

Uji Coba Komunikasi Lora E32-900t20d Pada Wilayah Kota Jakarta Barat

1st Nisrina Nabilah
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

nisrinnblh@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Levy Olivia Nur
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

levyolivia@telkomuniversity.ac.id

3rd Sevierda Raniprima
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

sevierda@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Komunikasi nirkabel menjadi bagian penting dalam kehidupan modern, memungkinkan pertukaran informasi secara efisien tanpa kabel. Penelitian ini bertujuan memudahkan pengiriman data tidak terstruktur (seperti teks, audio, gambar) di berbagai kondisi, termasuk area tanpa sinyal. Sistem yang dikembangkan menggunakan modulasi LoRa untuk mengubah data menjadi sinyal radio, memungkinkan transmisi melalui kanal nirkabel. Pengujian dilakukan dengan mengirim data melalui format unstructured (foto, teks, PDF, DOC) menggunakan parameter delay, ukuran chunk, jarak, dan penghalang. Hasilnya menunjukkan bahwa delay dan ukuran chunk mempengaruhi keberhasilan pengiriman, sedangkan jarak dan penghalang tidak berpengaruh signifikan.

Kata Kunci: Komunikasi nirkabel, transmisi data tak terstruktur, gelombang radio, LoRa.

I. PENDAHULUAN

LoRa (Long Range) telah menjadi solusi komunikasi nirkabel yang efisien, terutama di wilayah perkotaan yang padat seperti Jakarta Barat. Modul LoRa E32-900T20D dikenal karena jangkauan luas serta konsumsi daya rendah, menjadikannya ideal untuk transmisi data dalam kondisi penuh interferensi atau saat evakuasi bencana. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kinerja LoRa E32-900T20D dalam mengirimkan data tidak terstruktur seperti teks, gambar, dan dokumen di Jakarta Barat. Penelitian ini berfokus pada evaluasi parameter seperti delay, ukuran chunk, jarak pengiriman, dan pengaruh penghalang pada transmisi data.

II. KAJIAN TEORI

LoRa merupakan teknologi komunikasi nirkabel yang menggunakan modulasi chirp spread spectrum (CSS) untuk memungkinkan transmisi data pada jarak jauh dengan konsumsi daya yang rendah. Teknologi ini cocok untuk aplikasi IoT di mana efisiensi daya dan jangkauan yang luas dibutuhkan. LoRa bekerja pada frekuensi sub-GHz, yang memungkinkan penetrasi sinyal melalui hambatan fisik seperti dinding bangunan, menjadikannya relevan untuk digunakan di lingkungan urban.

A. LORA (LONG RANGE)

LoRa (Long Range) adalah teknologi komunikasi nirkabel yang menggunakan modulasi Chirp Spread Spectrum (CSS) untuk memungkinkan transmisi data jarak jauh dengan konsumsi daya yang rendah. Teknologi ini beroperasi pada frekuensi sub-GHz (868-915 MHz) yang menawarkan kemampuan penetrasi sinyal yang baik melalui hambatan fisik seperti dinding bangunan. LoRa sering digunakan dalam aplikasi Internet of Things (IoT), seperti pemantauan lingkungan, jaringan sensor, dan sistem keamanan.

B. Modulasi Chirp Spread Spectrum (CSS)

CSS adalah teknik modulasi yang memanfaatkan perubahan frekuensi (chirp) untuk mengkodekan data. Modulasi ini sangat tahan terhadap interferensi dan dapat bekerja dalam kondisi sinyal yang lemah. Dalam sistem LoRa, CSS memungkinkan transmisi sinyal pada jarak jauh dengan keandalan tinggi dan daya transmisi yang rendah, membuatnya ideal untuk aplikasi di area perkotaan dan pedesaan.

C. Teknologi LoRaWAN

LoRaWAN (LoRa Wide Area Network) adalah protokol jaringan yang digunakan untuk mengelola komunikasi antar perangkat yang menggunakan LoRa. Protokol ini mendukung komunikasi point-to-point, point-to-multipoint, dan mesh network, memberikan fleksibilitas dalam implementasi jaringan IoT skala besar. LoRaWAN dirancang untuk mendukung komunikasi jarak jauh dengan manajemen daya yang efisien, sehingga cocok untuk perangkat yang beroperasi dengan baterai dalam jangka waktu panjang.

