

Implementation of Lora in A Luggage Tracking System Using GPS

Rafli Ramdhan Rohendi¹, Uray Ristian², Hirzen Hasfani³

^{1,2,3}Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura, Pontianak Jl. Profesor Dokter H. Hadari Nawawi, Bansir Laut, Kec. Pontianak Tenggara, Kota Pontianak, Kalimantan Barat, Indonesia

e-mail: ¹rohendi001204@student.untan.ac.id, ²eristian@siskom.untan.ac.id,

³hirzen.hasfani@siskom.untan.ac.id

Abstract

Luggage is an item that is often carried when traveling and is often the target of theft, loss, or mix-ups. Therefore, a tracking system is needed that can monitor the location of luggage in real time. This study implements LoRa (Long Range) technology in a luggage tracking system, with the help of a Ublox NEO-6M GPS module and a NodeMCU ESP32 microcontroller. This system sends luggage location data from a LoRa transmitter to a LoRa receiver, which is then forwarded to an Android application via a Bluetooth connection. In addition, this study also analyzes network performance based on the parameters of delay, throughput, packet loss, and RSSI (Received Signal Strength Indicator). The test results show that the system is capable of sending data up to a maximum distance of 160 meters, with the best performance at a distance of 20–80 meters, marked by low delay, high throughput, and low packet loss. At a maximum distance of 160 meters, the delay value was 12.685 ms, the throughput was 4.37 bps, the packet loss was 60%, and the RSSI was –102.2 dBm. Based on a total of 90 test data points, the average test values showed a delay of 2777 ms, throughput of 10.87 bps, packet loss of 23.33%, and RSSI of -95.5375 dBm. This system can be used for luggage tracking without requiring an internet connection, allowing it to function in areas with limited network coverage.

Keywords: LoRa, Delay, Packet Loss, Throughput, RSSI.

Abstrak

Koper merupakan barang yang sering dibawa saat bepergian dan sering menjadi sasaran pencurian, kehilangan, atau tertukar. Oleh karena itu, diperlukan sistem pelacakan yang dapat memantau lokasi koper secara real-time. Penelitian ini mengimplementasikan teknologi LoRa (Long Range) pada sistem pelacak koper, dengan bantuan modul GPS Ublox NEO-6M dan mikrokontroler NodeMCU ESP32. Sistem ini mengirimkan data lokasi koper dari LoRa transmitter ke LoRa receiver, yang kemudian diteruskan ke aplikasi Android melalui koneksi bluetooth. Selain itu, penelitian ini juga menganalisis kinerja jaringan berdasarkan parameter delay, throughput, packet loss, dan RSSI (Received Signal Strength Indicator). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengirim data hingga jarak maksimum 160 meter, dengan performa terbaik pada jarak 20–80 meter, ditandai oleh nilai delay rendah, throughput tinggi, dan packet loss yang kecil. Pada jarak maksimum 160 meter diperoleh nilai delay sebesar 12,685 ms, throughput sebesar 4,37 bps, packet loss sebesar 60%, dan RSSI sebesar –102,2 dBm. Berdasarkan total pengambilan 90 data pengujian, nilai rata-rata pengujian menunjukkan delay 2777 ms, throughput 10,87 bps, packet loss 23,33%, dan RSSI -95,5375 dBm. Sistem ini dapat

digunakan untuk pelacakan koper tanpa memerlukan koneksi internet, sehingga dapat berfungsi di wilayah dengan keterbatasan jaringan.

Kata Kunci: *LoRa, Delay, Packet Loss, Throughput, RSSI.*

1. PENDAHULUAN

Seseorang bepergian identik selalu menggunakan media seperti tas maupun koper [1]. Koper merupakan suatu hal yang sangat penting untuk dibawa ketika bepergian terkhususnya untuk perjalanan jarak jauh karena berfungsi untuk menyimpan barang bawaan [2]. Di era saat ini kerap ditemukan posisi koper yang cukup dekat dengan pemiliknya namun ternyata hal ini tidak mampu menghindari terjadinya koper yang tertukar dan bahkan hilang akibat kelalaian pemiliknya, hal ini menimbulkan kecemasan karena tidak dapat mengetahui situasi dan keberadaan koper tersebut [3]. Permasalahan ini menuntut adanya sistem tracking yang mampu memantau keberadaan koper secara real-time, memberikan peringatan ketika koper berada pada jarak tertentu dan pengiriman tanpa jaringan internet.

