan maka semakin jauh jarak pancaran hal ini disebabkan nilai TX Power yang besar dapat menghasilkan sinyal transmisi yang lebih kuat sehingga jarak jangkauan akan semakin jauh [11].
- Semakin besar nilai Bandwidth maka jarak jangkauan semakin berkurang ini dikarenakan nilai bandwidth yang semakin besar maka semakin mudah untuk terjadi interferensi [11].
- Semakin besar nilai *code rate* maka jarak jangkauan akan semakin jauh dikarenakan

semakin besar nilai *code rate* maka semakin banyak bit redundan yang akan ditambahkan sehingga mengurangi kesalahan dalam pengiriman data [12].

- d) Semakin besar nilai *Spreading Factor* maka jarak jangkauan semakin jauh hal ini dikarenakan nilai *Spreading Factor* yang semakin besar maka sinyal akan diperluas (*spread*) lebih banyak sehingga lebih tahan terhadap *noise* yang menyebabkan sinyal lebih mudah terdeteksi oleh penerima [13][14].

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Nahdi and H. Dhika, "Analisis Dampak Internet of Things (IoT) Pada Perkembangan Teknologi di Masa Yang Akan Datang," *INTEGER: Journal of Information Technology*, vol. 6, no. 1, Jun. 2021, doi: 10.31284/j.integer.2021.v6i1.1423.
- [2] A. Zilham and R. Gunawan, "Potensi IoT Dalam Industri 4.0," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 8, no. 2, pp. 1932–1940, Apr. 2024, doi: 10.36040/jati.v8i2.9209.
- [3] E. Murdyantoro, I. Rosyadi, and H. Septian, "Studi performansi jarak jangkauan LoRa OLG01 sebagai infrastruktur konektivitas nirkabel IoT," *Dinamika Rekayasa*, vol. 15, no. 1, pp. 47–56, 2019.
- [4] D. C. Dewi, F. S. Ningsih, D. F. Atmoko, and I. Shobari, "Desain Mapping dan Komunikasi Lora SX1276 pada Sistem Deteksi Radiasi Menggunakan Drone," *PRIMA-Aplikasi dan Rekayasa dalam Bidang Iptek Nuklir*, vol. 17, no. 2, pp. 21–30, 2020.
- [5] E. A. Darmadi, "Manajemen Bandwidth Internet Menggunakan Mikrotik Router Di Politeknik Tri Mitra Karya Mandiri," *IKRA-ITH Teknologi Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 3, no. 3, pp. 7–13, 2019.
- [6] Yosefine Triwidyastuti, Fikri Santoso Harjowinoto, Musayyanah, Pauladie Susanto, and Harianto, "Unjuk Kerja Transmisi Data LoRa pada Node yang Bergerak," *Journal of Computer Electronic and Telecommunication*, vol. 3, no. 1, Jul. 2022, doi: 10.52435/complete.v2i1.205.
- [7] *Peraturan Direktur Jenderal Sumber Daya dan Perangkat Pos dan Informatika Nomor 3 Tahun 2019 Tentang Persyaratan Teknis Alat dan/atau Perangkat Komunikasi LPWA*. 2019.
- [8] A. Arifin, M. Rizal, and R. Angriawan, "Pengaruh Spreading Factor (Sf) Terhadap Jarak Dan Persentase Data Terkirim Lora Dalam Hutan," in *SENSITf: Seminar Nasional Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*, 2019, pp. 1103–1108.
- [9] R. Astarina, L. A. S. I. Akbar, and D. F. Budiman, "IMPLEMENTASI ROUTING STATIC MULTI HOP PADA PERANGKAT LORA," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 3, 2024.
- [10] F. Hidayat and M. Nizar, "Model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation And Evaluation) Dalam Pembelajaran Pendidikan Agama Islam," *Jurnal Inovasi Pendidikan Agama Islam (JIPAI)*, vol. 1, no. 1, pp. 28–38, Dec. 2021, doi: 10.15575/jipai.v1i1.11042.
- [11] M. M. Kurniawan, K. Amron, and R. A. Siregar, "Analisis Karakteristik Transmisi LoRa pada Wilayah Perkotaan," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 6, no. 8, pp. 3977–3986, 2022.
- [12] M. Huda, F. Imansyah, and J. Marpaung, "Rancang Bangun Sistem Komunikasi Monitoring Level Air Pada Water Barrel Covid-19 Menggunakan Lora Dengan Model Point To Point," *Jurnal Teknik Elektro Untan*, vol. 9, no. 2, 2021.
- [13] M. Bor and U. Roedig, "LoRa Transmission Parameter Selection," in *2017 13th International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems (DCOSS)*, 2017, pp. 27–34. doi: 10.1109/DCOSS.2017.10.
- [14] E. M. Migabo, K. D. Djouani, and A. M. Kurien, "The Narrowband Internet of Things (NB-IoT) Resources Management Performance State of Art, Challenges, and Opportunities," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 97658–97675, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2995938.