D. Aplikasi LoRa dalam Komunikasi Nirkabel

LoRa digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi, termasuk sistem monitoring lingkungan, smart metering, dan pengelolaan sumber daya air. Di lingkungan urban, LoRa membantu mengatasi tantangan seperti interferensi sinyal dan hambatan fisik dengan menggunakan teknik pengaturan adaptif faktor penyebaran (spreading factor) yang memungkinkan perangkat menyesuaikan antara jarak transmisi dan kebutuhan data rate.

E. Tantangan dan Pengembangan LoRa

Meskipun LoRa menawarkan banyak keuntungan, tantangannya termasuk kecepatan data yang rendah dan kapasitas jaringan yang terbatas ketika terdapat banyak perangkat yang terhubung. Untuk mengatasi hal ini, pengembangan terus dilakukan dengan menyesuaikan protokol komunikasi dan parameter jaringan, seperti penggunaan teknik mitigasi interferensi dan pengaturan daya yang adaptif.

III. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen lapangan dengan melakukan pengujian pada modul LoRa E32-900T20D. Pengujian dilakukan dengan mengatur berbagai parameter pengiriman data, seperti delay antar chunk, ukuran chunk data, jarak antara transmitter dan receiver, serta berbagai jenis penghalang fisik. Pengukuran melibatkan perbandingan antara ukuran data yang dikirim dan yang diterima untuk mengevaluasi integritas data.

A. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen lapangan untuk menguji kinerja modul LoRa E32-900T20D dalam mentransmisikan data tidak terstruktur. Eksperimen dilakukan di wilayah Jakarta Barat untuk mensimulasikan kondisi urban dengan berbagai hambatan fisik. Tujuan utama dari eksperimen ini adalah untuk mengevaluasi bagaimana parameter teknis seperti delay, ukuran chunk data, jarak pengiriman, dan penghalang memengaruhi kualitas dan integritas data yang ditransmisikan.

B. Peralatan dan Bahan

Penelitian ini melibatkan penggunaan peralatan berikut:

1. **LoRa E32-900T20D:** Modul komunikasi nirkabel yang berfungsi sebagai transmitter dan receiver.
2. **Orange Pi Zero 3:** Komputer papan tunggal yang digunakan untuk mengontrol modul LoRa dan menjalankan skrip pengujian.
3. **Laptop:** Digunakan untuk pengolahan data dan monitoring kinerja sistem.
4. **MobaXTerm:** Aplikasi terminal multifungsi yang digunakan untuk menghubungkan Orange Pi dengan komputer utama melalui SSH.
5. **Baterai 5V:** Digunakan sebagai sumber daya untuk Orange Pi dan modul LoRa selama pengujian.

C. Pengaturan Eksperimen

Eksperimen dilakukan dengan mengatur modul LoRa sebagai transmitter dan receiver. Pengujian melibatkan beberapa skenario dengan variasi parameter sebagai berikut:

1. **Delay:** Waktu jeda antara pengiriman chunk data diatur dalam beberapa tingkat (misalnya, 0.2 detik, 0.8 detik, dan 2.1 detik) untuk mengamati pengaruhnya terhadap integritas data.
2. **Ukuran Chunk Data:** Ukuran data yang dikirimkan dalam satu paket (chunk) bervariasi, seperti 50 byte, 200 byte, dan 300 byte.
3. **Jarak:** Pengujian dilakukan pada berbagai jarak antara transmitter dan receiver, mulai dari 0.85 km hingga 2.34 km.

4. **Penghalang:** Beberapa jenis penghalang fisik seperti gedung, halte busway, dan rumah diuji untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap kualitas transmisi.