Untuk mengatasi masalah terjadinya tertukar dan kehilangan koper pada area tanpa internet, teknologi LoRa menjadi solusi sebagai transmisi data. LoRa merupakan alat komunikasi nirkabel jarak jauh yang menggunakan teknik modulasi spektrum dari Chirp Spread Spectrum (CSS) serta menggunakan daya yang rendah [4]. LoRa juga merupakan teknologi nirkabel berdaya rendah yang menggunakan spektrum radio dengan pita frekuensi 433 MHz, 868 Mhz atau 915 MHz tergantung pada regulasi masing-masing negara. Untuk di Indonesia, frekuensi yang digunakan adalah Indonesia 923 - 925 MHz [5]. Sistem komunikasi LoRa digunakan untuk mengirim dan menerima data menggunakan radio frekuensi. LoRa dapat disetting sebagai transmitter yang mengirim data, dan di setting sebagai Receiver sebagai penerima data. LoRa tidak membutuhkan koneksi internet untuk mengirim dan menerima data, jarak tempuh transmitter LoRa sampai dengan 15 KM [6], [7].

Pada penelitian sebelumnya dengan judul “Implementasi *Websocket* pada Pembacaan Ketinggian Air Lahan Gambut Sebagai Pencegahan Dini Kebakaran Berbasis LoRaWAN” [8]. Penelitian ini dirancang dengan 5 komponen penyusun antara lain ESP32 sebagai mikrokontroler, Sensor *Water Float Level*, Modul LoRa SX1278 Ra-02, *PowerBank*, dan *WebSocket* sebagai antarmuka *output*. Hasil pengujian pada implementasi sistem monitoring ketinggian air lahan gambut bertujuan untuk membuktikan keandalan transmisi data LoRa dan akurasi pembacaan sensor dalam mendeteksi perubahan ketinggian air secara *real-time*.

Penelitian terkait sebelumnya “Data Komunikasi Secara *Real Time* Menggunakan LoRa Berbasis *Internet of Things* Untuk Pembuatan *Weather Station*” [9]. Pada penelitian ini menggunakan *Arduino Mega* sebagai mikrokontroler dan beberapa sensor seperti suhu dan kelembaban, intensitas cahaya, tekanan udara, arah angin, kecepatan angin, dan curah hujan. Hasil penelitian ini menunjukkan pada jarak LoS berhasil dilakukan dari jarak 100 m hingga 1 km. Pada jarak NLoS berhasil dilakukan dari jarak 100 m hingga 530 m.

Penelitian berikutnya berjudul “Alat Pelacak Berbasis *Long Range Wide Area Network* (LORAWAN)” [10]. Pada penelitian ini menggunakan protokol LoRaWAN untuk mengirimkan data GPS berupa *latitude* dan *longitude*. Pada penelitian ini digunakan beberapa komponen seperti NodeMCU, GPS, modul lora, dan *blynk* app. Hasil dari penelitian ini adalah berupa sinyal GPS yang ditampilkan pada aplikasi *blynk*.

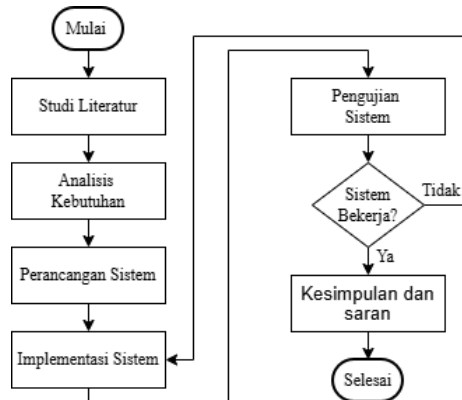
Dengan adanya alat *tracking* pada koper, penggunaan tentunya dapat memberikan keamanan lebih, dimana sistem ini dapat membantu melacak posisi dan lokasi koper berada. Berdasarkan latar belakang dan penelitian terkait yang telah diuraikan, akan dilakukan penelitian dengan judul “Implementasi LoRa pada sistem keamanan koper menggunakan GPS”. Penelitian ini dirancang dengan mengimplementasikan komunikasi LoRa untuk mengetahui *delay* pengiriman data, *packet loss*, *throughput*, dan jarak maksimal pengiriman pada komunikasi LoRa,

dan memanfaatkan ESP32 sebagai mikrokontroler, modul GPS. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan *interface android* agar dapat di *tracking* keberadaan koper.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Pada bagian metode penelitian akan membahas tahapan yang akan dilakukan. Tahapan tersebut terdiri dari studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian, kesimpulan dan saran. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Tahapan Penelitian

2.1.1 Studi Literatur

Tahap ini dilakukan proses pengumpulan sumber pustaka dan dokumentasi untuk memperoleh informasi yang menunjang penelitian. Literatur dapat berupa jurnal ilmiah penelitian sebelumnya yang sudah dilakukan maupun buku-buku yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

1. LoRa

LoRa adalah teknologi nirkabel yang menggunakan spektrum radio dengan pita frekuensi 433 MHz, 868 Mhz atau 915 MHz tergantung pada regulasi masing-masing negara. Untuk di Indonesia, frekuensi yang digunakan adalah Indonesia 923 - 925 MHz LoRa memiliki daya jangkauan yang luas [5].