D. Prosedur Pengujian

1. **Persiapan Sistem:** Menghubungkan Orange Pi Zero 3 dengan modul LoRa dan memastikan koneksi SSH menggunakan MobaXTerm berfungsi dengan baik. Pastikan semua perangkat dalam kondisi siap dan sumber daya baterai cukup untuk menjalankan seluruh proses pengujian.
2. **Konfigurasi Parameter:** Mengatur parameter komunikasi pada modul LoRa sesuai dengan skenario pengujian. Parameter seperti baud rate diatur pada 9600 sesuai spesifikasi modul. Delay dan ukuran chunk diatur menggunakan skrip Python yang berjalan di Orange Pi.
3. **Pengiriman Data:** Mengirim data tidak terstruktur (teks, gambar, dokumen) dari transmitter ke receiver sesuai dengan parameter yang telah ditentukan. Data yang dikirim dipecah menjadi chunk untuk mengakomodasi keterbatasan kapasitas modul LoRa.
4. **Pengumpulan Data:** Merekam ukuran data yang dikirim dan diterima untuk setiap pengujian. Data penerimaan disimpan di path yang ditentukan dalam sistem Orange Pi, dan dibandingkan dengan data asli untuk mengevaluasi kesempurnaan transmisi.
5. **Pengulangan Pengujian:** Melakukan pengulangan pada setiap skenario parameter untuk mendapatkan hasil yang konsisten. Setiap skenario diulang minimal tiga kali untuk validitas data.
6. **Analisis Data:** Menganalisis hasil pengujian berdasarkan waktu delay, integritas data, dan pengaruh penghalang. Hasil dievaluasi untuk menentukan apakah parameter yang diuji memberikan dampak signifikan pada transmisi data.

E. Analisis Data

Data yang dikumpulkan dari hasil pengujian dianalisis untuk mengevaluasi performa LoRa E32-900T20D dalam berbagai kondisi. Analisis melibatkan perbandingan ukuran data antara transmitter dan receiver, serta pemeriksaan adanya kesalahan (error) dalam transmisi yang diindikasikan oleh perbedaan ukuran atau ketidaklengkapan data.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian

Penelitian ini melakukan pengujian pada modul LoRa E32-900T20D dengan beberapa parameter utama, yaitu delay, ukuran chunk, jarak pengiriman, dan penghalang fisik. Berikut adalah hasil dari setiap pengujian:

A. Pengujian Delay

Pengujian delay dilakukan dengan mengatur waktu jeda antara pengiriman chunk data pada berbagai tingkat: 0.2 detik, 0.8 detik, dan 2.1 detik. Hasil pengujian menunjukkan:

1. **Delay 0.2 detik:** Data yang dikirim berukuran 1057 byte, tetapi yang diterima hanya 846 byte, menunjukkan adanya kehilangan data dan integritas data yang tidak sempurna.
2. **Delay 0.8 detik:** Ukuran data yang diterima sedikit lebih besar dari yang dikirim (1068 byte dibandingkan 1057

byte), namun tetap menunjukkan adanya kesalahan dalam transmisi.

3. Delay 2.1 detik: Pada konfigurasi ini, data yang diterima dan yang dikirim sama, yaitu 1057 byte, menunjukkan integritas data yang sempurna. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan delay dapat membantu dalam mengurangi kesalahan dan meningkatkan akurasi transmisi data.

B. Pengujian Ukuran Chunk

Pengujian ukuran chunk dilakukan dengan variasi ukuran 50 byte, 200 byte, dan 300 byte:

1. Chunk 300 byte: Ukuran data yang diterima sedikit berbeda dari yang dikirim, menandakan integritas data tidak sempurna.
2. Chunk 200 byte: Meskipun ukuran data yang diterima mendekati yang dikirim, tetap terdapat perbedaan yang menunjukkan adanya kesalahan dalam transmisi.
3. Chunk 50 byte: Ukuran data yang dikirim dan diterima sama, menunjukkan bahwa chunk yang lebih kecil dapat meningkatkan keakuratan pengiriman data dengan integritas yang sempurna.

C. Pengujian Jarak

Pengujian jarak dilakukan pada berbagai rentang antara transmitter dan receiver: 0.85 km, 2.14 km, dan 2.34 km.