2. Delay

Delay merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. Delay dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti atau juga waktu proses yang lama. Dalam menghitung delay menggunakan Persamaan (1). Kategori *delay* menurut TIPHON dapat dilihat pada Tabel 1 [11].

$$\text{Delay rata - rata} = \frac{\text{Total paket delay}}{\text{Total paket diterima}} \quad (1)$$

Tabel 1 Kategori Delay (TIPHON) [11]

Kategori Latency	Besar Delay	Indeks
Sangat Bagus	<150 ms	4
Bagus	150 s/d 300 ms	3
Sedang	300 s/d 450 ms	2
Jelek	>450 ms	1

3. Throughput

Throughput adalah ukuran seberapa banyak paket data yang berhasil dikirim dan diterima dalam suatu jaringan atau sistem komunikasi dalam waktu tertentu. *Throughput* hampir sama dengan *bandwidth*, hanya saja *throughput* bersifat dinamis dan bisa berubah-ubah tergantung trafik yang sedang terjadi sedangkan *bandwidth* bersifat permanen [11]. Dalam menghitung

throughput menggunakan Persamaan (2). Kategori *throughput* menurut TIPHON dapat dilihat pada Tabel 2 [11].

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah data yang dikirim}}{\text{Waktu pengiriman data}} \quad (2)$$

Tabel 2 Kategori Throughput (TIPHON) [11]

Kategori <i>Throughput</i>	<i>Throughput</i>	Indeks
Sangat Bagus	>2,1 mbps	4
Bagus	1200 – 2,1 mbps	3
Sedang	770 – 1200 kbps	2
Jelek	388 – 770 kbps	1

4. Packet Loss

Packet loss merupakan parameter yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang. Paket yang hilang dapat terjadi karena *collision* dan *congestion* pada suatu jaringan. Untuk mengetahui jumlah *packet loss* pada suatu layanan jaringan maka data yang didapatkan perlu diolah dengan menggunakan Persamaan (3). Kategori *packet loss* menurut TIPHON dapat dilihat pada Tabel 3 [11].

$$\text{Packet Loss} = \frac{(\text{Paket data dikirim} - \text{Paket data diterima})}{\text{Paket data yang dikirim}} \times 100\% \quad (3)$$

Tabel 3 Kategori Packet Loss (TIPHON) [11]

Kategori <i>Packet Loss</i>	<i>Packet Loss</i>	Indeks
Sangat Bagus	0-2%	4
Bagus	3-14%	3
Sedang	15-24%	2
Jelek	>25%	1

5. RSSI (Received Signal Strength Indikator)

Dalam mekanisme pengiriman data, terdapat istilah *Received Signal Strength Indikator* (RSSI) yang merupakan salah satu parameter penting dalam transmisi radio. RSSI dapat mempresentasikan kekuatan sinyal yang diterima oleh *transceiver* dan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti daya transmisi (TX Power), hambatan jarak, dan jenis antena yang digunakan [12].

Tabel 4 Kategori RSSI (Received Signal Strength Indikator) [13]

Nilai RSSI (dB)	Keterangan
-30 to -60	Sangat kuat. Jarak antar pemancar ke penerima terlalu dekat.
-60 to -90	Sangat baik. Jangkauan pengiriman cukup dekat.
-90 to -105	Baik. Adanya sebagian data yang tidak diterima.
-105 to -115	Buruk. Mampu menerima data meski <i>drop-out</i> .
-115 to -120	Sangat buruk. Sering terjadi data <i>loss</i> .

2.1.2 Analisis Kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan dilakukan untuk menentukan apa saja yang dibutuhkan dari Implementasi LoRa pada Sistem *tracking* Koper menggunakan GPS. Pada tahap ini dilakukan untuk menganalisis kebutuhan sistem seperti perangkat keras dan kebutuhan perangkat lunak.