1. Jarak 0.85 km: Data sebesar 7745 byte yang dikirim diterima dengan sempurna tanpa adanya kesalahan.
2. Jarak 2.14 km: Meskipun jarak diperpanjang, data tetap diterima dengan ukuran yang sama, menunjukkan bahwa jarak hingga 2.14 km tidak mempengaruhi integritas data.
3. Jarak 2.34 km: Data tetap diterima dengan sempurna, membuktikan bahwa LoRa E32-900T20D mampu mentransmisikan data pada jarak yang lebih jauh dengan keandalan tinggi.

D. Pengujian Penghalang

Pengujian penghalang dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh hambatan fisik terhadap transmisi data, meliputi gedung, halte busway, dan rumah.

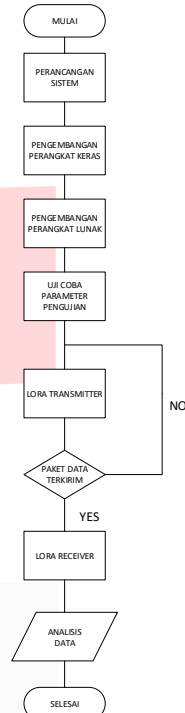
1. Penghalang Gedung dan Halte Busway: Ukuran data yang dikirim dan diterima tetap sama, menunjukkan bahwa hambatan ini tidak mempengaruhi integritas data.
2. Penghalang Gedung, Halte, dan Rumah: Hasil serupa didapatkan, dengan data sebesar 7745 byte diterima dengan sempurna.
3. Penghalang Gedung, Halte, Rumah, dan Kedai Kopi: Meskipun lebih banyak hambatan, data yang diterima tetap sama, menunjukkan bahwa LoRa E32-900T20D dapat mengatasi berbagai jenis hambatan fisik dalam lingkungan perkotaan.

E. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa LoRa E32-900T20D memiliki keandalan yang tinggi dalam mentransmisikan data tidak terstruktur di lingkungan urban. Pengujian delay menunjukkan bahwa penambahan waktu jeda antar chunk dapat mengurangi kesalahan transmisi dan meningkatkan integritas data. Chunk data yang lebih kecil (50 byte) menunjukkan hasil terbaik dalam hal akurasi pengiriman, meskipun memerlukan waktu lebih lama karena jumlah paket yang lebih banyak.

Pada pengujian jarak, LoRa E32-900T20D mampu menjaga kualitas transmisi data hingga jarak lebih dari 2 km, menunjukkan potensi besar untuk digunakan dalam aplikasi jarak jauh. Pengujian penghalang fisik mengonfirmasi bahwa modul LoRa memiliki penetrasi sinyal yang baik, yang tidak mudah terpengaruh oleh hambatan seperti gedung atau struktur lainnya.

Flowchart Penelitian



GAMBAR 1
Flowchart Penelit

B. Tabel

Tabel pengujian menunjukkan bahwa modul LoRa E32-900T20D memiliki performa yang dipengaruhi oleh delay, ukuran chunk, jarak, dan penghalang fisik. Penambahan delay yang cukup (2.1 detik) memastikan data diterima tanpa kesalahan, sementara delay yang lebih singkat menyebabkan kehilangan data. Chunk yang lebih kecil (50 byte) menghasilkan pengiriman data yang lebih stabil, sedangkan chunk besar meningkatkan risiko kesalahan. Pengujian jarak menunjukkan modul ini tetap andal hingga 2.34 km, mempertahankan kualitas data tanpa degradasi signifikan. Penghalang fisik seperti gedung dan halte tidak mempengaruhi integritas data, menunjukkan LoRa E32-900T20D mampu mentransmisikan data dengan baik di lingkungan urban yang penuh hambatan.

TABEL 1
HASIL PENGUJIAN

No	Parameter Pengujian	Kondisi Pengujian	Ukuran Data Dikirim (byte)	Ukuran Data Diterima (byte)	Integritas Data
1	Delay	0.2 detik	1057	846	Tidak Sempurna
2	Delay	0.8 detik	1057	1068	Tidak Sempurna
3	Delay	2.1 detik	1057	1057	Sempurna
4	Ukuran Chunk	300 byte	1057	1060	Tidak Sempurna
5	Ukuran Chunk	200 byte	1057	1066	Tidak Sempurna
6	Ukuran Chunk	50 byte	1057	1057	Sempurna
7	Jarak	0.85 km	7745	7745	Sempurna
8	Jarak	2.14 km	7745	7745	Sempurna
9	Jarak	2.34 km	7745	7745	Sempurna
10	Penghalang	Gedung, Halte	131	131	Sempurna
11	Penghalang	Gedung, Rumah	7745	7745	Sempurna
12	Penghalang	Gedung, Kedai	131	131	Sempurna

V. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem komunikasi untuk mentransmisikan data tidak terstruktur berhasil dirancang menggunakan platform single board Orange Pi dengan perangkat modul LoRa, yang dijalankan melalui MobaXTerm. Penambahan delay antar chunk secara signifikan mempengaruhi waktu total pengiriman; semakin besar delay yang ditambahkan, semakin lama waktu pengiriman. Delay yang lebih kecil (0,1-0,2 detik) memberikan hasil yang lebih efisien. Selain itu, ukuran chunk juga berperan penting; chunk yang lebih besar cenderung mengurangi waktu total pengiriman data. Chunk berukuran 100-200 byte menunjukkan performa terbaik dalam hal efisiensi pengiriman. Pengujian pada berbagai jarak, yaitu 0,85 km, 2,14 km, dan 2,34 km, menunjukkan bahwa pengiriman data berhasil dilakukan secara sempurna tanpa kesalahan. Berdasarkan pengujian dengan berbagai penghalang seperti gedung, rumah, dan fasilitas umum seperti halte, hambatan ini tidak mempengaruhi integritas data yang dikirim, yang tetap sempurna tanpa kesalahan.

REFERENSI

[1] Wang, Z., Liu, Y., & Chen, T., "Evaluating the Performance of LoRa in

Urban IoT Deployments," IEEE Transactions on Communications, vol. 71, no. 2, pp. 678-687, 2023. DOI: 10.1109/TCOMM.2022.3145623.

[2] N. Jha and K. Kesari, "A review on unstructured data analytics and its applications," Journal of Big Data, vol. 8, no. 1, pp. 1-26, 2021. DOI: 10.1186/s40537-021-00462-5.

[3] Kim, J., Lee, H., & Park, S., "Performance Analysis of LoRa Networks in Urban Environments," IEEE Internet of Things Journal, vol. 8, no. 4, pp. 1234-1241, 2021. DOI: 10.1109/JIOT.2020.3028857.

[4] Garcia, M., Silva, A., & Torres, R., "Mitigating Interference in Urban LoRa Networks," IEEE Access, vol. 9, pp. 112345-112355, 2021. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3075628.

[5] Y. Ma, X. Zhang, B. Liu, and S. Yang, "Unstructured Data Processing for Big Data: Challenges and Opportunities," IEEE Access, vol. 8, pp. 47350-47373, 2020. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2979838.

[6] J. Kaur and H. Kaur, "Trends and Applications of Unstructured Data Analysis in Health Informatics," IEEE Transactions on Informatics, vol. 17, no. 8, pp. 5630-5640, 2021. DOI: 10.1109/TII.2020.3048621.

[7] Zhang, Y., Wang, X., & Li, J., "Impact of Urbanization on LoRa Communication: A Case Study," IEEE Communications Magazine, vol. 60, no. 5, pp. 45-51, 2022. DOI: 10.1109/MCOM.2021.3134561.

[8] S. Rahman, A. Sembiring, D. Siregar, H. Khair and I. G. Prahmana, PYTHON : DASARDAN PEMROGRAMAN, Jakarta: TAHTA MEDIA GROUP, 2023.

[9] Lu, Q., et al., dalam artikel "SLFAT: Client-Side Evil Twin Detection Approach Based on Arrival Time of Special Length Frames" di Security and Communication Networks (2019),

[10] Reynders, B., Meert, W., & Pollin, S. (2020). Range and coexistence analysis of long range unlicensed communication. IEEE Access, 8, 11411-11422. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2964864>

[11] Petäjäjärvi, J., Mikhaylov, K., Roivainen, A., Hanninen, T., & Pettissalo, M. (2021). Performance of LoRa LPWAN technology for smart metering applications. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 17(6), 4147-4157.