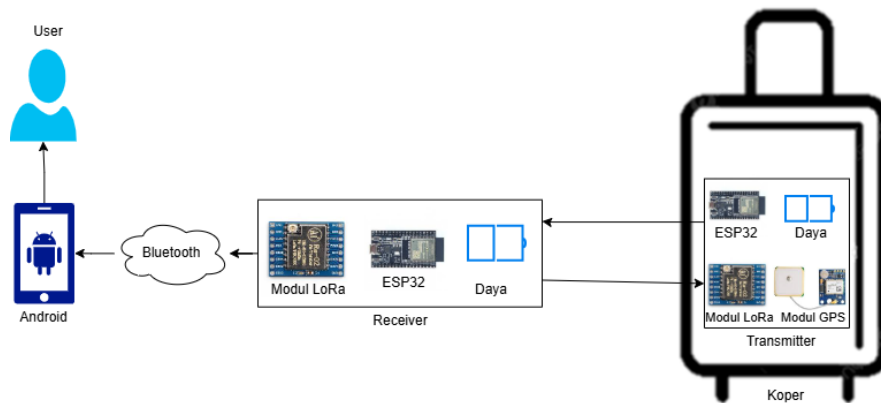
2.1.3 Perancangan Sistem

Tahap perancangan sistem akan melibatkan kedua hasil analisis kebutuhan yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Pertama melakukan perancangan pada perangkat keras dengan ESP32 sebagai mikrokontroler yang akan memproses beberapa modul yaitu modul GPS dan modul LoRa. Perangkat lunak seperti *Arduino IDE* akan menjadi aplikasi pemrograman pada ESP32 dan Visual Studio Code akan menjadi aplikasi pemrograman aplikasi *android* sistem keamanan koper.

Perancangan sistem pada penelitian ini terbagi menjadi 2 yaitu, perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

1. Deskripsi Sistem

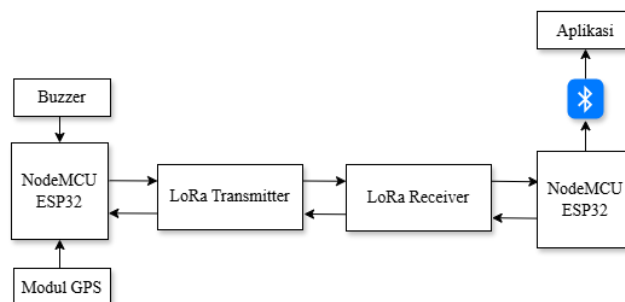
Sistem ini dirancang untuk melakukan pelacakan lokasi koper dengan menggunakan protokol LoRa sebagai media pengiriman data. Perangkat utama yang digunakan adalah NodeMCU ESP32, modul GPS Ublox NEO-6M, dan modul LoRa SX1278. ESP32 berfungsi sebagai pengolah dan pengendali data dari semua modul. Modul GPS digunakan untuk memperoleh posisi geografis berupa lintang dan bujur. Data lokasi tersebut kemudian dikirimkan oleh modul LoRa transmitter dan diterima oleh LoRa *receiver* pada sisi penerima. Selanjutnya, data hasil penerimaan diteruskan melalui koneksi Bluetooth untuk ditampilkan pada aplikasi Android sehingga posisi koper dapat dipantau secara *real-time*. Deskripsi sistem dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Deskripsi Sistem

2. Perancangan Arsitektur Sistem

Perancangan arsitektur sistem menjelaskan bagaimana suatu sistem mendefinisikan komponen secara teratur, termasuk perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras meliputi perancangan NodeMCU ESP32, modul LoRa SX1278, modul GPS Ublox NEO-6M. LoRa digunakan sebagai perantara antara *Node* dan aplikasi. Perangkat lunak mencakup titik koordinat pada peta. Perancangan arsitektur sistem dapat dilihat pada Gambar 3.

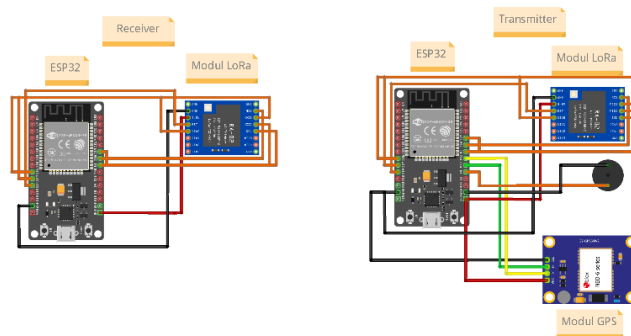


Gambar 3 Arsitektur Sistem

3. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras merupakan tahap untuk menghubungkan semua komponen yang digunakan menjadi satu rangkaian. Tahap ini melibatkan pemasangan dan pengaturan modul GPS Ublox NEO-6M untuk mendapatkan nilai *latitude* dan *longitude*. Modul LoRa berfungsi untuk pengiriman data GPS dari LoRa *transmitter* ke LoRa *receiver*. Mikrokontroler NodeMCU ESP32 sebagai pusat pengelola data dari modul GPS dan modul LoRa. Buzzer

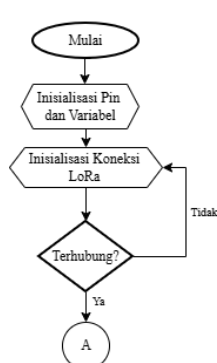
berfungsi untuk alarm jika koper diluar jangkauan dari jaringan LoRa. Gambaran rangkaian perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 4.



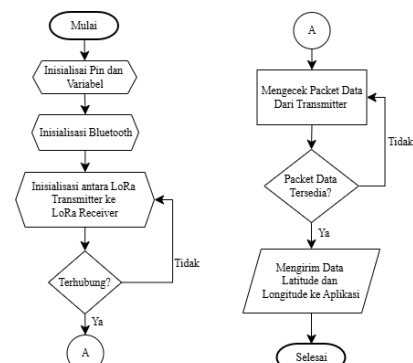
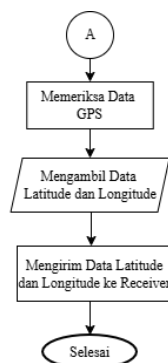
Gambar 4 Perancangan Perangkat Keras

4. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dimulai dengan inisialisasi pin, variabel, serta koneksi LoRa pada *transmitter* dan *receiver* yang terhubung ke NodeMCU ESP32. Jika LoRa belum terhubung, sistem akan mencoba melakukan inisialisasi ulang hingga koneksi berhasil. Setelah LoRa terhubung, sistem memeriksa ketersediaan data GPS. Ketika data *latitude* dan *longitude* sudah diperoleh, informasi tersebut dikirimkan ke LoRa *receiver*. Pada sisi penerima, paket data akan dicek—jika belum tersedia, sistem melakukan pengecekan ulang. Jika data sudah diterima, informasi koordinat akan diteruskan melalui Bluetooth ke aplikasi Android untuk menampilkan posisi koper. Diagram perancangan perangkat lunak ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5 Perancangan Perangkat Lunak Transmitter



Gambar 6 Perancangan Perangkat Lunak Receiver

2.1.4 Implementasi Sistem

Tahap implementasi sistem merupakan tahapan selanjutnya setelah rancangan sistem selesai, pada tahap ini konsep rancangan sistem diwujudkan menjadi kenyataan. Pengujian Sistem. Pada tahap implementasi sistem dapat dibagi menjadi 2 aspek utama yaitu implementasi perangkat keras dan implementasi perangkat lunak.

2.1.5 Pengujian Sistem

Tahap pengujian sistem merupakan tahap untuk memastikan kinerja sistem sesuai dengan yang diharapkan. Tahap ini meliputi pengujian kinerja sistem berdasarkan pengujian berikut:

1. Pengujian *delay* pengirim.
2. Pengujian *throughput* pengirim.
3. Pengujian *packet loss* pengirim.
4. Pengujian sistem secara menyeluruh.

5. Pengujian aplikasi *android*.

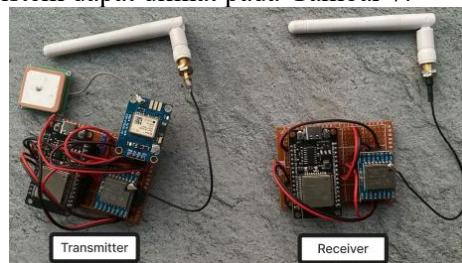
2.1.6 Kesimpulan dan Saran

Tahap kesimpulan dan saran yaitu tahap yang akan menjawab rumusan masalah pada penelitian ini dan memberikan kesimpulan berdasarkan hasil pengujian. Dari kesimpulan tersebut juga memberikan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Implementasi

Komponen yang digunakan pada implementasi sistem ini adalah NodeMCU ESP32, Modul GPS Ublox NEO-6M, Modul LoRa SX1278, dan Buzzer. Semua komponen disatukan menjadi satu perangkat sebagai pengambilan data *latitude* dan *longitude*, pengiriman data dari *transmitter* ke *receiver* dengan NodeMCU ESP32 sebagai pusat kendali utama sistem. Hasil dari implementasi keseluruhan sistem dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Hasil Implementasi Keseluruhan

3.2 Implementasi Antarmuka Aplikasi

Pada implementasi antarmuka aplikasi menggunakan *flutter* sebagai *framework*. Aplikasi ini hanya menggunakan halaman utama, yaitu berupa tampilan peta pada titik koordinat koper dan titik koordinat *user*. Pada halaman tersebut juga menampilkan jarak antara koper dan *user*. Tampilan halaman utama pada aplikasi dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Implementasi Antarmuka Aplikasi

3.3 Pengujian Delay

Pengujian *delay* dilakukan untuk mengetahui kualitas pengiriman data melalui komunikasi LoRa. Jika nilai *delay* yang dihasilkan kecil, maka semakin cepat pengiriman data dan semakin cepat juga responsif komunikasi antar perangkat dalam sistem yang digunakan. Pengujian ini dilakukan sebanyak sepuluh kali pengiriman, data disetiap titik pengujian dengan

jarak 20 meter sampai 180 meter. Pengujian dengan jarak tertentu dilakukan untuk mengetahui pengaruh jarak terhadap *delay* pengiriman data. Hasil pengujian *delay* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Pengujian Delay

Uji Ke-	Jarak (M)								
	20	40	60	80	100	120	140	160	180
1	0,323	0,107	0,285	0,307	0,295	0,406	6,395	-	-
2	0,308	0,310	0,305	0,307	0,267	1,250	13,491	-	-
3	0,309	0,269	0,290	0,289	0,257	1,306	13,471	-	-
4	0,305	-	-	0,312	0,302	1,306	-	13,252	-
5	0,401	0,311	0,324	0,289	0,304	1,609	8,306	-	-
6	0,267	0,290	0,295	0,313	0,149	0,669	9,268	10,304	-
7	0,309	0,131	0,312	0,268	0,479	1,304	12,309	-	-
8	0,220	0,290	0,313	0,303	0,382	-	9,251	12,282	-
9	0,288	0,302	0,232	0,306	0,591	-	10,311	-	-
10	0,323	1,556	2,373	3,058	3,338	6,117	10,833	14,902	-
Rata-rata Delay	0,385	0,396	0,445	0,505	0,636	1,746	10,403	12,685	-

Pada pengujian *delay*, pengiriman data menggunakan LoRa dilakukan sebanyak 90 kali dengan titik yang ditentukan. *Delay* dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik atau waktu proses yang lama. Dari pengujian *delay*, didapatkan rata-rata nilai *delay* 2777 ms. Berdasarkan kategori *delay* menurut TIPPHON nilai tersebut “Buruk” untuk sebuah pengiriman data.

3. 4 Pengujian Throughput

Pengujian *throughput* untuk mengetahui seberapa besar jumlah data yang berhasil dikirim dan diterima dalam satuan waktu melalui jaringan komunikasi LoRa. Semakin tinggi nilai *throughput*, maka semakin besar kapasitas dan efisiensi komunikasi antar perangkat. Pengujian ini dilakukan sebanyak sepuluh kali pengiriman data disetiap titik pengujian dengan jarak 20 meter sampai 180 meter. Pengujian dengan jarak tertentu dilakukan untuk mengetahui pengaruh jarak terhadap besar kecilnya *throughput* yang didapat. Hasil pengujian nilai *throughput* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Pengujian Throughput

Jarak (m)	Pengiriman Pertama	Pengiriman Terakhir	Durasi (s)	Paket diterima	Total bit	Throughput (bps)
20	00:40:39.642	00:42:37.090	117.448	10	1600	13.62
40	00:43:17.317	00:45:19.176	121.859	9	1440	11.82
60	00:47:39.936	00:49:38.920	118.984	9	1440	12.10
80	00:51:19.159	00:53:16.251	117.092	10	1600	13.66
100	00:54:32.511	00:56:37.043	124.532	10	1600	12.85
120	00:57:09.475	00:59:09.737	120.262	8	1280	10.64
140	01:00:25.922	01:03:28.736	182.814	9	1440	7.88
160	01:03:53.000	01:06:19.370	146.370	4	640	4.37
180	-	-	-	0	0	0

Pada pengujian *throughput* pengiriman data menggunakan komunikasi LoRa dilakukan pengujian sebanyak 90 kali dengan jarak yang ditentukan. *Throughput* dipengaruhi oleh parameter konfigurasi radio seperti *spreading factor*, *bandwidth*, dan *coding rate*, serta kondisi lingkungan dan kualitas sinyal. Dari pengujian *throughput*, didapatkan rata-rata nilai *throughput* 10.87 bps. Berdasarkan kategori *throughput* menurut TIPPHON nilai tersebut “Buruk” untuk sebuah pengiriman data.

3.5 Pengujian Packet Loss

Pengujian *packet loss* adalah proses untuk mengukur seberapa banyak paket data yang hilang selama proses transmisi dari pengirim ke penerima dalam sebuah jaringan komunikasi.

Packet loss terjadi ketika satu atau lebih paket data yang dikirim tidak sampai ke tujuan, disebabkan oleh gangguan jaringan, interferensi sinyal atau kualitas koneksi yang buruk. Jika nilai *packet loss* kecil, maka kualitas komunikasi antar perangkat bagus. Pengujian ini dilakukan sebanyak sepuluh kali pada setiap 20 meter hingga 180 meter. Pengujian dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh jarak pada *packet loss* dalam sistem komunikasi LoRa. Hasil pengujian *packet loss* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Pengujian *Packet Loss*

Jarak (m)	Dikirim	Diterima	Gagal	<i>Packet Loss</i> (%)
20	10	10	0	0
40	10	9	1	10
60	10	9	1	10
80	10	10	0	0
100	10	10	0	0
120	10	8	2	20
140	10	9	1	10
160	10	4	6	60
180	10	0	10	100

Pada pengujian *packet loss* pengiriman data menggunakan komunikasi LoRa dilakukan pengujian sebanyak 90 kali dengan jarak yang ditentukan. *Packet loss* pada komunikasi LoRa dipengaruhi oleh kualitas sinyal yang diterima, kondisi lingkungan *Non-Line of Sight* (NLOS), serta parameter konfigurasi radio seperti *spreading factor* dan *coding rate*. Dari pengujian *packet loss*, didapatkan rata-rata nilai *packet loss* 23.33%. Berdasarkan kategori *packet loss* menurut TIPHON nilai tersebut “Sedang” untuk sebuah pengiriman data.

3. 6 Pengujian RSSI

Pengujian RSSI merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui seberapa kuat sinyal yang diterima antara *transmitter* dan *receiver*. Nilai RSSI membantu mengevaluasi bagaimana hambatan fisik seperti tembok, pohon, atau bangunan mempengaruhi kekuatan sinyal. Pengujian ini dilakukan sebanyak sepuluh kali pada setiap 20 meter hingga 180 meter. Pengujian RSSI digunakan untuk mengetahui pada jarak berapa sinyal masih dapat diterima dengan baik dan kapan mulai melemah dan hilang. Hasil pengujian RSSI dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Pengujian RSSI

Uji Ke-	Jarak (Meter)								
	20	40	60	80	100	120	140	160	180
1	-86	-94	-93	-97	-99	-97	-100	-101	-
2	-87	-91	-93	-96	-99	-95	-94	-99	-
3	-89	-93	-93	-98	-98	-96	-97	-99	-
4	-89	-90	-94	-93	-96	-97	-99	-100	-
5	-88	-90	-96	-94	-97	-97	-97	-96	-
6	-87	-93	-96	-97	-97	-95	-95	-104	-
7	-87	-92	-96	-97	-97	-97	-98	-103	-
8	-86	-93	-95	-95	-92	-101	-101	-106	-
9	-86	-93	-89	-97	-99	-102	-102	-107	-
10	-86	-93	-92	-96	-98	-99	-100	-107	-
Rata-rata RSSI	-87.1	-92.2	-93.7	-96	-97.2	-97.6	-98.3	-102.2	-

Pada pengujian RSSI pengiriman data menggunakan komunikasi LoRa dilakukan pengujian sebanyak 90 kali dengan jarak yang ditentukan. RSSI pada komunikasi LoRa dipengaruhi oleh jarak antara pemancar dan penerima, kondisi lingkungan *Line of Sight* (LOS) atau *Non-Line of Sight* (NLOS), serta kualitas dan posisi antenna yang digunakan. Dari pengujian

RSSI, didapatkan nilai rata – rata RSSI adalah -95,5375 dBm. Berdasarkan kategori nilai tersebut “Baik” untuk sebuah pengiriman data.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, sistem tracking koper berbasis LoRa yang mengintegrasikan modul GPS, NodeMCU ESP32, dan modul LoRa berhasil mengirimkan data koordinat secara stabil dari transmitter ke receiver dan menampilkannya pada aplikasi melalui Bluetooth. Performa komunikasi dievaluasi menggunakan parameter delay, throughput, packet loss, dan RSSI. Hasil pengujian menunjukkan bahwa jarak 20–80 meter merupakan jarak operasional terbaik, dengan delay rendah, throughput tinggi, packet loss minimal, serta nilai RSSI yang masih kuat. Secara keseluruhan, sistem memiliki rata-rata delay 2,777 ms, throughput 10,87 bps, packet loss 23,33%, dan nilai RSSI rata-rata –95,53 dBm. Pada jarak 160 meter, performa mulai menurun signifikan—ditandai dengan meningkatnya delay hingga 12,685 ms, penurunan throughput menjadi 4,37 bps, packet loss mencapai 60%, serta RSSI melemah hingga –102,2 dBm. Penurunan kualitas komunikasi disebabkan melemahnya sinyal LoRa dan adanya interferensi lingkungan seperti adanya gangguan dari *multipath* (jalur pantulan). Pada jarak 180 meter, sistem tidak mampu mengirimkan data, sehingga dapat disimpulkan bahwa jarak maksimum operasional sistem ini adalah 160 meter dengan kinerja optimal berada pada rentang 20–80 meter.

5. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, beberapa saran yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan selanjutnya antara lain: penggunaan antenna LoRa yang lebih sensitif atau penambahan *booster* sinyal untuk meningkatkan jangkauan komunikasi, penambahan fitur indikator kekuatan sinyal atau notifikasi ketika sinyal melemah agar sistem lebih adaptif di lapangan, serta perlu dilakukan pengujian lanjutan pada berbagai kondisi lingkungan untuk mengetahui pengaruh gangguan eksternal terhadap performa sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Andhini *dkk.*, “Smart Suitcase Berbasis Internet of Things Smart Suitcase Based on Internet of Things,” vol. 9, no. 1, hal. 324–329, 2023.
- [2] D. N. Situmorang, K. Tiza, L. Christian, dan K. Daniel, “Rancang Bangun Tracking Koper Menggunakan GPS,” *Sntei*, vol. 8, no. 1, hal. 33–36, 2022.
- [3] T. Zuraimi, “RANCANG BANGUN SISTEM PENGAMAN KOPER MENGGUNAKAN ANDROID DAN GLOBAL POSITIONING SYSTEM,” vol. 12, hal. 2–5, 2023. <https://doi.org/10.29103/jee.v12i2.11683>
- [4] A. N. Illahi, A. Bhawiyuga, dan K. Amron, “Implementasi Pemecahan Transmisi Data Citra pada Protokol Lora,” vol. 6, no. 1, hal. 360–369, 2022.
- [5] W. Abdillah, D. Saripurna, S. Yakub, P. Studi Sistem Komputer, dan S. Triguna Dharma, “Analisis Kinerja LoRa (Long Range) berdasarkan Jarak dan Spreading Factor pada Area Rural,” *J. CyberTech*, vol. 4, no. 4, hal. 1–13, 2021, [Daring]. Tersedia pada: <https://ojs.trigunadharma.ac.id/>
- [6] M. Jahja, R. Yunginger, M. Yunus, S. Tansa, dan Z. Nasibu, “Prototipe Sistem Keamanan Kas Baterai dan Kendali Lampu pada Rumpon dengan Kendali Telegram Prototype of Battery Box Security System and Lamp Control on Fish Aggregating Devices using Telegram Control,” vol. 15, no. 1, hal. 1–9, 2023. <https://doi.org/10.5614/joki.2023.15.1.1>
- [7] T. T. L. Irwan Setyo Wibowo, Muhammad Aditiya Firdaus, “Sistem Monitoring Ruang Server Berbasis Internet of Things Menggunakan Komunikasi,” vol. 6, no. 3, hal. 222–

- 231, 2023. <https://doi.org/10.37396/jsc.v6i3.331>
- [8] U. Ristian, H. Hasfani, K. Kasliono, Y. Halawa, dan U. S. Kesuma Wijaya, “Implementasi Websocket pada Pembacaan Ketinggian Air Lahan Gambut Sebagai Pencegahan Dini Kebakaran Berbasis LoRaWAN,” *J. Inf. Syst. Res.*, vol. 6, no. 1, hal. 658–667, 2024, <https://doi.org/10.47065/josh.v6i1.5991>
- [9] A. Ramadhani, Z. Alaudin, F. J. Aridha, A. Rusdinar, dan A. Z. Fuadi, “Data Komunikasi Secara Real Time Menggunakan Lora Berbasis Internet of Things Untuk Pembuatan Weather Station Real Time Communication Data Using Lora Based Internet of Things for Weather Station,” *J. Elektro Telekomun. Terap.*, vol. 8, no. 1, hal. 1007–1009, 2021, [Daring]. Tersedia pada: <https://doi.org/10.25124/jett.v8i1.4130>
- [10] M. L. Irawati, Fransiskus Yulius Roi, Titus Yobilio Agung, “Alat pelacak berbasis long range wide area network (lorawan),” 2021. <https://doi.org/10.56486/jeis.vol2no2.222>
- [11] K. B. Aditya Nurcahyo dan A. Prihanto, “Analisis Quality of Service (QoS) pada Jaringan VLAN (Virtual Local Area Network),” *J. Informatics Comput. Sci.*, vol. 3, no. 01, hal. 62–70, 2021, <https://doi.org/10.26740/jinacs.v3n01.p62-70>.
- [12] F. Rahmansyah dan P. Murdiyat, “Unjuk Kerja LoRa Untuk Media Komunikasi Smart Farming di Area Persawahan Desa Manunggal Jaya Kabupaten Kutai Kartanegara,” vol. 05, no. 01, hal. 34–41, 2024, <https://doi.org/10.46964/poligrid.v5i1.42>.
- [13] D. W. Herdiyanto, W. Cahyadi, D. R. Nuryanto, C. S. Sarwono, A. C. Eska, dan I. Wicaksono, “Pengukuran RSSI pada Sistem Monitoring Rumah Walet berbasis WSN LoRa,” *TELKA - Telekomun. Elektron. Komputasi dan Kontrol*, vol. 11, no. 1, hal. 16–28, 2025, <https://doi.org/10.15575/telka.v11n1.16-28>.



© 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).